

FM HID

**Försvarets
Handbok i dykeritjänst**

FÖRSVARSMAKTEN
Högkvarteret

2009-10-13

02 760:54792

FM HID

Försvarsmaktens Handbok i Dykeritjänst M7739-350016 (FM HID) fastställs för tillämpning.

Beslut i ärendet har fattats av Kam Anders Grenstad. I ärendets slutliga handläggning har örlnkn Lalle Petersson och kk Magnus Claesson deltagit, sistnämnda har tillika varit föredragande.

Anders Grenstad
Marininspektör

Magnus Claesson
C DNC

© 2009 Försvarsmakten, Stockholm

Producerad i samarbete med **Autotech Teknikinformation i Stockholm AB**

Tryck: Danagårds Grafiska, Ödeshög 2009

Central lagerhållning: Försvarets bok- och blankettförråd

Förord

Försvarmakten har under många år saknat ett samlat verk som beskriver dykning samt de faktorer och system som påverkar dykaren i dennes arbetsmiljö. Med anledning av detta fick Försvarmaktens Dykeri och Navalmedicinska Centrum i uppdrag av Högkvarteret att ta fram en handbok i dykeritjänst.

Handboken presenterar inte bara själva dykningen, som i sig är en transport till arbetsplatsen, utan behandlar även ett antal olika arbetsuppgifter under vattnet.

Handboken kan med fördel användas vid utbildning av dykare i Försvarmakten, den avhandlar dock inte den taktiska utbildningen av dykare. Boken beskriver i mer generella termer funktionen av olika dykerisystem. Härigenom kommer boken att få en längre giltighet.

Under bokens framtagande så har ett flertal personer och organisationer bidragit med sina specialkompetenser. Boken har varit föremål för remiss på Högkvarteret och samtliga dykande förband i Försvarmakten.

Vissa kapitel i handboken är tagna från boken *Räddningsdykning* då Försvarmakten erhållit full rättighet till denna bok.

Magnus Claesson

C DNC

Innehåll

1. Grunder	9
1.1. Lämplighet som dykare.....	9
1.2. Stresspåverkan vid dykning.....	12
1.3. Dykerimedecin	19
1.4. Dykerifysik.....	48
1.5. Dekompression	64
1.6. Räddningsmetoder.....	72
2. Lättdykning.....	75
2.1. Allmänt	75
2.2. Dykarutrustning för lättdykning.....	76
2.3. Materielvård.....	94
2.4. Dykning med gasförsörjning från ytan	95
3. Hjälmdukning	99
3.1. Allmänt	99
3.2. Behovsstyrda hjälmar	100
3.3. Friflödande hjälmar	103
3.4. Våtklockedykning med varmvattendräkt	107
4. Dykning med återandningsapparater	109
4.1. Allmänt	109
4.2. Helslutna system	111
4.3. Halvslutna system	112
4.4. Återandningsapparaters fördelar	113
5. Mättnadsdykning	115
6. Sökmetoder.....	117
6.1. Rutsökning.....	118
6.2. Linjesökning	120
6.3. Sektorsökning	120
6.4. Cirkelsökning.....	122
6.5. Djupkurvesökning	122
6.6. Ekersökning.....	123
6.7. Skrovundersökning.....	123
6.8. Undervattensorientering.....	125
6.9. Stråksökning med sökdrake eller skärplan	126
7. Undervattensdokumentation	129
7.1. Inledning	129
7.2. Metoder	130
7.3. Stillbildsfotografering.....	132
7.4. Videofilmning	151
8. Arbeten under vatten.....	161
8.1. Allmänt	161
8.2. Bärning	162
8.3. Sprängning under vatten	166

8.4. Spolning	169
8.5. Muddring	171
8.6. Undervattenssvetsning	173
8.7. Skärning	179
8.8. Verktygshantering	186
9. Dykning under speciella förhållanden	199
9.1. Dykning under mörker	199
9.2. Dykning i strömmande vatten	201
9.3. Dykning i slutna rum (vrak, tunnlar, bergrum m m)	206
9.4. Dykning vid låga luft- och vattentemperaturer	208
9.5. Dykning vid höga luft- och vattentemperaturer	217
9.6. Dykning i kontaminerat vatten	219
9.7. Dykning på fynd- eller brottsplats	227
10. Tryckkammare	235
10.1. Inledning	235
10.2. Principer	235
10.3. Indelning	235
10.4. Övrigt	237
11. Dykplanering och dykarledning	239
11.1. Dykarledaren	239
11.2. Utbildning	240
11.3. Dykarna	241
11.4. Förberedelser	241
11.5. Exempel på ett dyksäkerhetsmeddelande	242
11.6. Riskanalys	242
11.7. Utrustning	242
11.8. Genomgång före dykning	244
11.9. Anmälan före dykning	245
11.10. Under dykning	246
11.11. Anmälan efter dykning	246
11.12. Genomgång	247
11.13. Haveri- och tillbudsövningar	247
11.14. Saknad dykare	248
11.15. När olyckan inträffar	249
11.16. Tryckkammaren	249
11.17. Tabeller	252
12. Certifiering av yrkesdykare	255
13. Miljö	259
13.1. Hur mår havet?	259
13.2. Lokalt	259
13.3. Stora skillnader mellan havsområden	262
13.4. Övergödning ett svårt problem	263
13.5. Ur ett marinarknologiskt perspektiv	267
14. Dykeriets historia	269

14.1. Allmänt.....	269
14.2. Tiden före Kristus.....	269
14.3. 1500-talet.....	274
14.4. 1600- och 1700-talen.....	276
14.5. 1800-talet.....	277
14.6. 1900-talet.....	280
14.7. Arne Zetterströms vätgasdykning 1944.....	285
14.8. 1950-talet.....	288
14.9. 1970-talet.....	289
14.10. Medicinska vetenskapen.....	290
14.11. Räddning från sjunken ubåt.....	292
14.12. Olika dykteknikers utveckling under andra hälften av 1900-talet.....	293
14.13. Bärgning av sjunken ubåt.....	298
14.14. Utnyttjande av dykare och undervattensfarkoster.....	299
14.15. Rekorddykningar.....	300
 Bilaga 1 Ordlista.....	 303
Bilaga 2 Förkortningslista.....	311
Bilaga 3 Tecken och signaler vid dykning.....	313
Bilaga 4 Omvandlingstabeller.....	319
Bilaga 5 Undervattensdokumentation fördjupning.....	327
Bilaga 6 Övningsuppgifter dykerimedicin.....	349
Bilaga 7 Övningsuppgifter dykerifysik.....	355
Bilaga 8 Övningsuppgifter i tabellräkning.....	363
 Medverkande.....	 371

1. Grunder

1.1. Lämplighet som dykare

För att få påbörja en dykarutbildning i Försvarsmakten så måste du genomgå en stor submarin läkarundersökning (SUB 3). Dessutom ska du vara stark, ha god kondition och mycket god vattenvana.

Eftersom utbildningen även omfattar mycket teori, bör du inte ha svårigheter för svenska, fysik och matematik.



Bild 1.1. Spiometermätning vid submarin läkarundersökning. (Foto: Försvarsmakten Lalle Petersson)

1.1.1. Alla är inte lämpliga som dykare

Vem är lämplig som dykare, svaret är inte självklart?

Vad tycker dina arbetskamrater om din nya kompetens? Ofta finns en god anda bland kollegerna som stöttar och visar förståelse för varandra. Men vad händer om du inte anses lämplig?

Säkerligen är det du själv som kan lämna både det bästa och sämsta omdömet om dig själv. Liksom man brukar säga att ”själv är bästa läkaren”, finns det ingen som känner dig bättre än just du själv. När du överväger utbildningen måste du ställa dig följande frågor.

- Vill jag detta?
- Varför vill jag dyka?
- Kommer jag att klara läkarundersökningen?
- Kommer jag att klara den tuffa utbildningen?
- Är jag medveten om riskerna med dykning?
- Är min familj medveten om riskerna med dykning?
- Är det pengar som hägrar?
- Är det status jag vill få?

Glöm aldrig bort att du har ansvar mot både dig själv, din familj och dina närmaste. Du måste vara uppriktig och från hjärtat känna att detta är något du vill göra för att det känns bra. Det måste kännas bra för dig ur alla aspekter. Det är en stor satsning och ett stort ansvar du tar på dig, det är mycket att lära, det blir mycket vatten träning och annan fysisk träning. Du måste vara med om läkarundersökningar och flera bedömningar.

Om du bestämt dig för att det är detta du vill göra, måste du också komma ihåg att du kan komma att anses som icke lämplig. Du måste vara mentalt förberedd på att någon instans eller instruktör under utbildningens gång kan anse dig vara olämplig och även detta ska du kunna hantera. Alla är inte lämpade som dykare. Det är inte så att dykning är något som alla bör och ska syssla med.

1.1.2. Goda egenskaper hos en dykare, känner du igen dig?

Instruktörerna kommer att följa dig under många veckor. Under den tiden hinner de skaffa sig en mycket bra bild av dig som dykare.

De vill utbilda dykare som

- trivs i vattnet
- vill dyka
- visar och tar ansvar för sig själva och sina kamrater
- är en bra ”lagspelare,
- visar på god mognad och seriositet
- uppvisar empati och fungerar socialt,
- inte har problem med alkohol eller droger
- är fysiskt tränad och villig att förbättra sin fysik

- har ”det” som krävs för det här arbetet, det lilla extra, gadden eller känslan att inte ge upp.



Bild 1.2. Dykelev som tränar haveriövning i bassäng. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

1.1.3. Förbered dig inför utbildningen

Du kan förbereda dig inför utbildningen. Till att börja med bör du öva upp din vattenvana, styrka och kondition. Träna alla simsätten och öva också upp din förmåga att vara i och under vattnet med övningar som t ex vattentramp, kullebyttor och neddykningar.

Har du ingen bakgrund som simmare, kan det vara en god idé att ta kontakt med en lokal simklubb, som säkert kan hjälpa dig vidare. Det ställs även krav på dig vad det gäller kondition och uthållighet, därför hjälper också några löppass per vecka i din uppbyggnadsträning.

Tänk på att variera din löpträning så att du tränar både distans och tempo.

1.2. Stresspåverkan vid dykning

All dykning innebär en ökad inre psykisk såväl som yttre fysisk belastning. Den yttre miljön förändras med ökat tryck, lägre temperatur och sämre sikt. Den fysiska ansträngningen blir större med tung utrustning och vattenmotstånd. Kravet på prestation, faromomentet, ovanan och kanske rädsla skapar en inre psykisk press. Som dykare arbetar du dessutom ofta ensam vilket ytterligare ökar kraven.

För att klara dessa ökade såväl fysiska som psykiska krav reagerar hjärnan med stress, vilket ger både positiva och negativa effekter. Stressreaktionen är en nödvändig del av livet, eftersom den ökar beredskapen och förmågan att hantera utmanande krav och förändringar i din omgivning. Men i sämsta fall kan stress också hindra och begränsa dig både fysiskt och psykiskt. En alltför hög stressnivå kan till exempel hindra dig från att prestera så bra som du har kapacitet till, göra det svårare att fatta beslut eller att tolka och förstå vad som sker i din omgivning.

För att du ska kunna fungera optimalt som dykare måste du, förutom en mycket god fysik, även ha bra mental beredskap samt kunna samspela med de övriga i gruppen. Det är därför viktigt att förstå hur stressreaktionen både kan hjälpa och stjälpa dig i din uppgift som dykare.

1.2.1. Stress på gott och ont

Stressreaktionen är en del av livet som du aldrig kan undvika. Utan den skulle vi inte ha överlevt i en värld som ständigt förändras och ibland är farlig för oss. Stress är kroppens fysiska sätt att reagera på en upplevd förändring i miljön. Du uppfattar förändringar och krav via dina sinnen, och hjärnan sammanställer och tolkar betydelsen utifrån tidigare erfarenheter och upplevelser.

Om du uppfattar en situation som ett hot eller som något som är nödvändigt att åtgärda eller reagera på för att återställa balansen i tillvaron, kommer du att reagera med stress. Hur akut du upplever situationen avgör styrkan i stressreaktionen. Tolkningen är naturligtvis mycket individuell vilket gör att olika människor upplever och reagerar olika på samma situation. Det som den ena upplever som hotande och skrämmande, upplever den andre som utmanande och spännande.

1.2.2. Fysiska reaktioner

Stressreaktionen innebär att hjärnan skickar ut hormoner i blodet, till exempel adrenalin. Hormonerna aktiverar kroppen och ser till att din uppmärksamhet ökar och sätts i omedelbar handlingsberedskap. Kroppen görs beredd att möta de ökade krav du uppfattat. Likt en gaspedal som trycks ner inför en omkörning ger stressreaktionen kroppen order om ökad prestation och aktivitet. Du känner säkert igen hur kroppen reagerar på stress.

Pulsen ökar, andningen påverkas, blod pumpas ut till musklerna och levern frigör energi i form av socker som förs ut i blodet.

Vidare vidgas pupillerna och muskelspänningen ökar. Dessa generella fysiska reaktioner får vi alla, oavsett vad som varit orsaken till stresspådraget. Din kropp reagerar på samma sätt oavsett om det krävs muskelstyrka eller mental styrka för att lösa problemet. Som de flesta av oss, känner förmodligen också du hur pulsen ökar om du ska hålla tal eller göra en presentation inför okända människor. Detta faktum ställer till problem för nutidsmänniskan. I en tid när vår överlevnad var beroende av förmågan att springa fort bort från en fara eller slå mot en fiende var de fysiska stressreaktionerna perfekt anpassade för överlevnad. Idag ställs vi allt mer sällan inför så rent fysiska krav, men allt oftare inför mentala utmaningar. Kroppen förmår dock inte skilja på dessa olika krav, utan reagerar på samma sätt. I takt med att stressresponsen ökar, kopplas de delar av hjärnan som sköter de mer komplicerade processerna ur. I stället tar den enklare reptilhjärnan med sina mer automatiserade svar över. I extrema lägen dominerar reptilhjärnan helt och vi reagerar med ett stereotypt kamp- eller flyktbeteende.

Förutom de fysiska reaktionerna påverkar stressen också ditt sätt att tänka, känna och handla. De reaktionerna är lite olika för var och en. Någon kanske får ett förändrat beteende och blir högljudd med starka behov av att dominera, andra drar sig undan och blir tysta. Vissa reagerar känslomässigt med ilska och anklagelser medan någon gråter och lägger skulden på sig själv. De flesta får svårare att minnas saker, svårare att kommunicera och lyssna och svårare att förstå och ta till sig andras synpunkter. Detta innebär att ju kraftigare stresspådrag ju mindre kommer du att använda dig av de mer komplicerade strukturerna av hjärnan, där erfarenheter och minnen lagras. Lite förenklat kan man alltså säga att för hög stress gör dig dummare, mer begränsad och enkelspårig.

Eftersom de mer avancerade strukturerna i hjärnan används mindre får du svårare att välja ett nyanserat svar på ett yttre krav. Du reagerar mer automatiskt och reflexmässigt. Du får svårare att skilja mellan signaler (viktig information) och brus (oviktig information), att uppfatta små skillnader och nyanser, förstå och tolka den information som kommer till dig.

Det sinne som påverkas först och starkast är hörseln. Det betyder att du tidigt i stressreaktionen får svårt att tolka och uppfatta vad någon säger och svårt att förstå en instruktion.

Elever som är stressade har svårt att lyssna, dra slutsatser och lära. I en stressad nödsituation kommer de drabbade att ha svårt att förstå och ta till sig muntliga instruktioner.

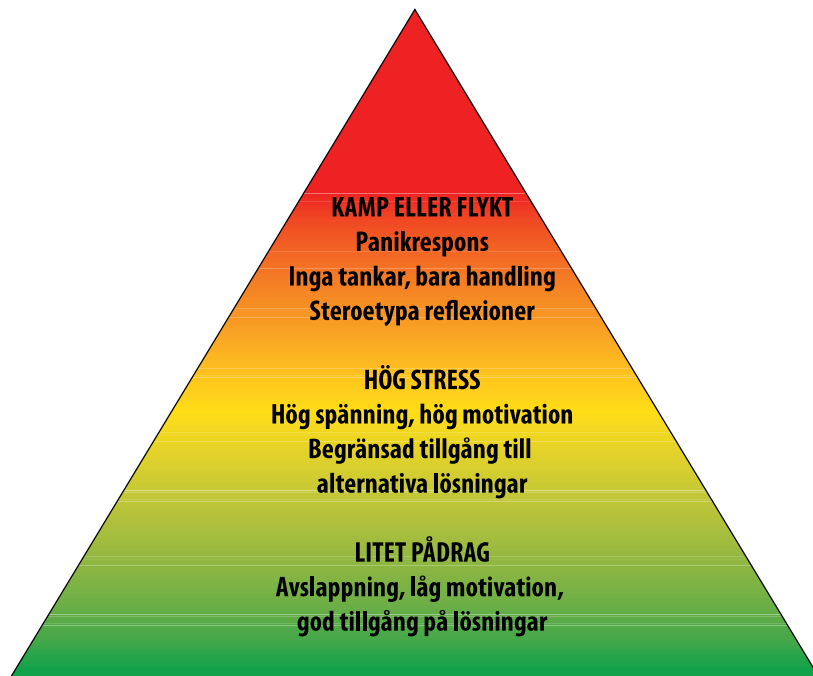


Bild 1.3. Stresskonen (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

1.2.3. Din förmåga begränsas av stress

Figuren kallas *stresskonen* och illustrerar hur snabbt din förmåga blir begränsad ju mer stressad du blir. I den nedre delen av konen är du relativt ostressad. Du har god förmåga att bearbeta inkommande information och välja olika lösningar för att klara en given uppgift. Samtidigt är kanske motivationen att lösa uppgiften låg. Du behöver viss press för att hantera problemet. Tänk på hur svårt det kan vara att börja arbeta med något som inte har något sista datum, eller där deadline ligger långt fram i tiden. När deadline närmar sig, ökar motivationen men samtidigt minskar möjligheterna att tänka fritt och hitta alternativa lösningar. Den fysiska spänningen i kroppen ökar och du får svårt att sitta still. Ju mer stressad du blir, desto svårare får du att tänka annorlunda. I takt med att stressen ökar, minskar din förmåga att se alternativa sätt att lösa en uppgift. Till slut, när pressen blir tillräckligt stor högt upp i konen, kommer du inte att uppleva att du tänker utan bara handlar, du börjar reagera reflexmässigt. Det gör att du löser uppgiften på det sätt som är inlagt och intränat i systemet. Du reagerar med ryggmärgen. Samma sak inträffar oavsett om det gäller fysisk

handling eller mental aktivitet. Allra högst upp i konen gäller det bara att kämpa eller fly! Du flyr panikartat från en pressad situation eller går till attack verbalt eller fysiskt för att slå dig ur situationen.

Du gör i princip vad som helst för att överleva.

1.2.4. Att träna in ett ryggmärgsbeteende

I en nödsituation är stressen, liksom insatsen, hög. Det finns nästan ingen tid alls för reflektion och val av lösning. För att du ska lära dig att välja den rätta lösningen under hög stress, måste du nöta in beteendet upprepade gånger så att det till slut sitter i ryggmärgen. I en nödsituation under dykning kommer du då inte att behöva lägga tid på att tänka, utan reagerar spontant på rätt sätt. Under utbildningen kommer du att vara med om detta i flera situationer. Ett beteende nöts in genom att det upprepas många gånger under allt svårare omständigheter och med allt högre grad av stress. Till slut frikopplas handlingen från den medvetna delen av hjärnan och kroppen minns rörelsen utan att behöva slösa mental kraft och tid.

För att du lättare ska kunna nöta in ett nytt beteende, är det gynnsamt om du uppfattar inläringen som en positiv upplevelse. Det innebär att dina lärare i princip inte ska låta dig misslyckas med uppgiften under inlärandet. Om du misslyckas, ökar risken för prestationsångest och du kan få negativa känslor och känna motstånd inför uppgiften. Att medvetet låta någon misslyckas eller att allt för snabbt öka svårighetsgraden innan den som ska lära sig något behärskar den aktuella nivån, kan skapa mentala blockeringar och rädslor. I en verklig situation kan det innebära att personen ”väljer” att inte uppfatta (förneka) problemet eller får svårt att reagera korrekt.

Dykarutbildningens pedagogik har ändrats genom åren. Tidigare tvingades eleverna att lära sig färdigheter under mycket stark press och med någon form av skrämself pedagogik. Numera ställs det lika hårda krav på eleverna men instruktörerna agerar som en auktoritet för eleverna och bygger upp ett ömsesidigt förtroende mellan elev och instruktör. Eleven tar inte åt sig en instruktion bättre bara för att instruktören höjer rösten eller skäller på eleven.

Nödfallsprocedurer tränas förmodligen fortfarande för lite. De flesta av de dykare som omkommer, påträffas med viktbältet kvar på kroppen och luft kvar i tuberna. Detta trots att alla får lära sig att dumpa viktbältet som en första nödgärd för att få eller behålla flytkraft. Kanske nöter man inte in detta beteende under verkliga förhållanden och upprepade gånger i tillräcklig utsträckning – man kan vara rädd att förlora det dyra viktbältet i öppet vatten. Men därmed minskar också möjligheten att dykaren i en verklig nödsituation ska reagera korrekt.

De som genomgått Försvarmaktens utbildning till dykare har tränat nödsuppstigning i övningstanken i Karlskrona. Där nöts ett beteende in under lugna och ordnade former med ökad svårighetsgrad. När någon gör fel så rättas det till under övningen eller vid feedbacken efter övningen. Det är viktigt att eleven får feedback efter varje övning så att de positiva signalerna kan förstärkas och det felaktiga beteendet kan rättas till. För att nöta in ett ryggmärgsbeteende måste eleverna vid upprepade tillfällen träna nödfallsuppstigning under lugna och ordnade former, då ökar chansen till en korrekt utförd fri uppstigning om det skulle bli en verklig nödsituation.



Bild 1.4. Instruktor som förevisar fri uppstigning från 18 meters djup i dyktanken i Karlskrona. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Den upp och ner vända U-kurvan beskriver prestation som en funktion av belastningen. Som du ser finns det ett läge med precis så mycket belastning, så hög stress, som gör att du kan prestera maximalt. Om stressen blir större eller kraven högre, kommer prestationen att passera sitt maximala värde och du börjar prestera sämre. Å andra sidan, det ser du också i kurvan, för att kunna prestera maximalt måste det till en viss motivation, det vill säga krav och press. Inom idrotten brukar man ibland tala om att ”motivation slår klass”. Med det menar man att det mer motiverade men

sämre laget, ibland slår det skickligare laget som kanske har underskattat uppgiften.

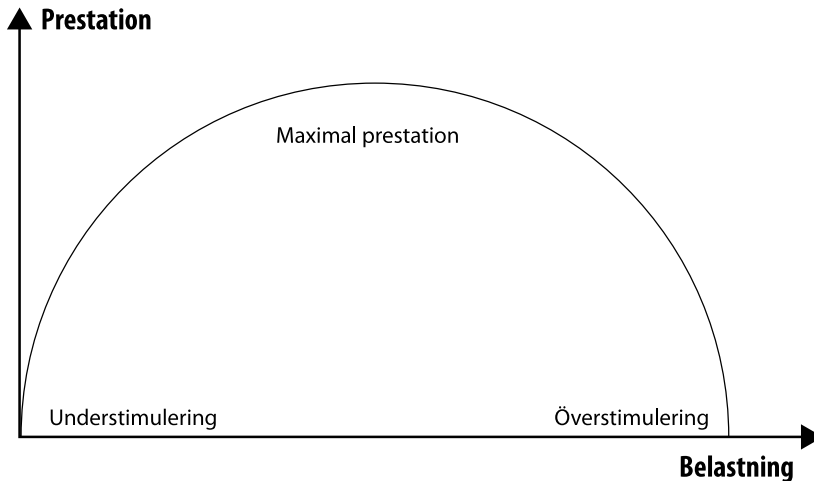


Bild 1.5. Den upp och ner vända U-kurvan. (Skiss: Försvarsmakten Lalle Petersson)

1.2.5. Utbildningen balanserar mellan trygghet och krav

För att gynna inläringen bör man hitta en balans mellan trygghet och krav. Som elev ska du känna trygghet i utbildningssituationen så att du på bästa sätt kan tillgodogöra dig utbildningen. Samtidigt bör instruktörerna ställa höga krav på motivation, samarbete och disciplin.

Andra faktorer som ska beaktas är

- stegvis ökning av svårighetsgrad och stressnivå, med kontroll av att eleven till fullo behärskar momentet
- överinläring, nötning av nödfallsåtgärder
- teoretiska och praktiska kunskaper om stressens fysiska och psykiska effekter
- tydlig, regelbunden och individuell feedback till eleven
- ständig betoning av gruppens betydelse för lyckade insatser
- mycket praktisk övning, i öppet vatten och under skiftande förhållanden
- aktivt motarbetande av fel attityd och machobeteenden
- instruktörer som väl fungerande förebilder och rollmodeller

- svåra situationer, starka känslomässiga upplevelser, upplevda misslyckanden eller farliga incidenter under dykning ska alltid behandlas enligt de rutiner som finns för debriefing och avlastningssamtal.

Skillnad mellan militär dykning och fritidsdykning kan beskrivas på följande sätt.

- Som fritidsdykare dyker du när du själv vill och kan!
- Som militär dykare dyker du när någon annan vill!

Denna skillnad ställer ett högre krav på både den fysiska och psykiska balansen samt utbildningen på militära dykare.

1.3. Dykerimedicin

Vistelse i extrema miljöer ställer speciella krav på utövaren när det gäller kunskap om kroppens normala och onormala reaktioner. Dykning, flygning och bergsklättring är några exempel där tryckrelaterade medicinska problem kan vara aktuella. Inte bara tryckförändringar påverkar kroppen utan även ett stort antal andra miljöfaktorer, ibland samtidigt. I samband med dykning då man vistas i vatten, vilket kallas immersion, kan miljöbetingelserna variera kraftigt t ex temperatur, stress, ström, sikt, ljudnivå och bottenbeskaffenhet. Motståndet i vattnet påverkar andningsmotstånd och påverkar den fysiska arbetsförmågan. Egen förmåga/teknik och utrustning påverkar också indirekt vilka påfrestningar kroppen utsätts för i en given situation.

Goda kunskaper om dykerimedicin är en förutsättning när det gäller att förebygga medicinska tillbud i dykmiljö.

Eftersom en stor del av dykningen sker fältmässigt är det endast vid vissa utbildningsmoment det finns kunnig medicinsk personal tillgänglig i närheten av dykplats. **Alla som ägnar sig åt dykning inom Försvarmakten måste därför själva kunna handlägga misstänkta olycksfall på ett korrekt sätt samt vara väl förtrogna med gällande larmrutiner.**

Vid verkliga olycksfall visar det sig tyvärr ofta att enkla förebyggande åtgärder inte blivit utförda, orsaken till detta är inte alltid så lätt att reda ut i efterhand. Att följa en inövad instruktion (t ex RMS Dyk) innebär att man utökar säkerhetsmarginalerna och på så vis ökar sina chanser att klara en nödsituation. Det är självklart att militär dykning under skarpa insatser ytterligare påtagligt minskar de marginaler som finns under fredstid, då måste taktiska och andra säkerhetsaspekter vägas in.

1.3.1. Andning

Andningens funktion är att möjliggöra omvandling av syre och bränsle till koldioxid med frisättning av vatten och energi. Lungorna utgör den nödvändiga diffusionsytan för syreupptag och för utvädring av koldioxid. Andningen kan funktionellt indelas i flera faser.

1. Transport av gas till lungorna, via luftvägar.
2. Utbyte, upptag och avgivande, av gaser i lungorna (diffusion)
3. Transport av gaser i blodet
4. Utbyte av gaser mellan blod och vävnadsvätska (diffusion)
5. Utbyte av gaser mellan vävnadsvätska och celler (diffusion)
6. Förbränning och produktion av gaser i celler (metabolism = ämnesomsättning)

Kvävet i luften är en inertgas. Inertgaser är gaser som inte används av kroppen. Under normalt atmosfärstryck och luftandning sker inga nettotransporter av inertgas.

Andningsreglering

Meningen är att snabbt kunna anpassa andningen till aktuellt behov. Partialtryck av andningsgaser är det som har biologisk betydelse i kroppen.

Andningen regleras från andningscentrum i hjärnstammen, här registreras också koldioxidpartialtrycket i blodet. Det finns också känselkroppar i aorta (stora kroppspulsådern) och de stora halspulsåderna som även registrerar oxygenpartialtryck (har betydelse vid hypoxi=oxygenbrist i kroppen). Koldioxidpartialtrycket i blodet är den viktigaste reglermekanismen för andningen. Andningscentrum påverkas också av en rad andra faktorer, t ex vilja. Högt koldioxidpartialtryck stimulerar andningen men känsligheten hos andningscentrum ökar om syrgaspartialtrycket samtidigt är lågt.

Vid immersion påverkas andningen av andningsmotstånd, dels av vattentrycket mot bröstkorgen och av andningsmotstånd i dykutrustning.

Luftvägar

Luftvägarna består av näshåla, svalg, bihålor, mellanöron, luftstrupe, luft-rörsträd (bronker) och lungblåsor (alveoler).

Näshåla och svalg renar och befuktar andningsluften. All andningsgas i vid dykning är torr och befuktas i luftvägarna, när den befuktade luften andas ut förloras vätska från kroppen.

Mellanörönen tryckutjämnas via örontrumpeten, som mynnar i bakre svalgväggen i näshålan.

Funktionen hos människans bihålor är oklar. Alla bihålor har gångsystem för tryckutjämning.

Totalt finns 22 förgreningar av luftrören från luftstrupen till alveol samt 150 miljoner alveoler/lunga!

De större luftrören är försedda med broskringar och relativt stela, de mindre luftrören är till viss del mera eftergivliga och kan komprimeras. Alveolerna omges av stödjevävnad och ett nätverk av mycket tunna små blodkär (lungkapillärer). I friska lungor finns en betydande yta för diffusion som beräknas till ca 70 m² totalt. I alveolerna sker gasutbytet mellan inandningsgas och blodet.

Lungsäcken omsluter varje lunga likt en ballong med ett yttre och ett inre lungsäcksblad. I friska lungor finns i praktiken ingen spalt mellan lungsäcksbladen och de kan glida mot varandra under andningsrörelserna.

I lungsäcken finns normalt ett visst undertryck, som håller lungorna utspända. Om lungsäcken går sönder, kan man få in luft och det kallas pneumothorax.

Luftvägarnas anatomi

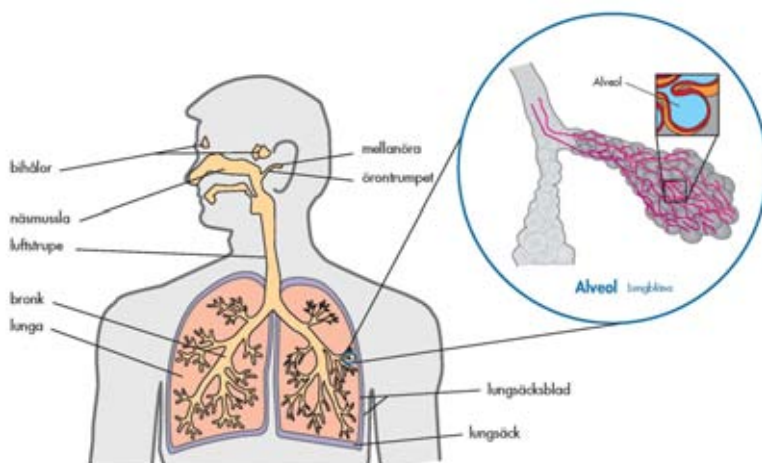


Bild 1.6. Luftvägarnas anatomi (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Lungvolymer

I medicinska sammanhang pratar man om olika lungvolymer som relateras till vilken del i andningscykeln man befinner sig, volymerna går att mäta liksom flödes hastigheter.

Lungans volymer

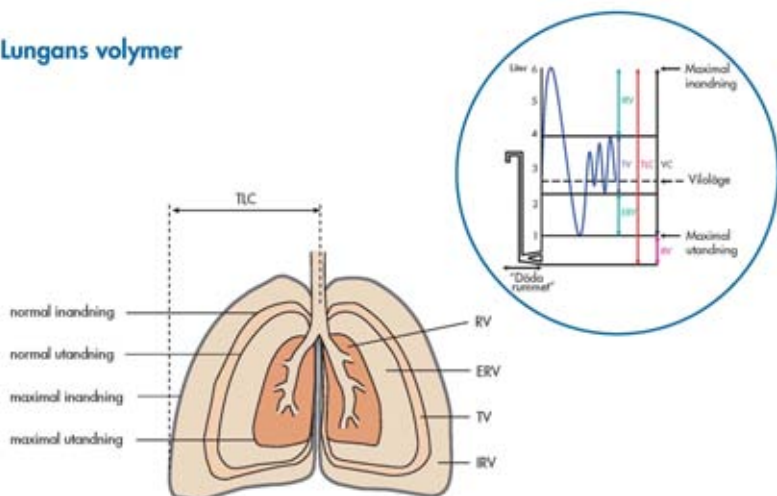


Bild 1.7. Lungans volymer (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

- Andningsfrekvens är det antal andningscykler (in och utandningar) som utförs under en minut, i vila ca 12-16/minut.
- Tidalvolym (**TV**) är den gasvolym som andas in eller ut under ett normalt andetag, ca 0,5 liter i vila. Kan öka kraftigt vid ansträngning.
- Vitalkapacitet (**VC**). Den volym som kan andas ut efter en maximal inandning, ca 4-5 liter.
- Residualvolym (**RV**). Den volym gas som finns kvar i lungorna efter en maximal utandning, ca 1,5-2,0 liter.
- Total lungkapacitet (**TLC**). Den gasvolym lungorna rymmer efter en maximal inandning (**VC+RV**), ca 5-6 liter.
- Döda rummet (**dead space**). Ca 150 ml och motsvarar den del av luftvägarna där inget gasutbyte sker (luftstrupe, bronker och svalg). Denna volym ökas med exempelvis ett stort cyklop eller snorkel. Döda rummets volym återandas med nästa andetag. Hög andningsfrekvens innebär att en större gasvolym återandas i onödan.

Inspiratorisk och expiratorisk reservvolym (IRV resp. ERV) utgör skillnaden mellan TV och VC max och min värde.

Kvarbliven luft i lungan efter ett andetag. Omfattar både RV, ERV men också döda rummet. Den luftvolym som finns kvar i luftvägarna efter en normal utandning, ca 1,5-2 liter. Vid viss typ av dykning är det fördelaktigt att minimera kvarbliven luft. Uppnås genom djupa och lugna andetag.

Vid spirometri, när man mäter lungvolym, skiljer man mellan statisk- och dynamisk spirometri. Statiskspirometri mäter lungvolymerna ovan. Dynamisk spirometri mäter volym under in och utandning vid olika tidpunkter.

Andningsrörelser

Inandningen är en aktiv process där mellangärdesmuskeln (diafragma) drar ihop sig och ökar undertrycket i bröstkorgen, och luft suges in i lungan. Utandningen är under vila passiv och sker när diafragma slappnar av. Vid ansträngning och exempelvis ökat motstånd i luftvägarna aktiveras även

revbensmuskler (intercostalmuskler), bukmuskulatur och i viss mån även halsmuskulatur och deltar i både in- och utandning.

Andningsrörelser

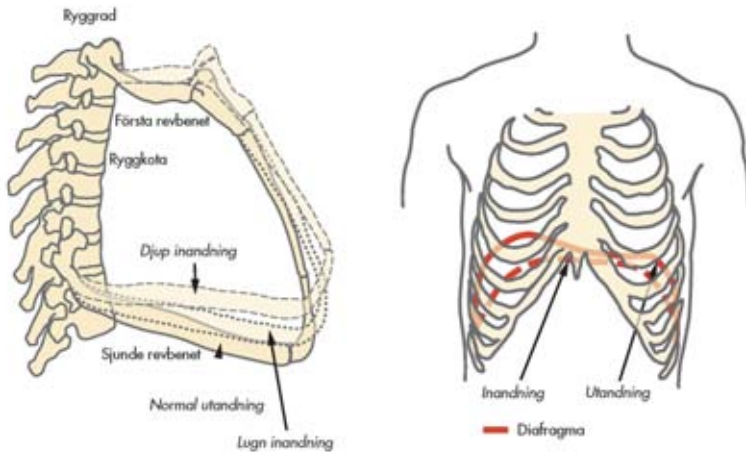


Bild 1.8. Andningsrörelser (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Andning och immersion

Vid nedsänkning av kroppen i vatten (immersion), gör vattentrycket mot kroppen att följande sker.

- Expiratorisk reservvolym (ERV) minskar som ett resultat av förskjutet andningsläge pga thorax (bröstkorgen) trycks ihop.
- Lungelasticitet minskar.
- Ovanstående förändringar kan mätas som nedsatt vitalkapacitet (VC).
- Förmågan till gasutbyte i alveolerna förbättras, pga blodflödet i lungorna fördelas bättre.
- Ökat andningsarbete, det är jobbigare att andas.

1.3.2. Cirkulation

Hjärta, kärlsystem och blod utgör tillsammans cirkulationssystemet.

Blodvolymen uppgår hos en vuxen person till ca 5 liter varav ca 3 liter är plasma och 2 liter röda blodkroppar. Cirkulationen delas upp i två delar, där båda börjar och slutar vid hjärtat.

Stora kretsloppet försörjer kroppens alla vävnader med syre och näringsämnen.

Lilla kretsloppet (lungkretsloppet) avlägsnar koldioxid och syrsätter blodet.

Cirkulationen i lilla kretsloppet, är en förutsättning för att andningen (upptag av oxygen och avgivande av koldioxid) ska fungera. I artärer transporteras blodet från hjärtat under högt tryck och i vener under lägre tryck till hjärtat efter passage av kapillärträd. Artärer, vener och kapillärer finns i båda kretsloppen. I vener finns klaffar som underlättar återtransporten av blod till hjärtat genom att fungera som ”backventiler”. I lungvenerna är blodet syrsatt till skillnad från övriga vener. Hjärtat får sin ”egen” blodförsörjning via de livsviktiga kranskärlen. Blodtryck regleras främst av mindre artärer som kan ändra sin diameter men också till viss del av hjärtats pumpförmåga. Känselkroppar för blodtryck (baroreceptorer) finns i de stora halsartärerna och i aortabågen.

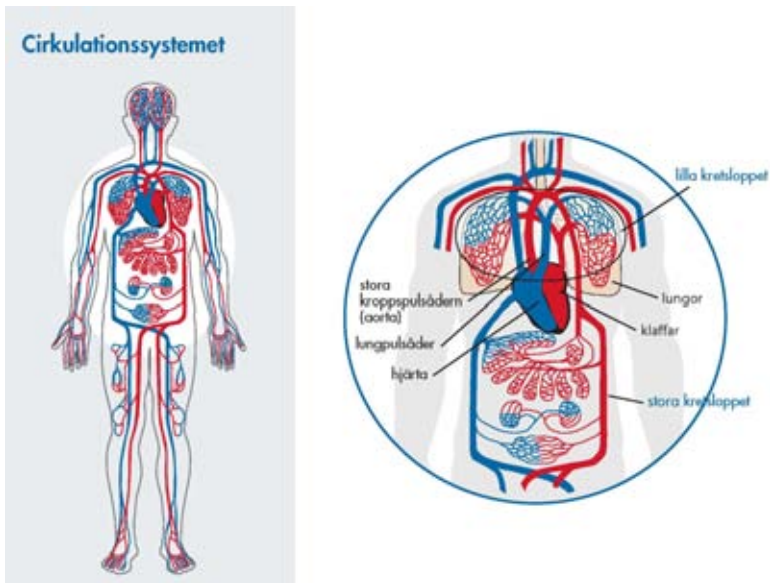


Bild 1.9. Cirkulationssystemet (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Hjärta

Hjärtat kan öka sin pumpförmåga på två sätt.

- Öka volymen vid varje slag.
- Öka hjärtfrekvens.

Pumpförmågan (cardiac output) i vila uppgår till ca 5 liter/min och kan ökas till ca 25-30 liter/min vid maximal ansträngning.

Blod

Blodet består av röda blodkroppar och plasma. Plasma innehåller förutom vita blodkroppar (immunförsvar) och blodplättar (trombocyter, koagulationen) även olika proteiner, hormoner, antikroppar, näringsämnen, koagulationsfaktorer samt salter.

I de röda blodkropparna finns bl a proteinet Hemoglobin (Hb) samt enzymet karbanhydras.

- *Hemoglobin* binder oxygen och gör det möjligt att transportera större mängder än om gasen vore fysikaliskt löst i blodet enbart. En mindre fraktion oxygen (3%) transporteras fysikaliskt löst i blodet. Med hjälp av hyperbar oxygenbehandling i tryckkammare (HBO) kan denna lösta fraktion syrgas ökas till 6% och kan då vara tillräcklig för att tillgodose kroppens totala behov av oxygen i vila. Teoretiskt skulle man under HBO alltså kunna klara sig utan hemoglobinet oxygentransporterande förmåga.
- *Karbanhydras* omvandlar mycket snabbt CO_2 och vatten till bikarbonatjoner (HCO_3^-) och vätejoner (H^+), den omvända processen sker sedan i lungkapillärerna. En mindre fraktion koldioxid (7%) transporteras fysikaliskt löst i blodet som bikarbonat och ytterligare transport sker även bundet till hemoglobin
- *Saturation* kallas det när man mäter blodets oxygenmättnad, normalt värde är >96%.

Cirkulation och immersion

Vid nedsänkning i vatten (immersion) komprimerar det hydrostatiska trycket blodkärl i armar och ben, vilket förbättrar venöst blodflöde till hjärtat men ger också en omfördelning av blod till kärlen i bröstkorgen och lungorna. Omfördelningen gör att hjärtat belastas och måste pumpa mer blod. Detta kan utgöra en belastning vid hjärtsjukdom. Kyla leder också till att blodflödet i armar och ben dirigeras om till mera centrala inre organ för att spara värme. Aktivering av det sympatiska nervsystemet, av t ex arbete eller stress kan leda till ytterligare påfrestning av hjärtat pga stigande

blodtryck och snabb hjärtfrekvens. Sammantaget bidrar både immersionen, kylan och aktivering av sympatiska nervsystemet till en belastning av hjärta och kärlsystem som kan variera mycket beroende på situation.

Njurarna känner av den ökade blodvolymen centralt och producerar mer urin på grund av omfördelningen av blodvolymen. Detta leder till en vätskebrist hos dykaren.

1.3.3. Nervsystem

Centrala nervsystemet (CNS) består av hjärna och ryggmärg. Perifera nervsystemet består av nervbanor utanför CNS. Människans nervsystem består av ca 10 miljarder nervceller (neuron)

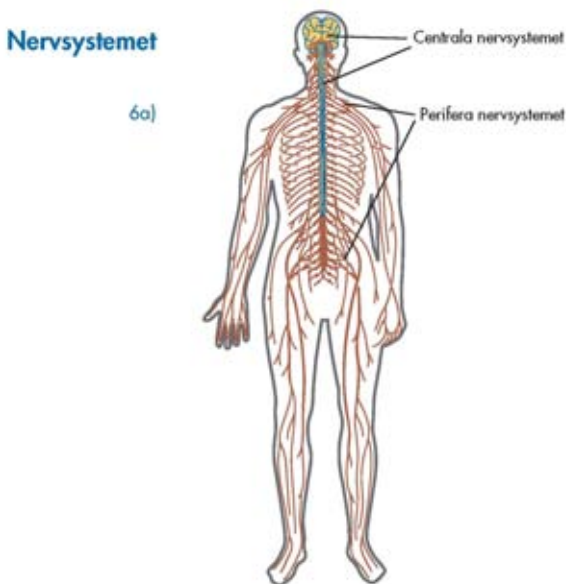


Bild 1.10. Nervsystemet (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Centrala nervsystemet

Hjärna och ryggmärg kan liknas vid en komplicerad dator.

1. Inkommande signaler från kroppens alla sinnesorgan utgör ett nätverk av givare som registrerar olika stimuli (t ex värme, kyla, smärta, ljus).
2. Grovsortering, förstärkning och försvagning av signaler sker i ryggmärgen.
3. Central bearbetning, och program för åtgärd finns i hjärnan som kan liknas vid en processor med tillhörande arbetsminnen och hårddisk.

4. Utgående signaler baserar sig med några få undantag på en central bearbetning.
5. Primitiva reflexer (skyddsreflexer) kräver inte medverkan eller bearbetning från hjärnan. Utan sker i ryggmärgen.

I hjärnan sköter de mittre och centrala delarna omedvetna funktioner som vakenhet, känslor, balans, cirkulation och minne. Hjärnans ”skal”, barken sköter och bearbetar allt medvetet, t ex tankar, syn, hörsel och känsel. Det finns många kopplingar mellan barken och de centrala delarna av hjärnan.

Spelbilder av människokroppen återfinns i hjärnans känsel och motor (rörelse) -bark och motsvarar en karta över in/utflöde av signaler i förhållande till kroppens olika delar. Spelbilden (homunculus) i figuren nedan har oproportionerligt stort ansikte, stora läppar och händer, vilket motsvarar kroppsdelarnas betydelse i hjärnbarken.

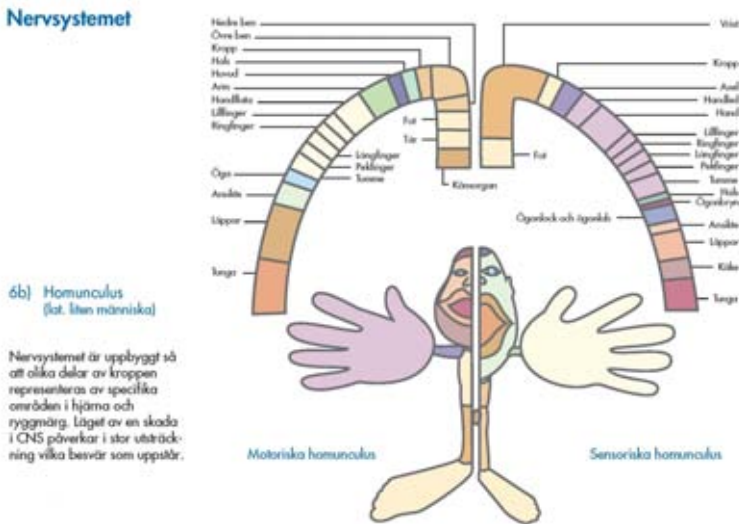


Bild 1.11. Nervsystemet (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Både händer och ansikte ställer höga krav på både känsel och muskelkontroll med komplexa rörelseprogram (ex tal), vilket kräver utrymme i hjärnbarken. Nervbanorna är i princip korsade på någon nivå vilket innebär att vänster hjärnhalva kontrollerar höger kroppshalva och höger hjärnhalva kontrollerar vänster kroppshalva. Språkfunktionerna finns vanligen i vänster hjärnhalva. Personlighet, viktiga minnesfunktioner och känsloliv finns i främre hjärnloberna, syncentra finns i nackloberna. Livsuppehållande funktioner och vakenhet styrs från hjärnstammen och förlängda märgen.

Skador eller sjukdomsprocesser i hjärnan ger oftast ensidiga symptom (motsatt sidas arm och/eller ben) men ofta även påverkan på tal, syn och medvetande. Ryggmärgsskador ger oftare dubbelsidiga symptom, där skadenivån på ryggmärgen bestämmer hur hög skadan blir. En hög ryggmärgsskada kan även ge förlamning och känselbortfall i armarna samt andningspåverkan. Förlust av urinblåskontroll (oförmåga att kissa) och känselstörning i underlivet är också vanliga komplikationer vid ryggmärgsskada. Dekompressionssjuka drabbar ofta ryggmärgen men ger då ofta upphov till ensidiga symptom.

Nervsystemet kan till viss del kompensera för skador men kan i princip inte läka redan allvarligt skadade nervceller. Hjärnan försörjs via två större kärlsystem men så är inte fallet med ryggmärgen där blodförsörjningen är mer sårbar vid skador. Ryggmärgen motsvarar endast 2% av CNS vikt men ofta drabbas ryggmärgen vid neurologisk tryckfallssjuka. Hjärna och ryggmärg kan endast använda socker (glukos) som bränsle.

Perifera nervsystemet

Består av nervrötter, nervstammar och nerver där elektriska signaler transporteras i olika typer av nervfibrer fram till och från CNS.

Specialiserade nervceller kan ute i kroppen omvandla t ex mekanisk, kemisk, termisk och elektromagnetisk (ljus) stimulering till elektriska impulser.

Sensoriska nerver skickar signaler till CNS och motoriska nerver skickar signaler från CNS till muskler.

Autonoma nervsystemet

Står inte under viljans inflytande (autonomt). Består av det sympatiska (stress och prestation) och parasympatiska (vila och matsmältning) nervsystemen balanserar varandra. Det sympatiska systemet ökar t ex hjärtfrekvensen medan det parasympatiska sänker. De flesta funktioner är omedvetna men blir tydliga när det blir obalans i systemet, ett exempel är rörelsesjuka. Några funktioner som styrs av detta system är

- hjärtfrekvens
- andning
- svettning
- salivutsöndring
- pupillstorlek
- hudtemperatur
- tarmrörelser.

Dykresponser (-reflexen) och köldchock

Ett exempel på autonoma nervsystemets betydelse är dykresponser som finns hos dykande däggdjur, fåglar och i viss mån människor. Kallt vatten i ansiktet, t ex i kombination med djupt andetag kan stimulera det parasympatiska nervsystemet kraftigt med långsam hjärtrytm och i olyckliga fall hjärtstillestånd. Plötslig nedsänkning i kallt vatten stimulerar samtidigt det sympatiska nervsystemet (köldchock) med kärksammandragning i armar och ben (se kap cirkulation), ökad hjärtfrekvens, ökat blodtryck och framför allt en ökad andningsfrekvens (hyperventilation). Köldchocken klingar av inom loppet av några minuter men utgör ett stort riskmoment i kallt vatten. Bägge systemen kan alltså aktiveras vid samma situation och balansen mellan dem avgör vilka symptom som dominerar i en viss situation.

1.3.4. Dyklämplighet (Fitness To Dive)

Medicinska krav varierar mellan fritidsdykning och yrkesmässig dykning. Det finns också speciella regler för militär dykning där ytterligare aspekter såsom risk att äventyra uppdrag och tjänstbarhet under extrema förhållanden kommer in i bilden. Generellt ställs höga krav vid antagning till militär dykarutbildning i Sverige. Regelverk utarbetas i samråd med andra europeiska länder inom olika arbetsgrupper.

I princip ska man inte ha sjukdomar eller mediciner som påverkar

- andning
- medvetande
- kondition
- omdömesförmåga.

Sjukdomar

Vissa tillstånd diskvalificerar för militär dykning, detta gäller exempelvis kroniska hjärt-lungsjukdomar, neurologiska sjukdomar som t ex epilepsi, diabetes mellitus, övervikt samt obehandlat ljumsckbräck.

Vissa kirurgiska ingrepp exempelvis i ögon kan innebära dykförbud under viss tid. Genomgången lungbristning hindrar vidare dykning. Tryckfalls-sjuka värderas individuellt efter svårighetsgrad och eventuella kvarstående men. Det krävs alltid en individuell värdering utifrån sjukhistoria, undersökningsfynd och fysiologiska tester.

Undersökningarnas periodicitet i försvaret följer RMS Dyk.

Civil yrkesdykning i Sverige följer regelverket från Arbetsmiljöverket, AFS.

Tänder

Gott tandstatus är ett grundkrav. Friska eller väl lagade tänder med täta fyllningar krävs. Även värdering av bettets funktion ska göras. Käkledsproblem kan omöjliggöra en funktionell bettförmåga. Tryckrelaterade smärtor från tandpulpan är mycket svåra och kan snabbt göra en dykare helt otjänstbar.

Andra begränsningar

Pågående graviditet diskvalificerar för dykning. Många smärtstillande, antidepressiva och ångstdämpande mediciner är olämpliga. Flera mediciner mot högt blodtryck kan vara olämpliga i kombination med dykning. Uppgifter hur mediciner fungerar i hyperbar miljö saknas generellt och grundprincipen bör vara att helt undvika medicinering samtidigt med dykning. I tveksamma fall rådgörs med dykarläkare. Genomgångna infektioner, sömnbrist, psykosociala problem och alkohol är exempel på andra faktorer som i avgörande grad kan nedsätta dyklämpligheten i vardagen och där ett tungt ansvar vilar på dykaren själv.

1.3.5. Gaser

Oxygen (Syrgas, O₂)

Utgör 21% av atmosfären. Alla celler i kroppen behöver oxygen för normal funktion, känsligast för oxygenbrist är nervceller i hjärnan. Oxygen omsätts i cellen av mitokondrien. I mitokondrien omvandlas oxygen och socker eller fett till energi och koldioxid. I vila förbrukar vi 250-350 ml oxygen/min.

Hypoxi (Lågt partialtryck av oxygen)

För lågt partialtryck av oxygen (pO₂) kan uppstå akut eller smygande. Det är partialtrycket som avgör den biologiska effekten. Inom dykerimedicine finns det många risksituationer:.

- För lågt partialtryck i andningsgasen
- Uutspädning (speciellt ett problem i återandningssystem)
- Hinder i luftvägar
- Nedsatt ”drive” från andningscentrum
- Förgiftning med exempelvis kolmonoxid (CO) (kan uppstå genom förorening av andningsgas)
- Andhållningsdykning (se Shallow Water Blackout)

Symptom:

- Bristande koncentration och precision
- Ökad puls och andningsfrekvens
- Synstörningar
- Trötthet, huvudvärk
- Försämrat omdöme
- Medvetlöshet (kan uppkomma utan föregående andra besvär)

Vid medvetlöshet under dykning är risken mycket stor för drunkning. Behandling består av snabb syrgastillförsel på enklaste sätt, på land helst 100% (NBO). Det viktigaste är förebyggande åtgärder och att hindra uppkomst av hypoxi!

Hyperoxi (Högt partialtryck av oxygen)

Dykning och tryckkammarbehandling (även vårdare) innebär exponering för höga partialtryck av syrgas. Höga oxygenpartialtryck kan leda till nedsatt lungfunktion och oxygenkramp.

Den nedsatta lungfunktionen gör att lungans VC (vitalkapacitet) minskar. Detta sker successivt. Vid långvarig, daglig exponering, kan man utveckla kroniska skador. Den skadliga effekten på lungan kan räknas ut för ett givet partialtryck och exponeringstid och anges i OTU (Oxygen Tolerance Units). När OTU adderas får man fram CPTD (Cumulative Pulmonary Toxic Dose) som utgör den samlade oxygen effekten på lungan.

Oxygenkramp kan föregås av syn- och hörselstörningar (metalliska ljud), läppryckningar, illamående och andnöd men kan komma helt utan förvarning. Uppkommer oxygenkramp blir man omedelbart medvetlös och kramperna fortsätter så länge man andas in höga partialtryck oxygen. Utöver att den individuella känsligheten varierar kan exempelvis koldioxidansamling, ”dagsform” (risken varierar individuellt dag för dag), tungt fysiskt arbete samt nedkylning/ överhettning ytterligare öka risken för oxygenkramp. Kort paus med lågt pO₂ minskar kraftigt risken.

Akuta CNS symptom på hyperoxi (Paul Bert effekt):

- Bradycardi (låg hjärtfrekvens)
- Tunnelseende
- Svette
- Läppfibrillationer
- Illamående
- Handryckningar

- Medvetlöshet (kan vara första symptom)
- Kramp (kan vara första symptom)

Lungeeffekter på hyperoxi: (Lorrain Smith effekt)

- Svette
- Tryck över bröstet
- Ryckningar i läpparna
- Hosta
- Dyspne (luftbrist/ökad andning)

Koldioxid (CO₂)

Bildas kontinuerligt i kroppens vävnader som ett resultat av förbränning. Högt partialtryck av koldioxid (pCO₂) eller hyperkapni är ofta ett resultat av bristande ventilation som i sig kan ha en mängd orsaker, både mänskliga och tekniska. Högt pCO₂ stimulerar som bekant andningscentrum med ökad andningsfrekvens och snabb hjärtrytm men kan också i mera uttalade fall ge upphov till symptom som liknar hypoxi (se ovan), vilket försvårar bedömningen. Otillräcklig utvädring av koldioxid leder också till en rubbad syra/bas balans i kroppen med sjunkande pH-värde. Koldioxidansamling ger ofta huvudvärk samt rodnad och värmekänsla i huden. Fortsätter partialtrycket av koldioxid att stiga inträder medvetlöshet.

Symptom på hyperkapni:

- Andnöd Ökad andning (MV ökar)
- Yrsel
- Värmekänsla
- Stickningar
- Ryckningar/fasciculationer
- Huvudvärk
- Medvetlöshet

Snåländande dykare lär sig att tåla höga nivåer pCO₂. Höga nivåer av pCO₂ ökar risken för kramper och medvetlöshet.

Lågt partialtryck av koldioxid är ett mindre medicinskt problem men kan uppträda vid hyperventilation, medvetet eller omedvetet. För lågt pCO₂ ger stickningar i armar och ben samt i vissa fall kramper och svimning pga salt obalans i kroppen.

Shallow Water Blackout

Om dykaren hyperventilerar (djupa snabba andetag) före dyket minskas partialtrycket av koldioxid ($p\text{CO}_2$) påtagligt, däremot ökar endast partialtrycket av syre ($p\text{O}_2$) marginellt. Det låga koldioxidpartialtrycket undertrycker känslan av att behöva gå upp till ytan och andas, visserligen ökar $p\text{CO}_2$ i takt med tilltagande djup och produktion men det räcker inte till för att stimulera andningscentrum. Syrepartialtrycket stiger till följd av djupet initialt men börjar sjunka när syrgas förbrukas. Under uppstigningen sjunker $p\text{O}_2$ kraftigt både på grund av förbrukning och minskat omgivningstryck. Medvetlöshet kan inträda till följd av oxygenbrist (hypoxi) innan känsla av andnöd och impuls att gå till ytan hunnit inträda, om detta inträffar blir resultatet drunkning. Riskfaktorer i sammanhanget är hyperventilation, lång bottentid och långsam uppstigning.

CO_2 - Hyperventilation före andhållningsdyk

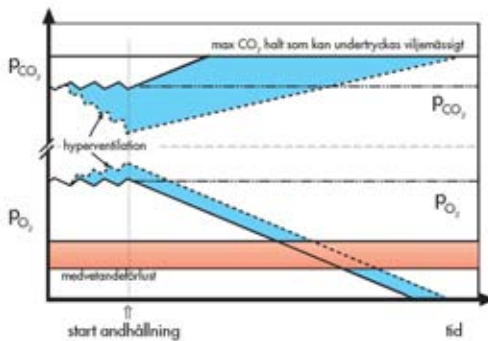


Bild 1.12. Hyperventilation före andhållning (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

1.3.6. Inertgaser

Inertgas är en gas som inte deltar i kroppens metabolism.

Under normalt atmosfärstryck och luftandning sker inga nettotransporter av inertgas (kväve) eftersom kroppen är mättad med gasen ifråga. Vid partialtrycks ändringar och byte till andra gasblandningar än luft (nitrox/heliox/trimix), transporteras gasen eller gaserna in eller ut via andningen och diffusion, men någon metabolism sker inte.

Kvävgas (Nitrogen, N_2)

Utgör 78,09% av atmosfären. God fettlöslighet. Kvävgas är vid dykning med luft och nitrox den huvudsakliga orsaken till tryckfallssjuka (DCS).

Vid högre partialtryck har den berusande och sövande effekt. Redan vid 20-25 m djup med luft kan viss berusning inträda. Vid 50 m djup med nitrox eller luft blir de flesta ordentligt påverkade. Viss minnesförlust efteråt är normalt förekommande (för berusningsperioden). Högt koldioxidpartialtryck förstärker de sövande egenskaperna hos kvävgas.

Man talar ibland om ”Martinis lag”, dykning med luft till 30 m motsvarar berusningen av en martini, berusningen tilltar med större djup.

Andra inertgaser

Helium (He) och vätgas (H₂) är exempel på inertgaser som är lättare än kvävgas och mindre berusande. Argon (Ar) är betydligt tyngre än kvävgas och mer berusande. Inertgaserna uppvisar olika diffusionshastigheter, löslighet och värmeledande egenskaper.

1.3.7. Kolmonoxid (CO)

Utgör normalt 0,03% av luft. CO är en gas som bildas vid ofullständig förbränning och som återfinns i bl a brandrök, bilavgaser och cigarrettrök. Kan finnas i dykluft som livsfarlig förorening om dåligt underhållen kompressor använts. Binder mycket kraftigt till hemoglobin (250 gånger starkare än syrgas) och konkurrerar på så vis med oxygenmolekylerna (se även hypoxi). Hemoglobin som bundit CO har också mycket svårare att lämna av syrgas i vävnaden. CO skadar också insidan av blodkärl samt cellmembran. Samtidig förgiftning med cyanid (brandrök) förstärker kraftigt de negativa effekterna av både CO och cyanid. Förgiftning behandlas akut med 100% syrgas samt snarast möjligt hyperbar syrgasbehandling (HBO).

Symptom på förgiftning är: huvudvärk, illamående, koncentrationsproblem, minnes störningar, förvirring, hjärtproblem, neurologi och medvetslöshet.

1.3.8. Tryckutjämningsproblem (dysbarism)

Den vanligaste formen av dykrelaterade medicinska problem. Oftast smärtor som beror på antingen relativt under eller övertryck i kroppens gasförande hålrum.

Oftast drabbas

- mellanöra/trumhinna
- bihålor
- tarm
- tänder.

Behandling inriktas på förebyggande åtgärder. Återkommande besvär av denna typ kan dock komma att utgöra ett hinder för fortsatt militär eller yrkesmässig dykning.

Mycket luft i tarmkanalen, dvs. magsäck och tarmar, kan ge problem under dekompression när gasen expanderar, med rapningar, illamående, kräkningar tarmgas och buksmärtor.

Hörselorganets anatomi

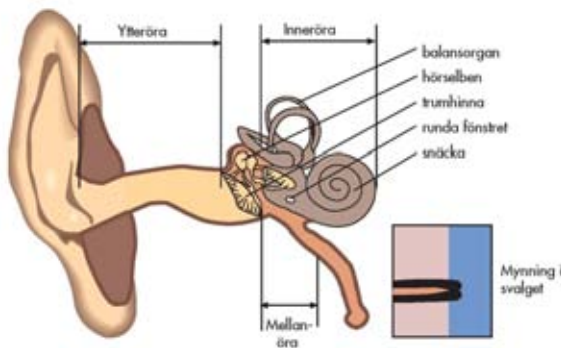


Bild 1.13. Hörselorganets anatomi (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

Besvär från mellanörat

Många av besvären från mellanörat kan behandlas med avsvällande näsdroppar och/eller Rinexin. Det är av största vikt att känna till att det finns en mycket stor risk att bli beroende av framförallt avsvällande näsdroppar. Avvänjning av ett sådant beroende kan vara mycket svårt och det kan ta många månader innan slemhinnor återhämtar sig efter långvarigt eller regelbundet bruk. Under den tiden kan det ibland vara omöjligt att tryckutjämna, med dykstopp som följd.

- Smärta i örat, oftast ses rodnad på trumhinnan på hammarbenet på trumhinnan. Med eller utan indragning av trumhinnan. Behandla med näsdroppar och eventuellt avsvällande läkemedel.
- Vätska i mellanörat, kan uppkomma pga ett undertryck i mellanörat. Behandla med näsdroppar och eventuellt avsvällande läkemedel.
- Blod i mellanörat (Hematotympanon) ses ibland. Man kan se att trumhinnan buktar ut och att mellanörat är blodfyllt. I samband med att trumhinnan går sönder kan det rinna blod ur örat. Bör följas upp av läkare, dykförbud tills tillståndet har gått tillbaka.

- Trumhinneperforation, hål i trumhinnan. Ofta smärtsamma tryckutjämningsbesvär som plötsligt släpper. Hålet ska läka innan dykning återupptas pga infektionsrisk och risken för att man får ett kroniskt hål. Trumhinnan ska kontrolleras av läkare, tar normalt ca 1-2 veckor till läkning.
- Alternobar vertigo, beror av tryckskillnad mellan mellanöronen på hö och vä sida, och uppkommer oftast i samband med uppstigning. Alternobar vertigo kan ge kraftig rotatorisk yrsel, dvs att allt snurrar och göra att dykaren kräks.
- Runda fönsterruptur, ett undertryck i mellanörat, t ex av otillräcklig tryckutjämning av mellanörat. Kan leda till att runda fönstret på hörselnäckan rupturerar under en tryckupptagning. Detta sker ofta samtidigt med att man försöker tryckutjämna kraftigt. Man kan då få yrsel, hörselnedsättning och tinnitus (tjutande ljud från örat). Detta måste läka ut innan man kan fortsätta dyka. Specialistläkare inom öron, näsa, hals ska uppsökas inom 48 tim.
- Reverse block, uppkommer om man dyker med en huva som sluter för tätt. Man kan då få ett undertryck i hörselgången istället för mellanörat. Tryckutjämningsmanövrar av mellanörat hjälper inte eller förvärrar symptomen. Åtgärdas genom att man lyfter på luvan och släpper in vatten.

Squeeze

Squeeze är samlingsnamn på relativt undertryck i ett luftfyllt hålrum kan utöver smärta leda till skador på öron, hud och slemhinnor och kan liknas vid en omvänd klämskada. Squeeze kan också uppstå mellan dräkt och hud, cyklop och ansikte samt vid hjälmdykning också i värsta fall mellan kopparhjälm och dykare.

Skador som uppkommer av relativt över- eller undertryck kallas barotrauma.

1.3.9. Tryckfallssjuka (bends)

Den engelska termen för tryckfallssjuka är ”decompression sickness” (DCS), ofta används också termen ”bends”.

DCI (Decompression illness är ett samlingsnamn på både DCS och lungbristning).

Om partialtrycket av inertgas (N_2 eller He) minskar för snabbt vid en trycksänkning av omgivningen, uppkommer ett fenomen i kroppens vävnader och vätskor som kallas övermättnad. Det innebär att löst gas kan gå över i gasform och bilda bubblor. De besvär som uppstår har att göra med

var bubbelbildningen är kraftigast just då, beroende av vilken del som innehåller mycket inertgas. Gasbubblorna i sig kan orsaka syrebrist när de täpper igen blodkärl, men skadar också insidan av blodkärl och startar inflammatoriska processer i kroppen med aktivering av kroppens koagulation och vita blodkroppar. Även nerver kan komprimeras av gasbubblor och ge upphov till bl a smärta. Besvären kan uppträda när som helst inom 24 timmar efter dykning men kan i sällsynta fall även debutera senare (t ex vid flygning efter dykperiod). De svåraste varianterna av tryckfallssjuka drabbar centrala nervsystemet (hjärna och ryggmärg) eller påverkar lungcirkulationen med bristande syrsättning och cirkulationssvikt som följd.

Traditionellt har besvären vid tryckfallssjuka indelats i Typ I och Typ II, där Typ II betecknar de svåraste tillstånden. Det kan vara mer användbart att beskriva var besvären uppstår och till det ange förloppet eftersom det har större betydelse för prognos och behandling. Risk finns att utveckla tryckfallssjuka även om man håller sig inom dyktabell. Långa dyk, snabb uppstigning och ”sågtandsprofil” och PFO (persisterande foramen ovale, se nedan) ökar risken. Hög ålder, övervikt, nedsatt kondition, kyla, dålig vätsketillförsel, individuell dagsform, alkohol och menstruation är hälsosfaktorer som ytterligare ökar risken.

Förloppet kan beskrivas som antingen gradvis sämre (progressivt), oförändrat (statiskt), spontan förbättring eller återfall. Samma person kan i princip genomgå alla faser. Ett från början relativt beskedligt besvär såsom ledvärk kan alltså bli sämre och övergå i en mera allvarlig form av tryckfallssjuka. Det är skälet till att all tryckfallssjuka utom enbart klåda ska behandlas med 100% syrgas och man bör alltid överväga rekompresion.

PFO (persisterande foramen ovale), är ett hål som kan öppna sig mellan förmaken i hjärtat. Det är en rest från tiden som foster. Hålet växer normalt ihop under det första levnadsåret, men hos mellan 10-15% finns det kvar. Små hål är svåra att upptäcka vid undersökningar. PFO ökar risken att utveckla bends, ca tre gånger.

Loppor (TYP I)

Klåda (dykarloppor). Risken för loppor ökar vid dykning i kallt vatten och i kall miljö. Loppor ska försvinna inom 20 min efter avslutat dyk, annars kan man påbörja NBO, behandling med 100% oxygen med t ex Oxybox.

Marmoreringar (Typ I)

Blåröda missfärgningar som uppkommer ffa på bålen. Kan vara nätförmade. Ingen åtgärd. Kan vara försymptom till allvarligare DCS. Kan vara svårt att differentiera från dräktsqueeze.

Lymfbends (Typ I)

Lokal svullnad (ben, arm, skuldra, hals eller ansikte) och ev. svullna lymfkörtlar. Ofta uttalad vätskebrist. Kan snabbt bli sämre. Kan ibland vara svårt att skilja från resttillstånd efter mekaniskt trauma (squeeze). Ingen åtgärd. Kan vara försymptom till allvarligare DCS.

Ledbends (Typ I)

Vanligen axeller, armbågar höft eller knän. Ofta asymmetriskt, kan även flytta runt. Lätt böjning av leden lindrar ofta smärtan. Dykaren kan uppleva smärta när leden belastas. Smärtan är av molande karaktär, ingen ömhet när man trycket på leden. Kommer smygande. Ska alltid behandlas med HBO, även om symptom har gått tillbaka helt med NBO.

Neurologisk tryckfallssjuka (Typ II)

Vanligen drabbas ryggmärgen med förlamning och känselstörning främst i ben eller underliv på båda sidor. Gångsvårigheter och nedsatt balans ses liksom svårigheter att kasta vatten. Även hjärnan kan drabbas och besvären uppstår då oftast både i arm eller ben på *samma* sida ev. i kombination med besvär från andra centra i hjärnan såsom påverkan av syn och tal. Medvetandesänkning kan förekomma och komplicerar då ytterligare tillståndet. Besvär från perifera nerver kan yttra sig som lokala domningar, krypningar, känselbortfall eller lokal smärta. Neurologisk tryckfallssjuka är ett mycket allvarligt tillstånd där risken för permanent nervskada är stor. Kräver snabb behandling. Det kan vara svårt att skilja mellan påverkan på *centrala* eller *perifera* nervsystemet. Ibland är symptomen diskreta och svåra för patienten att beskriva. Ofta känner man sig mycket trött.

Man bör vara observant på om dykaren kan kissa ordentligt och tömma urinblåsan.

Ska alltid behandlas med HBO, även om symptom har gått tillbaka helt med NBO.

Vertigo bends (Typ II)

DCS som drabbar mellanörat. Hörsel förlust, snurrande yrsel, ofrivilliga ögonrörelser och öronsus tillsammans kan vara tecken på tryckfallssjuka lokaliserad till inneröra, hörselnerv eller hjärnstam. Rundafönster ruptur kan ge likartade symptom. Rekompression med efterföljande öronspecialistbedömning är aktuell. Kan likställas med neurologisk tryckfallssjuka.

Ska behandlas med HBO.

Chokes

Ovanligt men allvarligt tillstånd med massiv venös bubbelbildning i lungornas blodkärl. Leder till kvävningsskänsla och cyanos (blåaktig missfärgning av främst läppar och ansikte), kallades tidigare ”chokes”. Ovanligt tillstånd vid dykning, men förekommer.

Ge NBO, 100% oxygen eller behandla med HBO om det finns en kammare i omedelbar närhet.

1.3.10. Lungbristning

Skada i lungvävnad relaterad till gasexpansion enligt *Boyle's lag*

Symptom debuterar oftast mycket tidigt under eller efter dyk (inom 5 minuter) och omfattar i typfallet bröstsmärta och ibland medvetlöshet. Den allvarligaste komplikationen är när gas tränger sig ut i lungvenerna och sedan passerar som arteriella gasembolier i blodkärlen via vänster hjärthalva och vidare till hjärnan. Gasemboli till hjärnan ger oftast kraftnedsättning och/eller känselstörning i motsatt kroppshalva ofta kombinerat med medvetandesänkning, huvudvärk och/eller illamående.

Luft kan också expandera ut under huden, oftast upp mot halsen, det kallas subcutant emfysem. Då känns små luftbubblor under huden, som en fuktig tvättsvamp. Luft kan också tränga ut till området mellan hjärta och lungor, i lungsäcken samt i hjärtsäcken (runt hjärtat). Fri luft i bröstkorg och lungsäck kan ses på röntgen.

Största risken att drabbas av lungbristning är när man andats komprimerad gas och gör en okontrollerad fri uppstigning med felaktig teknik, i en stressad situation.

Om luft har passerat ut i blodbanan ska man alltid behandla med HBO, även om symptom har gått tillbaka helt med NBO.

Lungbristning

a) Tidiga symptom

• Obehag i bröstet	70 %
• CNS-symtom	65 %
• Medvetlöshet	25 %
• Luft under huden (subkutant emfysem)	20 %
• Blödiga skummande upphostningar	20 %
• Andningsbesvär	5 %

b) Luftemboli



c) Lungorna

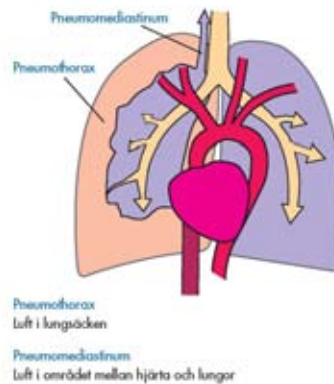


Bild 1.14. Lungbristning (Skiss: ToD ServE Öst Sthlm 2005)

1.3.11. Behandling av dykarsjuka och lungbristning

Den första behandlingsåtgärden är alltid 100 % O₂ givet med 100 kPa dvs NBO (normobar oxygen). Förutom vid enbart klåda (dykarloppor) utan andra besvär eller fynd, blir i stort sett alltid efterföljande behandling rekommension och HBO (hyperbar oxygen) i tryckkammare aktuell. Undantag från denna regel får endast göras på ordination av ansvarig dykarläkare.

Vid NBO utnyttjas följande effekter.

- Förbättrad utvädring av inertgas
- Förbättrad syresättning av vävnader

Vid HBO (O₂ givet med >100 kPa i perioder med luft emellan) uppnås en rad ytterligare gynnsamma effekter, varav några är

- minskad bubbelstorlek
- förbättrad cirkulation i områden med vävnadsskada
- inflammationshämmande effekt (inflammation ses vid både bends och lungbristning)
- mer fysikaliskt löst syrgas i plasma (förbättrad syresättning).

HBO behandling sker med tabell B6, enl. RMS Dyk. B6 är den vanligaste behandlingstabellen vid HBO till dykare, som första behandling. Ibland kan upprepade behandlingar behöva ges, då ger man oftast kortare behandlingar, 1-2 ggr/dag. Vid svår neurologisk DCS, kan man välja att förlänga B6 tabellen eller överväga andra behandlingstabeller som t ex Comex 30. Detta är något som en erfaren läkare får överväga.

1.3.12. Akut omhändertagande av dykeriolycksfall

En bra checklista för akut omhändertagande finns i RMS DYK, som också är anpassad till försvarsmaktens förhållanden. I ett akutläge kan det vara mycket svårt att klargöra huruvida ett allvarligt fall av dykarsjuka (tryckfallssjuka eller lungbristning) föreligger eller inte. En viktig grundregel är att *inte bortse från tidiga besvär* även om de är lindriga. Poängen är att det finns så mycket att vinna på tidig behandling. Föreslagen rutin bygger på upprepad undersökning och värdering av den skadade samt i de flesta fall kommunikation med dykarläkare utan att viktiga primära åtgärder försenas i onödan.

Följande grundläggande principer gäller för omhändertagande i fält.

1. Hjärt-, Lungräddning enligt ABC (Airway, Breathing and Circulation)
2. 100% O₂
3. Larma SOS Alarm/JRCC
4. Grundundersökning i skydd och dokumentera
5. Etablera kontakt med dykarläkare via SOS Alarm/AMRCC, ställningstagande till rekompresion
6. Vila, värme, vätska (Om vaken: dricka själv), varsam hantering (minska bubbelbildning) och fortsatt 100% O₂!
7. Utvidgad undersökning

Undersökning av en dykare ska omfatta

1. ABC (Airway, Breathing, Circulation)
2. vakenhet
3. hjärtat och blodtryck
4. hud (titta på huden, sår, skador, missfärgningar)
5. neurologiskt (känsl, kan röra ben och armar, styrka, synfält, urinblåsefunktion).

Yrsel

Är ett mycket ospecifikt symptom som ofta innebär en överklig upplevelse av rörelse. Vanliga orsaker vid dykning kan vara

- rörelsesjuka
- alternobar yrsel (mellanöronen tryckutjämnar sig vid olika tillfällen under uppstigning)
- vätskebrist.

Ovanliga orsaker kan vara

- tryckfallssjuka i innerörat
- skada på runda fönstret.

Intorkning

Vid dykning kan man i princip alltid räkna med ett vätskeunderskott i kroppen, orsakerna är många. Intorkning ökar risken för tryckfallssjuka och allvarligare symptom vid lungbristning. Vätskebristen leder till en försämrad cellulär funktion. De viktigaste förklaringarna till vätskeförlust vid dykning är

- immersion
- för litet vätskeintag
- svettning till följd av ökat arbete och metabolism
- kyla (hormonell påverkan samt perifer kärlsammandragning)
- vätskeförlust via luftvägarna (fuktning av torr, komprimerad gas).

Hypotermi (nedkylning)

I svenska kustvatten är ytttemperaturen sällan mer än 15°C och vattnet är därmed livsfarligt kallt. Vatten leder temperaturen 25 ggr fortare än luft, det är orsaken till att man kyls ner snabbare. En grov tumregel säger att en person utan skyddsutrustning (överlevnads-/dykardräkt) har 50% chans att överleva 2-3 timmar i 15-gradigt vatten. Förmågan att tåla nedkylning varierar dock kraftigt mellan olika individer. Tiden kortas med sjunkande temperatur.

Hypotermi föreligger definitionsmässigt när central kroppstemperatur sjunkit under 35°C. Redan vid denna temperatur föreligger frossa, dålig handfunktion samt försämrat omdöme. Vid 33° försämras muskelfunktionen kraftigt och förvirring inträder, vid 32°C avtar frossan men risken för dödligt hjärtflimmer ökar. Vid ännu lägre temperaturer inträder medvetslöshet och tillståndet kan vara svårt att skilja från död. En kraftigt nedkyld person kan sakna märkbar andning och puls men ändå ha goda

möjligheter att överleva om rätt åtgärder vidtas och transport till sjukhus med intensivvårdsresurs sker i rimlig tid.

Snabb nedsänkning i kallt vatten kan utlösa en flämtreflex med efterföljande hyperventilation och tachycardi (ökad andning och höjd hjärtfrekvens).

Afterdrop, innebär att temperaturen fortsätter att sjunka efter att den nedkylde har isolerats och börjat värmas. Det beror av att blodcirkulationen kommer igång och kallt blod från perifera kroppsdelar kan börja cirkulera till bålen, och kyler kroppen ytterligare.

Kölldiures (diures = urinproduktion), startar efter 10-20 min efter påbörjad exponering av kyla.

Hamnar man i vatten ska man behålla kläder på, som inte hindrar. Det är viktigt att kontrollera paniken och köldreflexen. Att ligga still med flythjälp ökar överlevnadschanserna. Värmeförlusterna ökar under simning eller vattentrampning eftersom vattnen lagret runt kroppen cirkuleras runt. Ryggsim ökar nedkylningen eftersom huvudet kyls snabbare vid ryggsim. Torrdräkt, särskilt om de är isolerade, gör att man kan hålla värmen bättre med muskelaktivitet.

Principer vid räddning:

1. Rädda
2. Kom i skydd
3. Undersök
4. Torka
5. Isolera
6. Transportera

Handläggningen i fält måste styras av tillståndet och situationen:

1. Bärga ur vattnet horisontellt om möjligt
2. Fri luftväg!
3. Hjärt-, Lungräddning vid misstanke om drunkning (ansikte under vattnet). Vid enbart nedkylning utan någon misstanke om vatten i luftvägarna är det bäst att avstå från hjärtmassage eftersom en sådan åtgärd kan starta ett dödligt hjärtflimmer. Råder tveksamhet är det **alltid korrekt att starta HLR** men man måste då kunna fortsätta hela vägen till sjukhus (oftast behövs 2 personer).
4. Ge oxygen!
5. Kom i skydd (förhindra fortsatt nedkylning)

6. Saknar den nedkylde frossa måste personen hanteras mycket varsamt, klipp av kläder, svep in i torra filter, armar och ben för sig. Glöm inte huvudet. Aktiv uppvärmning får inte ske men personen ska om möjligt tas in i rumstemperatur. Gnugga inte, badda istället huden.
7. Huttrar den nedkylde är situationen bättre och personen kan värmas aktivt med fotbad (37-40°C), varm dryck eller kanske arbeta sig varm. Den nedkylde får dock inte lämnas ensam eftersom uppvärmning medför en svimningsrisk när blodkärl i armar och ben vidgas och blodtrycket sjunker.

Drunkning

Vatten i luftvägarna som leder till kvävning. Handläggs som hypotermi (ofta föreligger samtidig hypotermi), dock alltid HLR, under lång tid, i princip tills den drunknade kommer till sjukhus.

Om kroppen är nedkyld klarar sig hjärnan mycket längre utan oxygen trots andningsstopp. Vid spontanandning men sänkt medvetandegrad, tillämpa stabilt sidoläge för att underlätta fri luftväg. Drunkning och hypotermi förebyggs bäst genom att använda föreskriven skyddsutrustning.

Drunknade kräks ofta i samband med räddning.

Drunkning i andra vätskor än vatten, t ex olja, sandblandat vatten, lösningsmedel och kloakvatten, försämrar prognosen väsentligt. Klorvatten anses inte längre så farligt, det anses vara värre med sötvattendruckning.

Oxygen ear

Drabbar oxygendykare, som dyker med ren oxygen. De upplever knäpande och knastrande från öronen, ofta nattetid, ca 6-12 tim efter avslutat dyk. Vid något tillfälle ömhet. Symptomen försvinner efter ett par dagar. Dykuppehåll förbättrar inte, snarare förlänger bekymren. De som drabbas har inte svårare att tryckutjämna. Problemen utgör inget hinder för dykning, om man inte har tryckutjämningsproblem. Upprepade tryckutjämningsmanövrar efter oxygendykning minskar risk för symptom.

Kalksup

Vid dykning med rebreatherapparater använder man absorbers för att avlägsna koldioxid från andningsgasen. De kan bestå av olika kalker, vanligtast i Sverige är NaOH/CaOH (Natriumhydroxid/Kalciumhydroxid). Kalcken som används i Sverige och i de flesta dykutrustningarna är mindre frätande än LiOH (Litiumhydroxid).

Skador uppkommer om kalkdamm blandas med inandningsluften eller apparaten läcker in vatten. Vid hanteringen av kalken kan man även få in kalk i ögonen.

Andas man in kalkdamm eller sväljer kalkhaltigt vatten.

1. Dyket ska avbrytas.
2. Drick vatten eller mjölk (provocera inte fram kräkning).
3. Man bör inspektera mun och svalg.
4. Finns frätskador kan man avvakta vidare dykning tills skadorna har läkt inom 1-3 dagar.

Om kalk hamnar i ögonen skölj ögonen 15 min 2 gånger, kontakta ögonläkare.

Extern otit

Yttre hörselgångsinflammation är ett vanligt problem vid dykning. Inflammationen startar ofta med diskreta symptom som successivt förvärras med slutstadiet mycket kraftig smärta och tryckutjämnings besvär.

Symptom:

- Ömhet vid hörselgångens öppning
- Öronvärk
- Tryckutjämningsbesvär
- Sekret/vätska rinner ur örat
- Lomhördhet/lockkänsla

Fynd vid undersökning: vätska, rodnad och svullnad i hörselgången, ofta med sår eller eksem. Ibland finns vax som behöver rensas ut, av van läkare.

Observera att man inte ska peta i öronen, använda tops eller annat. Detta stimulerar vaxbildning och man riskerar att få sår som lättare kan infekteras. Petar man i örat trycks också vaxet in mot trumhinnan. Vaxet transporterar naturligt ut smuts ur hörselgången.

Vid kroniska besvär av externotit är det inte ovanligt med svampinfektion.

Profylax:

- Tvätta dykhuvor!
- Handhygien
- Peta INTE i öronen

Lungödem

Kan drabba dykare i samband med dykning. Lungödem är vätska som samlas i lungorna och ger upphov till andnöd och oxygenbrist.

Mekanismen misstänks vara en kombination av immersion och ökat inandnings motstånd som startar en ond cirkel med försämrad pumpförmåga hos hjärtat och oxygen brist med ett tillstånd som kan underhålla sig självt.

Behandlas med NBO eller oxygen i så hög koncentration som möjligt. Urindrivande medicin kan bota tillståndet akut.

Dykaren ska transporteras till sjukhus för att utesluta allvarliga bakomliggande orsaker som t ex hjärtinfarkt.

DON (Dysbaric Osteonecrosis)

DON är skador i ben, ofta nära leder som man kan se efter ett hårt aktivt dykarliv.

Drabbar skelettet i överarmar och de långa rörbenen i benen. Förändringarna ses på röntgen.

Dyk beteende med hög risk för att utveckla bends ökar risken för DON. Det finns ingen koppling mellan ledbends och DON.

Alkohol och övervikt är riskfaktorer för att utveckla DON.

Smärta i axlar, knä eller höft bör föranleda utredning av DON på dykare som varit mycket aktiva.

Övriga medicinska problem

Varm och fuktig miljö är en bra grogrund för bakterier. Det är därför inte lämpligt att dyka med infekterade sår. Hudinfektioner med exempelvis svamp bör behandlas med lämpliga medel. Hygienföreskrifter för rengöring av dykmateriel i form av masker och andningsapparater måste följas.

Olycksfall och dödsfall

I Sverige drabbas i genomsnitt 20 dykare per år av DCS som behöver behandlas med tryckkammare. Det dör i Sverige i genomsnitt 2-6 dykare per år. Tittar man i material från DAN, Divers Alert Network, ser man att det uppkommer 5 fall av DCS per 10000 dyk. Den siffran har varit sig konstant de senaste åren. I dödsfalls statistiken, dör dykarna av drunkning 30%, lungbristning 25%, andra sjukdomar 17% och oklara orsaker 20%. I samma statistik kan man läsa att man hade kunnat undvika dödsolyckan om man inte hade fått slut på gas eller inte haft eller fått utrustningsproblem till ca 80%.

1.4. Dykerifysik

Vatten väger ca 800 gånger mer per volymenhet än luft.

Vatten är ett mycket tätare medium än luft. Rent vatten har en täthet (kan också benämnas densitet eller specifik vikt) som är 1 kg/liter (1000 kg/m³) medan luftens densitet endast är ca 1,3 kg/m³. Mycket av de fysikaliska fenomen som möter dykaren kan härledas till vattnets höga täthet: skillnader i ljud- och ljusspridning och temperaturpåkänning jämfört med luft, och framför allt den mycket större tryckgradient som man påverkas av så snart man kliver ner i vattnet. Nedan följer en kort genomgång av de fysikaliska fenomen som har betydelse för dykaren.

1.4.1. Ljudutbredning

Det är svårt att avgöra riktning och läge av en ljudkälla i vatten pga att ljudet leds snabbare i vatten än i luft.

I luft färdas ljudvågorna med en hastighet på ca 340 meter per sekund (m/s). Under vattnet rör sig ljudet 4 gånger snabbare, cirka 1500 m/s.

I luft kan vi avgöra riktningen hos en ljudkälla eftersom hjärnan förmår uppfatta den lilla tidsskillnaden mellan ljudets ankomst till de båda hörselorganen (som ju befinner sig strax innanför ytteröronen). Om ett ljud kommer direkt från sidan så blir skillnaden i tid cirka 1 millisekund (1 tusendels sekund). I vatten blir tidsfördröjningen 4 gånger kortare på grund av ljudets högre hastighet, vilket gör det mycket svårt att avgöra varifrån ljudet kommer.

På grund av den höga tätheten i vattnet leds ljud inte bara snabbare utan även längre sträckor. Det är därför svårt inte bara att avgöra ljudets riktning men också ljudkällans avstånd. I vatten förefaller ljudkällor antingen vara starkare eller närmare än de är. Det är därför lätt att missbedöma närheten till en ljudkälla, som t ex en båt på ytan, och till och med om den närmar sig eller är på väg bort.

Med tanke på att ljudet leds bättre i vatten än i luft kan det vara bra att känna till att vår kropp är anpassad för att höra i luft. Det innebär att i vatten så går ljudets intensitet delvis förlorad när det träffar trumhinnan. Det innebär att örat tål något högre bullernivåer i vatten än i luft. Dock är det ju så att ljud från t ex pneumatiska verktyg leds bättre i vatten än i luft och försiktighet vid arbetsmoment som innebär kraftig bullerpåkänning bör iakttas.

1.4.2. Ljusutbredning

Vatten absorberar ljus betydligt kraftigare än luft. I rent vatten har ca 40% av ljusintensiteten absorberats redan på 10 meters djup. Eftersom vattnet ofta inte är rent utan innehåller partiklar absorberas ljuset i sådana fall betydligt kraftigare vilket gör att sikten försämras ännu mer och gör det nödvändigt att använda sig av lampor redan på några meters djup.

Solens vita ljus består av en blandning av ljus med olika våglängder. I vatten absorberas ljus med långa våglängder bäst. Det röda ljuset försvinner därför först. Det innebär att på djup kommer vattnet att upplevas som blått eller blågrönt. Om vattnet innehåller mycket partiklar absorberas också det blå ljuset. Det medför att i kustnära vatten där partikelmängden ofta är hög så upplevs vattnet som grönt eller grönbrunt eller till och med gult.

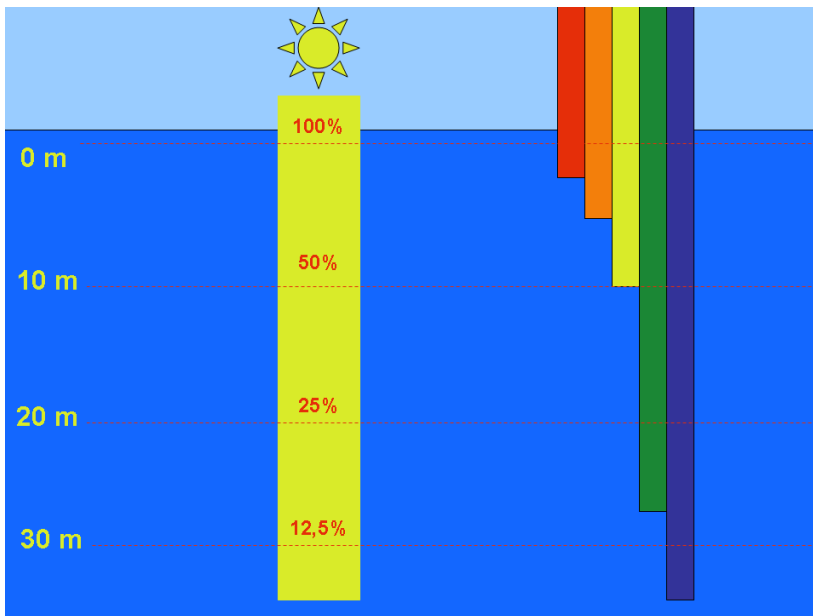


Bild 1.15. Vattnets filtrering av spektrumets färger. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

1.4.3. Ljusbrytning

På grund av vattnets större tätet färdas ljus långsammare i vatten än i luft. Det innebär också att när ljus rör sig från vatten till luft eller tvärtom så ändras strålarnas riktning. Detta kan medföra en del sinnesvillor i samband med dykning. Vår kropp är avpassad för att se ljus som färdas genom luft för att sedan brytas i vätska (i ögat). Vid dykning så går ljuset antingen direkt från vatten till vatten eller via vatten till glas/luft (dvs ett cyklop) och sedan genom vatten (ögat).

Om man använder ett platt cyklopglas förefaller ett föremål antingen att vara närmare betraktaren eller att vara större än det verkligen är. Maximalt kan storleksförvrängningen uppgå till 33%. Den är emellertid beroende av både föremålets och ögats avstånd från cyklopglas. Ett föremål som är mycket långt borta kommer att uppfattas nästan 33% större medan ett föremål som bara är ett par decimeter från glaset uppfattas som ca 25% större. Studier har visat att hjärnan ganska snabbt kompenserar för den annorlunda ljusbrytningen och förmågan att bedöma läge och storlek förbättras med större dykerfarenhet och även under ett enstaka dyk.

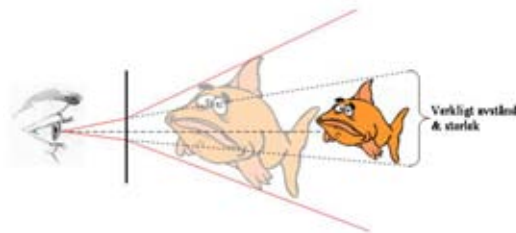


Bild 1.16. Brytningen ger en skenbild av att föremålet är närmare och större. (Skiss: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

1.4.4. Temperatur

I vatten leds värme cirka 25 gånger snabbare än i luft. Det innebär att när dykaren dyker i kallt vatten så leds värmen bort från kroppen betydligt snabbare än i luft. I våtdräkter fångas en vattenvolym nära kroppen som så småningom värms upp och därmed minskar avkylningen. Energikostnaden för kroppen att värma vattnet är emellertid ca tusen gånger större än att värma samma volym luft vid normalt lufttryck.

I luft har människan en så kallad termoneutral temperatur kring 20–25°C. Det vill säga att en naken människa kan sitta still i denna temperatur utan att vare sig svettas eller frysa. I vatten är vår termoneutrala temperatur 35–35,5°C, dvs. väldigt nära den normala kroppstemperaturen.

Vid dykning i kallt vatten är skydd mot nerkyllning av kroppen väldigt viktigt. Problem kan dock uppstå även vid dykning i varmt vatten. Om vattentemperaturen är över den termoneutrala punkten kommer dykaren att utsättas för en kraftig uppvärmning vilket kan medföra stor vätskeförlust och höjning av den djupa kroppstemperaturen till farligt höga värden. Vid dykning i sådan miljö är det nödvändigt att kyla dykaren på konstgjord väg eller att korta ner dykpassen.

1.4.5. Tryck

Tryck är en fysikalisk storhet som definieras som kraft per ytenhet.

Trycket som utövas av en vätskepelare kan beräknas som vätskepelarens höjd gånger vätskans densitet gånger accelerationen som orsakas av jordens dragningskraft (dvs tyngden av vätskans massa) dividerat med den yta som kraften fördelas på.

Med matematiskt formelspråk ser det ut så här:

$$P = F/A = \text{höjd} \times \text{densitet} \times g$$

(där P är tryck, F är kraft, g är jordaccelerationen och A är area)

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ newton/kg} = 9,8 \text{ N/kg} \approx 10 \text{ N/kg}$$

Ex: Hur stort tryck utövar en 10 m hög vattenpelare?

Vattnets densitet: 1000 kg/m³

$$P = 10 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} = 100\,000 \text{ kg N/m}^2$$

Eftersom det går 10 000 cm² per m² så är P = 10 N/cm²

Dvs trycket av en 10 m hög vattenpelare motsvarar tyngden av 1 kg på en yta av en kvadratcentimeter.

Tryck är som visats ovan en sammansatt storhet som består av flera av de ursprungliga storheterna (längd, vikt, tid). Detta gör att det tyvärr finns ett stort antal trycksorter som används vid olika tillfällen.

Meteorologen talar om bar och millibar (tusendels bar), läkaren mäter blodtryck som trycket som utövas av ett antal millimeter hög kvicksilverpelare (mm Hg), dykaren talar ofta om tryck som antal meter vattendjup medan trycket av komprimerad gas i gasflaskor ofta anges i atmosfärer (eller bar). I vetenskaplig litteratur har man enats om att ange tryck i enheten Pascal (Pa) och dess multipler. 1 Pa är kraften av en newton per kvadratmeter (1 kg x m/s² per m²).

Dessutom förekommer ett antal andra enheter i framför allt anglosaxiska länder där man använder tum (inch) som längdmått, pund som mått på vikt och pound per square inch (psi) är ett mått på tryck.

För enkelhetens skull kan man i de flesta fall använda sig av följande samband mellan några vanliga tryckenheter:

$$760 \text{ mm Hg} \approx 10 \text{ m vatten} \approx 100 \text{ kPa} \approx 1 \text{ atm} \approx 1 \text{ bar}$$

där \approx betyder "ungefär lika med", Pa (pascal), kPa (1 000 pascal), atm (atmosfär) och mm Hg (millimeter kvicksilver).

Utförligare omvandlingstabell finns i bilaga 4.

Vi har nämnt att rent vatten har en täthet som är 1 kg/liter. Normalt innehåller havsvatten en hel del salt vilket gör att vattnets densitet är något högre, ca 1,03 kg/l. En vattenpelare med havsvatten som är 10 meter hög motsvarar alltså en 760 mm hög pelare av kvicksilver.

På en nivå i höjd med havsytan utsätts vi normalt för ett tryck som är 1 atmosfär, vilket utgör den kraft som en pelare av ca 8 000 meter luft utövar på oss¹. Samma tryck ger en pelare med en höjd av 760 mm kvicksilver.

I det dagliga livet är de förändringar i tryck som påverkar oss ganska små. Det beror på att vi lever och rör oss i luft som är ett medium som har låg täthet. Så fort vi förflyttar oss ner i vatten blir tryckförändringarna relativt stora när vi ändrar djup i vattnet.

Är en atmosfär en stor enhet?

Låt oss anta att vi har en lucka som har en yta av 1 kvadratmeter. Om luckan hamnar 1 meter under vattenytan hur stor kraft behövs för att lyfta den? Om vi använder sambandet mellan kraft, yta och tryck så får vi denna beräkning:

Kraft = höjd x densitet x g x area = 1 m x 1000 kg/m³ x 10 N/kg x 1 m² = 10 000 N dvs kraften motsvarar ungefär tyngden av 1000 kg. Det krävs alltså samma kraft som att lyfta ett ton för att öppna luckan som påverkas av en tiondel av en atmosfär vattentryck. Det går att dra två lärdomar av detta.

- Tryckskillnader kan utöva mycket stora krafter.
- Effekten av tryckskillnaderna är beroende av hur stor area trycket påverkar (Gör om beräkningen men antag att luckan var 10 cm).

1.4.6. Tryck i gaser

Man måste föra med sig oxygen för att försörja kroppens ämnesomsättning när man dyker. Dessutom tål inte kroppen några stora tryckskillnader vilket innebär att man måste andas gas med samma totala tryck som vattentrycket utanför kroppen. Därför handlar dykning mycket om komprimerade gaser.

Gas är en ämnesform som skiljer sig en hel del från fasta kroppar och vätskor. Molekylerna rör sig mycket friar i gaser än i t ex vätskor och

1. Detta är naturligtvis en grov förenkling. Det finns luft på ännu högre höjd, men eftersom jordens dragningskraft avtar med avståndet från jordytan så blir luften mindre och mindre tät ju högre upp man kommer. Exemplet "8 000 meter" förutsätter att krafterna som påverkar denna luftpelare är lika stora över hela höjdområdet. Eftersom kvicksilver har en densitet som är 13,6 kg/l så är det emellertid lätt att räkna ut att det tryck som utövas av en 760 mm hög kvicksilver pelare motsvarar höjden av en ca 8 000 m hög luftpelare med konstant täthet av 1,3 kg/m³.

påverkas i stort sett inte av andra molekyler i samma volym. Trycket i en behållare med gas kommer därför att i stort sett bestämmas av hur ofta och med vilken kraft molekylerna träffar behållarens väggar. Trycket kommer alltså att påverkas av hur många molekyler som finns per volymenhet, hur snabbt de rör sig och hur tunga molekylerna är. Detta ger upphov till ett antal enkla samband som är viktiga för att kunna beräkna gasmängden i en behållare.

Boyles lag – samband mellan volym och tryck.

Sambandet mellan volym och tryck i en gas med konstant temperatur beskrevs av engelsmannen Robert Boyle redan på 1600-talet. Han fann att givet en konstant mängd gas (dvs. en konstant vikt gas) så var produkten av gastrycket och volymen vid en given temperatur alltid konstant. Uttryckt i formelspråk ser det ut så här:

$$P \times V = \text{konstant, eller } P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Det senare sättet att skriva sambandet betyder att om man börjar med gasen vid ett visst tryck och en viss volym så är produkten av volymen och trycket vid sluttilståndet lika stort som produkten av den initiala volymen och trycket.

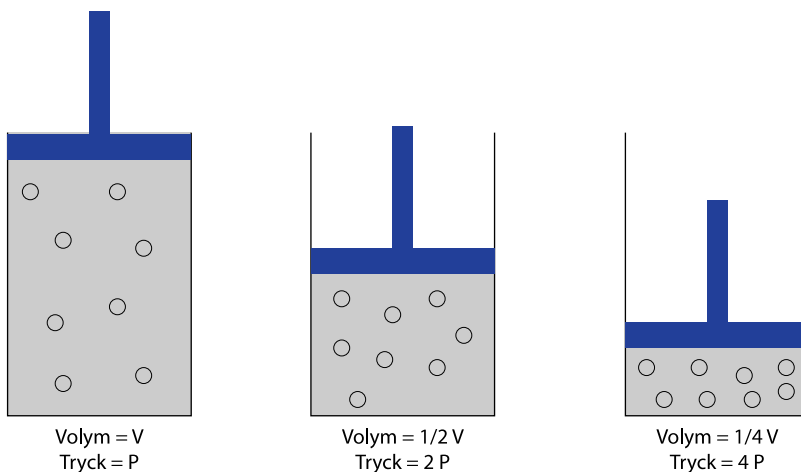


Bild 1.17. Boyles lag, samband mellan tryck och volym i en gas vid konstant temperatur. (Skiss: FOI Mikael Gennser)

Låt oss ta ett exempel:

Om man tar en spann och håller den upp och ner precis över vattenytan innehåller den 10 liter luft. Hur stor volym kommer den att innehålla om man sänker ner den 10 meter?

I det här fallet är $P_1 = 1 \text{ atm}$ och $V_1 = 10 \text{ liter}$. $P_2 = 2 \text{ atm}$ (dvs. $1 \text{ atm} + 10 \text{ meter vattentryck}$).

Det ger: $1 \text{ atm} \times 10 \text{ liter} = 2 \text{ atm} \times V_2$

$(1 \text{ atm} \times 10 \text{ liter}) / 2 \text{ atm} = V_2$

$V_2 = 5 \text{ liter}$

Sambandet mellan volym och tryck kan också användas för att förstå vad som händer i kroppens hålrum (t ex mellanöra, bihålor, lungor) om dessa inte tryckutjämnas ordentligt i samband med neddykning (squeeze) eller uppstigning (barotrauma). Dessa problem beskrivs mer utförligt i kapitlet Dykerimedicin.

Charles lag – samband mellan temperatur och volym.

Då gaser kyls ner så minskar molekylernas rörlighet och vid uppvärmning ökar deras hastighet. Det innebär att volymen som en given mängd gas upptar kommer att vara beroende av gastemperaturen. Charles fann ett linjärt samband mellan gasens temperatur och volym vid konstant tryck som matematiskt kan uttryckas så här:

$$V = k \times T$$

(där V = volym, k = konstant och T = absolut temperatur.)

Att lägga märke till är att temperaturen inte mäts i grader Celsius ($^{\circ}\text{C}$) utan kelvin (K). Noll grader kelvin är -273°C , i övrigt är skalan den samma:

$$x^{\circ}\text{C} = (x + 273) \text{ K}$$

Kelvinskalan kallas också absolut temperaturskala. Det viktiga att inse är att på den absoluta temperaturskalan är 20°C inte dubbelt så hög temperatur som 10°C .

Gay-Lussac's lag – samband mellan tryck och temperatur.

Även detta samband är relaterat till den absoluta temperaturskalan. Eftersom kalla gasmolekyler rör sig långsammare kommer trycket i en kall gas att vara lägre än i en varm gas (om volymen är oförändrad). Matematiskt ser förhållandet ut så här:

$$P = k \times T$$

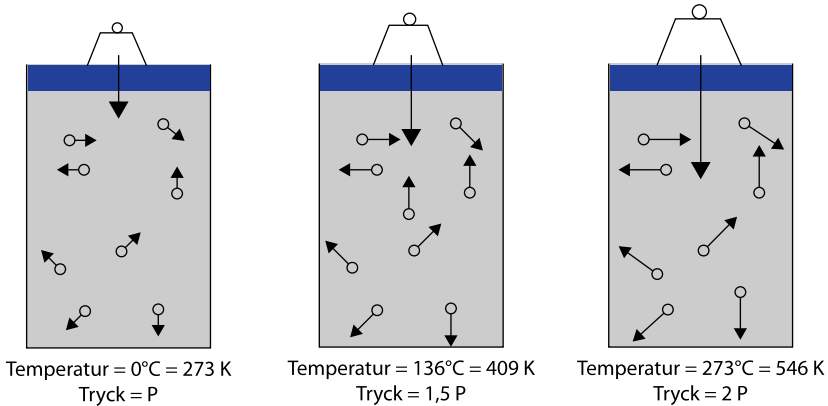


Bild 1.18. Gay-Lussacs lag, samband mellan temperatur och tryck vid konstant volym. (Skiss: FOI Mikael Gennser)

Notera att trycket i behållaren är direkt proportionellt mot den absoluta temperaturen. Ofyllda cirklar representerar molekyler i gasen. Pilar kopplade till cirklarna representerar molekylernas hastighet och lodräta pilar från vikterna representerar kraften som utövas av vikten som vilar på kolven.

Den allmänna gaslagen

De tre sambanden som visats ovan kan kombineras i ett samband:

$$P \times V = k \times T$$

eller

$$(P_1 \times V_1) / T_1 = (P_2 \times V_2) / T_2$$

Precis som tidigare innebär index "1" det initiala tillståndet och index "2" gasens slutgiltiga tillstånd.

Exempel:

Hur många 1 liters ballonger kan fyllas från en 50 liters gastub som komprimerats till 100 atm (absolut) vid 0°C om gasen i ballongerna värms upp till 30°C?

Initiala tillståndet är: (100 atm x 50 liter) / (273 + 0)

Slutliga tillståndet: (1 atm x V₂) / (273 + 30)

$$V_2 = (100 \text{ atm} \times 50 \text{ liter}) \times (273 + 30) / (273 \times 1 \text{ atm})$$

$$V_2 = 5000 \text{ liter} \times 303 / 273 \approx 5550 \text{ liter}$$

Antalet ballonger som kan fyllas är alltså ca 5500 (eftersom 50 liter alltid blir kvar i flaskan)

Absoluttryck och övertryck (ATÖ)

Exemplet ovan visar på skillnaden mellan *övertryck* och *absoluttryck*. Utan att ange det specifikt så har vi i de flesta exemplen utgått från att vi räknar med ett absoluttryck, dvs. det totala trycket inklusive det normala atmosfärstrycket. Många tryckgivare och manometrar visar emellertid 0 vid normaltryck. Det tryck som anges av sådana tryckgivare är tryck överstigande 1 atmosfär eller ATÖ (att skiljas från ATA som är en engelsk förkortning och betyder "atmosphere absolute").

$$1 \text{ ATÖ} = 1 \text{ ATA} + 1 \text{ atm} = 2 \text{ ATA}$$

På engelska heter ATÖ "gauge pressure" dvs det tryck som visas av manometrarna (som alltså visar noll vid normaltryck).

Snabba tryckväxlingar

Boyles lag och de andra sambanden mellan temperatur, tryck och volym som nämnts ovan gäller när temperatur och tryck är i jämvikt med omgivningen. Vid t ex snabba tryckökningar eller trycksänkningar uppkommer tillfälliga temperaturförändringar s k *adiabatiska temperatureffekter* som inte kan beräknas med hjälp av allmänna gaslagen. I en tryckkammare som trycksätts snabbt kan gastemperaturen under ett kort tag stiga till över 50°C. Temperaturen sjunker dock snabbt när väl kompressionen är avslutad genom att värmets leds bort genom de relativt kalla kammarväggarna.

På motsatt sätt blir gas som utsätts för en snabb tryckminskning kall. Detta fenomen kan ställa till problem för dykaren om andningsgasen är fuktig. Då gasen strömmar från högtrycksflaskan genom andningsregulatorn kan gasen bli så kall att vattenångan i luften kan kondensera och till och med bilda isproppar. Det kan leda till felfunktion i regulatorn, s k frysning. Det är skälet till att andningsluft för dykning inte får vara fuktig.

En annan konsekvens av de adiabatiska temperaturförändringarna är att om man vill fylla ett tryckkärl med komprimerad gas måste man antingen göra det väldigt långsamt eller vänta tills gasen svalnat (och trycket sjunkit något) för att sedan fylla på till önskat tryck.

Daltons lag – partialtryck

En gasblandnings totaltryck är summan av de i blandningen ingående gasernas deltryck.

De samband som ingår i den allmänna gaslagen har ett gemensamt – det förutsätts att antalet molekyler i gasen förblir oförändrat. Den engelske kemisten Dalton experimenterade med blandningar av olika gaser och kom fram till sambandet att gasens totaltryck var avhängigt den totala mängden gas (vid konstant volym och tryck). Därför kan ekvationen för gasers tillstånd skrivas så här om man lägger till ytterligare en variabel, nämligen mängden gas (dvs antalet gasmolekyler):

$$P \times V = n \times R \times T$$

där n är mängden gas och R är en konstant för alla *ideala* gaser.

Den här formen av gaslagen använder man sällan när man beräknar t ex gasåtgång vid dykning. Däremot visar den på en annan mycket viktig egenskap hos gaser. "n" indikerar ju mängden gas utan att ange vilken gas.

Dalton visade att det endast är antalet gasmolekyler och inte vilka molekyler som avgör hur stort t ex trycket i en gasblandning blir. Om vi låter T , V och n vara konstanta så får vi alltså följande samband:

$P = k \times n_a$ (dvs trycket som utövas av de antal gasmolekyler av typen a som finns i blandningen)

$P = k \times n_b$ (dvs trycket som utövas av de antal gasmolekyler av typen b som finns i blandningen)

Om vi förutsätter att det bara finns två gaser i blandningen så får vi enligt Daltons lag ett totaltryck som är:

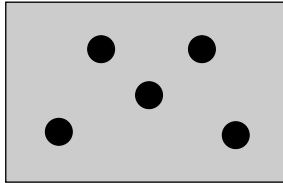
$$P_{total} = P_a + P_b$$

Eller uttryckt på annat sätt; en gasblandnings totaltryck är summan av de i blandningen ingående gasernas deltryck. Deltryck kallas också *partialtryck*.

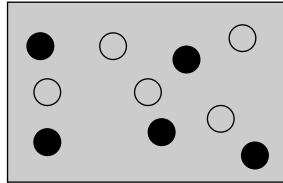
En gasblandning kan därför beskrivas med partialtrycken av de ingående gaserna. Ibland blir detta sätt klumpigt, speciellt om man ändrar totaltrycket. Det är därför vanligt att man beskriver gasblandningen genom att ange halten av de ingående gaserna eller *volymfraktionen*.

Notera att man talar oftast om volymfraktion men man kunde lika gärna beräkna blandningen som tryckfraktion. För ideala gaser ger det samma resultat. (Vi kommer att beröra skillnaden mellan ideal och icke-ideala gaser lite senare.) Däremot förekommer ibland uttrycket viktfraktion. Det måttet är inte lika stort som de övriga (se exemplet nedan).

Tryck- (eller volym-)fraktionen av en gas är: $F_a = P_a/P_{\text{total}}$. Skillnaden mellan partialtryck och volymfraktioner illustreras i bilden nedan.



Totaltryck = 1 atm
 Partialtryck (•) = 1 atm)
 Fraktion (•) = 100%



Totaltryck = 2 atm
 Partialtryck (•) = 1 atm)
 Fraktion (•) = 50%

Bild 1.19. Illustration av relation mellan volymfraktion (F) och partialtryck (P) för en gas. Fyllda och ofyllda cirklar representerar ett givet antal gasmolekyler av två olika gaser. (Skiss: FOI Mikael Gennser)

Exempel:

Luft består till nästan 80% av kväve (nitrogen) och 20% av syrgas (oxygen). Hur stora är partialtrycken för gaserna vid 1 atmosfär?

Trycket vid 1atmosfär är 100 kPa.

$$P_{\text{nitrogen}} = F_{\text{nitrogen}} \times 100 \text{ kPa} = 80\% \times 100 \text{ kPa} = 0,8 \times 100 \text{ kPa} = 80 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{oxygen}} = F_{\text{oxygen}} \times 100 \text{ kPa} = 20\% \times 100 \text{ kPa} = 0,2 \times 100 \text{ kPa} = 20 \text{ kPa}$$

F = fraktion (procentandel).

Exempel:

En gasblandning innehåller 99,999 volymprocent syrgas (oxygen) och 0,001 volymprocent kolmonoxid. Om kolmonoxid blir akut giftigt vid ett partialtryck på 35 Pa till hur stort totaltryck kan man komprimera den här gasblandningen utan att den blir giftig?

Hur stort är partialtrycket för kolmonoxid i blandningen vid 1 atmosfär:

$$P_{\text{kolmonoxid}} = 0,001\% \times 100 \text{ kPa} = 0,00001 \times 100 \text{ kPa} = 0,001 \text{ kPa} = 1 \text{ Pa}$$

(1 kPa = 1000 Pa)

Gasblandningen kan komprimeras 35 gånger och alltså användas grundare än 340 msw (dvs. 35 atm – 1 atm).

Exemplet illustrerar hur extremt noggrant man måste analysera gaser som ska användas som andningsgaser på höga tryck.

Notera att siffran för volymprocent och partialtryck är lika stora vid totaltrycket 1 atm (100 kPa). Detta gör det lätt att räkna men ställer tyvärr också till en del besvär. På grund av slentrian eller okunskap är skalorna

på många gasanalysinstrument uppmärkta i %. Emellertid är de flesta instrument baserade på mättekniker som reagerar på gasens partialtryck. Eftersom instrumenten oftast används i normaltryck (dvs. vid 1 atmosfär) så har det ingen betydelse.

Om instrumentet däremot används vid ett högre eller lägre tryck så uppstår tolkningsproblem. Låt oss ta ett exempel:

Exempel:

Ett instrument som mäter oxygen i andningsluft används vid ett sjukhus i Denver (1600 m ö h) där trycket är ca 0,85 atmosfärer. När en patients utandningsluft mäts så visar instrumentet 10% oxygen.

Vad är partialtrycket om instrumentet verkligen mäter fraktioner?

Vad är partialtrycket om instrumentet mäter partialtryck?

Vad är fraktionen om instrumentet visar partialtryck?

Vad tror man att partialtrycket är om instrumentet mäter partialtryck men korrigeras för att man antar att det mäter fraktioner?

a) $P_{\text{oxygen}} = F_{\text{oxygen}} \times P_{\text{total}} = 0,10 \times 0,85 = 0,085 \text{ atm} \approx 8,5 \text{ kPa}$

b) "F"_{oxygen} är i verkligheten $P_{\text{oxygen}} = 0,10 \text{ atm} \approx 10 \text{ kPa}$

c) $F_{\text{oxygen}} = 0,10 \text{ atm} / 0,85 \text{ atm} \approx 12\%$

d) Korrigerad ger: $0,10 \times 0,85 \text{ atm} = 0,085 \text{ atm} \approx 8,5 \text{ kPa}$

Som synes kan man både överskatta och underskatta mätvärden beroende på vad instrumentet verkligen mäter. Det kan inte nog understrykas hur viktigt det är att förstå mätprincipen för ett instrument när man använder det på andra tryck än vid 1 atmosfär.

Exempel:

Vad är viktsprocenten i en gasblandning som består av 20% oxygen och 80% nitrogen vid en atmosfär om densiteten för oxygen är 1,43 kg/m³ och densiteten för nitrogen är 1,25 kg/m³?

Totalvikt för oxygen: $1,43 \text{ kg/m}^3 \times 0,2 \times V \text{ m}^3$

Totalvikt för nitrogen: $1,25 \text{ kg/m}^3 \times 0,8 \times V \text{ m}^3$

Totala gasvikten: $((1,43 \text{ kg/m}^3 \times 0,2) + (1,25 \text{ kg/m}^3 \times 0,8)) \times V = 1,286 \text{ kg/m}^3 \times V$

Viktfraktion (oxygen) = $(1,43 \text{ kg/m}^3 \times 0,2) / (1,286 \text{ kg/m}^3)$

Viktfraktion (nitrogen) = $(1,25 \text{ kg/m}^3 \times 0,8) / (1,286 \text{ kg/m}^3)$

Notera att viktfraktioner används väldigt sällan i dykerisammanhang. Dock framställs en del kalibreringsgaser genom att väga in gasen. Då blir det viktigt att känna till om blandningen anges som vikt- eller volymprocent.

1.4.7. Ideala och reala gaser

I början av denna diskussion om gaser så påpekades att i en gas så påverkas en molekyl i gasen i stort sett inte av andra molekyler i samma volym. I *ideala* gaser är detta påståendet helt sant. Reala (existerande) gaser uppvisar en viss avvikelse från det ideala gasbeteendet. Vid tryck kring en atmosfär är avvikelserna för de flesta gaser som används i dykerisammanhang ca 0,1 %. Vid 10 atm tryck är avvikelserna av storleksordningen 0,5 %. Först vid tryck kring 100 atm blir avvikelserna från det ideala så stora att de kan ha en praktisk mätbar betydelse. Avvikelserna kan då uppgå till 2 – 5 %.

Det innebär att om man vill ha en exakt beräkning av hur mycket gas som finns i ett 300 bars tryckkärl så får man antingen använda tabeller för att hitta den faktor som man måste kompensera med när man beräknar gasens volym med hjälp av Boyles lag, eller så måste man väga gasen.

1.4.8. Gasers vikt och Arkimedes princip

Gaser har som redan diskuterats en täthet (vikt per volym) och därmed en vikt. En kubikmeter luft vid en atmosfärs tryck och 0°C (273 K) väger 1,293 kg vilket brukar avrundas till 1,3 kg.

Vikten för andra gaser finns i tabellen nedan.

Tabell 1.1. Vikten för olika gaser.

Namn	Kemisk symbol	Andel i luft (%)	Täthet (kg/m ³)
Syre (oxygen)	O ₂	20,93	1,43
Kväve (nitrogen)	N ₂	78,09	1,25
Helium	He	< 0,001	0,18
Koldioxid	CO ₂	0,03	1,98

Om man under ett dyk förbrukar 3000 liter fri luft innebär det alltså att man tappar en vikt på nästan 4 kg (1,3 kg/m³ x 3 m³). Eftersom tryckkärlens volym inte kommer att förändras påverkas dykarens flytkraft med samma vikt. Arkimedes princip som beskriver hur stor flytkraften för ett föremål formuleras som följer:

En kropp nedsänkt i vatten, påverkas av en uppåtriktad kraft lika stor som tyngden av den undanträngda vätskevolymen.

Uttryckt med formelspråk får vi följande ekvation:

$$F = V \times (D_1 - D_v) \times g$$

där F är den resulterande kraften på föremålet och D_1 är föremålets densitet och D_v är vattnets densitet. Om D_1 är större än D_v så sjunker föremålet medan om D_v är större än D_1 så flyter föremålet.

Exempel:

Ett 12 liters tryckkärl som i sig väger 10 kg innehåller 300 bar luft. Vad blir flytkraften av kärlet?

Vikten av luften: $300 \text{ bar} \times 12 \text{ l} \times 1,3 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ l/m}^3 \approx 4,7 \text{ kg}$

Totala vikten: $10 \text{ kg} + 4,7 \text{ kg} = 14,7 \text{ kg}$

Densitet av kärlet med gas: $14,7 \text{ kg} / 12 \text{ l} \approx 1,2 \text{ kg/l}$

Vattnets densitet: 1 kg/l

Kraft: $12 \text{ l} \times (1,2 \text{ kg/l} - 1 \text{ kg/l}) \times 10 \text{ N/kg} = 24 \text{ N}$

Kraften motsvarar ungefär tyngden av 2,4 kg. Gör om beräkningen om flaskan är tömd så enbart 10 atm tryck finns kvar.

1.4.9. Gasers löslighet och övermättnad

Gaslöslighet i vätskor är proportionellt mot gasens partialtryck.

Gaser löser sig i både vätskor och fasta föremål. Mängden gas som löser sig är beroende dels av gasens partialtryck, dels av lösligheten av den specifika gasen i vätskan eller det fasta föremålet som är i kontakt med gasen. Lösligheten av en gas i en vätska är vanligtvis mycket större än i ett fast föremål.

Henrys lag – ideala gasers löslighet

Volym löst gas kan beräknas med följande formel:

$$V_a = S_a \times P_a$$

är gasens löslighetskoefficient i vätskan.

Exempel:

Hur mycket kväve vid en atmosfär är det löst i en person som väger 80 kg? Låt oss anta att personen endast består av vatten som har en densitet på 1,0 och där lösligheten av kväve är 0,0125 l/(atm x l).

$$V = 80 \text{ kg} / 1,0 \text{ kg/l} \times 0,0125 \text{ l/(atm} \times \text{l)} \times 0,8 \text{ atm} = 0,8 \text{ l}$$

Gör om beräkningen men anta att personen består av 80% vatten och 20% fett som har 5 gånger så stor gaslöslighet.

Gasers löslighet i vätska är av betydelse för dykning bland annat därför att stora gasvolymerna kan lösa sig i kroppens vävnader under dykning. Vid uppstigning mot ytan är det inte alltid gasen hinns transporteras bort ur vävnaderna utan att det uppstår *övermättad*. En konsekvens av gasövermättning i vätskor är bubbelbildning. Om det sker i kroppen kan det utlösa dekompressionssjuka (se kapitlet om Dykerimedicin). Bilden nedan ger en schematisk bild av hur övermättning uppstår.

Bubbelbildning beror bland annat på hur stor gasövermättningen är och hur länge den kvarstår. Hur bubbelbildning sker i kroppen är relativt okänt, men bubblor har observerats i kroppen efter direktuppstigning efter 24 timmars vistelse från så pass grunda djup som 6 m. Den teoretiska övermättningsskivoten kan inte ha varit större än 1,6 i det fallet.

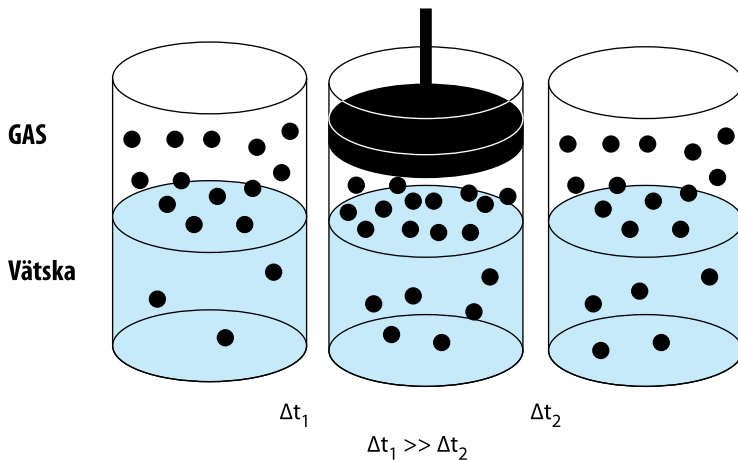


Bild 1.20. En cylinder till hälften fylld med vätska vid tre olika tillfällen visas ovan. De svarta punkterna symboliserar gasmolekyler. Vid den första tidpunkten (cylindern längst till vänster) är vätskan i kontakt med atmosfären. Gasen är i jämvikt mellan gasfas och vätskefas. Vid den andra tidpunkten har trycket dubblerats. Det har förlöpt så lång tid att gasen har hunnit inta en ny jämvikt mellan gasfas och vätskefas. I den tredje cylindern har man gjort en plötslig tryckminskning. Det finns nu mer gas i vätskan än vad som borde finnas om vätska och gas var i jämvikt. Vätskan är övermättad. (Skiss: FOI Mikael Gennser.)

1.4.10. Sammanfattning

- Vatten är ett mycket tätare medium än luft vilket innebär att ljud och ljusutbredning samt värmeledning påverkas.
- Tryckvariationerna vid djup- eller höjdförändringar är mycket större i vatten än i luft.
- Gasers tillstånd kan beskrivas med en förenklad form av den allmänna gaslagen: $P_1 \times V_1 / T_1 = P_2 \times V_2 / T_2$
- Den allmänna gaslagen gäller exakt endast för ideala gaser.
- Totaltrycket av en gas utgörs av summan av de ingående gasernas partialtryck (deltryck).
- Snabba kompressioner orsakar uppvärmning av gas och snabba trycksänkningar kyler gasen.
- Gaslöslighet i vätskor är beroende av gasens partialtryck och löslighet.
- Övermättnad och bubbelbildning i vätskor med löst gas kan uppstå vid plötsliga trycksänkningar.

1.5. Dekompression

1.5.1. Historik

Redan år 1670 visade Robert Boyle bubbelexpansion i en vävnad, när han observerade bubblor i ögat på en snok som utsatts för kraftig dekompression med hjälp av en vakuumpump.

1841 beskrev Triger ledsmärtor hos gruvarbetare som varit utsatta för övertryck. Man hade börjat använda övertryck för att förhindra översvämningar i gruvorna på den tiden.

1854 myntade Pol och Watelle uttrycket ”man betalar när man återvänder till ytan”. Med det menade man den symptom som ibland drabbade arbetare som arbetat under tryck, men som krävde en dekompression för att ge sig till känna.

1878 införde P. Bert regler för kontrollerade uppstigningar.

Den första dyktabellen med stegvis dekompression utvecklade J.S Haldane, Boycott och Damant 1908. De lät getter utsättas för tryck under 5, 10, 20, 40 och 75 minuter för att räkna ut så kallade halveringstider för olika vävnader (halveringstid är den tid det tar för en vävnad att uppnå 50% mätnad).

1935 visade Hawkins att dessa vävnadskvoter var för stränga för de ”snabbara” vävnaderna och för förlåtande för de långsamma vävnaderna. Han lade till ytterligare en vävnadstyp, som hade en halveringstid på 120 minuter.

Vid den här tiden beräknade man därför tabellerna på sex olika vävnadstyper.

Under slutet av 1930-talet tog forskningen fart i USA. Då hade amerikanska flottan utvecklat utrustning för syrgas- och lättdykarapparater (SCUBA, Self Contained Underwater Breathing Apparatus). Den första US Navy-tabellen kom 1937 och bakom den låg bland annat en analys av mer än 2000 dykningar till olika djup. Enligt 1937 års dyktabell var incidentrisken 1,1%.

En forskare anställd av US Navy, Dr. Albert Benke, började forska kring vad man kallade ”de tysta bubblorna” år 1943.

1960 gavs en ny datorbehandlad tabell ut, nu med en tabell för upprepad dykning.

1965 hade R.E. Doll granskat amerikanska flottans dykningar under två år och kunde rapportera att dekompressionssjuka inträffat i 0,69% av dykningarna som genomförts enligt den nya tabellen.

Under sent 1960-tal kom ultraljudsflödesmätare baserade på dopplerteknik. Dr. Merrill och P. Spencer använde får och grisar och kunde påvisa mätbar bubbelbildning i blodet hos djuren, trots att de dök inom tabellgränsen.

1973 anpassades tabellerna till lätta dykares behov. Man införde tätare djup- och tidssteg samt höjde uppstigningshastigheten från 7,6 meter per minut till 18,3 meter per minut. I samband med att US Navy införde version 6 i april 2008, minskade uppstigningshastigheten till 9 meter/minut.

Internationellt och nationellt används många olika tabeller inom yrkes- och fritidsdykning.

1.5.2. Dykning med direktuppstigning

Normalt sett har man (vid en atmosfär) cirka 1,4 liter nitrogen löst i kroppen. Vid 10 meters djup (2 bar) kommer mängden löst nitrogen i kroppen att fördubblas (Henrys lag). När dykaren är tillbaka på ytan igen så vädras nitrogen ut ur kroppen. Det kan ta upp till nästan 16 timmar innan nitrogen nivån i kroppen åter är cirka 1,4 liter.

Den ursprungliga US Navy-tabellen består av tre olika tabeller som förts samman till den så kallade L-tabellen. (se bild 1.22). Den kallas så för att man läser den just som ett L, från tabell 1, till tabell 2, till tabell 3, och tillbaka igen till tabell 1 vid upprepade dykningar.

L-tabellen är en av flera tabeller som används. I L-tabellen kan man utläsa att det kan ta upp till nästan 16 timmar innan kroppens vävnader hunnit vädra ut så mycket nitrogen att du kan genomföra en ny dykning till valfritt djup med direktuppstigning utan att riskera dekompressionssjuka.

Om dykningen varit särskilt ansträngande fysiskt eller mycket kall, kan man öka antingen största dykdjup, expositionstid eller bägge värdena till nästa större värde i dekompressionstabellen beroende på omständigheterna.

1.5.3. Upprepad dykning

Upprepad dykning är dyk som genomförs när dykaren har varit på ytan mellan 10 minuter och upp till nästan 16 timmar (15:50). Hur långt ytintervall är mellan dykningarna avgör hur stort avdrag från den maximala expositionstiden man ska göra vid ett upprepat dyk. I L-tabellen mäts det kvarvarande kvävet i minuter och kallas förbrukad expositionstid. Det anges i L-tabellen med en gruppbezeichnung (bokstavsbezeichnung). Tidsintervallen är olika för respektive gruppbezeichnung. Om dykaren har mindre ytintervall mellan två dyk än vad som anges som maximum för respektive gruppbezeichnung, måste man beakta den mängd kväve som fortfarande finns kvar i kroppen.

1.5.4. Mindre än tio minuters ytintervall – samma dyk

Intervallet mellan två dykningar ska vara minst tio minuter, annars räknas det som samma dyk. Det är det största djupet under något av dessa dyk som blir styrande för den tillåtna expositionstiden. Gruppbezeichnungarna som fås i tabellen ger en förenklad bild av nitrogenets partialtryck i kroppens vävnader efter ett dyk. Egentligen skulle det finnas minst sex olika mått att ta hänsyn till, i stället för ett enda. Det gör att man kan få samma gruppbezeichnung för två helt skilda dykningar (ett djupt och kort, och ett grunt och långt). Att det ändå fungerar beror på flera saker.

- De ”förbrukade” expositionstiderna i L-tabellen är tilltagna med goda marginaler, så att de ska kunna gälla för alla kombinationerna av djup och tid.
- Ytintervallet får inte vara kortare än 10 minuter, för att L-tabellen ska gälla. Genom denna regel försäkras man sig om att de allra snabbaste vävnadernas kvävedoser mellan dykningarna får så låga värden att de inte behöver tas med i beräkningen.

Tiominutersgränsen är en förutsättning för L-tabellens giltighet. Går man ner inom tio minuter sedan man kommit tillbaka till ytan, räknas det som samma dyk som tidigare. När man läser av L-tabellen får man expositionstiden för dykningen genom att addera expositionstiderna för dykningarna. Till denna tid lägger man tiden (eller tiderna) för ytintervallet som understiger tio minuter. Det största dykdjupet är det djup som någon del av din kropp befunnit sig på under dykningarna. Om dykaren stannar vid ytan mer än tio minuter ska man göra beräkningar för upprepade dykning.

1.5.5. Tabell 1

I tabell 1 finns de högsta tillåtna expositionstiderna för djupen 3–57 meter. Finns inte exakt rätt djup i tabellen avrundar man alltid till närmast högre. Detsamma gäller för tiderna.

Ner till 6 meter finns ingen maximal expositionstid. Man kan alltså alltid gå rätt till ytan efter en dykning i djupintervall ned till 6 meter, oberoende av hur länge man varit nere. Kroppen tar ändå upp en viss mängd nitrogen, vilket har betydelse vid upprepade dykningar. Därför finns intervallet med i tabellen. När man läser av djup och expositionstid i tabell 1 så får man en gruppbezeichnung. Denna gruppbezeichnung ska användas när man går in i tabell 2.

1.5.6. Tabell 2

I tabell 2 tar man hänsyn till ytintervallet, det vill säga den tid som förflutit – eller ska förflöta – mellan dykningarna. Man hamnar rätt i tabellen genom

att gå in vid gruppbezeichnung från tabell 1, gå ner till det ytintervall som passar och följ därefter raden utåt höger för att få en ny bokstavsbezeichnung.

1.5.7. Tabell 3

I tabell 3 tar man fram värdena för den förbrukade expositionstiden. Om man inte väntar i hela ytintervallet efter ett dyk, kommer det att finnas nitrogenrester kvar i kroppen. Det gör att det upprepade dyket begränsas både till djup och tid.

Från den nya bokstavsbezeichnung följer man raden åt höger till kolumnen för det maximala dykdjupet. Där finner man den förbrukade expositionstiden och den maximalt kvarvarande expositionstiden.

För att förtydliga det hela så ska vi här visa ett exempel på upprepad dykning.

Första dykningen: djup = 16 meter, tid = 45 minuter

Ytintervall 2 timmar och 45 minuter.

Andra dykningen: djup = 23 meter, tid = den maximalt kvarvarande

Ta reda på vilken den maximalt kvarvarande expositionstiden för det andra dyket är.

1. Börja i tabell 1. Leta upp det maximala dykdjupet eller närmast större. I det här fallet var dyket till 16 meter vilket i tabellen blir 16,5 meter
2. Följ kolumnen för rätt dyktid eller närmaste högre. Det blir 50 minuter. Följ kolumnen rakt upp till tabellhuvudet och läs av gruppbezeichnung efter första dyket. Här blir det H.
3. Fortsätt med *tabell 2*. Följ kolumn H nedåt till det tidsintervall som passar ytintervallet på 2 timmar och 45 minuter (2:45). Det blir till rutan 2:38/3:29. Följ sedan raden åt höger, där man finner gruppbezeichnung efter ytintervallet. Här blir det E.
4. Högst upp i *tabell 3* ser man det djup som är aktuellt för andra dykningen. I det här fallet är det kolumnen för 24 meter. Följ kolumnen nedåt, tills den träffar den vågräta rad som börjar med bokstaven E (gruppbezeichnung efter ytintervallet). I den rutan står det och 22. Det innebär att om man dyker till 24 meter måste man ta hänsyn till att kroppen redan har samlat på sig nitrogen motsvarande 22 minuters expositionstid på detta djup. Maximalt kvarvarande expositionstid på 24 meter blir då minuter. $17 + 22 = 39$ minuter vilket är maximal expositionstid för direktuppstigning från 24 meter.

Om man har genomfört dessa två dykningar och ska finna den nya grupp-beteckning går man tillbaka till tabell 1 och tar fram en ny grupp-beteckning som baserar sig på det sammanlagda måttet nitrogen i kroppen. Dyket var på 17 minuters expositionstid plus 22 minuters förbrukad expositionstid (strafftid) totalt 39 min på 24 meters djup. Detta ger den nya grupp-beteckning, i det här fallet grupp-beteckningen J.

Så här kan man fortsätta att göra beräkningarna. Efter ett nytt ytintervall får man en ny grupp-beteckning, som ger en ny förbrukad expositionstid för ett visst djup och så vidare.

1.5.8. Beräkning av maximalt dykdjup vid upprepad dykning

Då man har genomfört ett dyk och vill räkna ut hur djupt man kan dyka med ett bestämt antal minuter nästa gång. Då gör man likadant som i exemplet ovan.

1. Gå in i tabell 3 på den rad som motsvarar grupp-beteckningen efter ytintervallet.
2. Följ raden åt höger tills man kommer till det djup som ligger före den grova trappstegslinjen som markerar gränsen för direktuppstigning.

1.5.9. Beräkning av kortaste möjliga ytintervall

Man har genomfört den första dykningen. Nu vill man beräkna det kortaste möjliga ytintervallet innan man kan gå ner till ett bestämt djup och stanna där en bestämd tid.

1. I tabell 2 går man in på den kolumn som motsvarar grupp-beteckning från den första dykningen.
2. Gå sedan till tabell 3. Hitta det djup man planerat och den tid man önskar som expositionstid.
3. Följ sedan denna rad åt vänster till tabell 2 och stanna där den korsar med kolumnen för grupp-beteckning efter dyket. Där hittar man det kortast möjliga dyket.

1.5.10. Dykning med etappuppstigning

I RMS Dyk finns dekompressionstabeller och säkerhetsföreskrifter för etappuppstigning.

Med största värden på dykdjup och expositionstid som ingångsvärden, får man fram dels etappdjup mätt från dykarens bröstnivå och etapptid. Av tabellen kan man också se vad etapptiden blir om dykaren kan andas 100 % oxygen på etappen. När största dykdjup och expositionstider ligger mellan de värden som anges i tabellen, ska man alltid räkna med de närmaste högre värdena. Om dykningen varit särskilt ansträngande fysiskt eller mycket kall, kan man öka antingen största dykdjup, expositionstid eller bägge värdena till nästa större värde i dekompressionstabellen beroende på omständigheterna.

1.5.11. Praktiskt genomförande av etappuppstigning

Säkerhetsbestämmelser vid dykning med etappuppstigning regleras i RMS Dyk.

För att underlätta för dykaren så bör nedstigningslinan vara uppmärkt med etappdjupen. På denna nedstigningslina kan man dessutom sätta fast flaskor för att ge dykaren extra luft.

Om dykningen genomförs utan nedstigningslina så bör dykarledaren kunna fira ned en lina med tyngd i som markerar etappdjupen. Denna lina underlättar då för dykaren att se etappdjupet lättare samt att dykaren kan gör sig lite tung i vattnet och hålla sig fast i linan. Dessutom blir det lättare för dykaren om han har en lina att hålla sig i vid ström eller sjöhävning.

Om dykningen genomförs med slang och kommunikation från ytan underlättar detta betydligt vid etappuppstigning. Då är det ingen risk att andningsgasen tar slut och dykarledaren på ytan kan hjälpa dykaren med etappdjup och tider på etapperna.

Vid etappuppstigning utan gasförsörjning och kommunikation från ytan så ställs det mycket högre krav på dykaren själv för att hålla reda på etappdjup och tider på etapp



Bild 1.22. Dykare på etappstopp i vattnet. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

1.5.12. Uppstigningshastighet

Uppstigningshastigheten regleras i RMS Dyk. Där finner man också vilka åtgärder som ska vidtas om man går för långsamt eller för fort till ytan.

1.5.13. Dykning med ytdekompression

I RMS Dyk finns dekompressionstabeller och säkerhetsföreskrifter för ytdekompression.

Vid dykningar med långa etapptider i vattnet kan det vara en fördel att genomföra ytdekompression med oxygen. För att genomföra denna typ av dykning krävs det en betydligt större ytorganisation med en fleravdelnings tryckkammare på dykplatsen.

Fördelen med ytdekompression är att etapptiden i vattnet minskas. Dykaren har det betydligt bekvämare i tryckkammaren än att vara på etapp i vattnet och att dekompressionen går snabbare eftersom dykaren kan andas oxygen i tryckkammaren samt att dykaren kan övervakas.

Nackdelen med detta förfarande är att riskerna inte är obetydliga. Tiden från det att dykaren lämnar 12 meter (i vattnet) tills dess att dykaren är på 15 meters djup i tryckkammaren bör inte överstiga 5 minuter.

1.6. Räddningsmetoder

En dykare måste alltid vara förberedd på att en nödsituation kan uppstå, därför måste olika räddningsmetoder tränas. Vid en nödsituation är det av största vikt att behålla lugnet och genomföra den räddningsmetod som är lämplig. För att kunna behålla lugnet i en sådan situation måste dykaren ha tränat på olika räddningsmetoder och ha förtroende för dem. På detta sätt kan man hålla stressen och paniken borta för att kunna tänka rationellt och klokt.

Om det uppstår något problem med lufttillförseln ska dykningen avbrytas.

Här följer en beskrivning av olika räddningsmetoder.

1.6.1. Växelandning

Växelandning går bara att genomföra med bitmunstycke. Under växelandningen håller man tag i varandra och tar två andetag var i bitmunstycket. Den som ger luft håller i sitt bitmunstycke och mottagaren håller om givarens hand. Den dykare som inte har något bitmunstycke i munnen måste hela tiden pysa ut luft genom munnen för att behålla fria luftvägar.

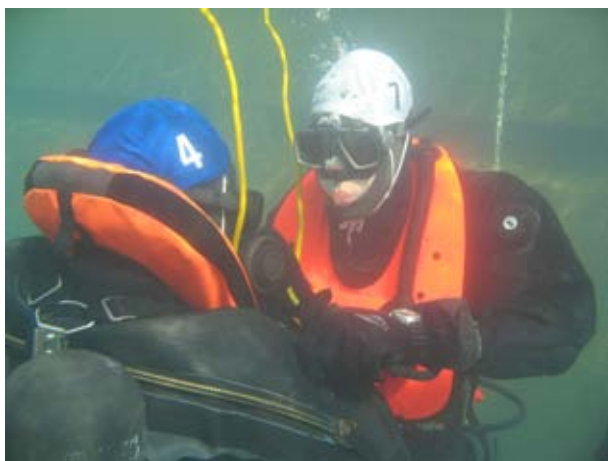


Bild 1.23. Övning med växelandning (Foto: Försvarmakten Roine Bystedt)

1.6.2. Redundanta andningssystem

För att öka säkerheten vid dykning så finns det olika typer av redundanta andningssystem.

Dykaren kan ha med sig en extra gasflaska med andningsventil så kallad ”Ponny bottle”. Den kan då användas om den ordinarie gasförsörjningen havererar eller om parkamraten får problem med sin utrustning. Ett annat alternativ är att ha dubbla regulatorer (1:a och 2:a steg) på den ordinarie utrustningen.



Bild 1.24. Exempel på dubbla regulatorer (Foto: Interspiro)

Det finns dykutrustningar som till den ordinarie regulatorn har ett extra bitmunstycke, så kallat ”Octopus”. Med detta bitmunstycke kan dykaren hjälpa en parkamrat om det blir problem med gasförsörjningen. Däremot är det inte till någon hjälp för dykaren själv, eftersom gasförsörjningen från det extra bitmunstycket kommer från samma regulator som det ordinarie systemet.

Vid dykning med gasförsörjning från ytan så bär dykaren ett extra andningspaket på ryggen, så kallat ”Bail out”.

1.6.3. Uppblåst räddningsväst

Det kan uppstå andra problem än med gastillförseln under vattnet. Om dykaren av någon anledning inte kan ta sig upp till ytan men att gastillförseln fungerar, ska räddningsvästen användas. Om behov föreligger kan vikt bältet dumpas innan räddningsvästen blåses upp. Tänk på att behålla fria luftvägar och andas precis som vanligt i helmasken eller bitmunstycket under hela uppstigningen.

1.6.4. Fri uppstigning (FU)

Om ordinarie gastillförsel inte fungerar och det inte finns reservluft eller redundant andningssystem att tillgå, är det enda och sista alternativet att göra en fri uppstigning (FU). Vid FU ska man dumpa viktbältet och fylla räddningsvästen för att få så hög fart som möjligt upp till ytan.

Normalt sett är lungorna i princip tomma på luft vid en sådan här situation och därför är det viktigt med den höga farten så att luften i lungorna kan expandera enligt Boyles lag. Under den fria uppstigningen ska man hela tiden pysa ut luft genom munnen för att bibehålla fria luftvägar. Helmasken ska behållas på och bitmunstycket ska vara kvar i munnen för att undvika att få vatten i munnen och ner i lungorna.



Bild 1.25. Träning i fri uppstigning från dykarklocka. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Att göra en FU kan vara förknippad med risker och bör därför övas under lugna former med dykarinstruktörer inomhus där tillgång till behandlingskammare finns med sjukvårdsutbildad personal.

Försvarsmakten genomför denna typ av utbildning med sina dykare i en speciell övningstank, där man får lära sig dessa moment på ett lugnt och pedagogiskt sätt.

2. Lättdykning

2.1. Allmänt

I Sverige menar vi med lättdykning, dykning med SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) ner till 40 meters djup. Internationellt genomförs dykning med lätt luftdykarutrustning bara till 30 meter och djupare dyker man med gasförsörjning från ytan så kallad "surface supply". Sverige är ett av få länder i världen som dyker med lätt dykarutrustning till 40 meters djup.

Dykarutrustningen är en förutsättning för att dykaren ska kunna transportera sig till arbetsplatsen. Den möjliggör för människan att kunna andas under vattnet och således är det av största vikt att bli väl förtrogen med utrustningen och lära sig hur den fungerar. När man dyker, så är det dock i första hand arbetet man ska koncentrera sig på.

Dykarutrustning ska vara väl anpassad för uppgiften och utformad på ett sätt som inte gör dykaren onödigt trött, medför påfrestande arbetsställningar eller rörelser. Det är också viktigt att dykarutrustningen olika delar fungerar väl tillsammans.

Som dykare är man ansvarig för att sköta utrustningen. Vad som ska göras regleras i materielbeskrivningen för utrustningen. Väsentligt underhåll för dykarens säkerhet ska noggrant dokumenteras. Tid för underhåll ska alltid planeras in i verksamheten.

I Försvarsmakten är det absolut förbjudet att göra några förändringar på dykarutrustningen.

Det är endast Försvarets Materielverk (FMV) som kan ta sådana beslut eftersom det är de som har det tekniska designansvaret för all dykarutrustning.

Den luft eller annan gas som dykaren andas är alltid komprimerad. Vilka krav som ställs på dess renhet och innehåll regleras i Arbetsmiljöverkets författningssamling. Mycket små mängder föroreningar som inte alls är farliga i atmosfärstryck kan bli direkt livshotande om dykaren andas in dem under tryck. Därför ska man alltid kontrollera var luftflaskorna fyllts. Alla fyllningsstationer ska kunna visa upp ett intyg på att kompressorn är godkänd för fyllning av andningsluft.

Före dykningen ska man alltid se till så att luftflaskorna är väl fyllda.

2.2. Dykarutrustning för lättdykning

Dykarutrustningen för en lättdykarer kan variera beroende på vilken arbetsuppgift som ska genomföras.



Bild 2.1. Lättdykarer klar för igång i vattnet. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Nedan beskrivs delar av den utrustning som kan användas.

- Underställ för torrdräkt
- Dykardräkt, torrdräkt eller våtdräkt
- Handskar
- Livlina/mellanlina
- Räddningsväst
- Cyklop
- Simfenor
- Dykarkniv
- Djupmätare
- Dykarur
- Viktbälte
- UV-lampa
- Kompass
- Ryggplatta

- Regulator med manometer
- Helmask
- Andningsventil
- Extra regulator med andningsventil
- Gasförråd

2.2.1. Underställ

Understället ska vara tillverkat i ett material som är lätt att tvätta och hålla rent. Ett smutsigt underställ tappar i värmeisoleringsförmåga och är ohygieniskt.

När man använder underställ vid dykning ska man göra likadant som när man klär dig för vinteraktiviteter, flerskiktsprincipen. Tunna underkläder som leder fukten (svetten) bort från kroppen innerst, mot något absorberande bomullsmaterial innanför underställets isolerande funktion.

Understället kan vara helt alternativt delat, utformat att ge god rörlighet utan att er hålla delning mellan över- och underdel i understället. Det ska också kunna kombineras för att skapa olika isolertjocklekar beroende på rådande vattentemperatur.

2.2.2. Dykardräkt

En torrdräkt ska vara tät för att tillsammans med ett underställ ge tillräcklig värmeisolering. Dräkt med variabel volym ska ha ventiler för att tillföra och släppa ut luft.



Bild 2.2. Dykardräkt med dragkedja för gylf, in- och utloppsventil, extraförvaringsfickor och dragkedja på bröstet. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Ventilerna är placerade för att vara lättåtkomliga och lätta att manövrera.

Det finns torrdräkter av olika material för olika arbetsuppgifter. Vissa är mjuka och elastiska för att man ska vara lätt och smidig under vattnet, andra dräkter är av tjockare material för att hålla längre och tåla mer påfrestningar under vattnet.

Den vattentäta dragkedjan kan sitta antingen på framsidan eller baksidan över axlarna.

Torrdräkten kan också vara utrustad med extra förvaringsfickor och blixtlås för gylfen. Det finns möjlighet att både använda torra och våta handskar.

Fotbeklädnaden på dräkten kan vara försedd med kraftig sula som isolerar mot kall/het mark (ytor), är slitålig och med mönster som är halkbegränsande.

Till varje dräkt kan det finnas ett par skor/stövlar som medger att dykaren klädd i kropps nära under- och isolerunderstället kan arbeta på land.

En våtdräkt har till skillnad från torrdräkten har alltid ett tunt lager av vatten mellan dräkten och dykarens kropp som hjälper till att hålla kroppen varm. Våtdräkter kan vara från 2-8 mm i tjocklek och är tillverkade av neoprenmaterial. Dräkten kan vara i olika delar (hel eller halv, sockor, handskar, fast eller lös huva) beroende på uppgiften och temperaturen i vattnet.

2.2.3. Handskar

Handskar finns av många olika modeller och kan vara torra eller våta. Vilka som ska användas väljer dykaren själv beroende på vad det är för arbete som ska utföras. Handskarna kan vara tunna torrvantar för finare arbeten under vattnet eller en tjockare för grövre jobb som tål hårt slitage. Under de grövre handskarna kan man ha en tunnare handske som värmeisolering.

Många gånger kan det vara praktiskt att dyka med en våthandske till torrdräkten.

Om man dyker i kontaminerat vatten måste handsken vara absolut torr, dvs inte släppa in något vatten.



Bild 2.3. Exempel på olika handskar som kan användas vid dykning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

2.2.4. Livlina/mellanlina

Livlinan gör att dykaren och dykarskötaren på ytan kan kommunicera med varandra genom vattnet.

Mellanlinan gör att dykarna, vid pardykning, kan hålla kontakten med varandra och även kommunicera med varandra.

Livlinan ska fästas utanpå dykarträkten under all utrustning, eftersom man **aldrig** ska ta av sig den under dykning. Livlinan fästes exempelvis runt midjan med en råbandsknop och därefter en pålstek.



Bild 2.4. Livlina med råbandsknop och pålstek (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

En livlina är vanligtvis 60 meter lång eftersom den ska räcka ner till dykaren på 40 meter och fortfarande vara praktiskt användbar.

För linskötare på ytan är det viktigt att se till så att inte linan trasslar sig samt hålla den lagom sträckt för att medge linsignaler med dykaren.

Säkerhetssignaler vid dykning beskrivs i RMS Dyk.

När man dyker i par **måste** en mellanlina användas. Mellanlinan bör inte vara längre än tre meter och på mitten bör det finnas ett flöte som hindrar den från att fastna i botten eller på uppstickande föremål.



Bild 2.5. Exempel på mellanlinor med flöten. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

2.2.5. Räddningsväst/avvägningsväst

En räddningsväst är till för att hjälpa dykaren upp till ytan i en nödsituation samt hålla dykaren flytande på ytan med fria luftvägar.

En avvägningsväst är dels till för att hålla dykaren neutral/avvägd i vattnet och för att hjälpa denne upp till ytan i en nödsituation samt hålla dykaren flytande på ytan.

Vid dykning med torrdräkt avväger dykaren sig med hjälp av dräkten genom att fylla på eller tömma ut luft ur den.

Vid dykning med våtdräkt använder man sig av avvägningsvästen för att reglera avvägningen i vattnet. Den får aldrig hindra eller försvåra funktionen för någon annan del av utrustningen, så att den till exempel täcker dräktens ventiler.

I Försvarmakten dyker man normalt alltid med räddningsväst. Västen ska klara att lyfta en dykare från 40 meters djup. Den ska vara utrustad med en egen flaska för luftpåfyllning som endast får användas vid en nödsituation.

Räddningsvästen klär man på sig före andningsapparaten och viktbältet för den ska man ta av sig i samband med dykning.



Bild 2.6. Räddningsväst med separat luftflaska. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

2.2.6. Cyklop

Cyklop används vid dykning med bitmunstycke. De finns i olika utföranden både vad det gäller storlek, färg och material. Vid fridykning används normalt mindre cyklop än vid vanlig dykning. Cyklop används företrädesvis sommartid eftersom delar av ansiktet kommer i kontakt med vattnet och därför kyls ansiktet mer än i en helmask.



Bild 2.7. Cyklop av olika material och färg (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

2.2.7. Simfenor

Det finns mängder av olika simfenor på marknaden. De varierar i modeller, längder, design och färger. Försvarsmakten eftersträvar simfenor som är fältmässiga, dvs en fena som tål tuffa förhållanden. Simfenorna ska kunna medge lättare simning, stationärt arbete och simning med god hastighet långa sträckor. Den gula simfenan i mitten har hel fot och är lämplig vid simträning eller dykning utan dykardräkt. De två andra simfenorna är av kraftigare material och öppen häl med ett reglerbart spänne.



Bild 2.8. Olika typer av simfenor. (Foto: Försvarsmakten Ingmar Franzén)

2.2.8. Dykarkniv/säkerhetsverktyg

Säkerhetsverktyget är i första hand en säkerhetsfunktion för den enskilde dykaren. Dykaren ska både kunna skära och såga med säkerhetsverktyget.

Säkerhetsverktyget har sådan utformning att övrig dykutrustning inte skadas vid på- och avklädning, dykning och övrig hantering av utrustningen.

Säkerhetsverktyget kan bäras på underbenen, underarm och/eller på annan lämplig plats.

Placeringen ska kunna möjliggöra att nå verktyget med bägge händerna och det ska inte finnas något som sticker ut och kan fastna.

Kniven är greppvänlig, och kan gärna ha tandad egg, vilket underlättar om man måste såga av en tamp eller lina.

Den är utformad så att dykaren skyddar sig själv från att skada sig på verktyget, kunna lösgöras ur fodralet med en hand och kan hanteras med påtagen torrhandske.

Dykaren ska inte oavsiktligt kunna tappa verktyget.



Bild 2.9. Exempel på olika säkerhetsverktyg. (Foto: Försvarmakten Ingmar Franzén)

2.2.9. Djupmätare/dykarur/dykdator

Djupmätaren har som uppgift att visa vilket djup dykaren befinner sig på och vilket det största djupet han varit på under dykningen. Den ska kunna ange skillnader på 0,5 meters djup.

Dykarurets uppgift är att tala om för dykaren hur länge han har varit nere, tid kvar på botten och kunna kontrollera uppstigningshastigheten. Det ska alltid finnas minst ett dykarur i varje dykpar vid pardykning, för att kunna veta när expositionstiden är slut och uppstigningen mot ytan måste påbörjas.

En dykare kan använda en dykdator i stället för djupmätare och dykarur. En dykdator kan förutom att ange djup och tid även visa hur hela dykningen har genomförts. Det finns även dykdatorer som har hela dyktabeller inprogrammerade och då kan varna när expositionstiden är slut och dykaren måste gå upp till ytan.



Bild 2.10. Exempel på dykdatorer för olika ändamål och av olika fabrikat. (Foto: Försvarsmakten Ingmar Franzén)

2.2.10. Avvägning av dykare

Viktbältet används för att kompensera dykarens flytkraft som genereras av dykardräkten och understället. Bältet är utrustat med ett stort och greppvänligt spänne, som gör att man snabbt kan öppna och släppa bältet vid en nödsituation.

Man eftersträvar att använda så lite vikter som möjligt. Avvägning ska alltid kontrolleras när man befinner sig i nya vatten eller har ny utrustning (nytt underställ, ny dykardräkt). Många dykare har för tunga bälten, vilket

ofta medför smärtor i rygg- och ländrygg efter längre dykningar. Blir du kissnödig under vattnet kan även ett för tungt viktbälte göra ”nödigheten” än mer kännbar.

Försvarsmaktens lättdykarapparat är tillverkad av kompositkärn och flyter i vatten. För att inte dykaren ska behöva extra mycket vikter runt midjan så är denna luftdykarapparat utrustad med variabla vikter på 8, 10 eller 12 kg som sätts fast mellan de två kompositkärnen.



Bild 2.11. Viktbälte med metallspänne och ryggvikt. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)



Bild 2.12. Avvägningssystem med fickor för vikter och möjlighet att reglera luftvolymen. (Foto: Interspiro)

Viktbältet klär dykaren på sig allra sist så att det lätt går att ta av sig om man skulle hamna i en nödsituation. Dyker man med livlina så ska viktbältet sitta nedanför livlinan så att det inte fastnar på livlinan om man skulle behöva dumpa det.

En annan metod som underlättar avvägning för dykaren är ett avvägningssystem enligt bilden ovan. Fördelen med detta avvägningssystem är att dykaren på ett enkelt sätt kan placera vikter i fickorna och även kompensera med luft från västen.

2.2.11. Undervattenslampa

Många gånger behövs det en lampa under vattnet för att kunna lösa sin uppgift.

Det finns flera olika modeller att välja mellan. Vissa är laddningsbara, andra har batterier och en del får sin ström från ytan. Vissa lampor kan man sätta fast i helmasken, det underlättar dykningen eftersom båda händerna blir fria för arbete men är sämre vid sökning och blända parkamraten.



Bild 2.13. Olika undervattenslampor med säkerhetslina. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

2.2.12. Kompass

Ett hjälpmedel för dykaren att orientera sig under vattnet kan vara att använda en kompass. Kompassen är t ex nödvändig vid vissa sökmetoder och vid frisimning. Det fungerar att använda vanliga kompasser, som normalt är avsedda för orientering i skog och mark.

2.2.13. Lättdykarapparat

Den lättapparat som idag används av Försvarmakten består av flaskenhet, regulatorenhet, helmask, andningsventil, bäranordning och vikt.



Bild 2.14. Olika delar till Försvarmaktens lättdykarapparat (Bild från FMV utbildningshandbok)

2.2.14. Flaskenhet

Flaskenheten är gjord av kompositkärl och väger tom endast 14,1 kg och fylld 17,6 kg. Flaskvolymen är på 2 x 5 liter och har ett maximalt fyllnadstryck på 300 bar.

Fylld flaskenhet flyter i vatten utan ryggvikt.

Ryggvikten som sätts fast mellan kompositkärlen finns i kombinationer om 8, 10 respektive 12 kg.

2.2.15. Regulatorenhet

Regulatorenheten består av regulator, dräktslang, andnings slang med extra luftenhet, manometerslang med manometer och slanghållare.



Bild 2.15. Regulatorenhet med dubbla regulatorer (Foto: Interspiro)

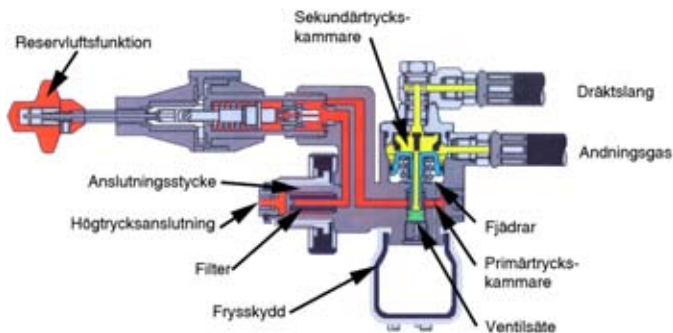


Bild 2.16. Principskiss på hur en regulator fungerar (Bild från FMV utbildningshandbok)

Regulatorn fungerar huvudsakligen på följande sätt.

- Luften från luftförrådet passerar genom filtret i anslutningsstycket via reservluftsenheten till regulatorns primärtryckskammare.
- Regulatorn är utrustad med ett kombinerat smuts- och frysskydd som består av en gummiblåsa skyddad av ett plasthölje.

- Från regulatorn passerar luften genom slangar till andningsventil, dräktslang och manometer.

Mer detaljerat fungerar regulatorn på följande sätt.

- Luften i primärtryckskammaren strömmar upp genom kolvens skaff till sekundärtryckskammaren. När trycket i sekundärtryckskammaren blivit så stort att det övervinner fjädrarnas kraft pressas kolven mot ventilsätet och stänger av luftdoseringen.
- Vid inandning sjunker trycket i sekundärtryckskammaren varvid fjädrarna lyfter kolven från sätet och förhållandet upprepas.
- Gummiblåsan (frysskyddet) känner av det omgivande vattentrycket. Genom denna blåsa kompenseras regulatorn för tryckvariationer så att sekundärtrycket blir konstant, oberoende av omgivande tryck. Frysskyddet skyddas av bärhandtaget.
- Primärtryck (flasktryck) = 300 - 15 bar (30 – 1,5 MPa).
- Sekundärtryck (andningstryck) = 7,5 bar (0,75 MPa)
- Trycket regleras av två fjädrar placerade under kolven. Det ger mer exakt och säkrare reglering av trycket.
- Frysskyddet skyddar både mot smuts och frysning genom att förhindra omgivande vatten från att komma i kontakt med utrymmet under kolven (fjäderhuset).
- Gummiblåsan till frysskyddet skyddas av en kapsel.

Helmask med andningsventil

Inandning:

- Vid inandning sugts membranpaketet in mot hävarmen varvid tätspetsen lyfts från ventilens i anslutningsnippeln. Andningsluft kan nu strömma in i ventilen och masken genom backventilerna.
- Så snart inandningen upphör återgår membranpaketet, hävarmen och tätspetsen till utgångsläget. Då stängs inloppet under påverkan av tät fjädern.
- Innermasken har separata in- och utandningsöppningar, vilka ansluter till motsvarande kanaler i andningsventilen.



Bild 2.17. Principskiss över andningsventilen vid inandning (Bild från FMV utbildningshandbok)

- Kanalerna är skilda från varandra så att blandning av in- och utandningsluft begränsas.
- Vid inandning leds den torra inandningsluften mot glaset för att förhindra imma.
- Backventilerna styr luftflödet till och från masken, och begränsar även det skadliga rummet (dead space).

Utandning:

- Vid utandning strömmar luften från masken genom en kanal och lyfter membranheten varefter luften kan strömma ut till omgivningen genom slitsarna i kåpan.
- Vid utandning är tätspetsen stängd.

- Backventilerna stänger vid utandning.



Bild 2.18. Principskiss över andningsventilen vid utandning. (Bild från FMV utbildningshandbok)

2.2.16. Allmänt vid dykning med lättdykarapparat

Dykning innebär vistelse i en miljö som inte är möjlig att vistas i utan hjälpmedel för andning, sikt och kyla. Man måste därför med mycket stor omsorg planera och förbereda dykningen.

I förberedelserna ingår val av utrustning, kombinationer, gasförrådets storlek och planering för vilka alternativ som står till buds i olika situationer. Noggranna förberedelser minskar de risker som är förenade med dykning och arbete med dykarutrustning.

Kontroll före och under dykning.

- Kontrollera att slangar och kopplingar är korrekt anslutna och dragna.
- Utsätt inte utrustningen för ovarsam hantering. Skador kan medföra störningar och i värsta fall allvarliga tillbud.
- Tillse att annan utrustning inte hindrar funktion eller åtkomst av nödvändiga reglage och delar.
- Var uppmärksam på läckage.
- Manometern ska vara avläsbar, reservluftsventilens spärr ska vara intryckt under dykningen.

För en van dykare med påtagen andningsapparat räknar man med en luftförbrukning på ca 20 l/min vid ytan. På 10 m djup fördubblas gasåtgången och på 20 m djup är förbrukningen 3 gånger så stor som vid ytan (Boyles lag). En luftförbrukning på 20 l/min ger en operationstid på ca 150 minuter

vid ytan, 75 minuter på 10 m djup och ca 50 minuter på 20 m osv, bortsett från reservluften.

Luftförbrukning och operationstid varierar kraftigt beroende på arbetets art, dykarens kondition, erfarenhet, omgivningens temperatur och andra faktorer. Med dessa faktorer i åtanke bör man reducera tiden med ca 10% för att nå ett realistiskt närmevärde för operationstiden.

Reservluftsensheten träder i funktion när ca 20% av maximalt fyllningstryck (300 bar) återstår, varför man i exemplet ovan får ca 15 minuters reservtid vid en förbrukning av 40 l/min vid 10 m djup.

- Vid hantering av tryckkärl kan blåsningss ljud och tryckstötтар förekomma, därför ska hörselskydd användas.



Bild 2.19. Hörselskydd (Bild från FMV utbildningshandbok)

2.3. Materielvård

Underhåll av den personliga dykarutrustningen är av största vikt, eftersom det är dykarens egna liv och kanske även parkamratens som står på spel om utrustningen inte fungerar under vattnet. Därför måste det alltid avsättas gott om tid för materielvård.

Vid normal rengöringen efter varje dykning ska följande åtgärder göras.



Bild 2.20. Apparaten ska vara trycksatt vid avsköljning. (Bild från FMV utbildningshandbok)

- Flaskenhet, regulator och helmask/andningsventil ska vara monterad.
- Trycksätt apparaten genom att öppna flaskventilen.
- Spola av helmask/andningsventil med rent färskvatten. Använd tömningsknappen för att blåsa ut luft genom ventilen – detta för bort vatten och eventuell smuts. Upprepa några gånger tills ventilen är ren.
- Spola av alla luftdykapparatusens övriga delar, inklusive bäranordning.
- Stäng flaskventilen helt, dra ut reservluftventilens röda knapp. Avlufta genom att trycka på andningsventilens tömningsknapp. Demontera regulatorn från flaskenheten.
- Blås bort eventuell fukt ur flaskventilen genom att öppna ventilen och låt luften strömma ut fritt i 1-2 sekunder. Glöm inte hörselskydd!
- Stäng ventilen och skruva in blindproppen för hand. Flaskenhet som ska fyllas ska ha blindpropp dragen för hand.
- Ta bort flaskskydd och låt luftflaskan torka.

OBS!

Flaskenheten får inte tömmas helt, det ska alltid finnas ett skyddstryck i flaskan, minst 10 bar, för att förhindra att fukt tränger in genom ventilen in i flaskorna.

För månadsrengöring och mer detaljerad materielvård hänvisas till materielvårdsföreskrifterna för lättapparat.

2.4. Dykning med gasförsörjning från ytan

2.4.1. Gasförsörjning från ytan

För att göra dykningen säkrare kan man till lättdykapparatens utrustning koppla en ytgasenhet. Det innebär att ytorganisationen ser till så att dykaren får tillräckligt med gas från gasbankarna/ flaskenheterna på ytan. Den ordinarie lätta dykarapparaten fungerar då som ett reservluftspaket eftersom all gas ska tas från ytan. Skulle ytorganisationen förse dykaren med för lite gas tar dykaren automatiskt gas från sitt ordinarie gasförråd på ryggen.

Livlinan och gasslangen är utformade så att dykaren kan lyftas ur vattnet på ett säkert sätt. Det kan vara lämpligt att livlina och slang är gjorda av material med flytkraft eller förses med flytanordningar så att de har neutral flytkraft i vattnet.



Bild 2.21. Bilder på kopplad gasförsörjning från ytan. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Gasförsörjning från ytan bör användas vid dykning med lätt utrustning i följande fall.

- I vattenfyllda utrymmen som inte medger fri uppstigning.
- Vid större viktbelastning än normalt.
- I strömt vatten.
- Vid komplicerade undervattensarbeten.
- Då det finns risk för att fastna vid dyket (t ex vid eller i vrak)
- När vattnet är + 4°C eller lägre.
- Till större djup än 30 meter.



Bild 2.22. Exempel på utrustning för gasförsörjning från ytan (Foto: Interspiro)

2.4.2. Undervattenskommunikation

Normalt vid slangdykning är att livlinan är en kombinerad kommunikationslina och livlina. Dykaren har då en mikrofon fastsatt i helmasken och en benledare under remstället till helmasken. Dykarledaren kan då styra dykaren med dubbelriktad kommunikation från ytan och hela tiden höra hur han andas.

Det finns trådlösa dykartelefoner som med fördel kan användas vid par-dykning. Då kan dykarledaren eller dykarskötaren upprätthålla kommunikationen och dessutom kan även dykarna prata med varandra under dykningen.



Bild 2.23. Helmask med mikrofon och benledare. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

3. Hjälmдықning

3.1. Allmänt

Hjälmдықning kan delas in i två kategorier beroende på hur andningssgasen distribueras i hjälmen. Antingen friflödar andningssgasen in i hjälmen genom kanaler eller kommer gasen genom en demandstyrd andningsventil. Hjälmдықkaren utför undervattensarbeten av i huvudsak stationär natur ner till 50 meters djup. Dykkaren är förbunden med en slang eller navelsträng (umbilical) från ytan varifrån dykningens leds. Utrustningen är i stora delar lika med mättnadsdykkaren.

Hjälmдықkare kan användas i de flesta söksystem som används i Försvarmakten, men dykkaren är effektivast vid genomförande av ekersökning. Att använda hjälmдықkare på ett sökuppdrag har klara fördelar under vissa betingelser. Vid större djup är hjälmдықkarna väl rustade för att genomföra dykningar med långa expositionstider. På dessa dykningar följer oftast en eller flera etappstopp som vanligtvis görs i vattnet. Dessa långa dyktider, ofta i kallt vatten, fordrar en komfortabel utrustning i vilken dykkaren kan hålla sig varm. Den djupberusning som drabbar simmande lätta luftдықkare på djup större än 30 meter upplevs som lättare att hantera då hjälmдықkaren har kontakt med botten.

3.2. Behovsstyrda hjälmar

Den behovsstyrda hjälmen får, som namnet antyder, sin luft genom en ventil som påverkas av det undertryck som dykaren bildar vid en inandning.



Bild 3.1. hjälm och nöddapparat till SLT 60. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Principen är densamma som för ett ordinärt bitmunstycke vilket används vid lättdykning. På insidan av hjälmen finns en inhalationsmask, som det är viktigt att dykarens ansikte (näsa och mun) tätar mot. Via en ventil ”free-flow”, på utsidan av hjälmen kan dykaren blåsa andningsgas på frontglasets insida för att motverka imbildning. Hjälmen, som skyddar dykarens huvud kan inte avlägsnas av dykaren.

Dykaren har en torrdräkt som är vidare än en vanlig torrdräkt, i övrigt är dräkten identisk med lättdykarens. Detta för att flera lager varma kläder kan krävas då arbetet oftast utförs stationärt. En ur säkerhetssynpunkt viktig del med den vida dräkten är att den gaskudde som bildas i dräkten ger dykaren flytkraft vid behov. Dräkten har en fast innerkrage som gör att gasen stannar i dräkten. För att få in gas används en ventil placerad i dräkten som försörjs med gas från ordinarie gassystem och för att få ut den används en utloppsventil, vanligen placerad på ena armen. Denna gaskudde som bildas i den övre delen av dräkten använder dykaren till att avväga sig med, en gaskudde ger flytkraft och utan gaskudde står dykaren stadigt på botten. De handskar som används är torr- eller våthandskar av varierande modell. Vilken handskmodell som väljs styrs av det arbete som ska utföras. På fötterna har dykaren skor eller stövlar med en lös blysula och

ovandel i gummi eller syntetmaterial, dessa tunga skor är till för att kunna stå stadigt vid arbetsobjektet. Den nödaparat som dykaren bär på ryggen är fäst med en sele och inkopplad via en reservventil till hjälmen. Selen ska lätt kunna anpassas till dykarens storlek och vara så beskaffad att han på ett säkert sätt kan lyftas till ytan och vid behov även ur vattnet. På selen eller på ett löst bälte har dykaren blyvikter för att kompensera för den flytkraft som finns i utrustningen, dessa vikter ska i en nödsituation kunna dumpas av dykaren. Kommunikationen mellan dykaren och ytan är alltid öppen så att personalen på ytan hela tiden kan höra dykaren. Dykaren har alltid en navelsträng i form av ett slangpaket kopplat till sig. Detta fungerar som livlina och innehåller ett flertal mindre slangar och kablar för bl a gasförsörjning, kommunikation, belysning och kamera.

3.2.1. Behovsstyrda hjälmar – metodik

Behovsstyrd hjälm lämpar sig bäst för stationära arbeten och vid dykningar till större djup (50 meter). Utrustningen är relativt lätthanterlig på land. Hjälmen kan dock upplevas som tung. Detta blir särskilt tydligt när hela dess vikt vilar på dykaren nacke. Det är därför viktigt att tiden på ytan med hjälmen påtagen minimeras och man ska eftersträvas att avlasta vikten av hjälmen. Avståndet till nedgången i vattnet och höjden som dykaren måste klättra ska göras så kort som möjligt.



Bild 3.2. Dykare och reservdykare under påklädning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Inhalationsmasken måste sluta tätt kring dykarens ansikte, vilket ska kontrolleras noga, för att motverka att koldioxiduppsygnaden i hjälmen blir för hög.

När dykaren kommit i vattnet görs en täthetskontroll där dykarskötaren kontrollerar att dykarens utrustning inte läcker. Nödaparat och hjälmen med dess infästningar uppmärksammas särskilt. Dykaren kontrollerar att gastillförseln till dräkten fungerar, att han kan manövrera reservventilen på hjälmen och att flytkraften är tillräcklig. Efter klartecken från dykarledaren tar sig dykaren till den nedstigningslina som ska finnas. Slangskötaren ger

bäring i slangen för att förhindra att dykaren roterar kring nedstigningslinan, bäringen ska alltid vara tillräcklig oavsett botten djup. Efter klartecknen från dykarledaren lämnar dykaren ytan genom att minska gasvolymen i dräkten med hjälp av utloppsventilen i dräkten. Nedstigningen görs med ena handen kring nedstigningslinan och den andra i navelsträngen i en sådan fart att nedstigningen kan hävas om ytan påkallar detta. När dykaren når botten kontrolleras att navelsträngen löper fritt.

Dykaren fattar tag om söklinan, som är förbunden med nedstigningslinan, och följer den ut till arbetsobjektet eller använder den för sökuppdraget.

Behovsstyrd dykarhjälm lämpar sig väl för alla förekommande stationära arbetsuppgifter som t ex timmermansarbete, svetsning, skärning och arbeten med undervattensmaskiner. Arbetsstationen bör vara så utformad att det inte finns risk för att fastna med navelsträngen. Det ska inte finnas någon risk att dykaren kan träffas av nedfallande föremål varken från arbetsstationen eller ytan. En lina bör vara fäst i arbetsstationen med vilken ytan kan guida ner utrustning till dykaren, t ex spik, svetspinnar eller handburna hydraulmaskiner.

3.2.2. Behovsstyrda hjälmar – ytorganisation

Dykningen leds av en dykarledare som har ansvaret för att dykningen planeras och genomförs på ett säkert sätt. Till sin hjälp har han minst en dykar-skötare med uppgift att i första hand hantera dykarens navelsträng. En reservdykare, med egen dykar-skötare, ska finnas klagjord under dykningen på dykplatsen. Reservdykaren ska skyndsamt bli påklädd de sista delarna av sin utrustning och kunna gå i vattnet för att bistå dykaren.



Bild 3.3. Dykarledarens panel till SLT 60 . (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

3.2.3. Behovsstyrda hjälmar – för- och nackdelar

Fördelarna med en behovsstyrd hjälm är att dykaren står stadigt på botten i sin utrustning samtidigt som han bara förbrukar den luft han inandas. Hans huvud är väl skyddat mot yttre påverkan genom den hårda hjälmen. Om det ordinarie gassystemet via navelsträngen skulle haverera har dykaren möjlighet att öppna reservventilen och andas den gas som finns i reservsystemet han har på ryggen. Den vida dräkten möjliggör för dykaren att klä sig varmt och ha god rörelsefrihet. Systemet är mobilt och kan därför flyttas mellan olika dykplatser.

Nackdelarna är den relativt tunga hjälmen vilken belastar dykarens nacke på land. Inhalationsmasken upplevs inte som komfortabel efter några timmars dykning. Den plattform/båt som används vid dykning bör vara mycket stabil.

3.3. Friflödande hjälmar

Till den friflödande utrustningen åtgår relativt mycket gas, 60-120 liter/minut, varför ett förhållandevis stort gasförråd behövs. Detta gasförråd kan vara fast monterat i t ex ett fartyg eller mobilt i form av flaskpaket vanligen i storleksordningen 90-120 kubikmeter fri gas. Trycket reduceras innan det går ner i slangen till dykaren; hur mycket beror på det djup på vilket dykaren befinner sig. Det finns också möjligheter att försörja dykaren från ytterliggare ett gasförråd. Detta är en viktig säkerhetsåtgärd om det ordinarie gasförrådet skulle haverera eller gasen där skulle vara otjänlig.

Hjälmdykaren har en torrdräkt som är generöst tilltagen för att kunna ha flera lager varma kläder under den vattentäta dräkten och att det blir en ordentlig gaskudde. Gaskudden i den övre delen av dräkten använder dykaren till att avväga sig med – stor gaskudde ger flytkraft och liten gaskudde gör att han står stadigt på botten. Dykaren använder torrhandskar av fem- eller trefingersmodell alternativt den vanligast förekommande tumvanten. Vilken handsmodell som väljs styrs av det arbete som ska utföras. På fötterna har dykaren skor med blysula och ovandel i läder. De tunga skorna är till hjälp för att hålla en stabil och upprätt position i vattnet. I ytterkragen på dräkten fästs bröstplåten som tätar med hjälp av skenor och vingmutterar. I överkant på denna bröstplåt skruvas sedan hjälmen fast och säkras. För att motverka den flytkraft som bildas i dräkt och hjälm, bär dykaren blytackor (vikter) på bröst och rygg. Det finns även en modell med vikter som fästs runt midjan och säkras med remmar över bröstplåten. Dessa väger dock mindre, men kan passa bättre till vissa arbetsmoment. I hjälmen finns en backventil som hindrar gasen från att strömma ut vid ett eventuellt slangbrott. Detta gör att dykaren har en volym av andningsbar gas som kan

användas under en begränsad tid då han tar sig till ytan. Denna backventil avprovas med en särskild backventilprovare varje dag innan dykning. I hjälmen finns även GEVAK (gasevakueringskanal) ansluten till nickventilen för att minimera CO-halten i hjälmen. Kommunikationen mellan dykaren och ytan är alltid öppen så att personalen på ytan hela tiden hör dykaren. Dykaren har alltid livlina och skärverktyg.



Bild 3.4. Hjälmdivkarna avlastade med kätting i hjälmen och klara att gå i vattnet. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

3.3.1. Friflödande hjälmar – metodik

Den tunga utrustningen med friflödande hjälm lämpar sig bäst för stationära arbeten, men även under dykningar till större djup upplevs utrustningen som mycket ändamålsenlig. Då utrustningen på land är tung och otymplig ska tiden på ytan med utrustningen påtagen minimeras. De hjälmar som har en ögla på toppen kan med fördel hängas upp i lämplig krok under påklädningen. Avståndet till nedgången i vattnet och höjden som dykaren måste klättra ska göras så kort som möjligt. Dels av säkerhetsskäl om dykaren måste bärgas av ytpersonalen, men också för att inte i onödan slösa på de krafter som behövs för arbetsuppgiftens genomförande.



Bild 3.5. Hjälmdivkare på plattformen klar för sjösättning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

När dykaren kommit i vattnet görs en täthetskontroll där nickventil och ev. kikventil stängs. Dykarskötaren kontrollerar att inga bubblor kommer från dykarens utrustning. Dykaren kontrollerar att nickventilen kan manövreras och att flytkraften är tillräcklig. Efter klartecken från dykarledaren tar sig dykaren till den nedstigningslina som alltid ska finnas. Slangskötaren ger bäring i livlinan för att förhindra att dykaren roterar kring nedstigningslinan, bäringen ska alltid vara tillräcklig oavsett bottendjup. Dykaren lämnar ytan efter klartecken från dykarledaren genom att minska gasvolymen i dräkten med hjälp av nickventilen i hjälmen. Nedstigningen görs, med ena handen kring nedstigningslinan och den andra i livlinan, i en sådan fart att nedstigningen kan hävas om ytan påkallar detta. När dykaren når botten kan nickventilen öppnas och kontroll görs att slang och lina löper fritt. Dykaren fattar tag om söklinan, som är förbunden med nedstigningslinan, följer söklinan ut till arbetsobjektet. För att dykningen ska kunna utföras rationellt ska alltid en sökлина finnas.

Hjälmdivkning lämpar sig mycket väl för alla förekommande stationära arbetsuppgifter som exempelvis timmermansarbete, svetsning, skärning och arbeten med undervattensmaskiner. Arbetsstationen bör vara så utformad att ingen risk finns för intrassling av gasslang och livlina. Det ska inte finnas någon risk att dykaren kan träffas av nedfallande föremål varken från

arbetsstation eller ytan. En lina bör vara fäst i arbetsstationen med vilken ytan kan guida ner utrustning till dykaren exempelvis spik, svetspinnar eller handburna hydraulmaskiner m m.

3.3.2. Friflödande hjälmar – ytorganisation

Dykningen leds av en dykarledare som har ansvaret för att dykningen planeras och genomförs på ett säkert sätt. Till sin hjälp har han två dykarskötare varav en är slangskötare och en är linskötare. En reservdykare med egna slang- och linskötare finns under dykningen klar på dykplatsen redo att, efter ha blivit påklädd de sista delarna av sin utrustning, gå i vattnet för att bistå dykaren.



Bild 3.6. Dykarledaren leder dykningen från ytan. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

3.3.3. Friflödande hjälmar – för- och nackdelar

Fördelarna med en friflödande hjälm är att dykaren står stadigt på botten i sin tunga utrustning. Detta är till fördel när exempelvis handverktyg ska användas. Komforten i en friflödeshjälm är den bästa på marknaden förekommande då man slipper inhalationsmask och spännremmar kring huvudet. Den vida dräkten möjliggör för dykaren att klä sig i det underställ han behöver för att motverka kylan utan att det nämnvärt påverkar flytkraften. Följden blir att dykaren, på moderata djup, kan genomföra dykningar under flera timmar tack vare det komfortabla sättet att dyka. Systemet är väl beprövat och innehåller få komplicerade delar vilket gör det mycket driftsäkert.

Nackdelarna är att systemet är tämligen resurskrävande och otympligt på land. Den plattform/båt som används vid dykning måste vara stabil och med sådana mått att kringutrustning, som gasbank och dykartavla m m ryms. Det åtgår två dykarskötare för att klä dykaren och sedan sköta slang och lina under dyket.

3.4. Våtklockedykning med varmvattendräkt

Ett våtdykklocksystem för dykning med varmvattendräkt består huvudsakligen av följande delar.

- Våtklocka
- Bottenvikt
- Kontrollpanel
- Gasförråd
- Elkraftförsörjning
- Vinschar
- Hydraulaggregat
- Varmvattenaggregat

En våtklocka har plats för två till tre dykare. En dykare stannar alltid kvar i klockan och assisterar den eller de dykare som gått ut. De dykare som lämnar klockan är förbundna med denna via varsin navelsträng som bl a innehåller kablar och slangar för gas, varmvatten, djupmätning, elkraft, videosignaler och kommunikation.

För att skydda dykarna mot kyla vid långa dykningar, är dykarna utrustade med varmvattendräkter. Denna dräkt är på insidan fylld med slangar så att varmt vatten från ytan hela tiden kan spolats genom dräkten.

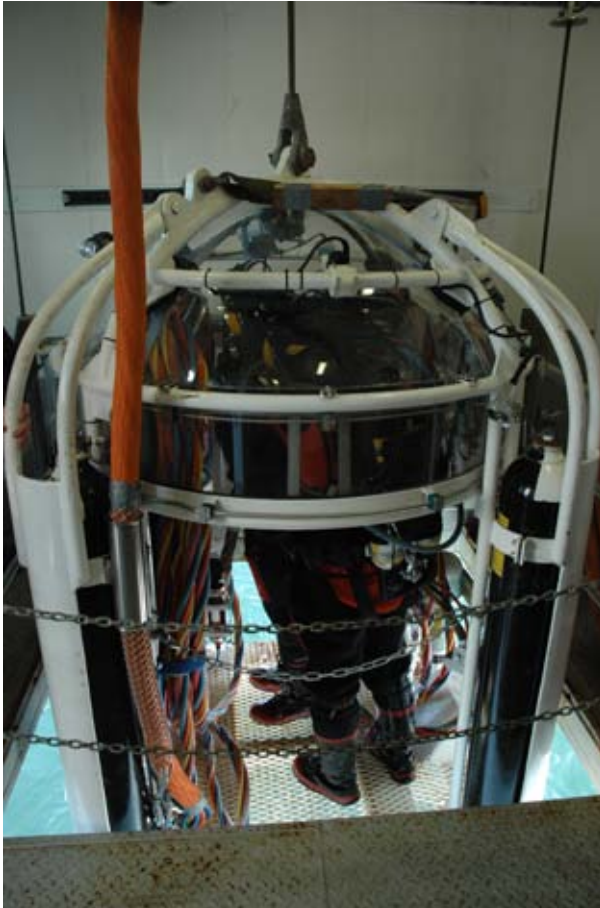


Bild 3.7. Våtklockan under sjösättning med två dykare. (Foto: Försvarmakten Lalle Petersson)

I klockans akryldom finns en gasficka, volymen av denna kan justeras. Våtklockan försörjs med gas från ytan via en navelsträng som förbinder klockan med ytan. Genom navelsträngen förses dykarna också med varmvatten. Navelsträngen innehåller även kablar för videosignaler, belysning, djupmätning, sonarsignaler och kommunikation.

Dykningen leds och övervakas av dykarledaren som befinner sig vid kontrollpanelen. Vid kontrollpanelen kan gas, varmvatten, elkraft, videosignaler, djup och kommunikation följas och regleras. Varmvatten erhålls från ett varmvattenaggregat. Andningsgas till klockan och dykarna tas från gasförråd eller lågtryckskompressor ombord på ytfartyget.

4. Dykning med återandningsapparater

4.1. Allmänt

Andningsapparater för undervattensbruk kan delas in i två klasser, öppna apparater respektive återandningsapparater. Vid dykning med öppna system utnyttjar man bara en liten del av det oxygen som finns i andningsluften. Resterande del "slösas bort" genom att utandningsgasen dumpas ut i det omgivande vattnet. I en återandningsapparat återanvänds den utandande gasen efter att den har renats från koldioxid och tillförts oxygen. På så vis kan mängden gas som förbrukas minskas avsevärt jämfört med ett öppet system.

En återandningsapparat består normalt av en absorber för att rena andningsgasen från koldioxid, en motlunga som fungerar som ett buffertkärl för den utandande gasen, backventiler tillser att gasen flödar i rätt riktning i andningskretsen, ventil för avlägsnande av eventuell överskottsgas samt någon form av gasförsörjningssystem. Motlungan utgörs normalt av en bälg alternativt en flexibel andningssäck. Figuren visar en principskiss av en typisk återandningsapparat.

Återandningsapparater kan delas in i två huvudgrupper: Hel- och halvslutna system. Det som skiljer apparattyperna åt är främst principen för dosering av gas.

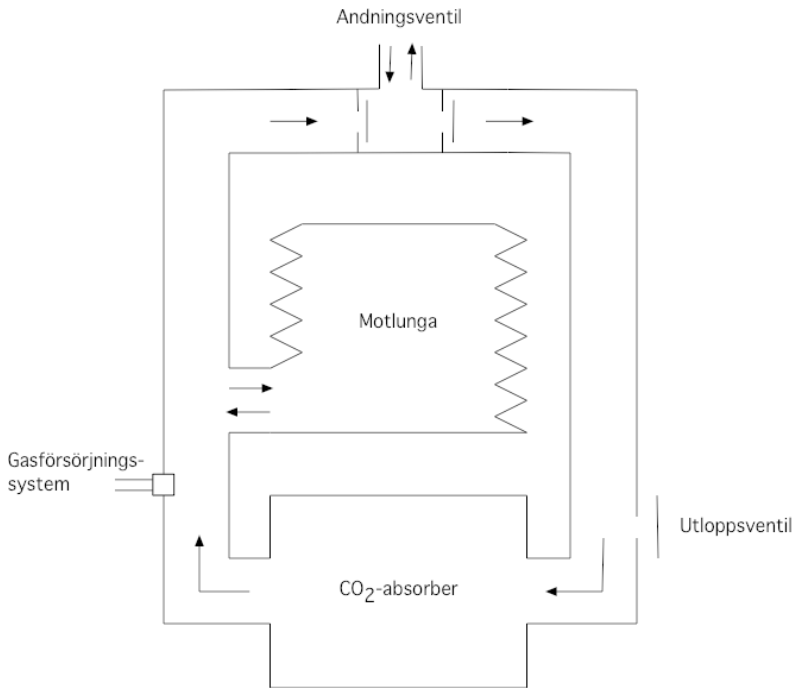


Bild 4.1. Bilden visar en principskiss av en typisk återandningsapparat med ingående komponenter. (Skiss: Försvarmakten Mikael Ericsson)

4.2. Helslutna system

Ett helslutet system (CCR – Closed Circuit Rebreather) kännetecknas av att det vid konstant omgivningstryck inte avger någon gas till omgivningen. I en helsluten apparat ersätts den förbrukade oxygenen med ren oxygen.



Bild 4.2. Bilden visar ett exempel på en kombinationsapparat som kan användas både som helslutet och halvslutet dyksystem. (Foto: Divex)

En helsluten dykapparat är i sitt enklaste utförande en mekanisk oxygenapparat. I en sådan kommer den totala mängden gas i kretsen att minska med tiden då dykaren förbrukar oxygen och producerar koldioxid som sedan avlägsnas från kretsen med hjälp av koldioxidabsorbent. Gasvolymen kommer då kontinuerligt att minska till dess att dosering av oxygen sker. Detta kan göras genom att en doserventil öppnar då den totala gasvolymen i andningskretsen når en viss förutbestämd lägsta nivå. En oxygenapparat kan i regel ställas in på olika minutflöden av oxygen beroende på arbetsuppgiften. Vid ökad muskelansträngning förbrukas mer oxygen och dykaren kan då manuellt öka minutflödet, för att möta den ökade oxygenförbrukningen.

Den mekaniska oxygenapparaten har en enkel konstruktion med ett begränsat användningsområde eftersom dykning med 100% oxygen endast kan ske till ett begränsat djup till följd av oxygenens skadliga egenskaper vid höga partialtryck.

En annan, och mer avancerad, typ av helsluten dykapparat är den elektroniska. En sådan apparat har normalt två gasförråd, ett med oxygen och ett med inertgas. Vid ökat dykdjup doseras spädgas för att bibehålla gasvolymen i andningskretsen. Dosering av oxygen sker med elektroniskt kontrollerade ventiler som styrs av en reglerenhet som är kopplad till en eller flera oxygen sensorer som kontinuerligt mäter oxygenpartialtrycket i andningskretsen. När partialtrycket sjunker under en viss förinställd nivå

doserar reglerenheten in oxygen. På så vis kan oxygenpartialtrycket hållas i det närmaste konstant oberoende av dykdjup och oxygenförbrukning.

4.3. Halvslutna system

I ett halvslutet system (SCR – Semi Closed Rebreather) återanvänds, som namnet antyder, bara en viss del av gasen i andningskretsen. En viss mängd gas släpps ut till omgivningen och ersätts med färsk gas. Detta sker även då omgivningstrycket hålls konstant, dvs vid konstant dykdjup. Ett halvslutet system är således ett mellanting mellan ett helslutet system och ett öppet system. Halvslutna system kan i sin tur delas in i två huvudgrupper: Konstantdoserande och behovsdoserande system.

I ett konstantdoserande system doseras en gasblandning, in i andningskretsen. Flödet in i kretsen sker med konstant massa per tidsenhet oberoende av djup. Detta ger en förhållandevis enkel konstruktion, men medför även en del begränsningar. Det konstanta massflödet måste i kombination med den aktuella gasblandningen vara avpassat på ett sådant sätt att dykaren inte drabbas av oxygenbrist vid hårt arbete, dvs hög oxygenförbrukning, på ytan och inte heller drabbas av oxygenförgiftning vid låg oxygenförbrukning på stort dykdjup.



Bild 4.3. Exempel på ett halvslutet dyksystem. (Foto: Interspiro)

I ett behovsdoserande system styrs gasdoseringen av dykarens andning. En ökad minutventilation ger en ökad gasdosering in i andningskretsen. Den här doseringsprincipen bygger på att förhållandet mellan den volym som ventileras genom lungorna och människokroppens oxygenförbrukning är i princip konstant. Mängden gas som doseras in i andningskretsen styrs av bälgens rörelse, som står i ett känt förhållande till dykarens oxygenförbrukning. Ökad oxygenförbrukning medför en ökad minutventilation som ger en ökad gasdosering.

4.4. Återandningsapparaters fördelar

En återandningsapparat erbjuder många fördelar jämfört med ett öppet system. Återandningsapparaten medger ett effektivare utnyttjande av andningsgasen. Den lägre gasförbrukningen möjliggör längre aktionstid samt utformning av en mer kompakt andningsapparat, då gasförrådet kan göras mindre än med ett öppet system.

En återandningsapparat släpper ut mindre gas till den omgivande vattenvolymen än ett öppet system. Detta gör den tystare och svårare att upptäcka, vilket utnyttjas militärt. En annan fördel är att flytkraften är i det närmaste konstant. Den deplacerade volymen, dvs volymen av gasen i dykarens lungor tillsammans med gasen i dykapparatens andningskrets, är konstant.

Återandningsapparaten ger även en ökad andningskomfort. Dykaren kan andas på ett mera naturligt sätt utan att övervinna det motstånd som finns i andningsventilen i ett öppet system. Vidare blir den recirkulerade gasen i andningskretsen uppvärmd och befuktad i lungorna, vilket minskar risken för uttorkning och nedkylning av dykaren.

5. Mättnadsdykning

Behovet av arbetsdykningar på större djup och med längre expositionstid har nödvändiggjort en utveckling av dykmetoder och system, som delvis skiljer sig från mera traditionell dykning. På dessa djup går det inte att andas luft, utan det är helt andra gaser som dykarna andas. Dykningar till stora djup och med lång tidsutsträckning medför att kroppen blir helt eller delvis mättad med gas. Härav begreppet mättnadsdykning.

Av praktiska och säkerhetsmässiga skäl sker transporten av dykaren till och från arbetsplatsen, med en sluten dykarklocka, som kan bringas till omedelbar närhet av arbetsplatsen. Klockan används både som hiss, försörjningsstation och säker tillflyktsplats.

När klockan återvänt till ytan ansluts den normalt till ett tryckkammersystem för att möjliggöra för dykarna att genomföra en bekväm dekompression i tryckkammaren. Samtidigt kan ett andra dykarlag äntra klockan och ta sig ned till aktuellt djup och fortsätta arbetet. Denna växeljämsgöring kan i princip fortgå under obegränsad tid.

Mättnadsdykningssystem innefattar normalt, dykarklocka anslutningsbar till tryckkammare, samtliga tillhörande gasförsörjningsarrangemang samt vinschar för klockans sjösättning och körning. Normalt räknas även dykarnas andningsapparater in, eftersom de är inkopplade med en s k navelsträng (umbilical) till klockan. Via denna navelsträng försörjs de med bl a gas, kommunikation, elkraft och varmvatten.

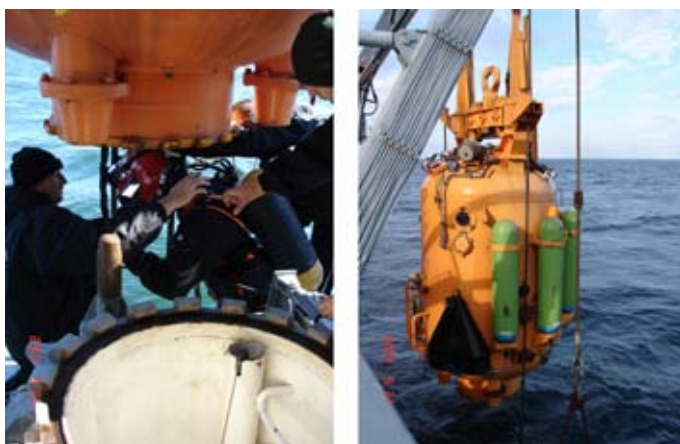


Bild 5.1. Bilderna visar en punktdykning med sluten dykarklocka som kan kopplas till en fast tryckkammarranläggning efter genomförd dykning. (Foto: Försvarmakten Perhenrik Eriksson)

6. Sökmetoder

Att återfinna förlorade föremål i vatten eller vattendrag är oftast mycket svårt. Det finns en mängd faktorer som direkt kan försvåra arbetet, till exempel dålig sikt, djupet och eventuella strömmar. Tidsfaktorn är till exempel direkt avgörande för utgången vid en drunkningsolycka. Genom åren har ett flertal olika tekniker och metoder utvecklats för att man systematiskt ska kunna genomföra sökföretag. Vid användandet av olika sökmetoder erhåller man inte bara en systematik, utan även ett hjälpmedel för att kunna tala om exakt var föremålet hittats. Även det faktum att man kan tala om var man sökt eller vilket område som är genomsökt medför en tidsvinst och minimering av dubbelarbete.

För att genomföra de flesta former av sök under vattnet behövs någon sorts referens såväl på som under ytan. I Försvarmakten används speciell sökkätting i plast efter givna mått.

- Ned- och uppstigningskätting, gul/svart (50 meter)
- Långsida, vit kätting med en svart schackel varannan meter (50 meter)
- Kortsida, helvit kätting (30 meter)

Till detta tillkommer även bojar i ytan att fästa ned- och uppstigningskättingen i, samt vikter som håller nere kättingen på botten och som även blir ankaret för ned- och uppstigningskättingen.

Till de flesta sökmetoderna är det nödvändigt med en söklina som är lätt att dra ut och rulla upp i vattnet. Vid sökning under vatten kan dykaren ha stor hjälp av en kompass.

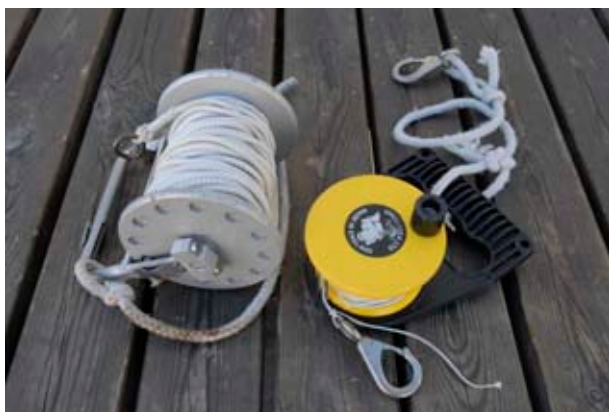


Bild 6.1. Två olika typer av sökvindor. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

6.1. Rutsökning

Rutsökning används vid sökning i ett område som har begränsad storlek och dålig sikt. Rutsökning är den mest noggranna sökmetoden och med den går det också att noggrant dokumentera det genomsökta området.

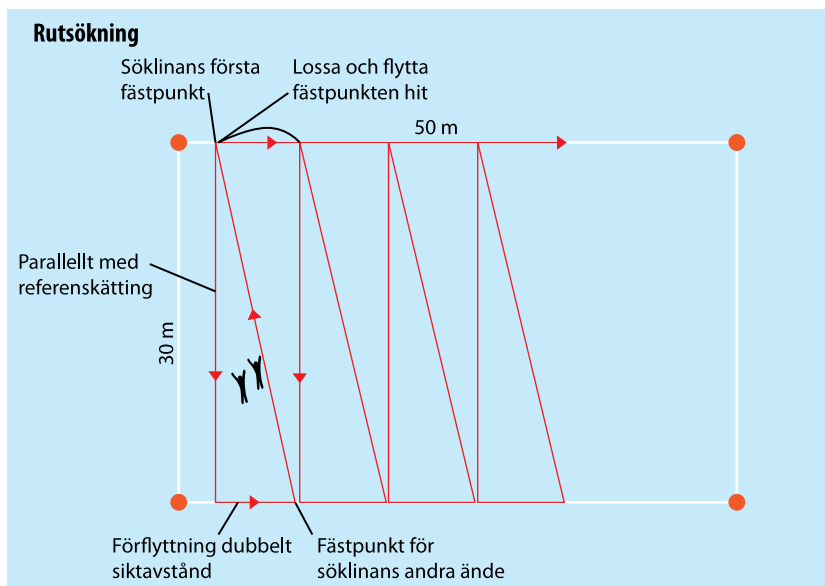


Bild 6.2. Beskrivning på hur man genomför rutsökning. (Skiss: Autotech)

Man går ned efter valfri nedstigningskätting och har med sig en söklina. Simmar ut längs en långsida till siktavståndet och fäst där söklinans karbinhake. Därefter påbörjas sökningen. Simmar parallellt med kortsidan tvärs över rutan till den andra långsidan, samtidigt som söklinan vindas ut.

Framme vid långsidan, simmar man ut till det dubbla siktavståndet och fäster andra ändan av söklinan. Sedan följer man linan tillbaka, flyttar till dubbla siktavståndet och fortsätter så tills rutan är genomsökt. På bilden visas hur förflyttningen har gått till. Med denna metod blir hela rutan genomsökt en gång från vardera hållet, utom ett stråk vid vardera kortsidan, som endast avsöks en gång.

När dykaren finner det eftersökta föremålet ska man omedelbart stanna. Om dykaren med säkerhet kan konstatera att objektet helt saknar intresse, fortsätter avsökningen. En sökruta täcker ett område på 30×50 meter. Genom att ”vränga” rutan (se bilden), kan man få ett större område genomsökt utan att det uppstår några luckor mellan två närliggande rutor.

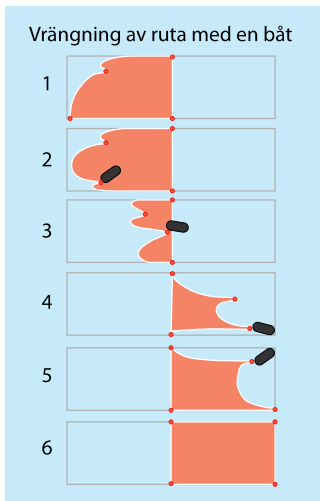


Bild 6.3. Vrängning av sökruta (Skiss: Autotech)

Utläggning av en ruta tar cirka 15 minuter av tränad personal, vilket innebär att det inte är någon primär sökmetod vid livräddande eftersökning. Någon normaltid för genomsökning av en ruta kan man inte ange. Sikten, bottenbeskaffenheten och botten-topografin tillsammans med dykarens erfarenhet och kompetens är av avgörande betydelse.

Utläggningen börjar i en förutbestämd punkt och fortsätter längs med området yttergräns, till exempel en enslinje, prickrad eller liknande referens. Därefter läggs rutans sidor ut en i taget efter varandra. I varje hörn fästs en vikt med nedstigningskätting och en boj. Nedstigningskättingen ska sträckas upp innan bojen sätts fast. Detta förhindrar slack i nedstigningskättingen med åtföljande svårighet att överblicka rutans läge från ytan. Den första utlagda tyngden tas upp när sista sidans kätting ska fästas i vikten, varefter hörnet på nytt läggs ut. Slutligen justeras rutans läge.

Om man använder gummibåt bör man tänka på att det enklaste sättet att manövrera en sådan i låg fart är att backa. Håll därför akterspegeln mot vind och sjö. Sedan lägger man ut rutan över båtens ena sida eller över förstäven, beroende på vilken riktning den utlöpande kättingen har i vatt-net.

6.2. Linjesökning

När man söker med hjälp av linjer (se bilden), simmar dykaren längs utlagda linjer/kättingar på botten. Linjesökning används med fördel vid större sökområden och vid kajer och bryggor när det är god sikt. Även i strömmande vatten är denna sökmetod lämplig eftersom linjerna kan läggas parallellt med vattenströmmens riktning. Dykaren söker i detta fall medströms och med linjen som referens. Hur brett stråket blir beror på sikten. Den kätting eller det rep som används för att markera linjerna bör vara kopplad till en ned- och uppstigningslina. Placera en separat boj i varje ända för att markera sökområdets hörn.

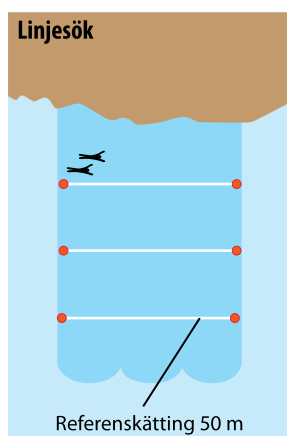


Bild 6.4. Linjesökning (Skiss: Autotech)

Vid pardykning läggs linjerna parallellt med varandra på ett avstånd av 4-6 gånger siktavståndet (men låt det gärna överlappa). Sök på siktavståndet på båda sidor om en linje. Gå sedan upp till ytan, simma till nästa linje och gör samma sak där. Om linjesökningen genomförs på djupt vatten kan det vara en fördel att försöka eftersträva att avsluta dyket vid en uppstigningskätting.

6.3. Sektorsökning

Sektorsökning lämpar sig bäst vid sökning från land/brygga och ut i vattnet. Utgångspunkten på land är där dykarledaren eller linskötaren står. Antingen läggs referenslinjer ut i vattnet i form av en sektor eller utnyttjas naturliga referenslinjer som t ex kaj eller brygga. Dykaren söker med sträckt lina eller efter kompass mellan referenslinjerna. Vid framkomst till en referenslinje så flyttar sig dykaren dubbla siktavståndet utåt på linan eller det slack som dykaren erhåller i livlinan. Därefter fortsätter sökningen åt motsatt håll.

Sektorsökning kan också genomföras från land/brygga utan referenslinjer. Dykaren simmar då med sträckt livlina i halvcirkelbågar från kant till kant. Dykarledaren flyttar ut halvcirkelbågen genom att släppa ut mer på livlinan.

Genomförs dykningen utan kommunikation styrs dykaren i livlinan med söksignaler.

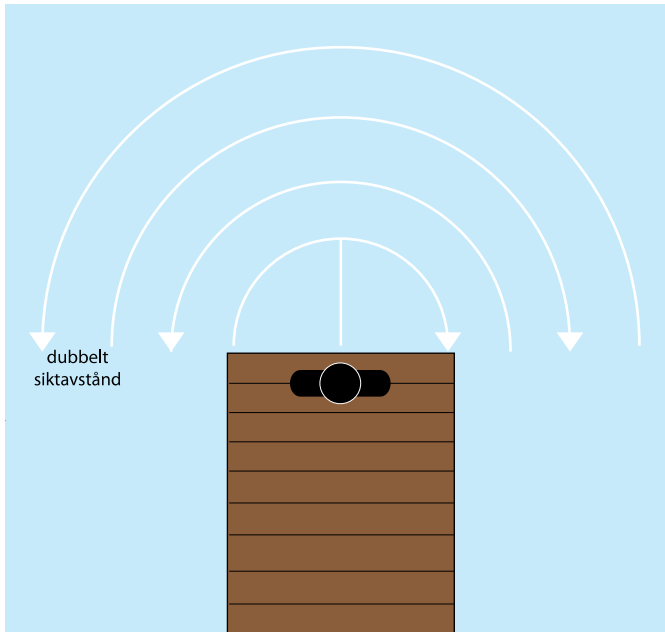


Bild 6.5. Sektorsökning, "dubbelt siktavstånd" mellan pil slut och nästa pils början. (Skiss: Autotech)

6.4. Cirkelsökning

Vid cirkelsökning söker dykaren i ett cirkelformat mönster. Sökningen genomförs med fördel som parykning. Metoden lämpar sig bäst i öppet vatten. Cirkelsökning används vid punktdykning. För att få ett snabbt resultat, fordras en så noggrann lägesbestämning som möjligt. Inled alltid sökningen där man fått den sista indikationen eller där man har den största indikationen. Utlägningsplatsen kan vara kryssspejlad, vara utmärkt sedan tidigare eller en GPS position.

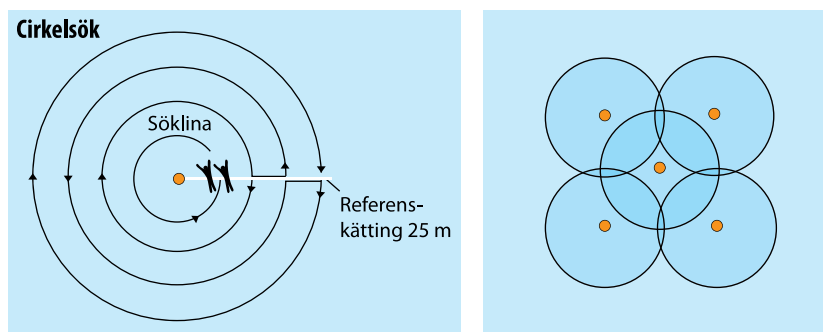


Bild 6.6. Cirkelsökning (Skiss: Autotech)

Metoden kräver en bottenvikt, en nedstigningskätting, en referenskätting och en boj i ytan. Dykarna i sin tur, fäster en sökvinda i nedstigningskättingen en bit upp från botten och tar sedan ut siktavståndet. Viktigt att tänka på när man sedan börjar simma, är att dykaren som ligger innerst inte simmar på för fort, då det kan orsaka att parkamraten blir andfädd med risk för koldioxidkänning.

När dykarna simmat ett varv och kommit tillbaka till referenskättingen, så tar den innersta dykaren normalt ut ett dubbelt siktavstånd. Dykarna ska då vända och simma åt andra hållet. Vid dålig sikt eller mjuk botten kan dykarna fortsätta att simma åt samma håll, men måste då vara observanta på att söklinan snor sig runt nedstigningslinan.

OBS! Avsteg från referenskätting kan göras då dykarna istället använder en kompass för att orientera sig. För att utöka sökområdet kan flera cirklar läggas ut enligt bilden.

6.5. Djupkurvesökning

Djupkurvesökning kan användas vid sökning över stora områden, vid uppgrundningar eller då botten sluttar så kraftigt att det är svårt eller omöjligt att lägga ut linjer. Vid stort djup bör man påbörja avsökningen på det största sökdjupet. Dykningen startar vid den ena referenskättingen eller vid en annan förutbestämd referenslinje. Därifrån söker man längs ett bestämt djup

mot den andra referenslinjen. Väl framme går man till nästa djupkurva som ligger på dubbelt siktavstånd och simmar åt andra hållet. Djupkurvesökning är också lämpligt att använda vid sökning runt en ö, då behövs det bara en referenslinje.

6.6. Ekersökning

Det söksystem som lämpar sig bäst för hjälmdykare är ekersökning. Dykaren följer från ytan till botten en nedstigningslina, i vilken en tung vikt är fäst. Vid samma vikt är även söklinan fäst och den löper längs med botten ut till en sökvikt. Dykaren har således inga problem när han ska byta grepp från nedstignings- till söklinan. Dykaren följer söklinan ut till sökvikten som ligger på ett avstånd som planerats av dykarledaren. När dykaren följt söklinan ut till sökvikten lyfter dykaren vikten och flyttar den i sidled med sträckt söklina. Vanligen flyttas vikten det dubbla siktavståndet, men beslut om detta fattas av dykarledaren. På detta sätt förflyttar dykaren sökvikten i en cirkel med en del av omkretsen åt gången. Varje gång dykaren följer söklinan ut eller in söker dykaren utmed denna. Uppifrån sett framträder bilden av ett hjul med ekrar som när det är komplett motsvarar ett cirkelformat sökområde. Vilken storlek cirkeln har och hur många ”ekrarna” är beror bl a på siktförhållande och dykdjup. Dyket ska planeras så att dykaren befinner sig vid nedstigningslinan när det är tid att lämna botten.

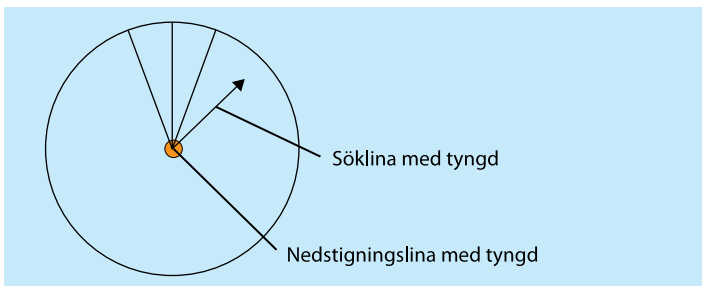


Bild 6.7. Ekersökning (Skiss: Autotech)

6.7. Skrovundersökning

Skrovundersökning på fartyg kan genomföras för flera syften, bl a

- undersökning efter grundstötning (läckage, skador på axlar, roder, propellrar)
- borttagning av tampar/fiskenät som fastnat i roder/propellrar
- kontroll av fartygets allmänna status under vattenlinjen
- sökning efter sugminor/IED (endast Röjdykare).

Före dykning är det viktigt att skaffa sig ett bra underlag om fartygets skrov. Om möjligt, nyttja fartygsritningar samt sök information från personalen ombord.

6.7.1. Genomförande

Dykarledaren planerar dyket tillsammans med dykarna. På ett svenskt örlogsfartyg av en korvetts storlek skulle en skrovundersökning kunna se ut enligt följande:

Dykarna påbörjar dyket vid *styrbords akter*.

Roder och propellrar/jetaggregat på styrbordssidan undersöks och dykarna fortsätter därefter förut. Som referenser används konstruktionsvattenlinjen och kölen. Vid fartygets för simmar dykarna över på babordssidan och genomför sök från för till akter för att sedan gå till ytan vid *babords akter*.

Vid dålig sikt eller då fartyget har brett skrov genomförs flera ”slag” på varje sida av fartyget.

6.7.2. Utrustning

För att kunna ge bra information till uppdragsgivaren krävs oftast att dykaren har någon form av dokumentationsutrustning i form av ritplån eller kamera/video.

Lampa hos båda dykarna är att föredra.

6.7.3. Säkerhet

Säkerheten vid skrovundersökning regleras i RMS Dyk där särskild blankett skall användas för att säkerställa att utrustning på fartyget som kan skada dykarna ej är driftsatta.

Övrigt att tänka på gällande säkerheten.

- Dykarna bör undvika att gå till ytan *mellan* två fartyg förtöjda utanpå varandra (risk att fastna/skadas vid svall).

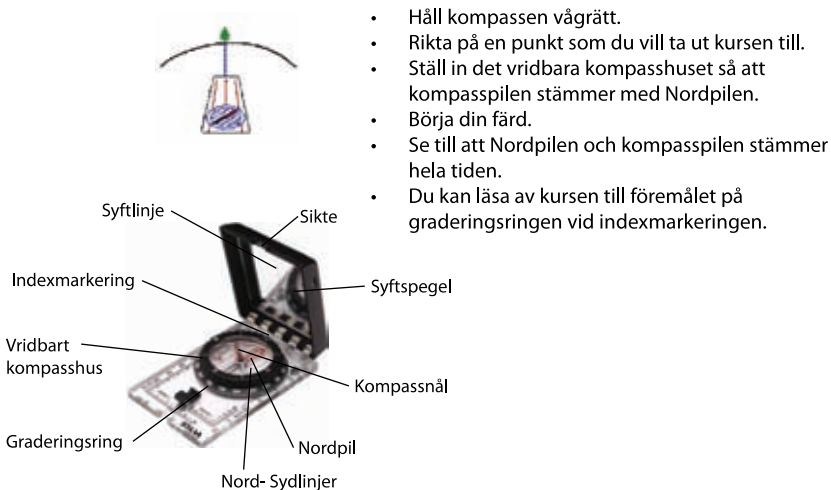
Vid skrovundersökning på utländska fartyg, framförallt av större storlek, finns risk för språkförbistring. Dykarledaren måste vara mån om att rätt person/personer på fartyget underrättas.

6.8. Undervattensorientering

Vid dykning kan man ha stor nytta av en kompass. Dels kan man orientera efter avritade ”banor” från sjökort överförda på skrivplån, eller orientera efter olika landmärken som man tar ut på plats och simmar längs uttagen kurs. Dessutom är kompassen till stor hjälp för att hitta tillbaka till igångsstället. Om man kommer fel så korrigeras detta med hjälp av ytbobservation (avbryter dyket och går upp och tittar) och tar då ut en ny kompasskurs.

Kompassen är även bra till att söka efter något föremål i en viss riktning. Dykaren kan använda kompassen som komplement i olika söksystem t.ex. cirkelsökning, då ser dykaren när han har simmat 360° dvs. ett varv. Dykaren kan också lättare lämna av var i en sökning (riktning i grader) som han slutade.

Man kan använda sig av olika bottenprofiler ex en bränning som sträcker sig i en viss riktning under ytan och blir då ett uppfång.



Att tänka på:

- Förbered simningen genom att studera sjökortet över området.
- Ta ut kompasskurser, distanser att simma, tid för att simma dessa alternativt att man räknar benspark på t.ex. höger ben. Vid omvandling av skalor stryker man de tre sista nollorna för att få mm på kartan omsatt till meter i verkligheten. Skala 1:50 000 innebär att 1mm på kartan är 50 meter i verkligheten. Skärgårdskort och gröna kartan är i skalan 1:50 000.
- Notera att det finns en blå färg för 3 meters djup och grundare samt en ljusare blå för 6 meters kurvan på skärgårdskorten. Djupkurvorna fungerar bra som uppfång då dessa oftast är markanta.

- Rita av banan som ska simmas på ett skrivplån som dykaren har med sig under dyket.
- Håll kompassen rak och helst med bägge händerna.
- Tänk på att kompassen är känslig mot metall t ex dykarutrustning, båtar, kajer, vrak och skrot på botten, detta kallas för deviation och är skillnaden mellan magnetisk nord och kompass nord som uppstår genom magnetism.
- Kompensera för avdrift, normalfallet är att dykaren tar ut kursen 10 meter motströms på dykavståndet 100 meter. Observera att ytströmmar inte alltid har samma riktning som bottenströmmar.
- Sikta hellre mitt på målet än t.ex. en udde, om det finns risk att passera på utsidan.
- Om solen är framme kan den vara till hjälp vid navigeringen, dock ersätter den inte kompassen.
- En av dykarna ansvarar för navigeringen.
- Försök att hålla samma djup under dyket.

6.9. Stråksökning med sökdrake eller skärplan

Stråksökning används främst vid sökning efter större föremål på stora ytor. Förutsättningen för att stråksökning ska kunna genomföras är att sikten är minst 2 meter och att det finns tillräckligt utrymme för att säkert kunna manövrera en båt med skärplan eller sökdrakar.

Dykaren bör inte bli bogserad fortare än 3 knop. Om botten är ojämn eller sikten dålig bör farten minskas så att den som dyker inte bara måste koncentrera sig på att manövrera skärplanet/sökdraken. Skulle sikt- och bottenförhållanden vara extremt gynnsamma kan man genomföra en ”löpning” i varje stråk. Normalt genomförs en löpning från vardera hållet i

varje stråk. Vid ogynnsamma förhållanden, stor avdrift eller liknande, genomförs ytterligare löpningar för att täcka stråket.



Bild 6.8. Sökdrake med draglina. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)



Bild 6.9. Skärplan (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

6.9.1. Förberedelser

När man ska göra en sökning där dykaren blir bogserad, ska man börja med ett punktdyk för att bestämma sikt och bottenförhållanden. Därefter bestämmer dykarledaren hur många dykare det ska vara, avståndet mellan dykarna, sökfarten och lämplig höjd över botten.

Man kan lättare bestämma sikten om bogserlinan till skärplanet/ sökdraken är uppstucken med markeringar. Dykaren bör vara utrustad med en markeringsvåle som han kan fälla eller släppa i farten när föremålet hittas. Dykaren ska inte bära viktbälte, om han trillar av så ska dykaren flyta upp till ytan. Varje skärplan/sökdrake ska ha en djupmätare.

6.9.2. Utläggning

Gå emot strömmen eller vinden när ni lägger ut sökdrakar eller skärplan. När bogserlinan löpt ut till avsedd längd, cirka 3 gånger vattendjupet, går dykaren i vattnet och simmar till skärplanet/ sökdraken. Medan dykaren simmar ut ska dragbåten ligga stilla med stoppade propellrar

6.9.3. Sökning

Varje dykare spanar utmed botten längs ett stråk vars bredd är beroende av sikten. Dykaren håller sig hela tiden på ett visst avstånd ovanför botten och spanar framåt. Om det är flera dykare bestäms avståndet med hänsyn till sökbredden och krav på överlappning med tanke på bottentopografin.

6.9.4. Hemtagning

När dykarna ska bytas av upphävs farten varvid dykarna kommer till ytan. På order från dykarledaren simmar dykarna emot följbåten. Nya dykare simmar ut till skärplanen/sökdrakarna. Vid hemtagning av sökdrakarna/skärplanen ska båten ligga i vindögat med stoppade propellrar.

6.9.5. Utmärkning

För att kunna överblicka sökområdet kan avsökta stråk eller områden bojas ut av följbåten.

7. Undervattensdokumentation

7.1. Inledning

Grundläggande för undervattensdokumentation är att dykaren bör ha god dykvana och behärska avvägning och simteknik. Utan bra färdigheter som dykare blir det ofta så att mer energi går åt till att dyka än dokumentera. Dokumentation kräver dykarens fulla koncentration och dykningen måste ”sitta i ryggmärgen”. Bra dykteknik och avvägning ger bättre bilder. Detta gäller inte bara fotografen utan även dykare i närheten såsom parkamrat.



Bild 7.1. Avvägd dykare med kamera. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Situationen kan variera och det är väsentligt att undersöka förhållanden och på alla vis förbereda sig på bästa sätt före ett dokumentationsuppdrag.

I huvudsak kommer detta kapitel att behandla digitalt foto. Nu när digitalkameran är så gott som var ens egendom har bildkvalitén förbättrats generellt sett. Högkvalitativa bilder är inte lättare att åstadkomma än tidigare men resultatet kan ses omgående. En bild som inte blev vad man hoppats eller har behov av kan oftast numera tas om direkt på plats då kamerans display visar hur det blev. Bra vardagsbilder med enkla autoinställningar är dessvärre inte alltid överförbart med specialfoto såsom undervattensdokumentation.



Bild 7.2. Exempel på hölje till avancerad digitalkamera. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Yrkesdykningen ställer emellertid sällan krav på bilder med toppkvalité avseende skärpa, komposition eller artistisk touche. Det väsentliga är oftast att avbilda något tillräckligt bra för att se vad det är och kanske mäta objektet. Det finns mycket litteratur inom uv-foto varav några hänvisas till här i detta kapitel. Grunderna inom foto kommer att beröras och några för vatten speciella problem belysas särskilt.

7.2. Metoder

En skiss på skrivskiva kan vara fullt tillräcklig men ibland behövs avancerad videoteknik för att uppnå målet. Med video kan man via kabel till ytan direkt se det dykaren ser och detta innebär naturligtvis stora fördelar. Video saknar den kvalitét man kan uppnå med stillbild och arkivering är oftast enklare med bilder jämfört med film. Det varierar från fall till fall och ibland får den utrustning man har till hands avgöra.



Bild 7.3. Diverse fotoutrustning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

7.2.1. Skrivskiva

Med skrivskiva eller ritplån är det oftast bäst att skissa av objektet i flera vyer och sedan mäta så att man i princip får en ritning av föremålet. Fråga den som är uppdragsgivare inför dyket vilka mått som är intressanta. Tumstock kan vara bra att ha och den kan med fördel vara av metall eller plast, de i trä rekommenderas inte då de flyter. Ett tips är att gradera en cm skala på skrivskivan som också kan användas till mätning.

Flera modeller finns och det är enkelt att tillverka en själv. Det finns många varianter på marknaden och även anteckningsblocksliknande lösningar, så kallade wetnotes.



Bild 7.4. Exempel på skrivskivor & wetnotes. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Tänk på att de flesta blyertspennor är av trä som sväller i vattnet. Därför spricker pennan lätt men lite krympslang runt om pennan hjälper. El-tejp är ett annat sätt att förebygga problemet. Det är viktigt att fästa pennan så den inte tappas bort.

7.3. Stillbildsfotografering

7.3.1. Ljusbrytning och reflexion

Skillnaden i täthet mellan vatten och luft ger att ljuset bryts när det färdas från det ena till det andra mediet.



Bild 7.5. Ljusets brytning mellan luft och vatten. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Med cyklop, dykhjälm eller helmask bryts ljuset mellan luftspalten innanför glaset och vattnet utanför och gör generellt att föremål upplevs 1/3 del större och 1/3 del närmre.

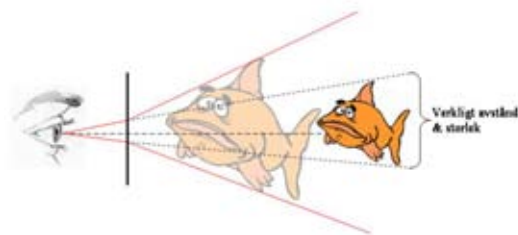


Bild 7.6. Brytningen ger en skenbild närmre och större . (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Då avstånd mellan öga och vatten ökas ändras också ljusbrytningen och ger större påverkan. Hjärnan kompenserar dock efter ett tag denna ”felbedömning” och man lär sig att bedöma storlek och avstånd. Kameran saknar denna förmåga och landkameror som placeras i något slags hölje påverkas

således. Autofokus fungerar dock utan problem. Glasytan eller porten som det kallas kan vara av plant glas (flat port) men för vidvinkelobjektiv är ljusbrytningen så märkbar att kupolformat glas (dome port) används för minsta optiska kvalité förluster. Dessutom skulle ett planglas framför ett vidvinkelobjektiv bryta ljuset så att brännvidden ökar och objektivets vidvinkeleffekt avtar.

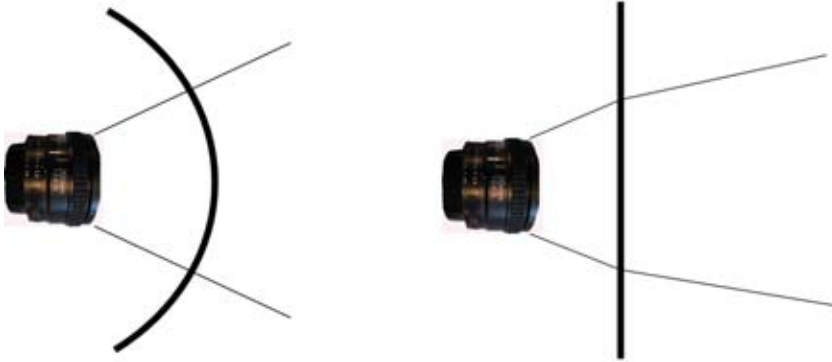


Bild 7.7. Domeglas ger vidvinkelobjektiv rätt brytning till skillnad från planglas. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

7.3.2. Ljusfiltrering och ljusbrytning

Solljuset är av stor vikt vid uv-foto. Dels för hur vi upplever sikt men också som ljuskälla till våra bilder. Vattenytan bryter ljuset av olika faktorer enl. skisserna.

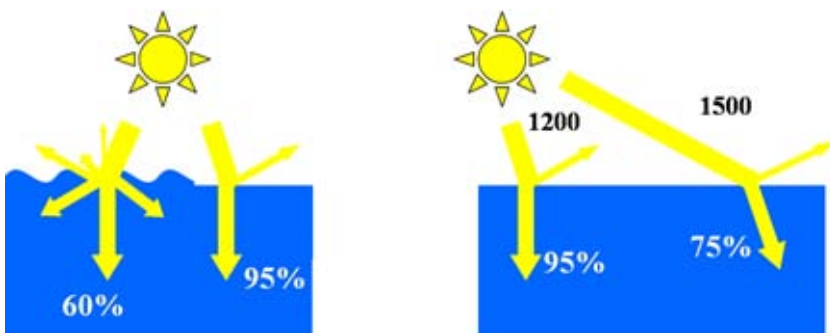


Bild 7.8. Ljusets brytning och bortfall. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Digitala kameror är sämre än analoga på att hantera de stora kontrastskillnader motljusförhållanden innebär när solen innefattas i bilden. De digitala sensorerna blir dock bättre och bättre. Det är stor skillnad på hur digitala kamerors bildsensor hanterar svåra ljusförhållanden såsom motljus

och mörka, kontrastsvaga fotosituationer. Det är värt att undersöka vad kameran man tänker skaffa klarar av innan man investerar i ny utrustning.



Bild 7.9. Uppifrån digital resp. analog bild i motljus. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Vattnet filtrerar ljuset och färger avtar med djupet pga ljusvågornas frekvens. Först försvinner rött och sist blått.

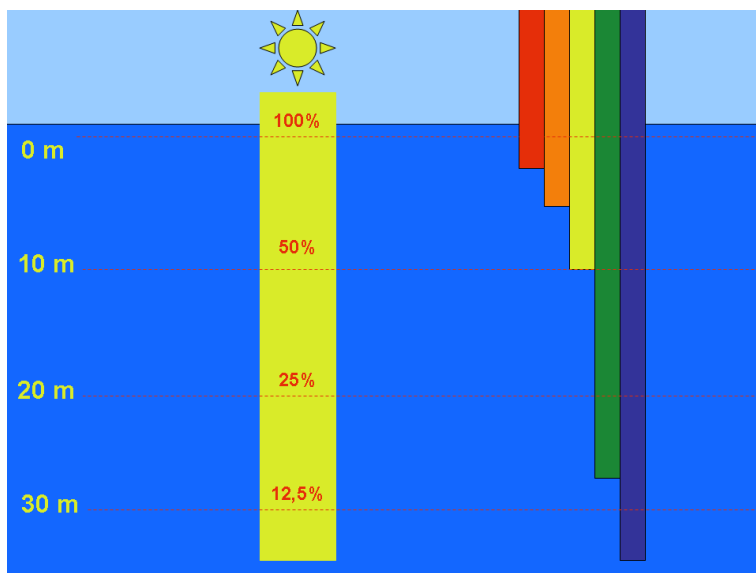


Bild 7.10. Vattnets filtrering av spektrumets färger. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

I tempererade vatten är näringshalten så hög att grönt tränger djupast. Söt-vatten innehåller ofta humus (jordpartiklar) som ger brungult färgstick. Föroreningar kan också resultera i färgstick.

Det finns olika sätt att återge de rätta färgerna under vattnet. I klart vatten på grunda djup är fotofilter ett bra sätt att återge färgerna. Filtret har vanligen en orange eller rosa ton. Denna metod fungerar bäst i tropiskt vatten eller motsvarande ner till ca: 10m djup. Det måste finnas tillräckligt med naturligt solljus för att denna metod ska fungera.

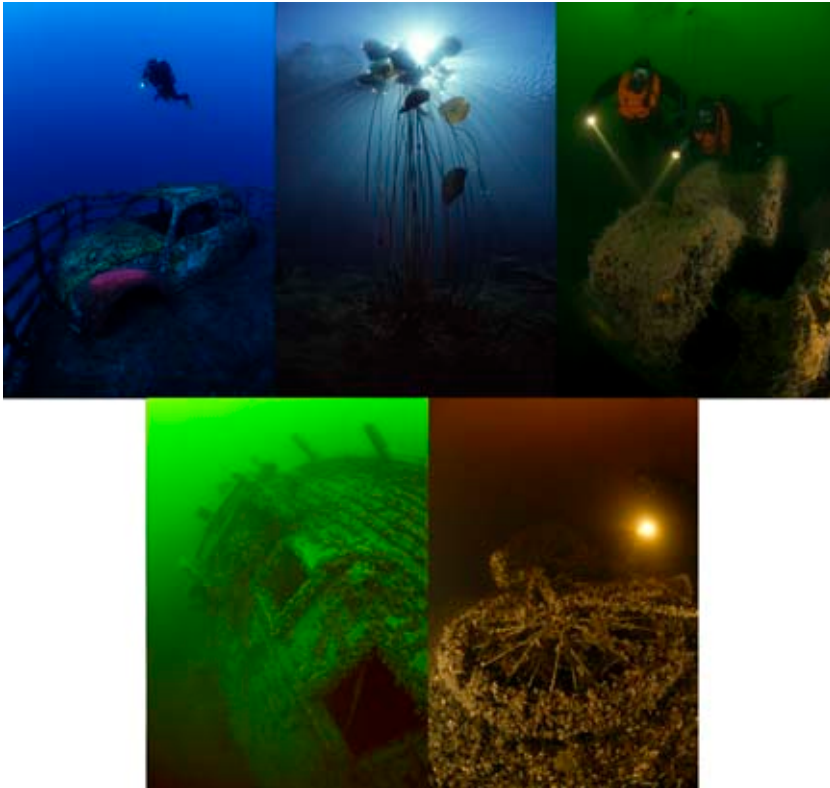


Bild 7.11. Olika vatten beroende på djup, solens läge och vattnets innehåll. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Blixt eller undervattens lampa är de vanligaste metoderna. Olika ljuskällors karaktär ger var och en sitt resultat allt efter vilken färgtemperatur² de har. Ljussättning är det som ofta upplevs som det svåra med fotografi vilket från Grekiskan betyder just ”*måla med ljus*”. Belysningsteknik beskrivs särskilt i kapitel ”7.3.2 Blixtljus och annan belysning”

2. Ljusets färgton kan definieras som dess färgtemperatur och mätas i kelvin. Hög färgtemperatur motsvarar blåaktiga färgtoner och låg färgtemperatur rödaktiga färgtoner.

7.3.3. Kameror för undervattensbruk



Bild 7.12. Digitala kompakter. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Småbildskamera eller mellanformat, vad är skillnaden? De gamla lådkamerorna som räknas till de första kamerorna som uppfanns och nyttjades kallas fullformatskameror då hela dess bakstycke utgjorde bildytan där ljuskänsliga glasplåtar fängade bilden.

Mellanformat resp. småbilsformat beskriver egentligen filmens format. Småbild är det vanligaste och då mest känt filmformat 24 x 36 mm. Mellanformatsfilm har storlek varierande från 6 x 4,5 cm till 6 x 9 cm. Det finns storformatskameror även i modern tid och generellt kan man säga att ju större format desto större bilder kan tryckas med bra kvalitet kopplat till att filmstorleken gör att förstoringsgraden är mindre på stora filmformat än på småbild.



Bild 7.13. Hasselblad är ett exempel på mellanformatskamera. (Foto: Wikipedia)

Digitala kameror i mellanformat finns men är extremt riktade till yrkesfotografi med stora krav på kvalitet och priserna på sådan utrustning därefter.

Inom kommersiell yrkesdykning används idag ofta ROV med fasta videokameror för så kallade framegrabs (bildrutor ur filmen) när stillbilder behövs. Dessa bilder är oftast av låg kvalitet. Vissa entreprenörer anser att en billig kamera är mer ekonomiskt att ersätta då den går sönder (vilket den gör förr eller senare) än dyra utrustningar av toppkvalité som också är ganska känsliga mot hård hantering.

Det finns inget rätt eller fel utan bara flera alternativ att välja från. Egna behov och ramar får styra hur din utrustning ser ut.

Några fördelar och nackdelar med digital spegelreflexkamera



Bild 7.14. Digital spegelreflexkamera. (Foto: Wikipedia)

- + Slutaren har ingen fördröjning
- + Bildkvaliteten är ofta god
- + Har möjlighet för separat blyxt
- + Stödjer ofta RAW-format
- + Ofta robustare än alternativet

- Är ganska skrymmande
- Kostsam
- Utrymmeskrävande bildfiler

Några fördelar och nackdelar med digital kompaktkamera



Bild 7.15. Digital kompaktkamera. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

- + Liten och nätt
- + Förhållandevis billig
- + Enkelt handhavande
- Slutaren har fördröjning
- Ofta sköra plastdetaljer
- Saknar ofta möjlighet för separat blyxt
- Färre manuella möjligheter

7.3.4. Exponering grundläggande

Exponeringen är generellt beroende av tre faktorer som kan justeras.

- **Ljuskänsligheten** på fotograferingsmediet, dvs. film för analog och sensor³ för digitalkamera (anges som ISO-tal, se fördjupning)



Bild 7.16. ISO-angivelse på en filmförpackning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

- **Slutartiden** (fungerar som en ridå vilken öppnas och låter ljuset belysa sensor eller film)



Bild 7.17. Kamerans väljarratt för slutartid. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

3. Digitalkamerans sensor är antingen av CCD (Charge-Coupled Device) eller CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Gemensamt är att de gör om analogt ljus till digitala signaler.

- **Bländaröppningen** (objektivets justerbara hål där ljuset passerar in i kameran)



Bild 7.18. Ett objektivs bländaröppning. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Längre slutartid, större bländaröppning eller högre känslighet ger högre EV (ExponeringsVärde). Kortare slutartid, mindre bländaröppning eller mindre känslighet ger lägre EV. Mörka förhållanden kräver högt EV och vice versa.

Det finns för- och nackdelar med att öka eller minska de tre faktorerna. Enkelt uttryckt kan man säga att:

Högre känslighet på fotograferingsmediet ger mer kornighet/brus i bilden. Kort slutartid ger möjlighet att "frysa" rörelser medan lång slutartid ger möjlighet att "fånga" rörelser i motivet. Bländaröppningen påverkar skärpedjup i bilden samt ljusinsläpp. Vid undervattensfotografering styr bländare också blixstens avstånd till motivet för korrekt exponering, mer om det längre fram.



*Bild 7.19. Sekvens med olika bländare. Från vänster, f16, f11 och f8.
(Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)*



Bild 7.20. Sekvens med olika slutartider. Uppifrån, 1/125s, 1/60s, och 1/30s. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

En viktig princip är det motsatsförhållande som gäller mellan slutartid och bländaröppning. Om bländaröppningen ökas med ett steg måste du kompensera genom att minska slutartiden för att behålla samma EV.

Exempel: Vid fotografering på land i solljus kan inställningarna $f/16$ och $1/125$ sekund användas för att få en korrekt exponering. Om du istället vill använda en större bländare (t ex $f/5.6$, som är tre bländarsteg upp från $f/16$) måste du kompensera med samma antal bländarsteg kortare slutartid (i detta fall $1/125 * 2 * 2 * 2 = 1/1000$ sekund) för att få en korrekt exponering, om man inte vill över- eller underexponera⁴. Ändringarna förutsätter att känsligheten på fotograferingsmediet hålls konstant, dvs. samma ISO.

En nackdel med att ha för långa slutartider är att bilden kan se urfränt ut men framförallt kanske stativ måste nyttjas då det inte går att handhålla kameran vid alltför långa slutartider. Riktvärde för stativ beror på situation men slutartid längre än $1/60$ s är svårt att hålla stilla vid landfoto. Under vattnet är rörelserna trögare och man klarar handhålla något längre slutartider. I sammanhanget är det också viktigt att belysa hur objektivets brännvidd också påverkar vilken slutartid som klarar handhållas utan skakoskärpa. Vidvinkel är mer förlåtande medan teleobjektiv och inom uv-foto korta teleobjektiv för makrobilder blir känsligare osv. Vissa kameror och objektiv har inbyggda bildstabilisatorer vilka medför att ännu längre slutartider kan nyttjas.

Sammanfattning exponering

Under vattnet används oftast blixt för att få rätt färger och helt enkelt tillräckligt med ljus för en exponering. De tre tidigare nämnda parametrarna påverkas nu även av blixstens styrka och avstånd till motivet. Det blir lätt lite för mycket att hålla reda på för en nybörjare varpå man brukar nyttja vissa grundinställningar och variera någon eller några variabler för att få önskat resultat.

Vid blyxtfotografering undervattnet väljer man oftast lågt ISO för att minimera brus. Då återstår bländare och slutartid samt eventuellt blyxtljusets inverkan. Oftast vill man uppnå balans mellan det naturliga och det artificiella ljuset. Detta uppnås genom manuella inställningar av de parametrar som påverkar exponeringen men en grundinställning att utgå ifrån kan vara följande.

- ISO 200
- Blixt inställd på $\frac{1}{2}$ eller $\frac{1}{4}$ dels effekt. (Mer om blyxtanvändning längre fram). Kamerans program inställt på bländar automatik⁵ vilket innebär att man själv väljer slutartid och kameran använder en passande bländaröppning för rätt exponering.

4. Överexponering innebär att bilden blir för ljus och återges med urfränt så kallad högdager, dvs. bildens ljusaste partier. Underexponering är dess motsats och bilden blir då för mörk med svart lågdager.

5. Bländarautomatik, även kallad slutartidsförval är en funktion på kameran där fotografen väljer slutartid och kameran ställer in lämplig bländare med halvautomatik. Är oftast markerad med bokstaven S på kamerans inställningsratt efter den engelska benämningen shutter priority.

Slutartiden bör väljas snabbare än 1/30 dels sekund för att undvika rörelseoskärpa men långsammare än 1/250s därför att programautomatiken troligen inte hittar en acceptabel bländarkombination som ger rätt exponering med snabbare tider.

Detta skulle kunna vara en bra grundinställning av kameran och här ändras bara slutartid och kameran väljer själv bländare och övriga parametrar är redan valda. Självklart kan man lika gärna använda slutartidsautomatik⁶ och följaktligen själv ställa in bländare och låta kameran matcha en slutartid för att uppnå rätt exponerad bild.

7.3.5. Blixtljus och annan belysning



Bild 7.21. Lampa som ljussättning kan ibland vara ett alternativ. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

En fotografisk bild eller en filmsekvens behöver ljus för att kunna registrera information. En bild är helt beroende av ljuset utom med infraröd film som tillhör specialområde inom foto/film. Den tyngsta och mest komplicerade parametern inom fotografiskt skapande beskrivs inte så enkelt bara med ord och exemplifierande bilder. Här kommer de mest fundamentala kunskaperna om ljussättning beskrivas. Sedan måste dessa kunskaper kläs med erfarenhet.

6. Slutartidsautomatik, ibland kallat bländarförval, är en funktion på kameran där fotografen väljer bländare och kameran ställer in lämplig slutartid. Är oftast markerad med A på kamerans inställningsratt efter engelska benämningen aperture priority.

Bilden skapas i naturligt ljus eller artificiellt ljus och kanske vanligast en kombination av de båda. För kreativa och vackra bilder handlar det delvis om tycke och smak. För den mer dokumentära delen av fotografering har vi försökt lista viktiga fakta om belysning.

Det naturliga ljuset kan ibland vara tillräckligt men oftast behöver man tillföra ljus så att vattnets bortfiltrering av solljuset kompenseras och vi kan då se färger och detaljer i vårt motiv.

I skandinaviska förhållanden ger dunklet sådana svårigheter att filter knappt kan ge bra resultat och artificiellt ljus med blixtp eller lampa måste användas. Blixtp är generellt mer kostnadseffektiva än lampor. För video däremot måste lampa användas då filmen löper över tid. En blixtp lyser normalt extremt kort tid. ca 1/40 000 sekund.

Man brukar ange en blixtp styrka i ledtpal. Med hjälp av detta kan man räkna ut vilken bländare man ska använda. Ledtpalet anges normalt för ISO 100. För andra ISO värde måste man räkna om ledtpalet. Multiplicera med 1,4x för varje fördubbling av ISO. Ledtpalet gäller bara inomhus i ett "normalt" rum. Utomhus eller i stora rum med högt i tak är ledtpalet betydligt lägre.

bländare = ledtpal/avstånd (i meter)

Exempel: Om blixtpen har ledtpal 32 så blir det bländare 8 om avståndet är 4 m.

I avsnittet om exponering nämndes sambandet mellan de olika parametrar som påverkar exponeringen. Blixtpstyrka och blixtpens avstånd till motivet påverkar exponeringen. Ett fotografi taget mitt på dagen kan ha motivet rätt exponerat men omgivande vatten kan vara allt från nattsvart till olika nyanser av grönt i våra vatten. I tropiska förhållanden är vattenkolumnen mer blå än grönt. Hur påverkar olika inställningar resultatet?

I ena fallet ser det ut som bilden är tagen under ett mörkerdyk medan den andra tydligt visar dagsljus och dessutom oftast är mer tilltalande.

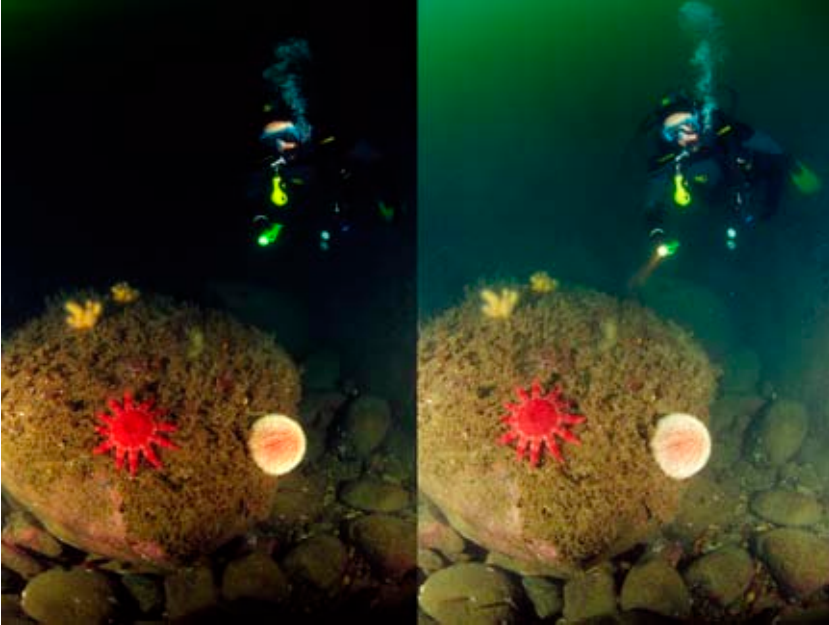


Bild 7.22. Blixt på första respektive andra ridå (rear sync). (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Bilden som har svart vatten kolumn är förmodligen tagen med snabb slutartid samt liten bländare och släpper då inte in tillräckligt med naturligt ljus för att det ska registreras i bilden. Blixten är tillräckligt stark för att exponera motivet rätt och vi får ändå ett tillfredställande resultat.

Genom att släppa in naturligt ljus under exponeringen kan bilden bli mer korrekt i avseende på att återge det vi såg under dyket. Dessutom blir bilden i kreativa termer mer intressant och eventuellt vackrare att se på. Att balansera det naturliga ljuset med t ex blixtljus hör till de svårare konsterna inom undervattensdokumentation.

Problemen i våra förhållanden i nordiska vatten är ofta att det naturliga ljuset är så svagt att det kräver långa slutartider och/eller stora bländaröppningar. Vattnet har alltså filtrerat bort relativt mycket av solljuset och de långa slutartiderna som krävs för korrekt exponering och samtidigt balanserat ljus klarar inte handhållas utan risk för rörelseoskärpa.

De flesta kameror med blixt löser ut blixten på ”första ridån”, med detta menas i början av slutarens öppna tid. Blixten slår mycket kortare tid än kamerans slutartid (blixstens lystid är ungefär $1/40000$ s) och det ger en

enl. kamerans automatik korrekt exponerad bild innan det naturliga ljuset hunnit bli registrerat på film eller sensor.

Om kameran har möjlighet att ställas in på "andra ridån" blixtsynkronisering (eng "rear sync" eller "rear curtain") så kommer blixten att slå först i anslutning till att slutarridån stänger. Detta tillåter naturligt ljus att registreras innan blixten slår och fyller ut exponeringen.

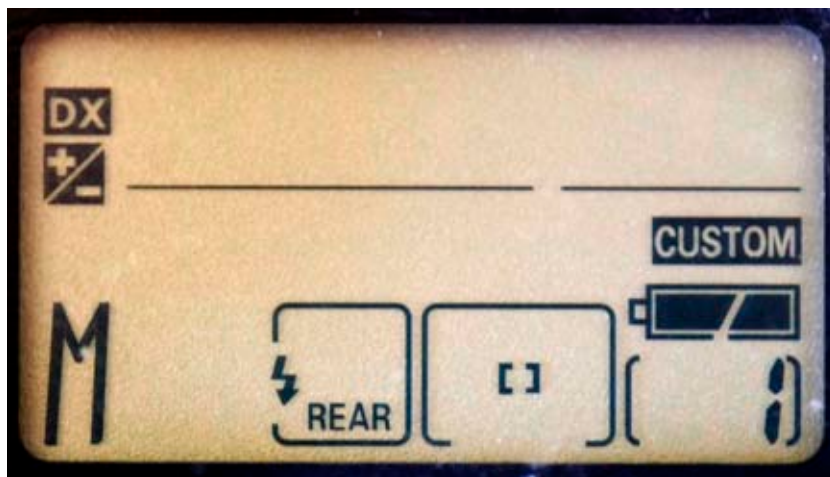


Bild 7.23. Notera "rear sync" symbolen. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Inställningsmöjligheterna på en uv-blixt varierar från tillverkare och mellan olika modeller. Vanligen har en blixt följande inställningsmöjligheter.

- 1/1 Full effekt
- 1/2 Halv effekt
- 1/4 en fjärdedels effekt
- 1/16 en sextondels effekt
- TTL Through the lens⁷

7. TTL betyder att mäta ljuset "through the lens" alltså genom objektivet. Det innebär att kamerans automatik mäter blixtljuset och anpassar hur mycket effekt blixten ska slå för att ge korrekt exponering. Här är viktigt att känna till att en analog blixt med TTL inte kan nyttja denna inställning med en digitalkamera. Gränssnittet för signalen är inte kompatibelt. Det finns konverterare att skaffa eller helt enkelt en digitalblixt anpassad till digitalkameran.

- Slave Slavblix (triggar då annan blix slår)



Bild 7.24. UV blix, inställningsmöjligheter. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin.)

Blixtpacering

Partiklar och skräp i vattnet reflekteras i blixtljuset och av denna anledning är det av vikt hur blixterna placeras i förhållande till kameran.

Man kan göra jämförelsen med att slå till helljus på en bil i snöfall. Det bländar och samma sak inträffar när blixtljus slår rakt framifrån och träffar partiklar i vattnet.

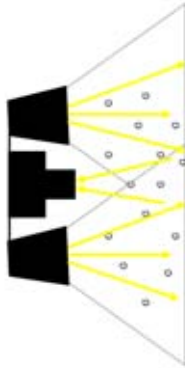


Bild 7.25. Felaktig placering av blixhtar. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

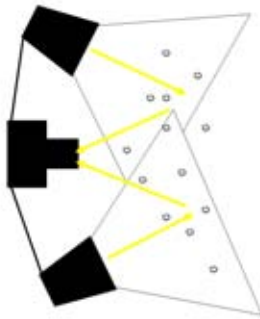


Bild 7.26. Denna blixtplacering tror man ofta är bra men även denna ger "backscatter". (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)



Bild 7.27. Lätt utåtriktade och något bakom portens glas får man bra belysning med blixstens kantljus. Detta minimerar "backscatter" även vid partikelrikt vatten. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Ju mindre vatten vi har mellan kameran och motivet desto mindre partiklar finns emellan oavsett siktförhållanden. Därför är det alltid bättre att gå nära sitt motiv för sina uv-bilder. Är motivet stort så använder man hellre ett vidvinkelobjektiv och går närmre än att backa för att få med hela motivet i bild med standard/normal optik.

Blixtljuset är mjukare i utkanten av ljuskäglan och en oväntad positionering av blixterna så de nästan pekar vid sidan av motivet är bäst.



Bild 7.28. Diffusorn sprider ljuset jämnare och är framförallt bra för vidvinkel situationer. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

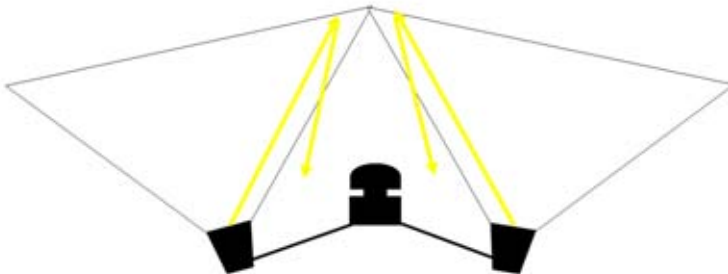


Bild 7.29. Blixtplacering extrem vidvinkel. Även här kan blixterna riktas något utåt för bäst resultat. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Blixtplacering skiljer något avseende närbild (macro) och vidvinkel. Dessutom används oftast små svaga blixtar för närbild.

Blixtarna bör också vara något bakom film eller sensors plan då portens skuggande kant hindrar bilden från att få in felriktat ljus.

Blixtens avstånd till motivet påverkar exponeringen. Detta styrs enklast med bländaren men att ändra blixtens avstånd funkar också men är inte så praktiskt. Ofta har blixtar en tabell påklistrad som anger blixtavstånd och korrekt matchat bländarval.



Bild 7.30. UV-blixt med tabell. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

På enklare kameror kan man inte alltid styra blixtens påverkan mycket mer än ”på” resp. ”av”. En diffusor kan hjälpa till att sprida ljuset mjukare. Ibland är det bästa att helt stänga av blixten.



Bild 7.31. Diffusor på enklare digital kompakt. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

7.4. Videofilmning



Bild 7.32. Dykelev videofilmning vid FM DykS. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Först av allt ska poängteras att man måste läsa manualen!

Skillnaden mellan stillbild och video är mindre än man kan tro och mycket av det som beskriver stillbildsfotografering gäller även för videofilmning.

Videofilmning har den fördelen att inte ”frysa” ett ögonblick utan skildra en längre tidsskala av motivet. Då kan vi få en bättre uppfattning av motivet ur ett mer dokumentärt perspektiv. En inspektion av ett undervattensarbete

eller beskrivning av ett föremål eller en situation blir mer informationsrik för en betraktare. Rörliga bilder kan vara väldigt användbart när man ska visa en icke dykande uppdragsgivare något från dykplatsen.



Bild 7.33. SLT 60 dykare med Genesishjälm och realtidsvideo. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

7.4.1. Olika videokameror



Bild 7.34. Några typer av uv-videoutrustningar (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Även inom video har den digitala tekniken kommit för att stanna och är dominerande. De enkla kamerorna kan ofta filma med bättre kvalitet än man kanske tror. Nackdelen är att film ofta tar stort utrymme på minneskortet och endast korta sekvenser kan filmas. Välj formatet ”PAL” vilket är europeisk standard till skillnad från ”NTCS” som är amerikansk standard.



Bild 7.35. Filmsymbolen på enkla digitalkameror. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

De vanligaste digitala videokameratyperna är idag DV (digital video) samt HDV (high definition video) och interna hårddiskar är vanligare än det äldre systemen med kassetter och skivor.

7.4.2. Grundläggande filmteknik

Allmänt

Digitala filmkameror kan ofta ställas in manuellt på flera funktioner. Ofta fungerar autoinställningar bra i filmsammanhang till skillnad mot stillbild. Vitbalans, autofokus mm kan således oftast lämnas i autoläge.

Panorering

Innebär att man filmar i sidled. En vy åskådliggörs bäst om kameran hålls i så rak linje som möjligt. Långsam rörelse för att ögat ska hinna se och hjärnan hinna registrera vad som filmas.

Ofta kan så kallad ”helikoptersväng” nyttjas av dykaren som filmar för att komma hela varvet runt objekt som dokumenteras.

Zoom

Grundregeln är att uv-filma med så mycket vidvinkel som möjligt för att minska vattenpelare mellan objekt och kamera. För att visa detaljer går man ofta närmare eller zoomar in med kameran. Zoomar man in mycket minskar bildvinkeln och det blir svårare att filma ”stadigt”, vidare så ska

man vara återhållsam med att zooma in och ut då detta gärna upplevs som rörigt för betraktaren av filmen.



Bild 7.36. Zoomreglage på ett hölje till videokamera. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Fokus/autofokus

Ibland låser fokus på partiklar i vattnet eller damm på linsen. Detta sker nästan bara i dålig sikt. Då kan man behöva skifta till manuell fokus och därför är det av vikt att följa sin filmning i okuläret eller sin display för att se om autofokusen tappar referens.



Bild 7.37. Manuell fokus. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Videoredigering/uppspelning

Dokumentärt redigeras sällan filmen. Vid exempelvis brottsplatsundersökning krävs dessutom att filmen är oredigerad. För övrig redigering är det fundamentala att berätta en historia. Redigering i datorn kräver oftast snabba anslutningskablar typ ”firewire” eller ”e-sata”.

Uppspelning av inspelningen kan enkelt göras på tv med AV in resp. utgång alternativt scartkontakten. Video eller dvdspelare kan också nyttjas för ändamålet och möjlighet att kopiera filmen ges.



Bild 7.38. Utgångskontakter HDV kamera. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Vård & skötsel

Uv-fotoutrustning är känslig och behöver vårdas med omsorg för att hålla länge och fungera felfritt. Läs tillverkarens instruktioner.

Efter användning sköljs utrustningen av utan att öppnas upp. Har den använts i saltvatten eller smutsigt vatten är det viktigare än annars och man kan med fördel låta utrustningen ligga någon timma eller flera timmar i färskvatten för att låta saltkristaller lösa upp sig.



Bild 7.39. Kameror i sköljkar. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Genomföringar och oringar i uv-höljen är särskilt utsatta och vid skador eller smuts kan det lätt uppstå läckage.

All fotografisk utrustning är mer eller mindre känslig för fukt. Digitalkameror hör till de känsligaste.

Oringar ska aldrig hanteras med verktyg eller vassa föremål. Särskilda oringsplockare kan användas men oftast är det lättast och gör minst skada att använda händerna då oring ska tas bort eller sättas tillbaka i sitt läge.



Bild 7.40. Låsbälg, oringsplockare, silikonfett, tops. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Det finns oringar av olika material och kvalitet. Gemensamt är att oringar för uv-bruk ska smörjas med silikonfett. Den feta hinna som silikonet bildar ger oringen längre livslängd och hindrar uttorkning samt gör att den inte slits genom friktion mot tätytan. Den ska bara smörjas med ett mycket tunt lager silikonfett. Det får aldrig bli synbart fett som klumpar sig.

Om man tar för mycket fett så drar det lätt till sig smuts, grus och damm som kan orsaka att oringen inte tätar. Glöm inte att kontrollera både oring och ytan som oringen ska täta emot innan du stänger igen höljet.

Tänk på att inte få silikonfett på några optiska glasytor då det är väldigt svårt att tvätta bort.

Oringar som inte används på en längre tid bör plockas bort ur sitt läge och sköljas av i varmvatten för att torka och sedan förvaras i plastpåse torrt, mörk och svalt men absolut inte i frysgrader.

Spåren där oringar suttit kan enkelt rengöras med tops och sedan blåsas av med blåsbalg.



Bild 7.41. Innanmätet av en ärgad dränkt Nikonos V. Dränkt elektronik kan ibland räddas och repareras. Inledningsvis bör föremålet läggas i rödsprit för att få bort all fukt och saltrester. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Det finns tryckluft på burk som är till för elektronik i första hand men som även fungerar till fotoutrustning. Även manuella blåsbalgar framtagna för fotobruk är att rekommendera.

Blås aldrig genom munnen mot fotoutrustning. Ditt blås innehåller fukt, saliv och annat som inte är bra att få på känslig optisk utrustning.

Objektivglas, filter samt glasytor till portar på vattentäta uv-hus behöver ibland putsas av och det finns speciella linspapper för ändamålet.



Bild 7.42. Linspapper. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Använd inte fingrar, handdukar eller annat tyg då det kan repa glaset. Inte ens vanligt papper är bra då även det repar glasytor. Torra ansiktsservetter kan vara ett alternativ då de är av mjukare material och oftast luddfritt.

Om du har smutsiga ytor som kräver kraftfullare rengöring så kontrollera att det verkligen är glas innan du använder några lösningsmedel eftersom optiska detaljer ibland är av akrylplast som blir förstört av de flesta lösningsmedel.

Handdisk kan ibland vara en bra lösning. Använd inga borstar eller slipande hjälpmedel utan se till att ha mjuka tvättsvampar som inte repar.



Bild 7.43. Domeport för vidvinkel är utsatt och känslig för repor. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Efter rengöring av portar på uv-höljen kan det vara idé att applicera ett optiskt vax för att hålla glasytan renare. Obs! detta gäller inte själva objektivet utan bara porten eller uv-höljets frontglas.

Batterier

De vanligaste batterityperna för fotoutrustning är ”Li jon” (litium jon) samt ”NiMh” (nickel metallhydrid) pga sin effektivitet. De ska skötas på rätt sätt för att fungera tillräckligt länge.

Läs tillverkarens rekommendationer för skötsel av batteriet.



Bild 7.44. Ex på specialbatterier och laddare. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Ta alltid ur batterier vid förvaring av utrustningen. Batterierna kan läcka frätande ämnen som förstör utrustningen. Tänk på att nedkylda batterier inte varar lika länge. Ett tips är att ha batterier i byxfickan och stoppa dem i apparaturen precis före användning vintertid.

Många fabrikat har specialbatterier till sina produkter men om det är standardbatterier kan man med fördel använda laddningsbara batterier. Laddade batterier laddas successivt ur så man bör ladda batterierna i anslutning till användning.

Kasta inte dina förbrukade batterier var som helst utan sopsortera dem.



Bild 7.45. Använd laddbara batterier och återvinn all slags batterier. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Förvaring & service

Ofta används särskilda väskor eller lådor till fotoutrustning, som är stöt-, väder- och vattenskyddade.

Låt alltid din utrustning torka ordentligt efter sköljning innan den läggs undan för längre tids förvaring. Särskilda påsar med selicagel fungerar bra som fuktupptagare i kameraväskan eller ett skåp med fotoutrustning.



Bild 7.46. Stöttåliga och vattenavvisande väskor lämpar sig för UV-utrustning. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Ta bort oringar och batterier vid långtidsförvaring som tidigare beskrivits. Filmrullar och förbrukningsbatterier kan med fördel förvaras i kylskåp för längre livslängd. Se över utrustningen någon gång i månaden och smörj torra oringar med silikonfett samt ladda upp laddningsbara batterier. Använd gärna batterierna regelbundet för att de aldrig ska laddas ur helt och riskera att bli förstörda vid långvarig förvaring. UV-fotoutrustning bör servas årligen hos auktoriserad servicetekniker.

8. Arbeten under vatten

8.1. Allmänt

Vid arbeten under vatten används olika typer av verktyg och maskiner. Säkerhetsbestämmelser för undervattensarbeten och verktyg finns i RMS Dyk.

Vid användande av verktyg ska en riskanalys göras enligt Säkl, där man tar hänsyn till utbildningsnivå på personalen, svårighetsgrad, yttre förhållande m m.

Större och tyngre verktyg får inte fästas på dykaren, han ska alltid kunna lämna verktyg och arbetsplats t ex vid en nödsituation. En bra kommunikation eftersträvas, i vissa fall ett måste för att dykaren ska kunna hantera sitt verktyg på ett säkert sätt.

En del arbeten lämpar sig bättre för hjälmdykning. Kommunikationen är bättre, hjälmen skyddar mot nedfallande föremål samt klarar gastillförseln bättre framförallt i partikelfyllt/smutsigt vatten.

Arbetsmiljöaspekter ska iakttas, t ex hörselskydd vid bullriga aktiviteter, vid behov flytväst på ytoorganisationen vid arbeten på däck/kaj eller motsvarande. Återställ arbetsplatsen på ett miljömässigt sätt, t ex tag med rester av svetspinnar m m. Planera för att kunna ta hand om eventuellt spill av oljor m m.

- Prova funktionen hos arbetsverktyget samt arbetsmetoden innan dyket.

- Även dykarledare och dykarskötare ska ha utbildning på maskinen/verktyget för att t ex säkerhetsmässigt kunna hantera dessa.



Bild 8.1. Dykarna övar med verktygen på land innan de ska använda dem under vattnet. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

8.2. Bärgning

8.2.1. Grunder

Bärgning av stora objekt ska ledas av en bärgningsledare.

Vid bärgning av mindre föremål, som inte kräver särskilt utbildad bärgningsledare är dykarledaren bärgningschef så länge dykarna finns i vattnet. Dykarledaren ansvarar då för säkerheten vid bärgningen.

Bärgning av objekt ur vatten kan genomföras t ex med

- koppling med en eller flera lyftsäckar
- lyft med lyftkran, hjullastare eller motsvarande
- koppling av dragtåg eller ställina och uppdragning från land.

Vid lyft med tåg eller ställina från ytan eller från land får dykare inte befinna sig inom riskområdet. Riskområdet utgörs av den ytan över vilken vinsch-, hjälp- eller staglina jämte krok, dragögla, schackel, block, kätting, stropp m m kan svepa vid brott. Ytan begränsas av cirkelbågar med fäst- och förankringspunkterna som centrum och avstånden mellan respektive punkter som radier.

8.2.2. Bärgnings- och lyftdon

Före användning ska materielen kontrolleras med avseende på förslitning, deformation, sprickbildning och andra skador. Krok, schacklar, block, kättingar och stroppar märks vid första besiktningen med uppgifter om maximalt tillåten belastning. Märkningen utförs genom instämpling i redskapet eller med märkbricka.

8.2.3. Bärgning med stållinor

Stållinor får inte belastas över skarpa kanter eller böjas runt ett föremål med liten diameter. En fast ögla ska vara försedd med kaus. Före belastning ska linan kontrolleras så att den inte bildar kinkar. Om en kink uppstår ska den böjas ut försiktigt så att linan inte skadas. En kink får inte vridas eller slås ut.

8.2.4. Bärgning med lyftstroppar

Vid lyft i vattnet är lyftstroppar betydligt enklare att använda än vajer eller kätting. Tänk bara på att kontrollera vilken belastning som stropparna är avsedda för och att de är översedda och godkända.



Bild 8.2. Bärgning med lyftstroppar. (Foto: Försvarmakten Thomas Falk)

8.2.5. Bärgning med lyftsäck

Lyftsäckens lyftkraft kan vara varierande, men den maximala lyftkraften ska finnas angiven på lyftsäckens. Genom att göra fast säcken i föremålet som ska lyftas/flyttas och därefter fylla den med luft, kan man utföra följande arbeten.

- Lyftning av föremål till ytan
- Flyttning av föremål på botten
- Säkring av föremål vid risk för sjunkning

Materiel

- Lyftsäck
- Luftslang med reduceringsventil från ytan
- Lyftmateriel för att fästa lyftsäcken till föremålet



Bild 8.3. Lyftsäckar med olika lyftkapacitet (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Förberedelser

- Lyftsäcken ska vara godkänd samt vara översedd enligt angivna tidsintervall.
- Före användning av lyftsäcken ska tömningsventilens funktion kontrolleras.

- Linan till tömningsventilen ska löpa fritt inne i lyftsäcken.
- Lyftband och öglor ska kontrolleras så att de inte är skadade och säcken ska kontrolleras att den är hel.
- En grov beräkning av föremålets vikt bör göras för att man ska kunna välja rätt lyftsäck/ar.
- Bärningsobjektet kan vara fastsugget i botten, då kan det behövas spolas fram innan bärgningen genomförs.

Lyftning av föremål med ytgas

- Fäst den tomma lyftsäcken med kopplad slang för ytgas vid föremålet.
- Bärningsledaren leder luftfyllningen från ytan. Man fyller lite, väntar medan luften verkar.
- Lyftsäcken bör vara säkrad med en tamp till ytan. Det är i denna som hemtagning av lyftsäcken sker och inte i fyllningsslangen.
- När föremålet kommit till ytan tar man hem på det och förbereder för ett eventuellt lyft.



Bild 8.4. Fördelningslåda med utrustning för ytgas till lyftsäcken. (Foto: Försvarsmakten Michael Elsberg)

Sänkning av föremål

Föremålet ska vara säkrat. Dykaren släpper ut luft ur lyftsäcken med tömningsventilen tills den nått och jämt sjunker. Under sänkningen minskar lyftkraften i lyftsäcken med ökat vattendjup.

Sänkning av föremål är att betrakta som "farlig verksamhet", varför stor försiktighet ska iakttas.

8.3. Sprängning under vatten

8.3.1. Grunder

Bestämmelser för hantering av spräng- och tändmedel, avlysning, behörighet m m framgår av SäKI. Detaljer om genomförande samt laddningsberäkningar återfinns i FältarbR F Spräng

Vid vattendjup från ytan till 1,4 m beräknas laddningsvikten enligt sprängkort.

Laddningsberäkningar för sprängning under vatten djupare än 1,4 meter beräknas överslagsmässigt som 2 x laddningsmängd på land (2 x laddningsvikt enligt sprängkort = laddningsvikt under vatten).

Vid sprängning under vatten används vanligtvis sprängdeg eller förfabricerade laddningar.

Dykaren kan ges uppgiften att placera ut koncentrerade eller långsträckt laddningar för

- sprängning av betong- eller metallkonstruktioner
- att rensa botten i hamnar, färjelägen och brolägen
- att ta bort hinder och grund i farleder.

Vid sprängningsarbeten under vatten ska stor försiktighet iaktas med mellanlina och livlina så att dessa inte fastnar i tändsystemen och orsakar utebliven detonation.

Vid utebliven detonation gäller åtgärder enligt SäKI Spräng.

8.3.2. Materiel

Exempel på materiel för sprängningsarbeten under vatten:

- Talkommunikation
- Dokumentationsmateriel för undervattensbruk
- Tumstock, mätlina eller motsvarande
- Spräng- och tändmedel
- Materiel för fästande av laddning under vatten (ståltråd, snöre, hammare och spik m m)
- Materiel för tillverkning av flytande tändsystem (vid behov)
- Bojar
- Nedstigningslinor.

8.3.3. Tändsystem

Nonel

Nonelslangen är ett vattentätt tändsystem med fasta längder som är detonerande men utan egen sprängverkan. Systemet består av tre komponenter: starter, grupptändare och sprängkapslar. Tändningen sker med sprängkapsel eller med startpistol för nonel. Fördelen med nonel är att tändsystemet inte kan sprängas av samt att alla komponenter är vattentäta.

Pentylstubin

Pentyl är en detonerande stubin med en detonationshastighet av 6 500 m/s. Höljet på pentylen är vattentät, men innanför höljet är stubinen vattenkänslig. Pentylstubin initieras med krutstubin med apterad sprängkapsel vars botten ska ligga i detonationsriktningen, eller med elsprängkapsel. Skarvar och ändrar av pentylstubinen får aldrig apteras under vatten. Sprängverkan av stubinen är kraftig nog att spränga av korsande stubin varför tändsystemets utplacering före tändning noga måste kontrolleras. Sprängladdning initieras med en dubbel knopad pentylstubin.

8.3.4. Förberedelser

Förberedelser för sprängning under vatten ska så långt det är möjligt ske på land (iordningställande av laddningar m m) dvs att de isoleras med plastpåsar motsvarande. Objekt som ska sprängas mäts och dokumenteras innan laddningarna ställs i ordning.

Laddningar med apterad pentyl och nonel färdigställs på land. Arbetet underlättas av att man tejpar en cirka 10 meter lång vit lina utefter Nonel/pentylstubinen närmast laddningen, eftersom den då syns och hanteras lättare. Laddningar som tänds med sprängkapsel medförs delade mellan sprängkapsel och sprängmedel.

8.3.5. Genomförande

Objekten mäts och dokumenteras enligt sprängkortet. När samtliga objekt är uppmätta och utmärkta så att dykaren lätt kan återfinna dem, återgår han till ytan.

Tändsystem och laddningar iordningställs på land med ledning av dokumentation från dykaren.



Bild 8.5. Dykaren klargör sprängobjektet. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Dykaren går därefter med hjälp av utmärkningen ner till objekten och fäster laddningarna. Dykaren ska kontrollera att tändsystemen ligger fritt i vattnet och att laddningarna blir placerade med en god anläggning mot objektet.

Sprängdeg har en lägre vidhäftningsförmåga under vatten än på land.

Fördämning av typ sandsäckar bör användas för att hålla kvar/rikta sprängkraften vid objektet.

Tabell 8.1. Val av tändsystem

Laddning	Tändmedel vid	Tändmedel vid
	Normal tändsäkerhet	Hög tändsäkerhet
Enstaka laddning	Pentylstubin	Pentylstubin med två tändledningar, eller enkel Nonel
Flertal laddningar i närheten av varandra	Nonel eller pentylstubin	Nonel eller pentylstubin kopplad till ringledning

Man ska ha ett reservtändsystem. Om flera små laddningar ska sprängas, kopplar man ihop dessa med olika tidsfördröjningar i sprängpatronerna. Detta för att man ska kunna räkna antal detonationer och kunna avgöra om det t ex blir ett klick.

Tändning av krutstubin på öppet vatten

Objektet som ska sprängas kan ligga så långt från land att det är orimligt att dra tändsystemet hela vägen. Tändningen måste då ske på öppet vatten. Fördröjningen mellan tändning och detonation ska beräknas med en så väl tilltagen marginal, att den som tänder ska hinna ut ur riskområdet. För att inte krutstubin, sprängpatron eller pentylstubinens ändar plastdunk, boj eller annan materiel som flyter.

Åtgärder vid klick hänvisas till Säkl.

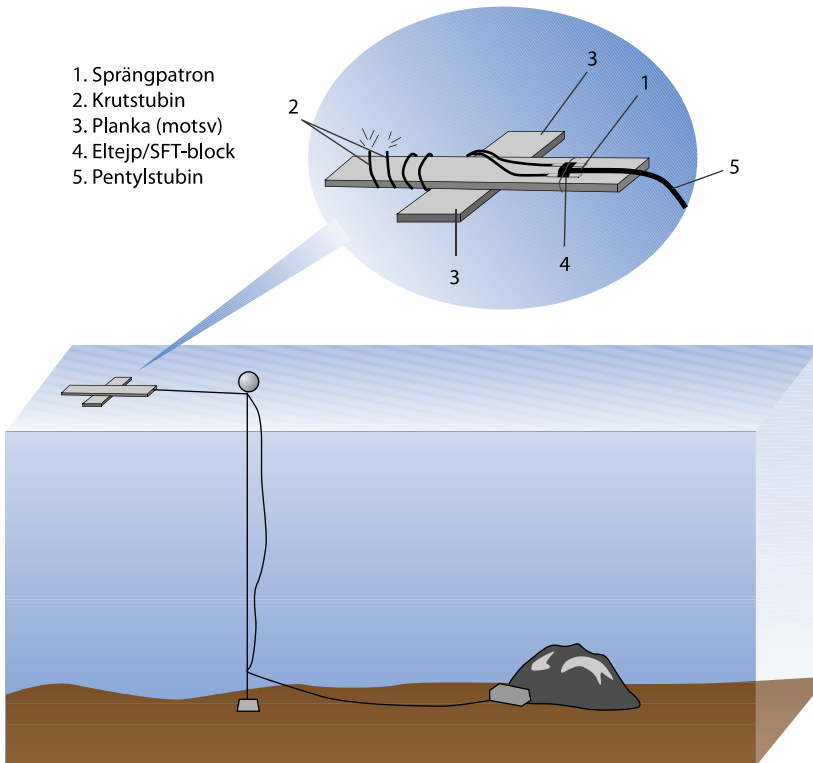


Bild 8.6. Exempel på tändkryss. (Skiss: Autotech)

8.4. Spolning

Säkerhetsbestämmelser för spolning hänvisas till RMS Dyk.

8.4.1. Grunder

Spolning sker med vatten som från en motorspruta (t ex brandspruta) får erforderligt tryck. Om man använder vanligt spolmunstycke kommer vattnestrålen att trycka dykaren bakåt. Med ett balanserat spolmunstycke t ex

Zetterström, vänder man en del av strålen bakåt via kanaler, detta innebär att det blir en balanserad jämvikt vilket gör det lättare att arbeta. Spolning används främst för friläggning av föremål från slam, sand och grus. Syftet kan till exempel vara att nå kopplingsanordningar vid bärgning. Spolning kan också användas vid nedläggning av kablar och rör i botten. Spolning kombineras med fördel med sugning för transport av massor.

Vid användande av demandandningsventil bör observeras att funktionsstörningar på demandventilen kan uppstå med anledning av slam från spolade massor.

8.4.2. Materiel

- Motorspruta
- Slang
- Spolmunstycke



Bild 8.7. Motorspruta med spolmunstycke. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)

8.4.3. Förberedelser

Motorspruta och slang ska provas före dykningen för att man ska kontrollera att tillräckligt tryck erhålles.

8.4.4. Genomförande

Spolmunstycket (s k Zetterström-munstycke) består av en konad spets med en reglerbar öppning framåt och tre till fyra öppningar bakåt. Öppningen framåt utgör spolningsriktningen medan öppningarna bakåt tjänstframåt och bakåt är lika stort oavsett öppningsgrad. Man kan även hjälpligt använda ordinarie munstycke till motorsprutan, men då behöver dykaren något att stödja sig mot eller hålla sig i. Håll munstycket med bägge händerna, gör små mjuka rörelser, syftet är att man ska ”skära” sig ned. Stå något framåtlutande så att man hänger lite över munstycket. Spolar man ett djupt hål finns alltid risk att kanterna rasar in.

8.5. Muddring

8.5.1. Grunder

Ejektorverkan fås genom att luft leds ned till munstycket där dykaren genom att vrida på en kran öppnar/stänger lufttillförseln. Luften gör att ejektorverkan bildas, vilket medför att massorna förs bort från arbetsområdet. Metoden används för att muddra t ex frilägga objekt inför bärgning eller marin arkeologiska undersökningar. Fördelen med mammut sug jämfört med grävning för hand är att sikten bibehålls vid arbetsplatsen. Kornstorleken på det material som ska förflyttas begränsas av rörets diameter, mängden luftflödet samt lyfthöjden för massorna.

Med hjälp av kompressor och en mammut sug kan massor lätt flyttas. För att minska risken för att sten eller dylikt fastnar i röret bör det förses med ett galler i sugänden för att avskilja stora föremål. Mammut sugen kan suga sig fast mot t ex dykardräkten. Dykaren ska också lätt kunna nå avstängningsventilen på sugen. Sugmunstycket bör förses med en tyngd som håller ned munstycket som strävar uppåt när luften kommer ned till munstycket.



Bild 8.8. Mammut sug med tyngd. (Skiss: Autotech)

8.5.2. Materiel

Lämplig materiel för muddring:

- Mammut sug/rör med avstängningsventil för luften
- Kompressor (cirka 4–5 m³/minut vid 7 bar)
- Evakuerings slang med förankring
- Båt
- Vikter, bojar

8.5.3. Förberedelser

Mammut sugen placeras så att massornas väg mot ytan går så rakt som möjligt. En för snäv vinkel mot ytan medför att endast luft passerar. Änden där massorna pumpas ut ska förankras för att förhindra att slangen slår i sida. Mammut sugen bör förses med en förankring för att upphäva den införda luftens lyftkraft när pumpen startas, samt en boj för flytkraft i bakre änden.

8.5.4. Genomförande

Luftmängden till mammut sugen regleras av dykaren. Dykaren bör arbeta med mammut sugen genom att dra den fram och tillbaka mot botten i syfte att lösgöra material och underlätta den grävande effekten. Detta utförs

enklast om dykaren arbetar i knästående ställning. Vid arbete på grunt vatten kan muddermassorna komma stötvis ur mammut sugen, vilket kräver förankrad slang. De uppforsslade massorna samlas upp eller släpps ut nedströms arbetsplatsen. Emellanåt fastnar stenar m m i rörmyningen, dessa måste avlägsnas, men då ska luften stängas av först.

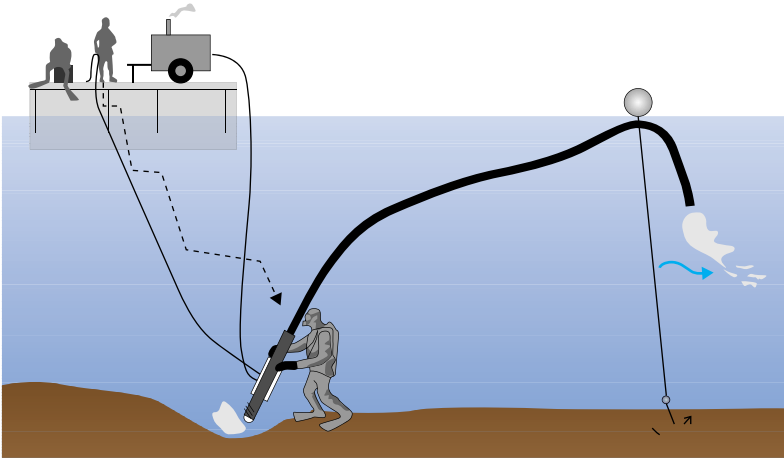


Bild 8.9. Dykargrupp vid arbete med mammutpump. (Foto: Försvarsmakten Michael Elsberg)

8.6. Undervattenssvetsning

8.6.1. Grunder

Svetsning innebär att två eller flera metallföremål sammanfogas genom smältning av en svetspinne. Svetsning är till för reparationsarbeten. Säkerhetsbestämmelser för svetsning regleras i RMS Dyk. Det förekommer ultraviolet strålning vid svetsarbeten vilket innebär att man kan få ögonskador typ svetsblänk m m. Det är även risk för detta under vattnet om man inte använder svetsglas.

Det är lättare och blir bättre resultat att svetsa torrt på land. Offshoreindustrin använder sig av "habitat" dvs "container" som sätts över t ex ett rör och man tillför gas för att tränga undan vattnet för att kunna svetsa torrt. Arbetsobjektet kyls ned fortare i vattnet, jämförelsevis med svetsning på land, vilket kan leda till sprickor i svetsfogen. Svetsning under vatten kräver noggrann planering vad gäller genomförande samt säkerhetsrutiner. Svetsutrustningen ska hanteras varsamt så att isoleringar vid kablar och handtag inte skadas. Olja och fett ska förhindras att komma i kontakt med slangar och handtag.

Svetsning genomförs som bågs svetsning, det är den vanligaste svetsmetoden. Fördelen är att det är ”billigt”, brett sortiment tillsatsmaterial och framförallt att det ställer betydligt lägre krav på grundmaterialets renhet och fogberedning än vid övriga svetsmetoder. Detta gäller framför allt vid svetsning under vattenytan, dessutom så är det måttlig värmeförsel (snabb avkylning under ytan) till materialet och därmed sprödbrottsäkrare svetszon än andra svetsmetoder.

Svetshandtag, slangar och kablar måste vara anpassade för undervattensbruk för att få användas vid dykeriarbeten.

Kontrollera isolering och klassning av kablar före användning.

Utrymmen som kan tänkas utgöra eller bli en gasficka vid svetsning ska ventileras under arbetet. Ventilering sker genom att hål tas upp i konstruktionen eller genom tillförsel av luft.

Svetsglasögon eller svetsmask ska användas och torrdräkt med torrhandskar ska om möjligt användas.

Svetsglaset finns i olika styrka, så kallade DIN.

- 4 DIN för smutsigt vatten.
- 6 DIN för normal sikt.
- 8 DIN för klart vatten.
- 9-10 DIN bra sikt, ”speedglas”.

Dykningen bör genomföras med hjälm (mössa vid metallhjälm) men kan utföras med helmask och slangdykarutrustning med talkommunikation.

Bestämmelser för smältsvetsning och termisk skärning finns i Arbetarskyddsstyrelsens författningssamlingar.

8.6.2. Bågs svetsning

För att svetsa under vatten krävs god utbildning och vana vid att svetsa på land.

Generellt sett använder man 10-15% mer ström under vattnet än på land.

Materiel

Lämplig materiel för undervattenssvetsning:

- Svetsaggregat som ger minst 180 ampere, bör kunna ge ca 300 ampere
- Svetsaggregatet bör kopplas till en jordfelsbrytare
- Isolerat svetshandtag
- Svets elektrod avsedd för undervattensbruk

- Jordklämma och svetskablar
- Svetsglasögon eller svetsmask med rätt DIN styrka på glaset
- Stålbörste
- Slagghammare



Bild 8.10. Svetsaggregat (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.11. Materiel för svetsning (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)

Ta inte ned flera elektroder i vattnet än vad man gör av med, övriga elektroder ska förvaras varmt och torrt. Långtidsförvaring av elektroder bör ske i värmeskåp.

Förberedelser

God planering och ledning av arbetet är en förutsättning för att minimera arbetsinsatsen och därmed dyktiden för dykaren.

Exempel på vad planeringen bör omfatta:

- Rekognosering av arbetets omfattning
- Arbetsplan
- Indelning av arbetsuppgifter
- Eventuellt tillverkning av materiel
- Iordningställande av arbetsplats/dykplats, prova utrustningen på land innan den tas ned i vattnet, se till att släckningsutrustning finns i närheten

Förutsättningar för en bra och hållfast svetsfog

- Godset som ska svetsas samman måste rengöras väl vid fogarna och vid jordklämmans infästning. Avlägsna rost, färg, olja samt eventuella algbildningar.
- Stadig arbetsplats (försök skapa en plattform).
- God passform på de bitar som ska sammanfogas. Rita med fetkrita eller motsvarande där man ska sammanfoga bitarna.
- God sikt.

Genomförande

Man använder en teknik, s k ”självkonsumerande svetsning”. Elektroden läggs an mot godset, och låts smälta in i det. Därefter förs elektrodhållaren in, så att kontakten bibehålls efterhand som elektroden smälter in i godset. Elektrodhållaren bör kopplas till svetsomformaren enligt elektrod tillverkarens rekommendationer.

Vanligast förekommande elektroder och lämpligaste att välja är de som kopplas till svetsomformarens minuspol, för att då ”skjuter” man elektroderna (minusladdade) ifrån sig och då har man jordklämman kopplad till plus, vilket gör att man ökar temperaturen på arbetsobjektet.

Dykaren ska inte stå mellan plus och minuspol, då blir han en del av kedjan, dvs att strömmen går lättaste vägen, vilket kan bli genom dykaren. Det är även höga värden på magnetfältet runt dykaren, men det minskar om man har en bra jordning och står rätt placerad. Dykaren ska inte ha kabeln vilande/hängande över axeln, på grund av magnetfältet.

När dykaren svetsar (har ström på) ska det stå en person vid svetsomformaren beredd att slå av strömmen.

Teknik vid svetsning

- Se till att ytorna är rena.
- Placera elektrodens ände mot godset med en vinkel om ca 60°.
- Begär ”STRÖM PÅ”. Börja lågt med strömstyrka, enligt elektrotillverkaren (saknas de uppgifterna så är ca 90 amp bra att börja på) Om elektroden inte tändes, knacka lite lätt mot godset. När elektroden har tänt och man låter elektroden ”självkonsumeras” mot fogen. Bibehåll vinkeln mot godset och för pinnen längs fogen. Svetsa raka fogar, dvs vispa inte med elektroden fram och tillbaka. En 25 cm lång elektrod ger ca en 20 cm lång fog, beroende på elektrod underlag m m.
- Vid elektrodbyte, begär ”STRÖM AV” och håll elektroden riktad mot godset intill dess att ”STRÖM AV” är bekräftad. Byt elektrod.
- Före omstart ska slaggen tas bort. Stålbörste och slagghammare används.
- När elektroden åter är riktad mot arbetsobjektet, begär ”STRÖM PÅ”. Det är oftast enklare att svetsa från vänster till höger (som att skriva) och uppifrån nedåt.
- Vidrör inte elektroden och arbetsstycket samtidigt.
- Använd slagghammaren för att knacka bort restprodukter av svetsningen.
- Öka strömstyrkan om dykaren går djupare (ca 3 amp/10 m, eller 10 amp/skarv av svetskabel).

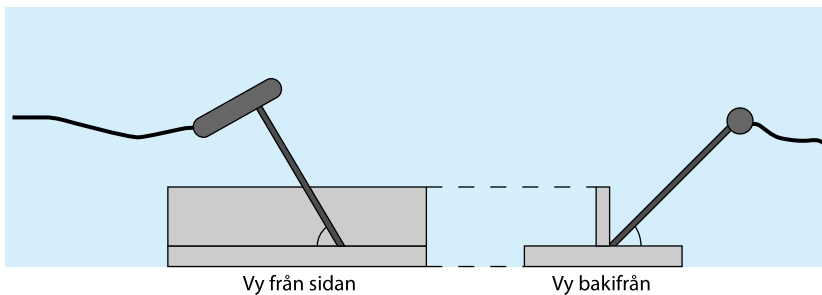


Bild 8.12. Elektrodens placering vid svetsning. (Skiss: Autotech)

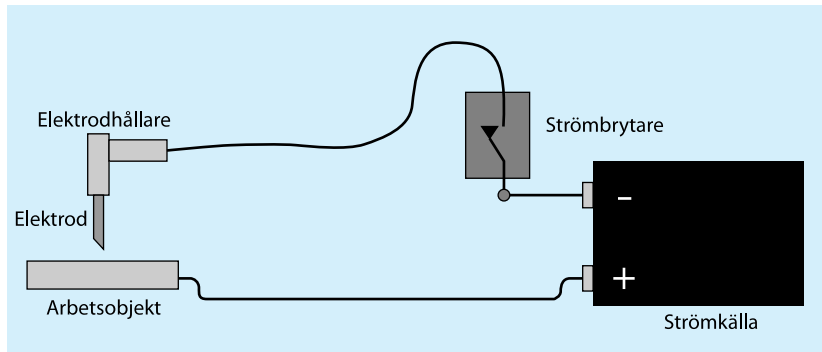


Bild 8.13. Principskiss för uppkoppling av svetsutrustning. (Skiss: Autotech)

Vertikal fog

Det är enklast att påbörja fogen nerifrån och fortsätta uppåt. I övrigt sker svetsningen enligt ovan.

Reparation av sprickor

1. Borra eller skär hål vid ändarna av sprickan.
2. Tillverka en plåtbit som har god passform över sprickan.
3. Svetsa fast plåtbiten.

Reparation av hål

1. Skär rent runt hålet för att få en slät och ren yta.
2. Tillverka en plåtbit som har god passform över hålet. Plåtbiten bör ha samma tjocklek som godset, överlappa hålet med cirka 20 mm på varje sida. Runda av plåtbiten i hörnen.
3. Svetsa fast plåtbiten.
4. När du är klar, tag hand om svetspinnar m m och lämna det till en miljöstation.

8.7. Skärning

8.7.1. Grunder

Säkerhetsbestämmelser för skärning regleras i RMS Dyk. Det förekommer ultraviolett strålning vid skärbetena vilket innebär att man kan få ögonskador typ svetsblänk m m. Det är även risk för detta under vatten om man inte använder svetsglas.

Skärutrustningen ska hanteras varsamt så att isoleringar vid kablar och handtag inte skadas. Olja och fett ska förhindras att komma i kontakt med slangar och handtag.

Oxygen är inte förenligt med olja och fett, och kan tillsammans utgöra en risk för att brand/explosion uppstår.

Då oxygen används ska endast därför avsedd materiel användas. Utrymmen som kan tänkas utgöra eller bli en gasficka vid skärning ska ventileras under arbetet, antingen genom håltagning eller genom tillförsel av luft pga explosionsrisken.

Svetsglasögon eller svetsmask ska användas och torrdräkt med torrhandskar ska om möjligt användas.

Skärningsarbeten vid dykning bör genomföras med hjälmdukarutrustning men kan göras med helmask med slangdykarutrustning och talkommunikation.

8.7.2. Båggasskärning

Båggasskärning används till skrotning, renskärning före svetsning eller för håltagning i sten, betong, järn och stål. Ljusbågen mellan elektrod och plåt har till uppgift att smälta metallen medan den skärande förmågan kommer av insprutad oxygen. Skärelektroden är ihåligt så att oxygen kan strömma igenom den. Skärelektroden brinner med ca 5500°C.

Materiel

Lämplig materiel för skärning:

- Svetsaggregat som ger mer än 200 ampere vid 100% intermittens, bilbatteri eller kemisk tändare.
- Isolerat skärhandtag
- Skärelektrod för undervattensbruk
- Jordklämma och svetskablar
- Oxygenflaska
- Oxygenregulator som levererar minst 125 m³/h

- Oxygenslang med invändig diameter av minst 9,5 mm
- Skyddsglas 4 DIN för grumligt vatten och max 6 DIN för klart vatten

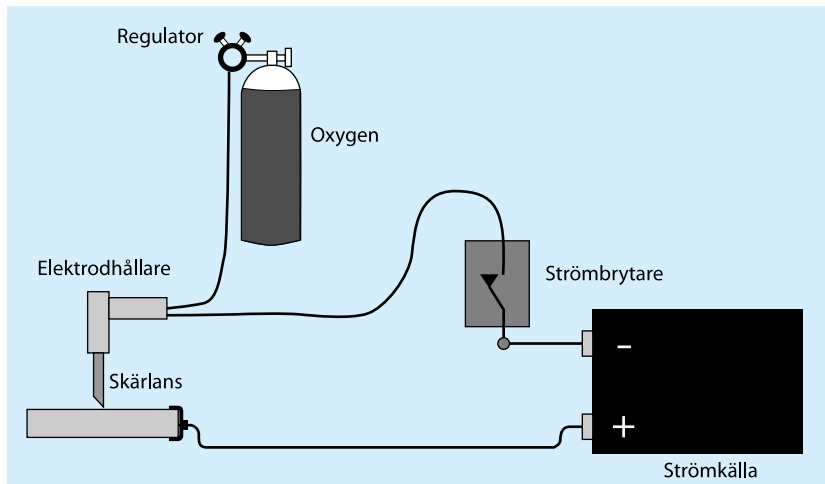


Bild 8.14. Exempel på uppkoppling av skärutrustning. (Skiss: Autotech)

Förberedelser

God planering och ledning av arbetet är en förutsättning för att minimera arbetsinsatsen och därmed dyktiden för dykaren. Föröva alltid på land.

Exempel på vad planeringen bör omfatta:

- Rekognosering av arbetets omfattning
- Arbetsplan
- Indelning av arbetsuppgifter
- Eventuellt tillverkning av materiel
- Iordningställande av arbetsplats/dykplats.

Förutsättningar för gott skärresultat

- Kontaktytor för jordklämma (+ pol) och den plats där skärning påbörjas ska vara väl rengjorda från rost, färg m m.
- Anslut regulatorm och ställ in arbetstrycket på oxygenet enligt tabell nedan. Slang och handtag ska vara rena (genomblåsta).
- Skärhandtaget kopplas till minuspol.
- Håll dykplatsen/förövningsplatsen fri från brandfarligt material.

Tabell 8.2. Arbetstryck för oxygen. Manometerinställning för 12 mm slang (mindre slang - ökat manometertryck). (Tabell Michael Elsberg)

Djup/meter	Tryck/bar
10	7,4
12	7,6
15	8,0
18	8,4
21	8,7
24	9,1
27	9,5
30	9,9
34	10,2
37	10,5
40	11,0

När djupet överstiger 40 meter, beräkna oxygentrycket enligt nedan:

För varje meter oxygenslang som används, öka trycket med 0,023 bar till de ursprungliga 6,2 som behövs vid skärelektrodens ände. För varje meter vattenpelare öka med 0,1 bar för att kompensera det hydrostatiska trycket.

Angående strömstyrkan så öka med två ampere per 15 meter.



Bild 8.15. Skärning under vatten. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Erhålls inte genombränning ska arbetstrycket på oxygenet höjas. Oxygentillförseln (flödet) kan variera ganska kraftigt utan att för den skull omöjliggöra skärning. För litet flöde medför dock att det går långsamt att skära. Tabellen visar rekommenderat tryck.

Anslut strömkällan samt reglera strömstyrkan. Vid kabellängder upp till 50 m används strömstyrka cirka 150 ampere. Höj strömstyrkan om tändning inte erhålls. När tändning erhållits kan man begära ström av, syretillförseln ser till att elektroden brinner. Slang, kablar och övrig utrustning får inte vara skadade. Alla anslutningar ska vara ordentligt hopsatta. Kontrollera därefter att slangar och anslutningar inte läcker.

Oxygenslangen samt elkabeln kan buntas ihop på varje halvmeter för att underlätta arbetet, kabeln kan även med fördel göras neutral i vattnet, med exempelvis dunkar, bojar mm den blir då mer lätthanterlig. När dykaren har ström i vattnet ska det stå en person vid svetsomformare/aggreat beredd att stänga av strömmen.

Genomförande

Dykaren medför behövlig materiel till arbetsplatsen. Han fäster därefter jordklämman på en väl rengjord yta som ger god kontakt på materialet alternativt används tändplatta. Dykaren ska alltid göra allt skärande mellan sig själv och jordklämman, han ska alltså se både jordklämman och arbetsobjektet och inte befinna sig däremellan.

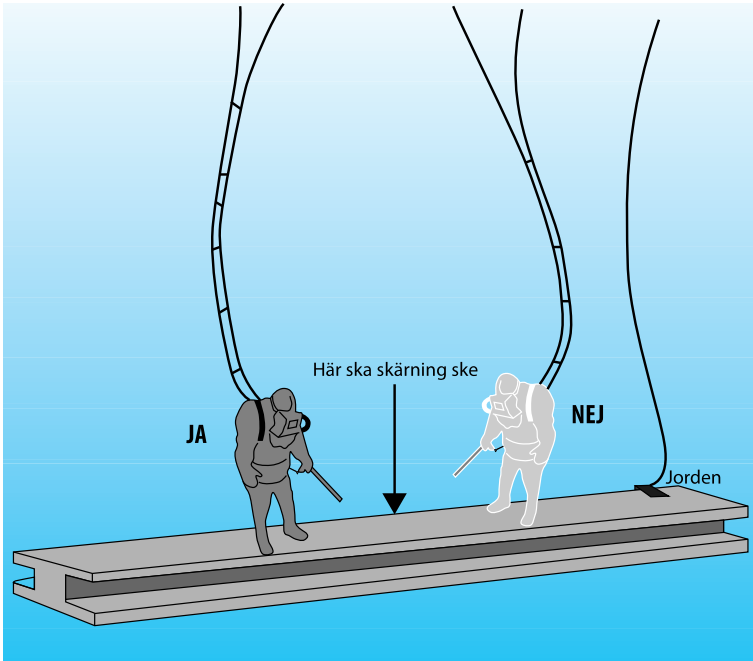


Bild 8.16. Dykarens placering vid svets- och skärande arbeten. (Skiss: Autotech)

Teknik vid skärning

1. Innan du börjar skära, prova oxygenflödet genom att pressa in oxygenventilhandtaget. En 15 cm lång ström av oxygen ska komma från elektroden. Släpp ut oxygenventilhandtaget.
2. Begär ”Ström på”. Dykarskötaren sluter säkerhetsbrytaren.
3. Dra toppen av skärelektroden över arbetsstycket för att tända elektroden.
4. Så fort bågen är tänd, pressa in oxygenventilhandtaget fullt och samtidigt dra skärelektroden längs markeringen som ska skäras. Vinkeln på elektroden bör vara mellan 30 och 90 grader beroende på godstjockleken.

5. Behåll elektroden tryckt mot arbetsstycket och håll elektroden med din fria hand, ungefär 10 cm från änden för ett stabilare snitt. Håll änden på elektroden i smältan hela tiden. För elektroden sakta i början, se till att du skär helt igenom. När du ökar skärhastigheten ökar bakåttänk och ökat skärljud indikerar att du inte har kommit igenom. (FÖRSÖK INTE att hålla elektroden brinnande, håll elektroden mot arbetsstycket hela tiden.)
6. När det återstår 7,5 cm av skärelektroden, meddela ”Ström av”. När skötaren har meddelat ”Ström från”, lossa hylsmuttern ett halvt varv och blås bort skärelektrostumpen från handtaget genom att trycka in oxygenventilen. Sätt i en ny skärelektrod i hylsan och upprepa startproceduren. OBS! Det finns ingen ekonomi i att använda de sista 7,5 centimetrarna av skärelektroden. Du kan skada delarna i skärhandtaget.
7. Skärelektroden kommer att fortsätta brinna även utan ström, så länge som oxygenet flödar genom skärelektroden.
8. Vid skärning eller smältning i icke ledande material såsom betong, sten, korall, cement, rep och marina växter, är en tändplatta nödvändig för att tända ljusbågen. Denna metallplatta är ansluten med jordkabeln och placerad tätt intill skärstället. När skärelektroden är tänd behåll oxygenflödet och flytta elektroden till skärstället. Om skärelektroden slocknar, tänd den åter mot tändplattan genom att upprepa tändningsproceduren. Varje efterföljande skärelektrod måste tändas på tändplattan på samma sätt. Ungefär som att tända en tändsticka.

8.7.3. Tillvägagångssätt

Skärning i stål

1/4" skärelektroder kan användas för stål upp till 12,7 mm tjocklek för maximal skärekonomi. 1/4" elektroderna ger ett fint snitt och är att föredra vid fin skärning. Vid dålig sikt och för tjockare stål, är 3/8" elektroderna effektivare. För material med 12,7 mm tjocklek eller mer, är 3/8" elektroder att föredra. För material som är flera centimeter tjockt, så behöver man skära ut kilar (som när man hugger ned ett träd med yxa) för att skapa utrymme för skärprocessen.

Skärning i gjutjärn, rostfritt stål och icke järnhaltiga metaller.

Skärelektroden smälter alla dessa material med sin över 5500°C varma topp. Säkerställ att toppen är riktad mot arbetsstället. Det kan bli nödvändigt att skära ut kilar (se ovan). Alternativt, maximalt skärningseffektivt kan vara att bränna en rad med hål igenom arbetsstycket innan man skär igenom det.

Skärning i tjock icke järnhaltig metall.

Smält en göl och doppa elektrodtoppen något under ytan på den smälta metallen. Tryck skärelektroden djupare i metallen för att tvätta den och blås gölen igenom. Skärhastigheten beror på typ och kvalitet av metall och teknik. Öka oxygentrycket till 7,6 bars övertryck vid toppen av skärelektroden för metall över 7,5 centimeters tjocklek.

Skärning i betong och sten med 3/8" elektrod.

Tänd elektroden på en tändplatta och pressa elektroden mot materialet för att göra en smält göl. Allt eftersom materialet smälter, för växelvis elektroden in och ut för att låta oxygenet blåsa bort det smälta materialet.

Som tändplatta kan man använda ett metallstycke storlek motsvarande en linjal som man har kopplat jordklämman till. När du har fått tändning så flyttar du skärelektroden emot objektet.

Skärning i rep och trä.

Anbringa ett lätt tryck på elektrodtoppen för att hålla värmen i direkt kontakt med materialet som ska skäras. Vid arbeten på fartyg, kan du välja vinkel och/eller böja elektroden upp till 90° för att undvika skador på skrov och axel. På wirerep kan du välja 1/4" elektrod för bättre skärkontroll. Hur som helst är det svårt att behålla lågan tänd med 1/4" elektrod utan kontakt mellan elektrod och metall.

Orsak till utebliven eller dålig genombränning

- Lansen för långt ifrån arbetsstycket.
- Otillräckligt oxygentryck eller för lågt flöde
- För högt amperetal
- Dålig jordning
- Fel polaritet
- Hylspackningen

8.8. Verktygshantering

8.8.1. Grunder

Timmermansarbeten är nödvändiga för reparation och byggnation av formar. Så mycket som möjligt av arbetet bör förberedas på land, eftersom tiden för arbete under vatten är avsevärt längre än på land. Flytkraften i trä försvårar både nertransporten och fixeringen av objektet. Träkonstruktioner bör sänkas ner till arbetsplatsen genom viktning och nerfirning. Eventuella bultförband ska förberedas med förborring på land, och konstruktioner fogas samman till större delar före nerfirning till arbetsplatsen.

Lätta dykare som är avvägda kan ha betydande problem att flytta eller hålla emot arbetsobjekt under vattnet. Dykarens uppgifter bör då sträcka sig till att foga samman olika förtillverkade delar till konstruktioner, t ex genom bultförband.

Vid arbete av konstruktionskaraktär används traditionella verktyg såsom hammare av tyngre typ, såg, kofot mm. Verktyg som drivs med tryckluft bör på grund av sina höga ljudnivåer inte användas av lätta dykare utan hjälm. Hydrauldrivna verktyg bör användas för sågning och borrar i trä, metall och sten.

Arbete med traditionella verktyg är på grund av vattnets tröghet tyngre och mer ansträngande än motsvarande arbete på land. Arbete ska planeras så att dykaren endast i undantagsfall måste gå till ytan för att hämta eller lämna verktyg. Verktyg med egg ska skyddas främst med hänsyn till dykarens utrustning.

8.8.2. Hydrauliska verktyg

Grunder

Hydrauliska verktyg drivs av ett hydraulaggregat, dessa kan vara handdrivna eller motordrivna. De motordrivna kan antingen drivas av en el- eller en förbränningsmotor. Hydraulaggregaten som drivs av en förbränningsmotor kan vara bensin- eller dieseltyp.



Bild 8.17. Olika typer av bensindrivna hydraulaggregat (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)

Hydraulaggregat har till uppgift att förse verktygen med hydraulolja via en tryck- och returslang. Detta skapar ett flöde som driver verktyget, alla hydraulverktyg är försedda med hona/hanekoppling för att minska felkopplingsrisken.

I och med att oljan är i ett slutet system så behöver man inte överkapacitet. Det kan även finnas en luftkompressor eller vattenpump inbyggd i hydraulaggregatet för t ex användandet av bergbormaskin som behöver lågtrycksluft för renblåsning.



Bild 8.18. Hydraulisk slipmaskin samt en hydraulisk mutterdragare (dessa har en knapp så att du kan vända riktningen – lossa/skruva fast). (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.19. Hydraulisk diamantkedjesåg för kapning av betong/armerad betong och under den en hydraulisk kedjesåg för kapning av trä. Det är viktigt att sågar har ett parer/kastskydd och att kedjan inte är för slack (risk för brott och kast). Det finns alltid en risk att sågen slår mot dykaren. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.20. Bilden visar när man har sågat igenom en betongvikt med en hydraulsåg med diamantkedja. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg.)



Bild 8.21. Tillrops- och returslang med hane/honkoppling, när man kopplar ihop dem se till att de är säkrade så att de inte separerar. Se till att hålla ändarna rena och när man inte använder dem ska det sitta en skyddshatt på dem. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.22. Hydraulisk diamantkedjesåg för betong/armerad betong. Den blå slangen är kopplad till vatten för att kunna föra bort slagg. Den är utrustad med ett "död mans grepp", som alltid ska kontrolleras före användande. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.23. Hydraulisk bergborrmaskin. Observera att den har tre slangar, en olja tillopp, en olja retur och en lågtrycksluft för att blåsa rent slagg s k borrkax. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)

Förberedelser

God planering och ledning av arbetet är en förutsättning för att minimera arbetsinsatsen och därmed dyktiden för dykaren.

Exempel på vad planeringen bör omfatta:

- Rekognosering av arbetets omfattning
- Arbetsplan
- Indelning av arbetsuppgifter
- Eventuellt tillverkning av materiel
- Iordningställande av arbetsplats/dykplats
- Ordna nedfirningsmöjlighet så att dykaren inte behöver gå upp och ner med verktygen. Fäst en lysstav om det är dålig sikt, fira ALDRIG materiel om dykaren befinner sig inom riskområde för tappad materiel.
- Säkra verktyg med tamp och karbinhake så det är enkelt att lossa
- Är verktyget tungt kan man ha en liten lyftsäck fäst vid verktyget som dykaren kan avväga genom att blåsa in lite av utandningsluften.

Förutsättningar för ett gott och säkert resultat

Se till följande:

- Att du står stadigt
- Att din luftslang, dykutrustning inte är i vägen vid arbetet, du ska alltid kunna lämna arbetsplatsen i en nödsituation
- Att själva arbetsobjektet är säkert, så att det inte viker sig om du t ex lutar dig emot det med ett tungt verktyg
- Att verktyget är avstängt när du byter borrhylsor m m eller förflyttar dig.

8.8.3. Borning

Grunder

Används vid förberedelse för sprängning, fastsättning av armeringsjärn vid gjuteriarbeten m m. Detta utförs liksom på land med bergborrmaskiner, som är hydraul- eller luftdrivna.

Den hydrauldrivna är att föredra ur bullersynpunkt. Eftersom vi redan har behandlat hydrauliska verktyg beskriver vi här den luftdrivna. En förutsättning är att ”drivkraften” i form av tryckluft kan ökas. Luftkompressorn måste leverera, förutom de normala ca 7 bar som luftmaskiner vanligtvis

drivs med, kunna leverera tryck som kompenserar både för tryckförluster i slangen och mottrycket för arbetsdjupet (1 bar för var tionde meter).

Metodiken för borrhning under vattnet är i princip densamma som på land. Svårigheterna hänger främst samman med att maskinens luftblåsningseffekt inte är lika effektiv som på land. ”Borrkaxet” som bildas i vattnet lätt blir en besvärlig gröt, som inte lika lätt kan blåsas undan utan täpper igen både borrhål och centrumkanalen i borrhstålet. Maskinen måste vikta mera än på land. Borrhning kan utföras som parykning, då sköter en dykare bormaskinen och den andra dykaren håller borret mot berget.

Luftkompressorer är oftast dieseldrivna och av lågtrycksmodell dvs. de levererar ett tryck under 10 bar. Det gäller att välja rätt kapacitet så att verktyget (t ex bergborren) orkar arbeta även när det blir djupare. Titta vad verktyget kräver och lägg på minst 25%, effekt mäts i kW men man måste också ha ett tillräckligt flöde (m^3/min) även kallad prestanda.



Bild 8.24. Dieseldriven luftkompressor. (Foto: Försvarmakten Michael Elsborg.)



Bild 8.25. Uttagen sitter oftast utanpå, 4 st. inkopplingar för att leda ned lågtrycksluft via luftslangar med bajonettfattning. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.26. Bilden visar hur man har säkrat bajonettinkopplingarna till varandra med stål/najtråd. Kontrollera slangen inför användandet, om den har sprickor, är klämd eller annan skadlig påverkan ska den kasseras. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)



Bild 8.27. Bilden ovan har man lagt en pall över skarven för att hindra att den far upp vid ett eventuellt slangbrott och skadar någon. Ha som grundregel att alltid ha kompressorn och luftslangar borta från människor. (Foto: Försvarmakten Michael Elsberg)

8.8.4. Hantering av traditionella verktyg

Verktyg som dykaren medför ska förvaras i en korg eller en hink för att de inte ska försvinna i bottensedimenten. En ledlina bör fästas mellan arbetsobjektet och ytan där man kan fira ner verktyg m m till dykaren. Enstaka lätta verktyg kan fästas vid dykaren.



Bild 8.28. Verktygspyts kan med fördel nyttjas, då blir det en säker nedfiring av verktyg till dykaren. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Firning av materiel och verktyg

Före firning av verktyg och materiel till dykare ska dykaren förvarnas genom talkommunikation eller genom tillfälliga linsignaler. Vid firning av tyngre materiel och verktyg ska dykaren befinna sig på en förutbestämd plats, där han inte riskerar att träffas av tappad materiel.

8.8.5. Gjutning

Grunder

Betongbruk används uteslutande för gjutning under vatten. Härdningstiden (tid för hopbränning) är dock längre vid gjutning under vatten än på land. Gjutning under vattenytan sker antingen genom gjutrör och tratt eller genom att en länsumpad form används. Pumpning av betong till form är möjlig, men detta kräver resurser av stor omfattning och behandlas inte i detta kapitel.

Bruk får aldrig falla fritt genom vattnet, eftersom bindemedlet (cementen) då sköljs ur och bruket förstörs.

Allt gjuteriarbete under vatten bör så långt som möjligt förberedas på land. Formsättning och armering sker likvärdigt med gjuteriarbeten på land.

Konstruktioner som kommer att utsättas för stora statiska eller dynamiska krafter ska hållfasthetsberäknas av konstruktör.

Betongen blir normalt vattentät, då den har så hög halt av cement.

Förberedelser

Schaktbotten ska vara väl avplanad och fri från jordarter och finare sand så att betongmassan utan hinder kan flyta ut i hela formen/konstruktionen. Ett lager om minst 0,15 m makadam kan ibland vara nödvändigt för att binda finare jordarter. Bottensediment kan bindas med fiberduk eller grus om risk finns för att sedimentet blandas in i bruket vid gjutningen. Inblandat sediment eller jordarter kan förändra konstruktionens hållfasthet avsevärt. Gjutningen ska planeras så att hela konstruktionen gjuts utan uppehåll. På så sätt minskas risken för sprickbildning.

Genomförande med gjutrör och tratt

Gjutröret kan tillverkas av metallrör eller styva plaströr (t ex avloppsrör) med en diameter på 200 mm. Mynningen ska vara utan fläns, så att utflytningen av inte störs. Gjutrörets nedersta del märks upp med avstånd från mynningen för att nersticksdjupet ska kunna kontrolleras. På gjutrörets topp monteras en tratt för påfyllning av betong. Gjutröret med tratt monteras på ett sådant sätt att vågor inte påverkar nersticket av gjutröret i betongen. Gjutröret fylls med betong på ett sådant sätt att ursköljning av bindemedlet inte sker. Om möjligt bör gjutröret tätas nedtill under själva fyllningen. Tätningen ska kunna öppnas nere i formens/konstruktionens botten. Alternativt kan man använda en sänkpropp, som successivt pressas ner genom gjutröret när detta fylls med betong. Gjutrörets mynning måste ständigt hållas minst 0,5 m under betongens yta. Betongen får aldrig falla

fritt ner genom ett vattenfyllt gjutrör, eftersom bindemedlet då kan sköljas ur av vattnet.

Betongens stighastighet i formen bör inte understiga 0,3 m/h. Alltför styv konsistens eller för långsam fyllning kan medföra att betongen inte flyter ut i formen utan enbart stiger runt gjutröret. Uppehåll i gjutningen får inte överstiga 30 minuter.

Lutar schaktbotten påbörjas gjutningen med gjutröret närmast den lägsta punkten. Avståndet mellan gjutrör och formsida bör inte överstiga 2 m. Avståndet mellan två gjutrör bör inte överstiga 4 m.

Utströmningshastigheten ur gjutröret regleras med gjutrörets nedstick i betongmassan. Efter avslutad gjutning kan betongen vibreras lätt för att man ska få en högre kvalitet, en jämnare överyta och bättre kringgjutning av eventuell armering.

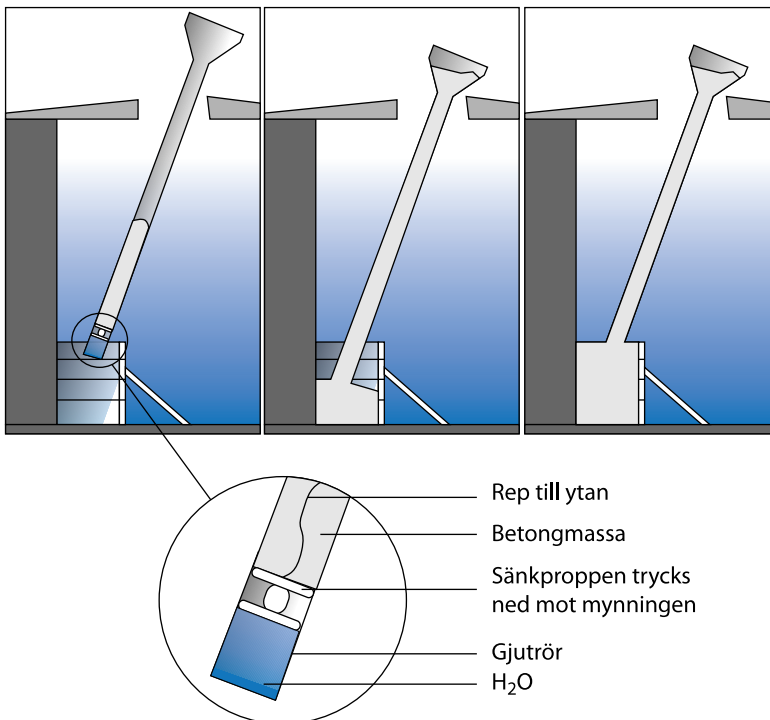


Bild 8.29. Gjutrör med tratt. (Skiss: Autotech)

9. Dykning under speciella förhållanden

9.1. Dykning under mörker

Att dyka i totalt mörker, med endast skenet från dykarlampan som referens är en spännande upplevelse. På vissa ställen runt Sveriges kust och i våra sjöar är det även kolsvart på dagtid. Under vattnet är det ingen större skillnad, men på ytan ställs det helt andra krav på en väl fungerande ytorganisation och dykarledning, om dykningarna sker efter mörkrets inbrott.

9.1.1. Under ytan

Att dyka i mörker ställer lite högre krav rent dykmässigt. Avvägningen kan försvåras av att man inte har botten som referens, alla instrument måste belysas för att kunna avläsas samt att det blir svårare att orientera sig rent fysiskt.

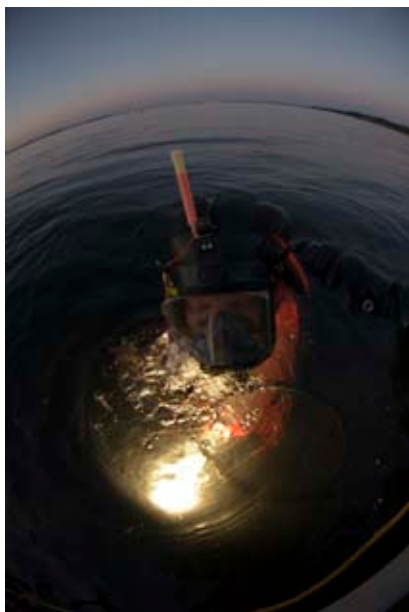


Bild 9.1. Dykare i mörker med en tänd dykarlampa (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

När du dyker under mörker är det viktigt att ha en bra dykarlampa. Vid dykning i vatten som innehåller mycket partiklar (dy, slam, sand, plankton etc.) så är en lampa med bred lob att föredra. En lampa med bred lob sprider ljuset vilket gör att ljuset inte är så koncentrerat och reflektionerna

i partiklarna blir mindre. Jämför en att köra bil i dimma med helljus kontra halvljus. Det går att minska reflektionerna genom att hålla lampan så långt bort från ögonen som möjligt och lys snett mot det föremål man vill se. Vid undervattensfotografering försöker man nästan alltid att få blixterna så långt bort från kameran som möjligt.

Som extra backup kan man även ha med sig stavar med flouocerande ljus, s k "lumasticks", om dykarlampan av någon anledning skulle sluta att fungera.

Att ha övriga instrument, som dykdator, djupmätare, dykarklocka i digital form av äldre modell kan försvåra dykning på så sätt att man hela tiden måste lysa direkt på dem för att kunna avläsa dem. Risken för att ljuset dessutom bländar dykaren, med sänkt mörkerseende som följd är dessutom stor. I dag har dock många en inbyggd belysning. Ibland kan det vara bättre att ha självlysande, analoga mätare som bara behöver belysas ett fåtal gånger under dyket.

Kom ihåg! Om man behöver påkalla sin parkamrats uppmärksamhet, låt ljuskäglan dansa på botten framför honom och lys honom i ögonen.

9.1.2. På ytan

Om det är viktigt att ha full kontroll under ytan är det minst lika viktigt att ha en väl fungerande ytorganisation. Mycket som är självklart på dagen är inte lika självklart när det är mörkt.

Nedan följer en del tips och råd om hur du ska planera ditt mörkerdyk, men glöm inte bort dina ordinarie uppgifter som dykarledare.

- Se till att ha god kännedom om dykplatsen rent geografiskt, vare sig du dyker från land eller från en båt.
- Förvissa dig om att det finns bra lampor och reservbelysning på dykplatsen.
- Se till att du vet vilka förhållanden som råder under ytan, som djup, eventuella strömmar, risk för att fastna osv.
- Du ska ha signalflagga A, "Adam" väl synlig och upplyst för att visa andra att du har dykare i vattnet.

- För att verkligen ha kontroll över var dykarna befinner sig under vattnet, kan du med fördel fästa en ytmarkeringsboj med en lysstav på dykparet.



Bild 9.2. Belyst dykarflagga. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

9.2. Dykning i strömmande vatten

9.2.1. Grunder

Dykning i strömmande vatten är att anses som avancerad dykning och genomförs normalt med livlina och ytgas.

Vid strömhastigheter över 1 meter/sekund erfordras särskilda säkerhetsåtgärder för att dykningen ska kunna genomföras på ett säkert sätt.

Metoderna väljs utifrån säkerhetsaspekten samt det som krävs för att lösa uppgiften. Nedan beskrivs olika sätt på hur lämpliga arbetsplattformar kan upprättas i strömmande vatten samt hur dykning kan ske från plattformen.

Möjlighet finns att dyka i åar och älvar med strömhastigheter upp till 3 m/s. De metoder som främst nyttjas är dels vajer över vattendraget dels ankring av båt i strömmen. Det är även möjligt att lindyka från land under gynnsamma förhållanden. I gynnsamma fall där horisontellt siktdjup överstiger 2 meter är det även möjligt att bogsera dykaren efter båten, metoden är då att jämföras med stråksökning, vilken beskrivs under sökmetoder i kapitel 6.

Det som avgör vilken av dessa metoder som nyttjas är främst dykarens vana, bottenbeskaffenhet, sikt i vattnet och uppgiften. Även strömhastigheten och vattendragets bredd styr val av metod.



Bild 9.3. Dykare i strömmande vatten (Foto: Försvarmakten Stefan Söderberg)

Före fastställande av lämplig metod bör strömhastigheten mätas. Detta görs med en strömmätare eller genom att man släpper ett flytande föremål i vattnet. Föremålet får flyta nedströms på en känd sträcka under tidtagning (exempelvis 10 meter på 5 sekunder = 2 m/s). Mätningen bör ske över minst 50 meter för att ge ett rättvisande resultat.

Talkommunikation mellan dykare och dykarledare bör användas vid dykning i strömmande vatten.

Reservdykaren utrustas på liknande sätt som dykaren för att möjliggöra insats och undsätta dykaren. Personalen i båten ska kunna hantera två dykare (dykare och reservdykare) samtidigt i vattnet.

Det är också möjligt att dyka från land i strömmande vatten. Ofta är det vattendjupet och strömhastigheten som avgör vilka uppgifter som kan lösas från land. Dykningen genomförs som lindykning. Om det blir problem att få med sig linan, dvs den fastnar i botten etc. bör man övergå till dykning från båt eller korta ner avståndet mellan dykarskötare och dykare. Dykarskötaren ger stöd till dykaren genom att förhålla sig uppströms dykaren, på lämpligt avstånd, för att dykaren ska kunna förflytta sig till aktuellt område/aktuell uppgift. Det är ett självklart krav att dykarskötaren kan hålla dykaren i strömmen utan att dras ut i vattnet.

9.2.2. Sökmetoder

Att söka i strömmande vatten kräver utbildning i olika sökmetoder.

Metod – Ankring av båt i strömmande vatten

Vid strömmande vatten bör båten ankras för att skapa en stabil plattform för att dyka från i likhet med ankring av båt i lugna vatten.

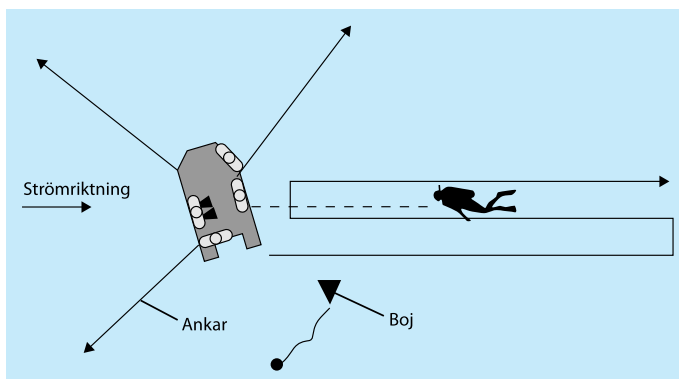


Bild 9.4. Ankring och sökning i svagt strömmande vatten. (Bild: Försvarmakten Peder Andersson)

Söksområde byts genom att båten flyttas mellan ankarna dvs släppa ut ankarlina respektive ta in ankarlina. Dykaren halas uppströms och släpps ut efter hand. Metoden är tillämpbar i svagt strömmande vatten. Vid starkare ström bör en annan metod användas .

Vid ankring i starkt strömmande vatten bör ankarlinan vara minst 20 meter lång eller ha längden ca 5 ggr vattendjupet för att ankaren ska få fäste i botten. Beroende på hur stort arbetsområde som behövs anpassas ankarlinornas längd för att plattformen ska kunna förflyttas mellan ankarna.

Metod – Dykning från båt som hängs i vajer

Båten görs fast i en vajer. Båten kan dras längs vajern vilket gör att dykaren inte behöver anstränga sig för att täcka ett större söksområde. Båten kan i sin tur firas av nedströms. Dykaren behålls på ett fast avstånd från båten. Metoden är normalt tillämpbar i strömhastigheter upp till 2 m/s. Dykning i vatten som strömmar med en hastighet över 2 m/s ska tas under övervägande i särskild ordning. Vattnets effekt på dykaren ökar med kvadraten på strömhastigheten dvs vid 1 m/s är effekten ”1”, vid 2 m/s är effekten ”4” och vid 3 m/s är effekten ”9” vilket gör att påverkan på dykaren måste tas med i säkerhetsanalysen. Reservdykarens möjligheter till insats i dessa sammanhang måste också tas med i beräkningen.

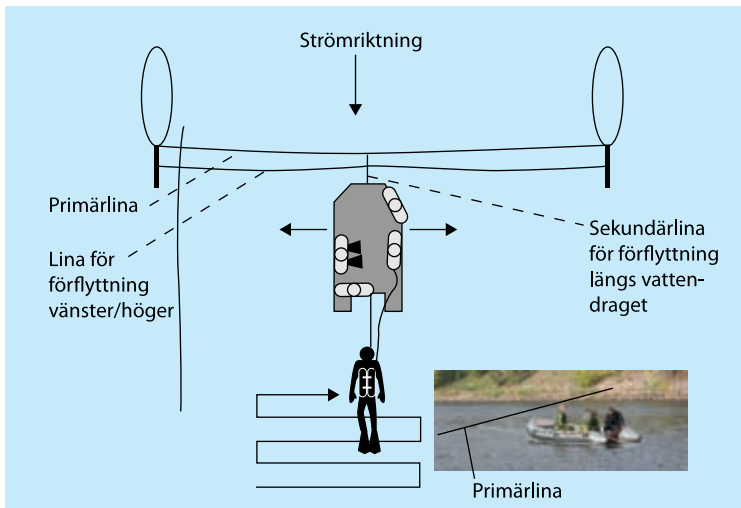


Bild 9.5. Dykning i starkt strömmande vatten. (Bild: Försvarmakten Peder Andersson)

Det är båten som flyttas för att placera dykaren rätt. Dykarens avstånd från båten är minst 10 meter plus ytterligare 3 ggr vattendjupet för att dykaren icke ska påverkas av båtens motor samt kunna komma ner till botten.

Förflyttning av arbetsplattformen

1. Förflyttning av arbetsplattformen sker genom att två linor fästs dels på vajern i arbetsområdets yttersta del mot mittfåran dels mot land. Möjlighet finns nu att dra båten längs vajern (primärlinan). Dykaren och båten sitter fast i sekundärlinor.
2. Personal i båten kan nu, för hand, dra båten längs vajern.
3. Möjlighet finns även att nyttja motor på båten och föra båten längs vajern vilket är att föredra.

9.2.3. Dykarens utrustning

Dykaren behöver extrautrustas med materiel som gör det möjligt att vistas bakom båten i strömmande vatten upp till ca 3 m/s. Det är viktigt att dykaren blir avlastad i en helkroppssele som möjliggör en uthållig arbetsinsats. Helkroppsselen fördelar lasten på dykaren främst kring höften och benen.

Dykarens utrustning:

- Helkroppsele
- Bogserbåge
- Låsbara karbiner

Kniven bör inte fästas på underbenet då dykaren kan ha svårt att komma åt kniven där. Lämplig plats kan vara på låret eller på dykarens bröst.

Dykaren görs klar för lindykning och bör använda både ytgas och talkommunikation.

Bogserbågen fästs med skruvkarbiner i helkroppsselens axelband och infästningarna på bröstet låses med en skruvkarbin. Överblivna plattband från selen låses på föreskrivet sätt.

Livlinan fästs i helkroppsselens infästning på bröstet. Livlinan får inte påverka dykaren i vattnet. Slå en knop "åttan" och fäst den i en skruvkarbin i helkroppsselen.

Ytgasslang fästs på dykaren.



Bild 9.6. Dykare med helkroppssela (Foto: Försvarmakten Peder Andersson)



*Bild 9.7. Sammankoppling av höger respektive vänster sida av selen.
(Foto: Försvarmakten Peder Andersson)*

9.3. Dykning i slutna rum (vrak, tunnlar, bergtrum m m)

Dykning i tunnlar, bergtrum, vrak och andra slutna rum där dykaren inte kan ta sig ”rakt/direkt upp” till ytan, räknas som mycket avancerad dykning vilket ställer mycket stora krav på dykarledaren, ytorganisationen, den enskilde dykaren, utrustningen och planeringen av dykuppdraget.

Olyckor vid vrakdykning beror på olika faktorer.

- Insnärjningsrisken är mycket stor vid vrak. Det kan till exempel vara fiskeredskap som fastnat.
- Rasrisken är stor. Det kan finnas sönderrostade durkar, lejdare, skott etc. som lossnar och gör att dykaren fastnar. Dykarens utandningsgas kan få delar av vraket att rasa då det blir flytkraft inne i vraket.
- Dykarna hittar inte ut ur ett vrak som de gått in i. Det råder ofta dålig sikt i vrak, speciellt efter dykare som vispat upp sediment (rost, dy, sand etc.).
- Fartygets last kan vara explosivt gods, giftiga kemikalier eller farlig på annat sätt.



Bild 9.8. Bild inifrån ett vrak (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

9.3.1. Rekommenderad säkerhet vid dykning i slutna rum

För att dykningen ska bli så säker som möjligt rekommenderas följande regler.

- Dykarledaren ska ha erfarenhet av dykning i tunnlar, bergrum, vrak och andra slutna rum.
- Dykaren ska vara utbildad för den typ av dykning som ska genomföras.
- Dykningen ska ske med livlina även om dykningen genomförs som parykning.
- Varje enskild dykare ska om möjligt vara försedd med gasförsörjning från ytan.
- Dykaren ska vara utrustad med dubbla lampor.
- Vid kontroll av dykaren före dyk ska dykarledaren särskilt kontrollera att dykarens viktbalte är fastsatt så att det inte av misstag kan öppnas.
- Talkommunikation ska användas.
- Förutom nedstigningslina till en eventuell tunnelmynning-/insimningsplats, ska en ledlina in i tunneln/vraket användas.
- Om fel uppstår på någon del av utrustningen under dykningen eller om rasrisk uppstår ska dykningen omedelbart avbrytas.

- En assisterande dykare bör finnas vid den plats där insimning sker, detta för att underlätta hanteringen av livlinan och förhindra insnärjning.

Det kan vara svårt att undsätta en nödställd dykare. Det är till exempel troligt att det bara finns en reträttväg för dykaren om något rasar.

9.4. Dykning vid låga luft- och vattentemperaturer

I likhet med att vi ska utbildas avseende övningar i *kallt väder* krävs även utbildning om hur vi ska hantera vår dykarutrustning vid motsvarande förhållanden. Vid dykning vid låga luft- och/eller vattentemperaturer, ska åtgärder enligt tillverkaren utföras för att förhindra frysning i andningsapparat. Dykare bör fortlöpande orienteras om riskerna för frysning och om hur dessa risker kan undvikas.



Bild 9.9. Isdykning (Foto: Försvarmakten Dennis Bäckman)

Med ”frysning” avses isbildning i eller på andningsutrustningen vilket kan orsaka driftstörningar.

En orsak till tillbud kan vara att vatten kommit in i andningssystemet vid vård eller liknande och inte ha torkats tillräckligt efter vård.

Alla användare av dykarutrustning ska informeras om frysrisiker och kunna utföra vård och tillsyn vid dykning vid låga temperaturer.

Vatten kan komma in i systemet även när det är trycksatt t ex vid anslutning av yttre luftförråd och blöta anslutningar (snabbkopplingen för ytgassförsörjningen). Vatten kan också komma in vid regulatorns infästning i andningsgasförrådet, då det kan finnas vatten kvar vid anslutning av regulatorn eller om någon del är defekt.

Kompressorer med avsaknad av eller dåligt torkfilter ger en ökad mängd vattenånga i andningsgasen vid fyllning av dykarflaskorna, vilket kan medföra ”frysning” i andningssystemet.

Frysningar kan orsaka mer eller mindre allvarliga driftstörningar som kan få allvarliga konsekvenser för dykaren. Det finns dock möjligheter att förebygga frysning av utrustningen. *Även om man handhar utrustningen i enlighet med instruktioner kan utrustningen frysa.*

9.4.1. Allmänt om frysning

Om luften innehåller fukt bildas iskristaller som kan förorsaka funktionsstörning, inre frysning.

Isbildning på rörliga detaljer (funktioner) utanför gasvägarna. Om frys-skyddet är trasigt eller att det kommit in vatten i regulatorn på annat sätt finns risk för yttre frysning. Vattnet kan då frysa i fjäderhuset så att mekanismen fastnar i öppet eller stängt läge.



Bild 9.10. Dykare i vintermiljö (Foto: Försvarsmakten Daniel Lindman)

9.4.2. Andningsventilen

Andningsventilen arbetar enligt demandprincipen dvs luft tillförs endast vid inandning. Trycksänkning sker då luft expanderar viket samtidigt ger en kraftig temperatursänkning. *Luftens expansion medför att andningsventilens inandningsdel kyls ned 15 grader under omgivande temperatur* Eventuell fukt i inandningsdelen övergår då till is som kan hindra funktionen. Detta kan leda till friflödnig (luften strömmar kontinuerligt genom andningsventilen) eller strypning av lufttillförseln.

Fukt kan komma in i andningsventilens inandningsdel på följande sätt.

- Andningsventilen har tvättats i vatten utan att därefter torkats.
- Andningsventilens backventil är inte tät.
- Via slangen till andningsventilen. Vid tryck på tömningsknappen på andningsventilen i trycklöst tillstånd då det finns vatten i andningsventilen kan vattnet tränga in i andningsslangen.
- Vid demontering av andningsventilen exponeras slangen och andningsventilens öppningar för omgivningen och vatten kan då tränga in.
- Via t ex snabbkoppling om detta sker med invändigt våt koppling.

9.4.3. Andningsventil med helmask

Helmasken skyddar dykarens ansikte mot kyla samt möjliggör att den kalla andningsluften uppvärms och fuktas på sin väg genom näsan innan den når lungorna. Detta medför också att nedkylningen av dykaren minskar.

I masken är in- och utandningen helt åtskilda och fuktig luft från utandningen kan normalt inte komma över till inandningssidan, vare sig genom maskens kanaler eller genom mekanismen. Detta minskar risken för fryssing. Andningsventilen måste dock vara torr från början samt ha hel backventil.

9.4.4. Andningsventil med bitmunstycke

Även bitmunstycket har separata in- och utandningskanaler varför fukt normalt inte kan avsättas i inandningsdelen. Risken att ventilen fryser blir då liten. Andningsventilen måste dock vara torr från början samt ha hel backventil.

9.4.5. Regulator

Även regulatorn kan frysa. Orsakerna kan vara fuktig luft i behållarpaketet eller att frysskyddet inte är torrt invändigt.

För vissa andningsapparater kan en stöt mot frysskyddet leda till att frysskyddet punkteras och kan därmed ta in vatten.

Frysskyddet kan slås av vid dykning vilket leder till förlust av frysskyddsfunktionen.

Vid risk för isbildning kan reservluftventilens funktion påverkas.

Vid extrema vattentemperaturer 0°C och temperaturer där under, kan isbildning ske på regulatorm. Därför bör säkerheten ytterligare höjas för att inte riskera luftstopp då behov föreligger att utlösa reserven. Vissa reserver fryser omgående vid dyk med vattentemperaturer under +4°C, då ska dykningen planeras för detta. T ex dyket avbrytas när 1/3 återstår av luftförrådet, alternativt nyttjas ytgasförsörjning. Reservens kan även frysa vi upprepade dyk p g a av att isbildning skett vid reservens yttre rörliga delar, dykaren bör kontrollera sin reserv före och under dyket.

Kontrollera att eventuella frysskydd är torra före dykning!

9.4.6. Övrig dykarutrustning

Övrig materiel kan ”frysa fast på dykaren” så som benvikter, dykarkniven, kopplingar eller livlinan. Utrustningen tinas med varmt vatten eller genom längre vistelse i ett uppvärmt utrymme.

Beakta att vissa typer av livlinor är positiva (egen flytkraft) och kan flyta upp mot isens undersida vid dykning och kan då frysa fast.

9.4.7. Åtgärder före dykning

Allmänt

Texten nedan undantar inte de kontroller som ska göras för att klargöra dykarutrustningen före dyk enligt tillverkarens anvisningar.

Före dykning ska följande kontrolleras (i torr miljö).

- Kontrollera andningsventilens funktion genom att provandas samt kontrollera att den inte läcker (täthetskontroll enligt tillverkarens anvisningar).
- Kontrollera visuellt andningsventilens backventil före dyk.
- Säkerställ att frysskyddet på regulatorm är helt och rätt monterat samt att det är torrt invändigt.
- Anslutning till ytgas (högtryck och/eller lågtryck) ska ske med torra anslutningar. Andningsventilen ska vara så torr som möjligt, annars kan kvarvarande fukt frysa vid låga lufttemperaturer.
- Kontrollera att helmasken tätar ordentligt mot huvan. Kontinuerligt flöde av luft ökar risken för nedkylning av regulatorm/andningsventilen och därmed isbildning i andningsventilen (även isbildning på regulatorm/1:a steget).

- Ta på helmasken omedelbart före dykning, undvik att andas genom andningsventilen då den befinner sig över vattenytan.
- Dykaren bör arbeta lugnt då ett ökat luftflöde ökar risken för frysning.
- Det är eftersträvansvärt att utrustningen har ungefär samma temperatur som vattnet. Då nedkyld utrustning används kan isbildning ske på utrustningsdetaljer och förhindra funktion (s k yttre frysning) då dykaren påbörjar dykningen. Utrustning kan betraktas som nedkyld då den håller en temperatur under 0°C.
- Viss utrustning kan förvaras i vattnet inför upprepat dyk. (Andningsutrustningen ska vara trycksatt!).
- Ytgasförsörjning används med fördel på grund av att kyleffekten från apparatens 1:a steg då uteblir men även minskar risk för yttre frysning av reservluftenheten. Tänk på att ansluta torrt.
- Flaskpaketets utlopp på behållarventilen blåses rent från smutspartiklar samt ev vatten innan regulatorn monteras. (OBS! Flaskventilen *skaha* skyddspropp/blindpropp monterad då regulatorn inte är ansluten).
- Alla anslutningar där vatteninträngning i gasvägarna kan ske ska hållas torra samt hanteras så att de inte blir fuktiga. Detta genomförs genom att demontera anslutningar i torr miljö samt använda skyddsproppar.

Hälften av det vatten som ryms i snabbkopplingen till vissa andningsutrustningar för ytgasförsörjningen räcker för att förorsaka inre frysning med friflodning eller i undantagsfall med *luftstopp som följd*.

Använd skyddsproppar vid förvaring och transport för att förhindra vatten och smuts från att komma in i andningssystemet. Håll andningsutrustningen trycksatt vid avsköljning med färskvatten!

9.4.8. Upprepad dykning vid temperaturer under + 4°C

Dykaren bör vara medveten om att *upprepade dykningar medför större risk för fryshypotermi*. Utrustningen bör vara så torr som möjligt före nästa dyk.



Bild 9.11. Vinterdykning (Foto: Försvarsmakten Daniel Lindman)

Förutom ovanstående tillkommer dessa punkter.

- Skaka ur kvarvarande vatten ur helmasken/bitmunstycket.
- Tryck in tömningsknappen och låt en kort luftström flöda genom andningsventilen och blåsa bort kvarvarande fukt i ventilens utandningsdel. Detta görs snarast direkt efter föregående dyk, därefter bör andningsventilen plockas isär för att torkas/blåsas torr. Utrustningen kan blåsas torr med ren och fettfri gas från ett annat gasförråd.
- Används FM helmask kan andningsventilen från bitmunstycket användas till helmasken. Dock måste o-ringen plockas bort innan montering.
- Placera helmasken/bitmunstycket på ett torrt ställe och förhindra att vatten och snö kommer in. Behåll andningsapparaten om möjligt trycksatt.
- Dykaren bör kontinuerligt kontrollera sin reserv under dyket.

- Slangändar till ytgassförsörjning kan med fördel ligga kvar i vattnet (dock trycksatta) så även andra kopplingar till verktyg, talkommunikation etc. Säkerställ dock att snabbkopplingen till ytgassförsörjningen är torr när den ska nyttjas.

Anslutning av ytgasslang via snabbkoppling under vatten ska undvikas (undantag vid nödsituation).

Ytgasslangens snabbkoppling ska hållas trycksatt under och mellan dykningarna för att vatteninträning inte ska kunna ske. Om så inte sker ska slangändar skyddas så att vatten inte kan tränga in genom kopplingarna.

Under tiden dykaren väntar på att få gå i vattnet kan man minska risken att utrustningen fryser genom att linda en filt runt dykaren och hans utrustning och därmed också nyttja dykarens kroppsvärme (eller varma utrymmen) för att minska risken. Blöt apparat i minusgrader bör dock tinas.

9.4.9. Åtgärder efter dykning – återställande efter vård

En andningsventil med fukt i inandningsdelen (kan inträffa om man påverkar tömningsknappen vid sköljning vid icke trycksatt system) torkar långsamt vilket medför avsevärt större risk för frysning.

Regulatorn bör hänga överst med andningsslangens ände öppen samt hängande så att eventuellt kvarvarande vatten kan rinna ut ur kopplingarna.

Torkning bör ske i rumstempererade utrymmen.

Efter avslutad torkning används skyddshuvar och skyddsskåpor för att förhindra att vatten och partiklar kommer in i anslutningarna.

Vid vård av regulator, vilken utförs av dykaren efter dyk, spolas regulatorn/andningsventil med trycksatt andningsapparat, annars riskeras att vatten kommer in i utrymmen vilka inte ska sköljas. Om det ändå sker, säkerställ att delarna verkligen torkar.

9.4.10. Klädsel

Dykande personal nyttjar flerskiktprincipen för att hålla sig varm under dykning. Vid dykningar vintertid är det ofta dykarens ansikte, händer och fötter som är mest utsatta för kylan. Nedkyllning av dykaren är en risksituation och ska undvikas. Då dykaren blir nedkyld påverkas bl a finmotoriken men även omdömesförmågan. Dykarledaren måste ta hänsyn till nedkyllning under planeringen av dykningen. Vid vistelse på is är det lämpligt att isolera fötterna från isen genom att nyttja granris eller liggunderlag motsv. Utrustning bör också placeras på något för att undvika att utrustningen fryser fast i isen.

9.4.11. Dykning i isvak

Dykning under is där dykaren inte kan ta sig ”rakt/direkt upp” till ytan räknas som avancerad dykning, dykarledaren måste planera för många situationer som kan uppstå. Några exempel är att det är direkt olämligt av dykaren att skära av livlinan vid intrassling samt när han inte kan utföra en direktuppstigning vid en frysning på dykarutrustningen.

Dykarledarens utbildning och erfarenhet är av stor vikt för att dykningarna ska kunna genomföras på ett säkert sätt, dykarledaren bör även ha god kännedom om is och dess beskaffenhet.

I södra och mellersta Sverige är förutsättningarna sämre för att genomföra kontinuerliga isvaksdykningar, situationer som dessa kan däremot förekomma i hela Sverige.

Nedanstående lista kan då vara till stor hjälp vid planering och genomförande av dykningen.

- Isens bärighet bör hålla för 2 st dykare med utrustning/m², (250 kg).
- Flytväst, isdubbar samt linor för räddning, ska användas vid vistelse på is och upptagning av isvak.
- Lämplig utrustning för vakupptagning är, motorsåg, motorisborr, handissåg, isbill och spade. Vaken kan göras tre- eller fyrkantig, men stor nog att rymma två dykare samt ev reservdykare. Är isen tjockare än motorsågsbladet, sågas vaken upp i etapper, dock utan att såga genom isen så att vatten trycks upp. Den sista delen sågas upp med handissåg efter att man borrar hål i hörnen med (motor)isborr. Isblocken plockas därefter upp på isen.
- Dykarledaren upprättar vaks-kiss som visar vaken(-arnas) plats, djup i vaken, istjocklek i vaken och ev. strömhastighet.
- Vaken märks ut med varningsband samt görs halkfri med t ex granris eller sågspån.
- En väl förankrad nedstigningslina med t ex ett nedborrat spett eller isskruv, placeras vid vaken och märks ut med blixtljus/5 m, eller tätare beroende på sikt.
- Dykningarna genomförs normalt med helmask och torrhandskar samt om möjligt med ytgasförsörjning och kommunikation.
- Igång i vak genomförs från sittande läge, därefter håller man kvar sig själv under ytan, med hjälp av iskanten, för funktionskontroll.
- All dykning under is genomförs med livlina. Vid pardykning har båda dykarna livlina samt mellanlina.

- Livlinan släpps maximalt ut till hälften så möjligheten finns att nå tillbaks vid insnärjning, samt en möjlighet för reservdykaren att inom rimlig tid hitta och undsätta eventuell dykare i nöd.
- Vid förlust av livlinan går dykaren upp under istaket för att lättare kunna svepas in (hittas) av reservdykaren.
- Dykningen bör avbrytas när 1/3 återstår av gasförrådet.
- Uppvärm utrymme bör finnas på dykplatsen där även reservdykaren bör vistas. (En kall reservdykare löser uppgiften sämre.)
- Varmt vatten bör finnas på dykplatsen för upptining av fastfrusen utrustning och friflödande andningsventil.



Bild 9.12. Dykning i isvak. (Foto: Försvarmakten Dennis Bäckman)

9.4.12. Dykning i isvak med strömmande vatten

Vid dykning under is med strömmande vatten ska man beakta istjocklekens variationer samt att istjockleken kan minska över tiden.

- Pardykning bör undvikas vid starkt strömmande vatten på grund av för många linor i vaken.
- Talkommunikation bör användas vid all dykning under is i strömmande vatten.
- Då strömhastigheten försvårar kommunikation i livlinan bör avlastningslina användas, även om talkommunikation används. T ex

kommunikationslinan används som livlina och ytgasslangen används som en avlastningslina.

- Avlastningslinan bör handhas av separat dykarskötare
- Om dykaren mister livlinan/avlastningslina bör denne omedelbart gå till botten och hålla sig fast samt invänta hjälp från ytorganisationen.

9.5. Dykning vid höga luft- och vattentemperaturer

9.5.1. Värmeslag

Risken för värmeslag vid dykning ska beaktas då lufttemperaturen överstiger 27°C eller då vattentemperaturen överstiger 23°C. Individuella faktorer påverkar tåligheten mot värme. Riskfaktorer för värmeslag i samband med dykning är

- hög vattentemperatur
- hög lufttemperatur
- hög arbetsbelastning
- kraftigt solljus
- uttorkning.

Om dykaren känner symptom eller uppvisar tecken på begynnande värmeslag enligt

Dykaren bör under dykning ge akt på följande symptom på begynnande värmeslag.

- Mer trötthet och andfåddhet än normalt i förhållande till arbetsbelastningen
- Huvudvärk
- Muskelryckningar
- Allmän obehagskänsla, omtöckning, oklarhet
- Utmattning

Observera att överhettning i sig ökar risken för oxygenförgiftning. Vid dykning med ren oxygen eller andningsgas med förhöjd oxygenhalt kan även följande symptom uppstå.

- Yrsel och illamående,
- Synrubbingar
- Kramper

Dykarledaren bör ge akt på dykarens rapporter om ovanstående symptom och på:

- onormalt hög andningsfrekvens hos dykaren
- svårigheter för dykaren att förstå och lösa uppgifter.

Dykaren kan kollapsa utan föregående varning. Därför ska dykare som dykt längre än en timme i värme assisteras vid uppgång ur vattnet och därefter noggrant observeras efter dykningen.

Åtgärder för att minska risken för värmeslag:

- Rikligt med dryck innehållande näringssalter. Ytpersonal bör dricka cirka en liter per timma. Kaffe och te bör undvikas för att de är urindrivande och för med sig en nettoförlust av vätska. Detsamma gäller alkohol som ska undvikas även av andra skäl. Ringa behov av vattenkastning och stark färg på urinen är tecken på vätskebrist. Överkompensation med vätska ger däremot stora volymer färglös urin, men så gör till en början även urindrivande drycker och vattnets tryck på dykarens kropp (immersionseffekt) vilket medför vätskebrist. Hos friska individer får måttlig överkompensation med dryck inga andra följder än stora urinvolymer.
- Skydd mot direkt solljus.
- Lättnader i klädseln.
- Täta viloperioder.
- Tillvänjning. För att öka tåligheten mot värme ska sådan tillvänjning ske i form av minst fem sammanhängande dagar med dykning i varmt vatten och inledningsvis med lättare dykarbeten och korta expositionstider.

9.5.2. Uttorkning

Med uttorkning menas här allvarlig brist på vätska i kroppen vilket också medför rubbningar i kroppsvätskornas salthalt. Uttorkning ökar risken för dekompressionssjuka och förvärrar symptom vid lungbristning.

Uttorkning uppstår vid otillräcklig vätsketillförsel och/eller stora vätskeförluster.

Risikfaktorer för uttorkning vid dykning är

- otillräckligt med dryck
- stor svettning
- långvarig andning av torra gaser
- ökad urinproduktion på grund av vattnets tryck på kroppen (immersionseffekt).

Åtgärd för att minska risken för uttorkning är

- rikligt med dryck.

9.5.3. Saltbrist

Om mycket stora förluster av vätska och salter genom svettning ersätts med rent vatten under lång tid finns risk för saltbrist med svåra symptom som följd.

9.6. Dykning i kontaminerat vatten

Olyckor kan leda till att vatten kontamineras eller att farligt gods hamnar i vattnet kan drabba de flesta kommuner i Sverige. Kemikaliebekämpning, sanering, bärgning och omhändertagande av farligt gods måste kanske ske under vattenytan med hjälp av dykare och tekniska hjälpmedel.

Vid upptäckt eller misstanke om farligt gods i vattnet eller att vattnet har blivit kontaminerat ska det rapporteras till den lokala räddningstjänsten eller kustbevakningen.

9.6.1. Riskbedömning av dykområdet

Vid alla dykoperationer där vattnet är eller misstänks vara kontaminerat, ska personalen genomföra en riskbedömning av dykområdet. Följande ska om möjligt beaktas.

- VIND: När giftiga gaser sprids till luft ska ingen personal eller utrustning befinna i lä om utsläppet.
- STRÖM: Både under vattnet och på ytan ska dykaren om möjligt hålla sig uppströms om föroreningskällan, så att strömmen för med sig föroreningarna bort från dykaren.
- AVSPÄRRNING: Om möjligt ska en avspärrning upprättas för att hålla oskyddade personer ifrån eventuella föroreningar.
- RISKZONER: Zonindelning ska om möjligt etableras för att hålla oskyddad utrustning och människor utanför den inre riskzonen.
- UTVÄRDERING AV DYKMILJÖN: Det är inte alltid möjligt att genom syn eller lukt ta reda på om en miljö är förorenad eller inte. Med anledning av detta ska om möjligt alla dykmiljöer närmas med försiktighet. När dykplatsen misstänks vara eller är förorenad, ska vattnet testas för att fastställa vilka föroreningar som föreligger. Vissa miljöer, som hamnar, kanaler, avlopp och sjöar med omkringliggande jordbruk, kan antas vara förorenade med åtminstone biologiska ämnen. Miljöer där kemiska föroreningar kan misstänkas, som utsläpp från pappersbruk eller floder som löper igenom industrialiserade områden, kräver ändamålsenliga försiktighetsåtgärder.

Om en dykare misstänker att han exponerats för kemikalier ska om möjligt dykaren läkarundersökas. Giftinformationscentralen, som dygnet runt nås genom SOS Alarm/JRCC, kan lämna råd om förgiftning eller exponering för farliga ämnen misstänks.

Vissa kemikalier bryter ned eller tränger igenom materialet i dykarutrustningen.

Kortvarig exponering kan leda till skada på dykaren genom inhalation, oralt intag, hudkontakt eller en kombination av dessa tre. Kemikaliers fysikaliska egenskaper (sjunker, flyter) är en bidragande orsak till graden av påverkan på dykaren. Databaser kan användas av personal på dykplatsen som stöd och beslutsunderlag.

Innan dykning i kontaminerat vatten är en riskbedömning av stor vikt. Personlig skyddsutrustning ska om möjligt väljas baserat på närvaron av klassificerade ämnen. Detta gäller såväl dykare som ytpersonal.

9.6.2. Personlig skyddsutrustning för ytpersonal

Skydd och skyddsutrustning för människor måste anpassas efter de aktuella farorna inom riskområdet och det sätt på vilket dessa faror påverkar människan.

När man arbetar med farligt gods eller i kontaminerat vatten måste man använda andningsskydd för att skydda ansikte och andningsvägar. Skyddet kan bestå av tryckluftsapparat eller filtermask beroende på farorna och uppgiften. För att skydda resterande delar av kroppen beroende på faror och uppgift måste en skyddsdräkt användas. För att förstärka skyddsdräktens motståndsförmåga mot vätskeformiga kemikalier kan den kompletteras med stänkskydd.

Mot splitter, tryckvåg och i vissa fall joniserande strålning finns det inte någon personlig skyddsutrustning som ger fullgott skydd. Här gäller det i stället att skydda sig genom att vara utanför riskområdet, ha ett hinder mellan sig och olycksplatsen eller att minimera exponeringstiden inom riskområdet.

Tabell 9.1. Tabell över personlig skyddsutrustning för ytpersonal.

Nivå	Risk	Utrustning
A	Flyktiga gaser som kan angripa huden och andningsorgan. Stänk, neddoppning eller annan exponering för skadliga ämnen. Slutna eller dåligt ventilerade utrymmen	Totalt inkapslande skyddsdräkt, certifierad enligt NFPA version 1991 /2000 Helmask med övertryck. Inner och ytterhandskar med kemikalieresistens. Skor/stövlar med kemikalieresistens.
B	Risk för inandning av skadliga ämnen föreligger men gaserna påverkar inte andningsorgan och absorberas inte genom huden. Stänk, neddoppning eller påverkan på huden av skadliga ämnen förväntas inte. Ämnen som kan skada eller absorberas av huden. Slutna eller dåligt ventilerade utrymmen.	Skyddsdräkt med huva. En eller tvådelad stänkskyddsdräkt. Inner och ytterhandskar med kemikalieresistens. Skor eller stövlar med kemikalieresistens. Skyddsdräkter med huva, (nivå B, inte helkapslad) finns i nivå A material. Dessa dräkter tillgodoser alla fysiska skyddskrav (utom helkapsling) som nivå A, dvs permeationstider såväl som materialstyrka. Dessa dräkter ger användaren bättre rörlighet. Viss nivå B dräkter som tillverkas uppnår inte nivå A standard. I dessa fall är permeationstiderna kortare och skyddsnivån lägre.
C	Koncentrationen och typen av luftburna ämnen är kända och ett luftrenande andningskydd med fläkt bedöms ge tillräckligt skydd. Stänk, neddoppning eller påverkan på huden utgör liten risk.	Hel eller halv-skyddsmask med luftrening. Skyddsdräkt med huva; dräkten kan bestå av två delar. Inner och ytterhandskar med kemikalieresistens. Stövlar med kemikalieresistens.
D	Miljön innehåller inga kända skadliga ämnen. Det finns ingen risk för inandning eller kontakt på någon nivå av skadliga ämnen.	Arbetskläder. Skor/stövlar med kemikalieresistens. Stänkskyddsglasögon.

9.6.3. Personlig skyddsutrustning för dykaren

Dykardräkten

En vulkaniserad gummidräkt är att föredra före andra dräkter med nylonyta eller annan klädd utsida som är svårare att sanera. Gummidräkternas yta gör att dräkterna torkar fort och att de flesta vätskor rinner av dem. Med dykardräkter som har nylon- och tygsikt finns det risk att något stannar

kvar på dräkten. Det är också en fördel att det går snabbt att laga eller tätta en gummidräkt akut vid insatsen. Även om de vulkaniserade gummidräkterna är att föredra så klarar de inte av alla typer av ämnen. De ger ett fullgott skydd för smittförande ämnen, men för radioaktivitet ger de inget skydd alls.

När typ av dykardräkt ska väljas måste man tänka på

- dräktens tjocklek
- manschetter och andra latexmaterials hållfasthet
- eventuell neoprenhuva bör skylas eller döljas av gummi eller en tät gummihuva för den som dyker med helmask
- att in- och utloppsventilerna är tillförlitliga och kan motstå ett visst ämne
- ytgasslangens motståndskraft.

Flertalet av de gummidräkter som marknadsförs kan utrustas med heltäta manschettringar där en vanlig gummihandske avsedd för kemdykning kan monteras.

Viktbälte

När man väljer viktbälte så måste också hänsyn tas till såväl materialet som möjlighet till sanering. Det bästa är troligtvis ett vanligt bälte som går att antingen sanera eller destruera utan större kostnad, så att endast vikterna saneras och behålls. Vävmaterialen med blyhagelkulor är inte att rekommendera. Blykulornas sammanlagda yta i bältena är stor och möjligheten att sanera dem är mycket begränsad eftersom de är instängda i bältet.

Räddningsväst

Vid dykning i kontaminerat vatten ska alltid ytgassförsörjning användas. Därför ger det möjlighet att i dessa situationer kunna dyka utan räddningsväst. De flesta räddningsvästar är gjorda av något nylonvävsmaterial som i sig kan vara svårsanerat. Innerpåsen eller luftsäcken brukar dock vara av något plastmaterial.

Helkroppsssele

Helkroppsssele bör användas vid denna typ av arbete. Endast ett bälte är inte fullgott om till exempel dykaren behöver bli lyft upp ur vattnet.

Skärverktyg

Det kan vara bra att utrustas med mer än en kniv. Sätt till exempel fast en kniv som vanligt på insidan av vaden och ytterligare en på helkroppsselen.

Då ska man alltid kunna nå en kniv oavsett position, såvida händerna är fria. Se till att knivens slida och fastsättning klarar ämnets påverkan eller påfrestningar.

Simfenor eller skor

Kommer dykaren att arbeta stillastående eller simmande? Välj rätt redskap för rätt arbete – det vill säga skor om man ska stå still och simfenor om dykaren måste kunna förflytta dig. Simfenor och dykarskorna bör vara tillverkade i ett material som är lättsanerat.

Mask och hjälm

Antingen används helmask eller hjälm vid dykning på olyckplatser med kontaminerat vatten eller farligt gods. Säkrast är att använda en hjälm med frilödande lufttillförsel.

Det finns också hjälmar med demandstyrd lufttillförsel som egentligen är en vanlig andningsregulator som är inbyggd i en hjälm. Med dessa hjälmar kan ett undertryck uppstå i hjälmen när man andas in, vilket kan vara en orsak till att vatten börjar läcka in.

Vid dykning med helmask finns det större risk att vatten tränger in i masken. Här är det mycket noga med att det är tätt mellan masken och huden så att inte kontaminerat vatten tränger in på huden.

Navelsträng

Telefonkabeln och livlinan som ingår i navelsträngen är som regel svårsanerade på grund av det yttre skyddshöljet. De kablar och slangar som ingår i navelsträngen måste vara virade runt varandra, för att underlätta sanering. Om de sätts ihop på traditionellt sätt kan de lösas upp eller göra att kontaminerat vatten eller produkter från ett utsläpp fastnar i sammanfogningen.

Ytterligare en fördel med virad navelsträng är att de ingående komponenterna lätt kan separeras från varandra och saneras på skilda sätt allt efter materialtyp. En flytande navelsträng är att föredra, eftersom slangen får en mer rät vinkel mot dykaren. Finns det till exempel en vätska eller ett ämne som är tyngre än vatten slipper navelsträngen att släpas efter botten eller i det farliga ämnet som ska tas om hand eller bärgas. Eftersträva att ha så lite navelsträng i vattnet som möjligt. Ju längre den blir desto svårare är den att hantera och sanera.

9.6.4. Val av personlig skyddsutrustning för dykaren

Val av utrustning ska baseras på nödvändig skyddsnivå. Följande utrustningskombinationer är att betrakta som rekommendationer. Ansvaret för

val av utrustning ligger på de personer som är engagerade i dykuppdraget. Skyddsnivån ska baseras på den potentiella risken för dykaren. Det förekommer tre nivåer av skydd beroende på risken för dykaren. Dykarens utrustning ska om möjligt vara anpassad för aktuella föroreningar. Detta gäller även slangar, navelsträng, kopplingar, "bail-out", viktbalten, selar och liknande.

Tabell 9.2. Tabell över personlig skyddsutrustning för dykaren.

Nivå	Vattenförorening	Utrustning
1	Vattnet är kontaminerat av biologiska föroreningar, petroleumprodukter eller industrikemikalier som kan ge permanenta långvariga hälsoproblem eller dödliga skador. Vid användning av nivå-ett-utrustning ska om möjligt hänsyn tas till kemikaliekompatibilitet och permeationsrisk av dykarens utrustning. Dykning i vatten som är kontaminerat av aggressiva kemikalier eller radioaktiva ämnen, där t om en liten exponering utgör ett allvarligt hälsotillstånd, kräver extraordinära åtgärder i form av planering, utrustningskombinationer och utbildning. Syftet med nivå ett är att eliminera risk för dykarens och ytpersonalens exponering för de farliga ämnena.	Ytgasförsörd dykning med hjälm och därtill ansluten torrdräkt, fast monterade stövlar och handskar. Systemet ska ha dumpslang för utandningsluften. Ytgasförsörd dykning med hjälm, bröstplåt, därtill ansluten torrdräkt, fast monterade stövlar och handskar. Andningssystemet kan vara av friflödes eller demandstyrd typ. Dykning i nivå ett ska avbrytas vid systemfel, t ex sådant att läckage kan uppstå.
2	Vattnet innehåller biologiska eller kemiska föroreningar som kan ge kortvariga negativa hälsoeffekter men inte långvariga, bestående eller dödliga skador.	Scuba/ytgasförsörd dykning med torrdräkt, fast monterad huva, handskar och stövlar. Helmask som täcker huvans yttre tätningsskant. Scuba/ytgasförsörd dykning, sluten eller halvsluten "rebreather" med hjälm eller torr huva med därtill ansluten mask. Andningsanslutning som samverkar med en torrdräkt.
3	Vattnet innebär ringa hälsorisk, t ex olika former av marint liv såsom maneter, vissa fiskar och sjöborrar, och därtill retande substanser som innebär en ringa risk. Personer som väljer denna nivå måste själva avgöra vad som kan utgöra en allvarlig hälsorisk.	Scuba/ytgasförsörd slangutrustning med hel eller halvmask, skyddsoverall, hand och fotskydd. Scuba/ytgasförsörd slangutrustning, våtdräkt, handskar, huva och helmask.

9.6.5. Saneringsprocedur

Allmänt

Ytområdet ska om möjligt indelas i tre zoner så att korrekt sanering av dykare och utrustning kan utföras. Zonen närmast punkten där dykaren går i vattnet klassas som "högkontaminerad". Nästa zon där dykaren befinner sig efter en grovsanering klassas som "lågkontaminerad", här sker slutsanering. Slutligen fortsätter dykaren till en "ren zon" där utrustningen ska vara avtagen. Ett system bestående av färgkoder används för att tydligt markera de tre riskzonerna. Röd färg används för "högkontaminerad", gul för "lågkontaminerad" och grön för "ren zon." Den rena zonen ska om möjligt placeras i lovart om de kontaminerade zonerna. *Dyksystemen ska behållas trycksatta så länge som möjligt under saneringsarbetet.*

Grovsanering med färskvatten

Grovsanera med lågtryck och färskvatten. I de fall spillvattnet inte behöver samlas upp, utförs grovsaneringen när dykaren stiger upp ifrån vattnet så att föroreningarna inte förs vidare till saneringsstationen. Visa försiktighet med vattenstrålen där det finns risk för att vatten kan tränga igenom utrustningens komponenter som utloppsventiler och andra tätningssystem. En högtrycksstråle kan penetrera utrustningen och föra med sig kontamineringar till dykaren. Noggrannhet ska iakttas så att grovsaneringen får avsedd effekt och vidare dekontamineringssteg underlättas.



Bild 9.13. Grovsanering av hjälmdykare. (Foto: US department of defence)

Skyddsdräkter

Om det finns en risk att komma i kontakt med vidhäftande ämnen under dykningen rekommenderas en yttre engångsskyddsdräkt. Engångsskyddsdräkter påkläds sist, efter komplett dykutrustning. Det rekommenderas inte att försöka skapa en vattentät engångsskyddsdräkt, då detta leder till luftfickor som försvårar avvägningen. Efter dykning skärs engångsskyddsdräkten av från dykaren vilket underlättar vidare dekontaminering. Inför vidare sanering avlägsnas lämpligen yttre utrustning som viktbalten, selar, extraflaskor, etc.

Skrubbing

Efter grovsanering enligt ovan, vidtar slutsanering varvid dykardräkt och utrustning skrubbas med en grov syntetisk borste och rengöringsmedel. Rengöringsmedlets egenskaper ska vara anpassade till föroreningarna. Borstar med långt skaft underlättar saneringen. Borstar utan skaft används för komponenter som hjälm med anslutning. Efter rengöring med rengöringsmedel ska dräkt och utrustning sköljas med färskvatten. Visa försiktighet med vattnet vid dykutrustningens kopplingspunkter såsom utloppsventiler, hjälm och handskkoppling, blixtlås, genomföringar, etc. Kontrollera att alla synliga föroreningar har avlägsnats. Särskild uppmärksamhet ska om möjligt riktas mot hjälmanslutningarna samt större delar av torrdräkten. Efter att dräkt och utrustning har sköljts av en sista gång ska dykaren kläs av innan han går vidare till den "rena zonen".

Avklädning av dykaren

Efter grovsanering i "högkontaminerad" zon och slutsanering i "lågkontaminerad" zon avkläds dykaren gradvis, fortfarande i "lågkontaminerad" zon. Börja med att öppna låsfunktionen på hjälmen, avlägsna därpå hjälmen. Fortsätt med torrdräkt och handskar och därtill understället. Om inga indikationer finns på att hjälmkopplingen penetrerats av föroreningar, kan dykaren fortsätta till den "rena zonen" där han duschar.

Under duschning ska hela kroppen inklusive håret rengöras med tvål och schampo. Fingrar och naglar skrubbas noggrant med borste (även under naglarna). Antiseptisk "munskölj" kan användas om dykaren samtycker. Om det finns några som helst tecken på att huden har varit i kontakt med föroreningar krävs ytterligare dekontaminering och eventuellt andra åtgärder som beror på föroreningens art.

Dekontaminering av utrustningen

Efter att utrustningen avlägsnats ifrån dykaren ska den saneras en andra gång, vilket innebär grovsanering genom färskvattensköljning och ett

ytrengörande medel i ca. 30 minuter. Fat och andra större vätskeförvaringskärl är bra vid detta arbete. Efter badet ska utrustningen sköljas nogga tills det att inget lödder kvarstår. Ickepermeabla skydd ska om möjligt användas för att hindra att ämnen kommer i kontakt med insidan av slang och andra luftledande delar.

Spilluppsamling

I vissa fall måste all vätska som använts till att rengöra och skölja dykare och utrustning uppsamlas för att inte förorena omgivningen. I sådana fall måste det tidigare beskrivna tillvägagångssättet modifieras. Grovsaneringen kan inte utföras förrän dykaren befinner sig i en spillvattenuppsamlingsstation. En sådan station kan bestå av presenning eller "vadarpool". Efter det att all sanering är avslutad, ska all spillvätska pumpas till eller hållas i lämpliga förvarings- och transportkärl.

9.7. Dykning på fynd- eller brottsplats

Det här avsnittet inriktas uteslutande på dykning på brottsplats, när till exempel någon dumpat något i vattnet. Det kan vara vapen, kroppar eller annat där avsikten är att dölja eller gömma någonting som använts i samband med brott. Det är polisen som är ansvarig för eftersök av försvunna personer även om det inte finns någon misstanke om brott bör man ändå tillämpa "dykning på brottsplats" i olika delar och omfattning beroende på uppdragets art. Viss dokumentation, positionering, bojmarkering och liknande bör alltid utföras. Ärendet kan ju ändra karaktär under utredningens gång. Brottsplatsen kan börja redan på land och sträcka sig ner till ett område på botten. En kriminaltekniker är ansvarig för brottsplatsen under en förundersökningsledare eller spaningsledare och ska ge direktiv om hur det rättsliga dykarbetet ska genomföras. När olika föremål anträffas ger kriminalteknikern anvisningar om hur de ska bärgas. I handboken kommer vi därför bara att gå igenom vissa grundläggande metoder.

En metod att bärga kroppar från botten är att kroppen läggs i en särskild bärgningssäck eller presenning på botten och tillsluts därefter. Med denna metod får man flera vinster.

- Ingenting tappas under bärgningen. Vid en drunkningsolycka kan till exempel personens mobiltelefon och plånbok finnas kvar i kläderna, vilket innebär att man kan utesluta rån eller liknande brott.
- Spår som är avsatta på kroppen finns kvar även efter bärgningen.

- När kroppen tas upp ovanför vattenytan är den dold för åskådare. Detta är mycket viktigt såväl etiskt som brottsutredningsmässigt.



Bild 9.14. Övning med bärgning av död person i en särskild bärgningssäck. (Foto: Räddningstjänsten Storgöteborg Dan Hedberg)

I stort sett all spårsäkring som vidtas på en brottsplats, förutom fotografering och filmning, förstör något. Därför är det viktigt att ta god tid på sig och överväga olika alternativa åtgärder samt vilka konsekvenser det kan få. Oftast måste man ta hänsyn till att arbetet ska fortsätta med exempelvis spårsäkring och .

9.7.1. Samarbete mellan olika myndigheter och polisen

Räddningstjänsten är ansvarig för vissa åtgärder enligt räddningstjänstlagen. När räddningstjänståtgärden upphört, övergår ansvaret till polisen till exempel vid arbetsplatsolyckor eller drunkningsolyckor. Om man har utfört ett uppdrag på en brottsplats är det viktigt att tala om för polisen vad man har gjort, var man har uppehållit sig samt om man har rört någonting på platsen för brottet. Se också till att inte lämna kvar någonting. Allt som man själv fört med sig till brottsplatsen, måste också tas därifrån. Annars är risken stor att kriminalteknikern säkrar det som spår och lägger onödiga resurser på exempelvis fingeravtrycksundersökning eller DNA-analys.

Det mest väsentliga är att aldrig röra någonting på platsen som kan ha med brottet att göra om det kan undvikas. Måste man göra det för att kunna rädda någon till livet, finns inget alternativ, men tala om för polisen vad som gjorts och vad som eventuellt ändrats från ursprungsläget.

Det bör alltid finnas en polis som är insatt i utredningen på plats under tiden dykningen pågår.

9.7.2. Brottplatsen ska vara avspärrad

En brottplats är alltid avspärrad i inledningsskedet av utredningen.

Det är förundersökningsledaren eller spaningsledaren som beslutar om avspärrningen. Förundersökningsledaren kan vara antingen åklagare eller polis. Det är också förundersökningsledaren som beslutar om tillträde till avspärrningen.

Kriminalteknikern är i regel ansvarig för brottplatsen. I större ärenden finns ofta en brottplatskoordinator, som samordnar spaningsledningen, kriminalteknikern och andra som arbetar på platsen.

9.7.3. Redovisa till polisen

När polisen beställt ett dykeriuppdrag, ska det redovisas skriftligt. Redovisningen bör innehålla minst det som anges nedan när det inte finns någon misstanke om brott, till exempel vid eftersökning av en försvunnen person.

- Positionering, sökområden samt plats för fynd
- Dokumentation, videofilmning och fotografering
- Skriftlig avrapportering med angivande av sökområde och sökmetod
- Sannolikhetskalkyl för eventuella fynd
- Bärgning

Om det finns brottsmisstanke bör redovisningen dessutom bestå av

- platsbeskrivning, skissritning, inmätning av objekt m m
- viss undersökning enligt anvisning av den ansvariga kriminalteknikern.

9.7.4. Frågor att få svar på före dykningen

Innan dykaren går i vattnet så måste han få tillräcklig information om uppdraget.

- Vad ska göras?
- Hur ska uppdraget redovisas?
- Vad är syftet med dykningen?
- Är det fråga om sökning eller bärgning?

- Ska fyndet dokumenteras?
- Finns det misstanke om brott?
- Om vi inte hittar någonting, hur ska det i så fall redovisas?
- Kan det bli aktuellt med kompletterande dykning senare?

Frågorna är ofta många och det är viktigt att dykarleddaren och uppdragsgivaren (polisen) är överens innan dykningarna påbörjas.

9.7.5. Förstahandsinformation hjälper mycket

Det är mycket viktigt att få tillgång till förstahandsuppgifter. Kräv att få polisiär information, till exempel sådant som uppgivits av ett vittne, målsägaren eller en misstänkt. Med sådana uppgifter kan man spara mycket resurser och ofta kan sökområdet begränsas avsevärt.

Förberedelserna inför dykningen är som alltid A och O. Ska man leta efter ett vapen som kastats i havet är det ovärderligt att få förstahandsuppgifter där den som kastat själv får tala om var han stod och hur han kastade (över- eller underhandskast) och så vidare. Skaffa ett likadant vapen, en replika, och provkasta på land. Mät upp hur långt ett par olika personer kan kasta vapnet. Kasta sedan i replikan på samma ställe och samma sätt som angivits. Markera islagsplatsen med en boj och utgå därifrån i sökandet.

9.7.6. Arbetsmetod, dykning på brottsplats

I begreppet arbetsmetod på brottsplats avses arbetsordningen under dykningarna. Varje steg bör planeras noga beroende på resultatet av dykningen. Alla åtgärder som genomförs ska dokumenteras. Sökområden ska anges noggrant.

- *Utmärkning av sökområde.* Gör först ett grovt avsök av området och förfina sökmetoderna efterhand. Om man till exempel letar efter ett vapen kan det vara taktiskt att börja med ett översiktssök av botten för att sedan byta sökmetod. Har man tur kanske vapnet hittas vid översiktssöket.
- *Positionering.* Ange positionen både med GPS/DGPS och så att ”en vanlig landkrabba” förstår. Ta alltså ut fixpunkt och kompassriktning. Utredaren ska kunna åka ut till platsen och lätt hitta rätt och förstå vilken plats eller vilket område som avses.
- *Dokumentation av platsen.* Videofilma både ovan och under vattenytan. Ovanför för att visa var ni varit och hur det såg ut på platsen. Ett alternativ till videofilmning kan
- vara fotografering med UV-kamera. Från en digital videofilm får man fram både stillbilder och rörliga bilder. Foton kan snabbt skickas till förundersökningsledaren etc. Med dokumentationen beskrivs

bottenförhållanden (t ex mjuk, hård eller slät), siktförhållanden, strömmarna och vådret.

- *Vid fynd*, ska det märkas ut med exempelvis en boj. Om det är möjligt ska hela söksområdet sökas av innan dokumentationen påbörjas. Stanna inte vid det första fyndet, det kanske finns mer. Om det finns fler fynd är det lämpligt att märka ut dem med siffror på skyltar och sedan dokumentera samtliga objekt med en videokamera.

I dokumentationen ingår också att rita skisser över föremålets inbördes läge samt i förhållande till en fixpunkt. Om fyndplatsen är i anslutning till land ska fixpunkten vara ovanför vattenytan. Mät in fynden med en fixpunkt på land, kompasskurs och avstånd till varje objekt.

9.7.7. Undersökning och beskrivning av fyndplats och fynd

Det är viktigt att göra en viss begränsad undersökning och dokumentation innan fyndet ska bärgas. Då kan man ange om något förändrats i samband med att objektet slagit i botten eller i samband med bärgningen. En bil får till exempel ofta skador när den slår i botten – kontrollera därför om det finns stenar eller liknande som kan motsvara en skada. Har bilen kvar sina registreringsskyltar eller lossnade de under bärgningen? Ett sätt kan vara att tala in det man ser på band. Då upptäcker man plötsligt att man ser mycket mer. Ofta upptäcks detaljer som man tidigare inte lagt märke till. Här kan dykartelefonen vara till stor nytta, dels kan dykarledaren anteckna, dels kan samtalet mellan dykarledaren och dykaren bandas och bifogas utredningen.

9.7.8. Bärgning

Att bärga på rätt sätt omfattar både metodval och ordningsföljd. Det är viktigt att objekten bärgas så att undersökningen kan fortsätta. Fyndens storlek och placering i förhållande till varandra är oftast avgörande för i vilken ordning de ska bärgas. Botten- och siktförhållanden är andra faktorer som styr.

Generellt kan sägas att alla fynd ska bärgas och förvaras i samma vatten som det anträffades i. När man bärgar något från botten ska det läggas i någon form av säck, låda eller liknande.

Då undviks till exempel att ett vapen utsätts för strömmande vatten när man simmar med det i handen. Objekten ska också skyddas från mekanisk nötning (handsken eller väskans väggar) som exempelvis kan suddas ut fingeravtryck. En bil ska om möjligt lyftas från botten i ett fyrpunktslyft. Det innebär att man sätter ett lyftsling vid varje hjul och sedan lyfter rakt upp. Då förhindras ytterligare skador och risken att spår spolats ut med vattnet

blir mindre. All bärgning av fynd bör ske i samverkan med en kriminaltekniker som ger anvisning om metod i varje enskilt fall.



Bild 9.15. Dykaren har bärgat en pistol i en plastpåse och överlämnar den till polisen. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

9.7.9. Åtgärder efter bärgning

Det är viktigt att det tydligt framgår om objektet skadats i samband med bärgningen. Objekten dokumenteras även efter bärgningen om det finns anledning att misstänka att förändringar eller skador har uppkommit i samband med bärgningen.

9.7.10. Redovisning när man inte hittar något

Det är viktigt att alltid ange ett uppskattat värde för ”inte fynd”. Värdet anges i procent och bygger på erfarenhetsrelaterad kunskap om sökmetodens noggrannhet. Detta är mycket viktigt, inte bara som underlag för fortsatta dykningar, utan även i brottsutredningssammanhang. Det är ofta lika viktigt att kunna utesluta något som att påvisa det.

9.7.11. Fynd av vapen

Säkerheten har alltid högsta prioritet. Så även när man finner ett vapen. Lägg vapnet i en låda eller väska på botten och transportera den till ytan – då blir olycksrisken mycket låg.

Väl bärgat ska vapnet lämnas över till polisen för vidare åtgärd. Det bör plundras före transport, helst av poliser. Plundringen ska dokumenteras

och anges på lådan eller väskan som det transporteras i. Detta för att undvika att vapnet plundras av flera i en transportkedja.



Bild 9.16. Plastfodral och plastpåse lämpliga att förvara fynden i. (Foto: Räddningstjänsten Storgöteborg Dan Hedberg)

9.7.12. Dykarolycka

Om en dykarolycka haft dödlig utgång ska alltid polisen kontaktas.

Polismyndigheten har utarbetat två checklistor som kan vara till stor hjälp när en olycka har inträffat.

- Checklista vid bärgning under vattenytan.
- Checklista vid omhändertagande av dykarutrustning på land.

Förutom de åtgärder som nämnts tidigare, ska utrustningen tas i beslag av polismyndigheten. Utrustningen ska dokumenteras och detta bör utföras av en kriminaltekniker, gärna med biträde av dykare. När man träffar på en omkommen dykare i ett eftersök, ska ventilerna till dykarens flaska eller flaskor stängas innan kroppen bärgas till ytan. Notera hur många varv som behövs för att stänga ventilkranen samt vilket tryck manometern visade.

10. Tryckkammare

10.1. Inledning

Tryckkammare används till en mängd olika uppgifter, och är byggda för att kunna simulera såväl verksamhet på hög höjd (undertryckskammare) som på stora djup (övertryckskammare). Beroende på användningsområde skapar användaren sin egen kammarmiljö.

Vi talar ofta om tryckkammare i samband med dykning, men det är inte enbart dykare som använder sig av tryckkammare. Även inom sjukvården används tryckkammarens förmåga att med hjälp av oxygen under tryck hjälpa patienter med olika typer av problem t ex rökförgiftning, bakteriebekämpning, sårläkning m m.

10.2. Principer

Fortsättningsvis inriktar vi oss på tryckkammare i samband med dykning. I många fall motsvarar trycken djup på flera hundra meter. För att kunna åstadkomma denna tryckökning låter personalen komprimerad luft (eller andra gasblandningar vid djupare dyk) fylla den aktuella kammaren. När kammartrycket sedan kommer till det avsedda djupet stängs gastilloppet, och kammaren kompenseras för eventuella trycksänkningar som uppstått i samband med att den komprimerade gasen kylts ner. Om dykare ska bo i kammarmiljön under längre tid (mättnadsdykning), används ett s k ”lifesupportsystem” som renar kammaratmosfären från koldioxid, fukt och lukter samt späder på oxygen i takt med att den förbrukas. Denna anläggning kan även kyla och värma kammargasen om det behövs.

10.3. Indelning

När man konstruerar en tryckkammare, är det uppgiften som styr utformningen av kammaren/kammarsystemet. De enklaste varianterna är s k enavdelningskammare som möjliggör kammarykning, men där man saknar möjlighet att slussa in personal eller större utrustning under pågående dykning/ behandling (mindre föremål kan ofta slussas in genom en s k medicinsluss). Dessa ”enklare” kammare används ofta för att kunna transportera skadade dykare från olyckplatsen till en behandlingskammare. Denna typ av kammare kan göras med relativt låg vikt. Andra typer är sjukhusens monoplacekammare som är rörformade plexiglaskammare där patienten, i stället för att andas oxygen i en andningsmask, ligger i en oxygenatmosfär under hela dykningen/behandlingen.



Bild 10.1. Transportabel enavdelningskammare med medicinluss (Duocom) (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)



Bild 10.2. Fleravdelningstryckkammare med personalsluss och medicinluss. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Fleravdelningskammaren kan vara allt ifrån en kammare med en liten personalsluss, till ett stort kammersystem i ett mättnadsdykssystem. Den stora fördelen med flera olika kammare ihopkopplade är att man kan slussa per-

sonal mellan olika djup utan att behöva avbryta den pågående verksamheten i huvudkammaren.

I mättnadsdyksystemet, så är även den slutna dykarklockan en tryckkammare. Skillnaden med den slutna dykarklockan är att denna typ av kammare ska kunna lyftas upp och ner mellan bostadskammaren och arbetsdjupet.

10.4. Övrigt

Inom forskning används ofta kammare för att utsätta testutrustningar för olika miljöer. Dessa ”Materielprovkammare” kan gå från näst intill vakuum, till många tusen meters djup. Storleken på dessa kammare varierar från att kunna testa dykarur till att provtrycka ubåtar

11. Dykplanering och dykarledning

”Det är enklare att utföra ett bra arbete än att förklara varför man inte gjort det” – Martin van Buren



Bild 11.1. Dykarledaren ger instruktioner till dykarna (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

11.1. Dykarledaren

Dykarledaren ska vara den person som står för kunskap och erfarenhet för det aktuella dyket. Personen ska tillse att han har den kunskap som krävs för att leda dyket. Det bör då också vara dykarledaren själv som värderar sin kunskap- och erfarenhetsnivå mot den ställda uppgiften. Problemet är nog inte att stå som dykarledare för en dykning eller för den sakens skull efter en dykning om allt går som det ska, utan det är då något oförutsett inträffar som dykarledaren sätts på prov och därefter få ta konsekvenserna. Hur många dykarledare är starka nog att säga ifrån då man känner att för den aktuella uppgiften har man inte tillräckligt med kunskap? Dykarledaren har givetvis en viktig roll. Det är han som värderar ställd uppgift mot resurser och med en påverkan från yttre faktorer som väder och vind. Det är han som i första skedet kommer att säga ja eller nej till uppgiften. Eller om han så vill att det ska tillföras andra resurser eller att en annan kategori av dykare som ska lösa uppgiften. Detta innebär givetvis att dykarledaren

inte enbart ska utgå från sin kunskap och erfarenhet utan att även dykarnas färdigheter är ytterst avgörande. Dykarledarens kunskap och erfarenhet får ligga som en referensbank som han ska dela med sig till dykarna. Kom inte i den situationen att man genomför dykningen som en stor chansning utan någon form av sunt förnuft måste det finnas bakom beslutet. Eller klarar dykarledaren sedan att förklara tillbudet eller olyckan som skedde och kanske med en allvarlig utgång? Vissa dykledar situationer kräver definitivt extra utbildning och erfarenhet. Det kan vara dykningar under is eller i strömmande vatten.



Bild 11.2. Dykning bland isflak (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

11.2. Utbildning

Som grund har dykarledaren en dykledarutbildning. Utbildningen grundade sig på bestämmelser och andra styrdokument som just då gällde. Dessa förändras dock efterhand och kanske nya regler gäller just under dykarledarskapet. Detta innebär att dykledarna efterhand måste genomföra en repetitionsutbildning dvs ny dykledarutbildning och efterhand uppdatera sig i styrdokumentet. Att man sedan fått den formella utbildningen behöver inte innebära att man är den mest lämpliga dykarledaren. Dykledarna måste utgå från den faktiska kunskapen de innehar. All kunskap kan inte heller dykarledaren utbilda sig till utan måste inhämtas genom erfarenhet från dykningar med motsvarande uppgifter. Finns möjligheten kan man planera in utbildningar exempelvis på dokumentationsutrustning, båtutbildningar m m. Då är laget förberett innan behovet uppstår. Mycket av det dykarna genomför i vattnet kräver att man först klarar det på land.

11.3. Dykarna

Dykarledarens redskap är dykarna som omsätter dykarledarens teori till praktiskt arbete. Dykarledaren ska stå för erfarenheten och kunskapen men det är dykarna som genomför det praktiska arbetet. Förtraendet måste vara ömsesidigt och dykarna måste våga säga ifrån då ställd uppgift inte täcks upp av dykarnas kunskap dvs för svår uppgift för dykarna. Oftast kan dykarledaren välja vilket dykpar som ska göra vad och anpassar då dykparen efter vilken uppgift som ska genomföras.

11.4. Förberedelser

En av dykarledarens viktigaste uppgift är att planera dyket i detalj. Planeringen syftar till att ge bästa förutsättningar för att dykuppdraget ska lyckas. Det gäller att samla in så mycket information som möjligt om uppdraget eller uppgiften som ska lösas för att man därifrån ska kunna anpassa dykningen och materielen. Det är alltid en fördel att försöka få tag på en bild eller skapa en skiss på objektet och området. Ifrån bilden kan sedan dykarledaren fortsätta sin detaljplan och angripa den utifrån olika vinklar. Denna bild eller skiss tar man också med och visar upp under genomgången före dykningen. Dykarledarens koncentration ligger kanske på själva objektet men han måste givetvis samla in information utifrån den yttre påverkan. Hur kommer vinden och våghöjden att vara? Behöver jag ett annat transportmedel för att kunna ta mig till land i händelse av en dykeriolycka? Mycket av dykarledarens åligganden framgår av RMS Dyk.

Färdplan gäller för den vane fjällvandraren som trygghet. Syftet är att hela tiden förmedla sig med omvärlden för att man utifrån färdplanen ska kunna göra ett eftersök. Vår färdplan eller ”dyksäkerhetsmeddelande” har egentligen denna funktion också. Man talar om vart man ska och när samt hur länge. Dyksäkerhetsmeddelandet gör det också lättare att komma ut med undsättning då man beskrivit till vilken plats man gått. Dykarledaren kommer inte få tiden till att förklara eller att läsa in sig i sjökortet för att försöka vägleda hjälpen ut. Tiden ska ägnas åt dem som behöver hjälp. En rekommendation kan vara att man sätter upp en kopia så att alla berörda vet var dykningen sker. Ju mer detaljrikedom dyksäkerhetsmeddelandet innehar ju större chans till en snabbare insats vid behov. Syftet är även att övriga vet var dykningen sker för att lägga egen verksamhet på annan plats, allt för att undvika en olycka.

RMS Dyk Fältversionen kan man göra som sin egna lilla uppslagsbok. Här kan man ha telefonnummer, lathundar och checklistor.

11.5. Exempel på ett dyksäkerhetsmeddelande

Tabell 11.1. Exempel på dyksäkerhetsmeddelande.

Till		Tel:
		FAX:
Från		Tel:
		FAX:
1	Tidpunkt för dykning:	
2	Dykplats:	
3	Dykande förband:	
4	Samband till dykarledaren:	
5	Övrigt:	

11.6. Riskanalys

Tydliga instruktioner finns i bl a SäKI G för hur man bygger upp en riskanalys som kan förekomma under exempelvis en dykning. Förr eller senare kommer det att inträffa något oförutsett för dykarledaren. Frågan är; hur väl förberedd är man då? Allt kan man inte planera för men desto mer man analyserat desto större chans har man att klara denna situation. Exempelvis, vad gör man som dykarledare om dykparet passerat expositionstiden med 10 minuter? Svaren på frågan radar man upp och detta blir tillsammans med de andra svaren en form av åtgärdsbank. Syftet är att man inte ska behöva komma i dessa situationer utan analysen av riskmoment är att förebygga dessa. Att förebygga riskerna kan vara att ändra i dykplaneringen eller genomföra en form av kompletteringsutbildning för dykarna. Dessa analyser, omfall och åtgärder kan vara lämpliga att ta upp i genomgången före dykning.

11.7. Utrustning

Utifrån förberedelser och riskanalys medför man lämplig utrustning till dykningen, förutom det som står i RMS Dyk. Att tänka på är transportvägen till tryckkammaren. Hur lång är sträckan och hur mycket oxygen kommer det att gå åt? I transporten får man tänka på att det kan bli fördröjningar som gör att man bör ta med extra oxygen. I många fall får man också tänka på att man kan behöva oxygen utrustning för två dykare samtidigt. En extra oxygenflaska på 5 liter ger lite mer tid för transporten.

Hur länge räcker oxygenet i en oxybox?

En (1) Oxybox innehåller två oxygenflaskor vilket ger:

$2 \times 2,5 \text{ liter/flaska} = 5 \text{ liter}$

$5 \text{ liter} \times 200 \text{ bar} = 1000 \text{ liter}$

$1000 \text{ liter} - 5 \text{ liter (som man inte får ur flaskorna)} = 995 \text{ liter}$

En (1) person har en lungventilation på ca 20 liter/minut

$995 \text{ liter} / 20 \text{ liter/minuter} = \text{ca } 50 \text{ minuter}$

11.7.1. Sammanfattning

1 Oxybox (2 flaskor) räcker i 50 minuter vid en ventilation på 20 liter/minut

Under praktiska dykeriolyckfallsövningar har det också visat sig att den olycksdrabbade dykaren inte fått i sig något oxygen pga att han andats in luft då masken inte slutit tätt mot ansiktet. Det underlättas heller inte av all stress som brukar uppstå runt olyckplatsen. Ta för vana att kontrollera manometern på oxygenutrustningen under oxygenandningen för att säkerställa förbrukningen. Ljudvolymen som också brukar uppstå i mindre båtar vid en snabbare transport gör det också svårt att höra dykarens andning från oxyboxen. Vid klargöringen av oxyboxen ska man också tillse att man kopplat slangen genom genomföringen i väskan för att undvika att klämma slangen då man behöver stänga väskan vid en förflyttning.



Bild 11.3. Oxyboxen till höger visar hur man ska koppla slangen genom genomföringen i väskan. (Foto: Försvarsmakten Johan Swahn)

I RMS Dyk står det att det på dykplatsen ska finnas utrustning för att kunna varna eller kalla upp dykarna. Oftast har man någon form av hammare som man slår i skrovet eller i annat järnföremål. Men hur långt hör man detta i vattnet och kan man som dykarledare helt förlita sig på denna metod? Signalen vill man ju verkligen att dykarna ska uppfatta då den används i ett speciellt syfte. Är det fler dykpar i vattnet som är utspridda kan det vara svårt att få signalen att gå fram till dykarna.

11.8. Genomgång före dykning

”Den största svårigheten är inte att få folk att acceptera nya idéer, utan att få dem att överge de gamla”

Det är på denna genomgång dykarledaren talar om hur dykningen ska genomföras. Avsätt tid för denna genomgång så att ni är överens om vad som ska göras och hur det ska göras. Inte för att dykarledaren i detalj ska styra dykarna hur de ska lösa sin uppgift utan mer om de allmänna delarna. Se till att alla är samlade till genomgången. Det är till denna genomgång man åter tar upp bilden eller skissen på dykplatsen och uppdraget som man hade till förberedelserna. Bilden eller skissen gör det lättare för dykarna att förstå vad man menar. Har man vid analysen av uppdraget fastställt att vissa risker kan inträffa förmedlar man vidtagna åtgärder till deltagarna och lämpliga försiktighetsåtgärder. Var även lyhörd på dykarnas synpunkter då de kan se problemen från andra vinklar. Man bör förtydliga var i- och uppgång ska ske. Man ska trycka extra noga på tillåten expositionstid. Utifrån expositionstiden kommer man att påbörja en larmning och eftersök av saknade dykare.

För att få lite struktur kan man dela upp genomgången i två delar, en allmän som beskriver tillvägagångssättet för dykningen och en säkerhetsgenomgång som tar upp säkerhetsdetaljerna.



Bild 11.4. Genomgång före dyk. (Foto: Försvarsmakten Lalle Petersson)

11.9. Anmälan före dykning

Dykarledarens sista chans till kontroll.

Tillse att dykarna har med sig all personlig dykutrustning som ska användas under dyket. Titta dem i ögonen – det brukar vara en bra kvittens på hur de mår och hur stressnivån ligger. Fyll i journalen först när dykaren gjort sin anmälan så att du kan behålla ögonkontakten hela tiden. Hur sedan kontrollen går till kan skilja sig. Vissa talar om för dykaren vad han ska kontrollera och vissa genomför kontrollen själv. Är det flera dykare som ska i vattnet samtidigt kan man ta hjälp av biträdande dykarledare att göra kontrollen. Finns behovet kan man låta dykaren repetera uppgiften en sista gång. Är det okända dykare för dig kan du ta hjälp av dykarboken som styrker dykarens utbildningar och färdigheter. Då frågetecken uppstår kring intag av olika mediciner eller andra medicinska hinder hos dykarna är det bättre att konsultera en dykarläkare som då får göra bedömningen om det är lämpligt att dyka eller inte.



Bild 11.5. Anmälan före dykning. (Foto: Försvarsmakten Lalle Petersson)

När dykarna väl kommit i vattnet ska han inte behöva ligga och vänta för att få de sista instruktionerna. Låt de få dyktecken så fort de gjort täthetskontrollen.

11.10. Under dykning

När dykarna väl har kommit i vattnet övergår dykarledarens roll i att övervaka ytan. Han ska kunna varna dykarna vid fara samt kunna varna andra i närområdet genom signalflagga A, "ADAM". Kikare och andra hjälpmedel kan vara till hjälp. Genom kikaren kan man försöka följa dykarnas bubblor för att på så sätt orientera sig om dykarnas förflyttning. Vid par-dykning kan man med fördel fästa en ytmarkeringsboj på dykparet för att underlätta övervakningen. Finns det en biträdande dykarledare kan denne följa dykarna i en följe- eller dyksäkerhetsbåt.

11.11. Anmälan efter dykning

I anmälan efter dyk ska dykarna meddela maximalt dykdjup, expositionstid och hur dykaren mår. I samband med anmälan efter dyk kontrollerar man om dyket var ansträngande eller kallt för att kunna göra en justering av gruppbezeichnung. Har det skett en olycka eller ett tillbud/avvikelse gäller det att fylla i avsedda blanketter för tillbud för att vidtaga åtgärder mot dessa och låta andra ta lärdom av det inträffade.

11.12. Genomgång

I en genomgång efter dykning tar man upp hur dykningen gått. Synpunkter från dykarledaren och dykarna på dykningens genomförande diskuteras, man tar även upp förslag till förbättring inför nästa dykning.

11.13. Haveri- och tillbudsövningar

Ett bra sätt att kontrollera sin organisation inför en dykerioolycka är att ibland öva åtgärder vid dykerioolycka. Då övningarna genomförs får man upp färdigheterna och man blir bättre för varje gång. För att syna organisationen än mer bör man lägga in oförberedda tillbudsövningar. I slutändan får man en vassare och bättre organisation vid verkliga händelser. Det viktiga är att man sätter sig tillsammans och utvärderar tillbudsövningarna.

När man kommer till en ny dykplats kan man genomföra en kortare tillbudsövning eller haveriövning för att säkerställa att man exempelvis vet hur man ska få upp dykaren ur vattnet. Om tiden är begränsad kan det räcka med en muntlig genomgång på platsen. Återigen gäller det att alla är överens om åtgärderna när olyckan är framme. En fungerande organisation på ytan får även dykarna i vattnet att känna sig trygga då man vet att man blir väl omhändertagen på ett effektivt sätt. Ett av de svårare momenten vid en olycka kan vara att få upp dykaren ur vattnet, oavsett om det är till en båt eller upp över en kajkant. I vissa fall bör man ha hjälpmedel på platsen för att kunna bärga en dykare.

Man bör också repetera färdigheterna bland dykarna genom att lägga in olika haverimoment såsom växeländning m m som stärker dykarnas självförtroende. En annan färdighet som behöver repeteras, är åtgärder då man genomför en för snabb uppstigning. Detta kan inte förmedlas då det sker i vattnet utan dykaren måste själv kunna vidta den åtgärd som krävs med hänsyn till aktuell dykprofil. Någon gång kan man även genomföra en samövning med räddningstjänsten, kustbevakningen och eventuellt sjöräddningen för att visualisera en hjälpinsats och vidare transport till behandlingskammare. Alla får då en uppfattning om sin roll och funktion i kedjan.



Bild 11.6. Bärgning av nödställd dykare. (Foto: Försvarmakten Johan Swahn)

11.14. Saknad dykare

Då tiden är passerad för när dykarna skulle vara uppe på ytan har man som dykare ett stort ansvar för att man kommer igång med eftersöket. I vilken ordning åtgärderna kommer kan man diskutera men att det är ont om tid är ett faktum. I denna situation behöver dykaren stöttning i form av dykledning för de par som fortfarande är i vattnet. Risken kan också vara att dykaren blir stressad över situationen och inte tänker riktigt klart. Han behöver avlastas för att kunna koncentrera sig mot det saknade paret. Gör en snabb beräkning på hur länge luften räcker för paret. Det ger en liten fingervisning om tidsaspekten.

Åtgärderna bör vara:

- Avspana närområdet – har de kommit upp men på en annan plats, sök efter luftbubblor.
- Kalla upp övriga dykpar – kanske kommer det saknade paret upp. Fråga de övriga dykparen om de sett till dykparet, om förhållandena som exempelvis strömmar, sikt, m m.
- Förbered eftersök i vattnet – vilka kan delta som dykare, vilken utrustning behövs, var ska man söka.
- Larma – behövs mer hjälp?

11.15. När olyckan inträffar

När dykarolyckan är framme gäller det att allt fungerar. Behovet av antalet dykare, dykarledare och dykarskötare varierar med uppgiften och svårighetsgraden m m. Minst antal personer vid en dykning är tre personer (dykarledare, dykare och reservdykare). Vem gör vad när något händer? Nedan följer några exempel på vad som kan behöva genomföras.

Båten ska köras, övriga dykare ska kallas upp, det ska larmas, transport till tryckkammare, oxygen ska ges samtidigt som man undersöker enligt ”Journalblad undersökning vid dykeriolycksfall” som finns i RMS Dyk. Den dagen önskade man nog att man var fler på ytan. Varför tillser man då inte från början att man är någon extra på ytan? Det kan säkert vara motiverat att under något dykuppdrag endast vara tre personer totalt, men då ska förhållandena vara där efter.

Vid en dykarolycka bär dykarledaren ansvaret och det är här man bör agera som en ledare och fördela uppgifterna.

Finns chansen för dykarledaren kan han ta något steg tillbaka för att få överblicken och kunna fundera på vidare åtgärder. Inledningsvis är det dock viktigt att dykaren påbörjar oxygenandning. Förberedelser för vidare transport måste därefter påbörjas.

11.16. Tryckkammaren

Vid en eventuell tryckkamarbehandling är det en dykarledare som är operativt ansvarig och dykarläkaren är medicinskt ansvarig. Dessa två ska fungera tillsammans. I vissa fall kommer inte dykarläkaren att vara på plats utan leder det medicinska via telefon. Vem tar då dykarledaren med sig till tryckkammaren? Han själv kommer fortfarande att vara dykarledare under behandlingen och till sin hjälp bör han ha en tryckkamaroperatör. I tryckkammaren har han en kammarskötare som ska vara behjälplig på insidan. Personen som sitter som behjälplig i tryckkammaren ska så lång

det går inte själv ha någon kvarvarande nitrogen i kroppen från tidigare dyk. Om det var en pardykning så bör man också ta med parkamraten för observation.

Då väl behandlingen startat gäller det för dykarledaren att förvissa sig om att allt fungerar som det ska samt kontrollera beräknad åtgång av luft och oxygen. Har man en tryckkammare bör man öva olika rutiner för att få en behandling att fungera, allt från inslussningar av personal och materiel till att i förväg ha beräknat gasförbrukning.



Bild 11.7. Dykarledare och tryckkamaroperatör vid rekompresionsbehandling med Duocom. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Tabell 11.2. Tabell för oxygenbehov vid en tryckkamarbehandling med behandlingstabell B 6 enligt RMS Dyk. (Skiss: Försvarmakten Jerker Karlsson)

<i>Oxygenbehov vid en B6-behandling, ventilation vid vila ca 15 l/min</i>			
<i>Djup</i>	<i>Tid Oxygen</i>	<i>Beräkning</i>	<i>Summa liter</i>
18 m	60 min	2,8x15x60	2520
18-9 m	30 min	2,35x15x30	1057,5
9 m	120 min	1,9x15x120	3420
9-0 m	30 min	1,45x15x30	652,5
Vårdare			
9 m	30 min	1,9x15x30	855
9-0 m	30 min	1,45x15x30	652,5
Totalt oxygenbehov vid B6			9157,5
Vårdare som dykt innan samt med 6 st oxygenförlängningar på 9 m ger:			
Vårdare			
9 m	60+60 min	1,9x15x120	3420
9-0 m	30 min	1,45x15x30	652,5
Förlängning			
9 m	6x20 min	1,9x15x120	3420
Totalt oxygenbehov vid B6 med vårdare som dykt samt med 6 st oxygenförlängningar på 9 m			15142,5

11.17. Tabeller

Än så länge dyker vi efter en manuell tabellräkning och med hjälp av klocka och djupmätare. Detta ger dykarledaren möjligheten att veta på minuten när dykarna åter ska vara på ytan. Använder man sig av dykdatorer räknar datorn om expositionstiden beroende på djupet och tiden. Det gör spannet större för när dykarna åter bör återvända till ytan. För dykarledaren innebär det kanske en längre väntan och en senare igångsättning av larmning och eftersök. Självklart kan man sätta en max expositionstid ändå men tidsspannet kommer ändå vara utdraget. Men vad gör dykarledaren när dykaren passerat tabellramen? Dvs. om dykaren dyker till 30 m i 25 min men kommer inte upp. Situationen kan vara besvärlig. Har man talkommunikation kan man tala om för dykaren att man övergår till en annan dyktabell och kommer att göra en etappuppstigning för dykaren. Problemet blir ett helt annat om talkommunikation eller livlina saknas. Glöm heller inte att fråga i samband med anmälan efter dyk om dyket har varit ansträngande eller kallt för att kunna göra en justering i gruppbeteckningen.

Exempel på punkter som kan finnas med vid en riskanalys vid dykning

Tabell 11.3. Exempel på punkter som kan vara med i en riskanalys vid dykning. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Datum:	Dykplats:	Dykuppdrag:
Dykargruppens sammansättning:		
Dykarledare:		
Dykare 1:		Dykare 2:
Dykare 3:		Dykare 4:
Personal i ytorganisationen:		

Tabell 11.4. Exempel på punkter som bör vara med i en riskanalys. (Skiss: Försvarsmakten Lalle Petersson)

Förutsättningar:

Utbildning och erfarenhet på personalen i dykargruppen

Ytorganisation

Säkerhetsbåt

Yttre påverkan (väder, strömmar, temperatur, bottenförhållanden m m)

Övervakning av vattenytan och möjligheter att varna sjöfarten

Vilket arbete ska dykarna utföra och svårighetsgraden med arbetet

Arbetsutrustning på land och vad ska dykarna medföra under vattnet

Beräknad expositionstid och dykdjup

Val av dekompressionstabell

Åtgärder vid överskriden expositionstid eller uppstigningshastighet

Reservdykare

Dykmetod (mellanlina, livlina, ytgas, nedstigningslina)

Kommunikation mellan dykare och dykarskötare samt mellan dykarna

Uppkallning av dykarna

Påverkan på miljön

Åtgärder vid nödsituation:

Bärgning av nödställd dykare

Transport av skadad dykare

Kontakt med dykarläkare

Tillgång till tryckkammare och närmsta tryckkammare med intensivvårdsresurser

Eventuella risker med uppdraget:

Här anges de risker och svårigheter som kan uppstå i samband med planering och genomförandet av dykuppdraget.

Vidtagna åtgärder för att minimera riskerna:

Här anges de åtgärder som är vidtagna för att minimera riskerna, särskilda instruktioner som dykarledaren gått igenom i samband med riskanalysen och de beslut som dykarledaren har fattat.

Tabell 11.5. Exempel på checklista vid dykplanering. (Skiss: Försvarmakten Jerker Karlsson)

<p>Säkerhet</p> <p>Dyksäkerhetsmeddelande</p> <p>Riskanalys</p> <p>Samband</p> <p>Sjuktransport (färdväg, tid mm)</p> <p>Dykerimedicinsk beredskap</p> <p>Signalflagga A, "ADAM"</p> <p>Bärgning av nödställd</p> <p>Oxybox / bår</p> <p>Dykleadväska</p> <p>Uppgifter om närmast anhörig</p> <p>Utrustning för att varna och kalla upp dykarna</p>	<p>Dykplats</p> <p>Djup</p> <p>Ström</p> <p>Vind</p> <p>Is</p> <p>Sikt</p> <p>Bottenförhållande</p> <p>Våghöjd</p> <p>Temperatur</p> <p>Transport till och från dykplats</p> <p>Annan verksamhet i dyksområdet</p>
<p>Dykaren</p> <p>Dykarboken/utbildningsboken</p> <p>Hälsa</p> <p>Utb. ståndpunkt</p> <p>Nitrogenöverskott</p>	
<p>Genomgång före dyk</p> <p>Uppdrag/uppgift</p> <p>Orientering om platsen</p> <p>Säkerhet (utb. Säkerhetsanalysen)</p> <p>Dykprofil (luftbehov)</p> <p>I- och uppgång</p> <p>Signaler och tecken</p> <p>Reservdykare</p> <p>Tips</p>	<p>Genomgång efter dyk</p> <p>Synpunkter från dykarledaren</p> <p>Synpunkter från dykarna</p> <p>Vad kan förbättras</p> <p>Uppsikt på varandra 1 tim</p> <p>Återställning</p>

12. Certifiering av yrkesdykare

I början av 1980-talet genomförde Delegationen för Samordning av Havsresurser i Sverige (DSH) en omfattande utredning, som bland annat handlade om yrkesdykarutbildning och yrkesdykarcertifiering. Denna utrednings förslag mynnade ut i diverse åtgärder, varav certifieringsuppgiften för yrkesdykare tilldelades dåvarande Chefen för Marinen enligt regeringens beslut i SFS 1986:687.

Att det blev Chefen för Marinen som fick uppgiften berodde på att ingen annan tillfrågad ansvarsmyndighet ansåg sig ha kompetens inom dykeriområdet. Dessutom hade Marinen dels bred kompetens inom dykeriet, dels utbildat civila elever vid ett flertal olika dykarkurser. I samband med Försvarmaktens omorganisation 1994 ändrades uppdraget i enlighet med SFS 1994:391 att gälla Försvarmakten i stället för Chefen för Marinen.

Innan man införde yrkesdykarcertifikat 1986, fanns inga centrala utbildnings- eller certifieringskrav i Sverige. Ofta gällde dock Försvarmaktens gröna dykarbok som en form av utbildningsbevis i många yrkesdykarkretsar.

De yrkesdykarcertifikat som infördes 1986 var följande:

- A-certifikat, för lätta dykare med luft till 40 meter.
- B-certifikat, för tunga dykare med luft till 50 meter (inkluderar A-certifikat).
- C-certifikat, för mätnadsdykning djupare än 50 meter.

I samband med införandet av certifikaten genomfördes ett antal certifieringskurser för tungdykare och anläggningsdykare som fick visa att de hade kompetens för B-certifikatet.

Kurserna genomfördes av Marinen i samverkan med civila organisationer på Utö i Stockholms södra skärgård och i Gullmarn på västkusten.

Erfarna sportdykare med utbildning i nivå med PADI Divemaster och CMAS*** fick möjlighet att genomföra en utbildningskontroll vid Försvarmakten, för att erhålla yrkesdykarcertifikat A. Detta innebar att erfarna sportdykare inte behövde genomgå en hel dykarutbildning för att erhålla detta certifikat. Det visade sig att det var väldigt skiftande kvalitet på sportdykarna som genomförde certifieringskontrollen och därför beslutade Försvarmakten att från och med 2003 upphöra med certifieringskontroll för yrkesdykarcertifikat A. Av beslutet framgick att kravet för yrkesdykarcertifikat är Försvarmaktens arbetsdykarutbildning, Räddningsverkets räddningsdykarutbildning eller motsvarande utbildning, vilken då ska godkännas av Försvarmakten.

Försvarsmakten deltar med representanter i Nätverk Svensk Dykning sedan 2002. Detta nätverk jobbar bl a för att göra all form av dykning i Sverige säkrare. I nätverket ingår förutom Försvarsmakten även de myndigheter och organisationer som är involverade i någon form av yrkesdykning.

Inom Nätverk Svensk Dykning har det länge framförts önskemål om ett yrkesdykarcertifikat för forskningsdykare. Samtidigt har också Försvarsmakten framfört att alla arbetsdykare inte är i behov av att kunna dyka till 40 meter. Detta innebar att 2006 beslutades om att införa yrkesdykarcertifikat S 30. Detta certifikat ger behörighet att dyka med lätt utrustning till 30 m. Bokstaven S kommer från ordet SCUBA (Self Contained Breathing Apparatus), internationellt kallas lättdykning till 30 m för SCUBA.

Utbildning motsvarande yrkesdykarcertifikat S 30 är gemensam för all dykarutbildning som ska leda till något yrkesdykarcertifikat och kursplanerna är därmed fastställda av Försvarsmakten. Därefter kan förband och organisationer genomföra olika tillämpade utbildningar.

För att tydligare ange vad som krävs för de olika yrkesdykarcertifikaten har Försvarsmakten fastställt vilka krav som gäller i ”Försvarsmaktens krav för yrkesdykarcertifikat”. I denna skrivelse framgår också vilka krav som ställs på skolor och förband som ska genomföra denna utbildning.

Dessa krav är framtagna för att även harmonisera med internationella certifikat.

Under 2006 genomförde Försvarsmakten kvalitetskontroller på räddningsdykarskolorna i Stockholm och Göteborg. Efter denna inspektion godkändes dessa skolor att genomföra dykarutbildning för yrkesdykarcertifikat.

Med anledning av detta så upphörde Räddningsverket från och med december 2006 att vara huvudman för räddningsdykarutbildning och framförde önskemål om att Försvarsmakten skulle ta över detta. Försvarsmakten accepterade detta och fastställde i början av 2007 en kursplan för den tillämpade räddningsdykarutbildningen tillsammans med räddningsdykarskolorna i Stockholm och Göteborg.

För att bli en forskningsdykare ska kunna erhålla ett yrkesdykarcertifikat S 30 så infördes hösten 2007 en utbildnings- och certifieringskontroll för erfarna sportdykare.



Bild 12.1. Beskrivning av yrkesdykarcertifikat i Sverige. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

13. Miljö

13.1. Hur mår havet?

Det var i havet som livet uppstod. 70% av jordens yta består av hav. Stora outforskade områden som vi vet mindre om än månen. Ett myller av livsformer vi aldrig har skådat. Havsmiljön har utnyttjats hårt, just på grund av att vi inte ser vad som händer. Nya arter upptäcks kontinuerligt vilket är glädjande men ännu fler arter hotas och många utrotas innan de ens blivit upptäckta. Det är vårt ansvar att lämna efter oss ett arv med så lite negativ miljöpåverkan som möjligt.

13.2. Lokalt

I Östersjön har på senare tid svavelhaltiga bottenar brett ut sig och detta definierar vi som ”död botten” Detta beror på flera faktorer men framförallt är det dålig syresättningen av vattnet som är anledningen. Dålig cirkulation av vattenmassorna i Östersjön beroende på de tidigare regelbundna höststormarna som under 2000-talet var mer oförutsägbara. Övergödning från diverse håll, bl a jordbruk, industrier och trafik samt andra koldioxidstrare. Svåra algbloomingar som varit större och mer omfattande än de normala blomningscyklerna.



Bild 13.1. Ansamling av blågröna alger bildar en otäck soppa. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Listan kan göras längre och i kombination med miljögifter i övrigt och fiskekvoter som inte värnar för en långsiktig tillväxt av våra matfiskar borde vi och Östersjöländerna ta ett större ansvar.

Några sätt att påverka på egen hand är att lära sig mer om havets ekologi och leva på ett miljövänligt sätt. Mer direkt kan man ställa krav på våra folkvalda och som konsument vara medveten om sina produktval i vardagliga livet.

Miljögifter och tungmetaller löser inte upp sig och försvinner utan hamnar i bottensedimentet. Om du som dykare rör upp bottenlam som innehåller höga koncentrationer av miljögifter eller tungmetaller så exponeras faunan i större grad.

Raffinerad olja som diesel är akutgiftig i vatten men ett mycket flyktigt ämne som snabbt förångas. Den biologiska nedbrytningen varierar beroende på årstid. Den sker på några dagar under sommaren och med obefintlig nedbrytning under vinter. Detta innebär att större delen av ett utsläpp sommartid förångas och den del som är bunden till partiklar bryts ner i bottensedimentet. Vågor och vind har stor påverkan. Ett väl omblandat vatten ger en mycket lägre koncentration av diesel jämfört med motsatsen. Lösta kolväten i vatten ger effekt ner till 1 g/l på akvatiska organismer, men 1 ml oljeprodukt per liter vatten brukar sättas som en nedre gräns för effekter. Akvatiska organismers känslighet för diesel beror på vilket utvecklingsstadium organismen befinner sig i. Vid 1-100 mg/l ger diesel dödlig effekt på vuxna individer, medan en koncentration vid 0,01-1 ger dödlig effekt på yngre individer. Pelagiska vilda fiskar, dvs. fisk som simmar fritt i vattenpelaren, påverkas normalt inte. Eventuellt kan deras föda och/eller vattnet förgiftas, men då brukar fisken flytta på sig till rena områden. Det finns inga observationer av döda fiskar (som flyter med buken upp) eller minskad fångst av pelagiska fiskarter vid eller efter oljeutsläpp. Bottenlevande fiskar påverkas dock en hel del. Efter att alla lätta oljekolväten har vädrats ur oljan sjunker den ner till botten och hamnar i sedimentets ytskikt. Här kommer bottenfisken att exponeras för oljan en längre tid, varvid olika sjukdomar uppkommer hos fisken. Fiskyngel är mycket mer känsliga för oljan. Oftast dör fiskynglen när de exponeras för oljekolväten. Detta är i och för sig trist, men det påverkar sällan fiskpopulationens fortlevnad, då oljeutsläpp oftast sker endast en gång per plats, dvs. om ett visst område har drabbats av oljeutsläpp och orsakat skador typ fiskyngeldöd, så återhämtar sig naturen ganska snabbt, på mindre än 1 år, varför ekosystemet och de olika populationerna snart har kommit upp till normal storlek.

Sjöfåglar påverkas med direkt fysisk kontakt, toxisk kontaminering och förstörelse av fågelns föda. Om en sjöfågel får olja på fjädrarna förstörs den fina och vattenavvisande strukturen. Fjädrar och dun smetas samman och dess isolerande förmåga försvinner, vilket leder till att fågelns kyls ner

och kan drabbas av lunginflammation eller andra sjukdomar, eller i värsta fall frysa ihjäl. Eftersom fjädrarnas komplexa struktur förstörs, som gör att fågeln flyter, kan fågeln drunkna. Det kan räcka med en fläck stor som en enkrona för att fågeln ska dö. Fågeln försöker putsa bort oljan med näbben, men kan inte undgå att få i sig olja. Eftersom den är giftig kan det medföra dödliga skador på inre organ. Långtidseffekterna av exponering av olja kan medföra reproduktiva problem.



Bild 13.2. Oljespill. (Foto: Wikipedia)

13.3. Stora skillnader mellan havsområden



Bild 13.3. Sveriges kust och hav. (Foto: Wikipedia)

Sveriges tre stora havsområden, Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet, skiljer sig åt markant vad gäller biologiska, kemiska och hydrografiska förutsättningar. Det finns många miljöproblem som är gemensamma för de tre havsområdena, men även en hel del som skiljer sig åt. Miljögifter och näringsämnen följer med vattenströmmar mellan de olika områdena. Samtidigt är vattenutbytet mellan de olika havsbassängerna relativt litet, vilket kommer att ha betydelse för miljöproblemens spridning och vilken effekt miljöstöringen får i ekosystemet.

I Bottniska viken är det största hotet miljögifter och metaller. Längs den norrländska kusten finns stora industrier som genom tiderna påverkat detta havsområde kraftigt. Även om många utsläpp minskat ses effekterna av tidigare utsläpp fortfarande, och kommer troligtvis att göra det under en lång tid.

I egentliga Östersjön och i Västerhavet anses övergödningen utgöra det största hotet, även om organiska miljögifter och metaller är problem även här. Under de senaste åren har algblomningar i Egentliga Östersjön fått stor uppmärksamhet i massmedia, och omfattande algblomningar vid kusterna har orsakat stora problem för människor.

Egentliga Östersjön är ett av världens mest förorenade havsområden. Mycket beror på dess utsatta läge. Omringat av tätt befolkade landområden och med bara smala sund som förbindelse till världshaven blir alla utsläpp kvar länge. Kombinera detta med en vattenmassa som aldrig blandas om ordentligt och ett bräckt vatten där alla arter redan lever på gränsen av vad de tål. Resultatet blir ett hav som vi borde behandla med största försiktighet.

13.4. Övergödning ett svårt problem

Övergödning är ett allvarligt problem i Egentliga Östersjön. Sedan 1940-talet har tillförseln av de viktigaste näringsämnena kväve och fosfor till havsområdet flerdubblats. Detta har orsakat stora ekologiska förändringar. En del arter drar nytta av det ökade tillflödet av näring, medan andra får svårare att konkurrera och minskar i omfattning eller försvinner helt.

Eftersom de flesta människor föredrar den klara, näringsfattiga Östersjö som somliga minns från sin barndom, och eftersom ekonomiskt viktiga arter som t ex torsk påverkats negativt, anses övergödningen vara en negativ och oönskad utveckling. För att få en Östersjö med samma näringsstatus som den hade på 40-talet måste vi minska tillförseln med mer än hälften. Det är en svår politisk uppgift, eftersom det i så fall kommer att påverka allas vår livsstil.



Bild 13.4. Trådalger öster om Öland. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

13.4.1. Övergödningens effekter

- Mängden planktonalger ökar. De grumlar ytvattnet när de lever och gör slut på mycket syre i djupvattnet när de dör.
- Fintrådiga alger i kustbandet gynnas.

- Blåstången, Östersjöns skog, får svårt att klara sig i det grumliga vattnet och klarar inte att konkurrera med näringsgynnade fintrådiga alger.
- Mörtfiskar gynnas och abborrfiskar missgynnas.
- Syret i bottenvattnet tar snabbare slut när mängden döda plankton ökar och bryts ned. Djurlivet flyr eller dör.
- Det syrefria djupvattnet gör att torskens ägg dör.

Illu omtyckta algbloomningar



Bild 13.5. Algbloomning vid Kronandykningar. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Cyanobakterierna i Östersjön, eller blågrönalgerna som de också kallas, gillar samma väder som vi. Sommar och varmt, soligt och lugnt. Om det dessutom finns gott om fosfor i vattenmassan så massförökar de sig, blommar, och gör vattnet grumligt och omöjligt att bada i. När de dör flyter de i tjocka illaluktande sjok på ytan och ansamlas på stränderna. Inte konstigt att de är så illu omtyckta.

Men egentligen är de en mycket fascinerande grupp organismer med helt unika förmågor. Det var dessa bakterier som var först på jorden med att använda fotosyntesen och därmed tillförde syre till atmosfären. De har

också en unik förmåga att göra om kvävgas till nitrat vilket alla andra växter och djur behöver.

Just Östersjön har dock inget ytterligare behov av användbart kväve, varför alla är överens om att dessa algbloomningar borde minska.

Vad kan du göra?

Vad kan en dykare göra för nytta?

Det finns mycket att göra men framförallt så kan vi dykare vara havets ambassadörer och förmedla hur våra vatten mår.

- Gör inte mer miljöpåverkan än nödvändigt vid dykning. Detta omfattar allt ifrån hur vi agerar som miljömedvetna individer på land i dagliga livet till att vi samlar upp skräp såsom svetspinnar när vi genomfört ett arbete under vattnet.
- Dyker vi i mer artrika vatten är det viktigt att inte skada faunan genom oförsiktiga bensparkar eller dålig rörelsekontroll samt avvägning.
- Bunkring av båtar och fartyg innebär en potentiell risk för utsläpp. 1dl diesel/m³ vatten har dödlig inverkan på djurlivet men bara några cl räcker för att allvarligt påverka yngel och arternas fortplantning.



Bild 13.6. Fiskstim kan vara en sällsynt upplevelse i framtiden. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Fiskerikungörelsen styr vad en dykare får göra i fiske & jaktsammanhang under vattnet.

Frågan man bör ställa sig är om ens beteende är hållbart ur miljösynpunkt. Skräpa inte ner i havet, behandla faunan du ser på ett respektfullt sätt så kanske den finns kvar i framtiden också. Det finns ett uttryck på engelska som varje dykare borde känna till nämligen:

”Leave nothing but bubbles and take only pictures”

Ett sunt förhållningssätt om man värnar om den marina miljön!

Fiskerikungörelsen 14 § Fiske får inte bedrivas med sprängämnen, bedövande eller dödande ämnen, elektrisk ström eller skjutvapen.

15 § Hummer eller krabba får inte fångas vid dykning.



Bild 13.7. Havskräftor. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

13.5. Ur ett marinarkeologiskt perspektiv



Bild 13.8. Skulptur från Regelskeppet Kronan. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Kulturminneslagen, Lag (1988:950) om kulturminnen m m, är en lag i Sverige som reglerar vad man får och inte får göra med fornminnen. Dessa kan vara fasta fornlämningar, fornfynd, kyrkliga kulturminnen liksom vissa kulturföremål och värdefulla byggnader.

Om till exempel lösa fornfynd säger lagen att om de hittas i anslutning till en fast fornlämning så tillfaller de staten. Om de däremot påträffas på annat ställe, eller under andra omständigheter, så tillfaller fyndet upphittaren. Man måste dock erbjuda staten att lösa in föremålet om det är av guld, silver, koppar eller brons, eller om man har hittat flera föremål på samma ställe och man därför tror att de lags ner tillsammans (så kallat depåfynd).

Lagen innehåller också bestämmelser om god ortnamnsed, dvs. att ortnamnen inte får ändras utan starka skäl. I kulturminneslagen står också att inga metallsökare får användas i Sverige, förutom av Försvarsmakten och de som yrkesmässigt söker efter fornfynd.

Om en fornlämning påträffas under ett pågående arbete ska arbetet avbrytas och fyndet anmälas till länsstyrelsen. Kulturminneslagen gäller även skeppsvrak som är mer än 100 år gamla.

Böter eller fängelse i upp till 6 månader kan utdömas till den som skadar, förstör, låter bli att rapportera eller för bort fornlämningar.



Bild 13.9. Fynd från utgrävningarna vid Kronans vrakplats. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Ett vrak har alltid en ägare, antingen en redare eller ett försäkringsbolag. Om vraket är så gammalt att detta inte längre är aktuellt är det statlig egendom och faller under kulturminneslagen om det är över 100-år gammalt.



Bild 13.10. Skeppsratt, nakterhus och annan nautica från gamla skepp är ofta plundrat trots förbud. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

14. Dykeriets historia

14.1. Allmänt

Dykeriets utveckling har inte bara en lång historia, den är också fylld av fascinerande uppfinningar och komplicerade turer som har lett till dykeriutveckling i en mängd olika riktningar. Det skulle bli ett allt för omfattande arbete att redogöra för alla de olika uppfinningar, händelser och detaljer som i olika stor grad har påverkat dykeriets utveckling från förhistorisk tid till idag.

Därför är de utvecklingssteg som sammanställts i detta dykerihistoriska kapitel valda mot bakgrund av att de dels ska kunna visa på just viktiga utvecklingssteg och i stor utsträckning även för att det finns ett intressant bildmaterial att visa.

Människans intresse för och stora beroende av hav, sjöar och andra vattendrag har alltid framstått som någonting nödvändigt och naturligt. Över vatten måste många av de första förbindelserna mellan folk och länder ha skett och mycket tidigt måste människan ha lärt sig att i havet kunde hon hämta sin näring.

I anslutning till boplatser som arkeologer har undersökt och som utnyttjats av människor som stått på ett mycket primitivt stadium, har man alltid funnit stora mängder lämningar av bland annat skaldjur. Dessa skaldjur har tillhört arter som levt på förhållandevis stora vattendjup och därför knappast kunnat fångas eller samlas in från vattenytan.

14.2. Tiden före Kristus

Smycken och andra prydnadsföremål som har tillverkats av pärlor och pärlmor från omkring år 4500 före Kristus anses också bevisa att människan på ett eller annat sätt trängt ned i havsdjupen och därmed måste ha behärskat konsten att dyka.

Denna tidiga ”dykning” som närmast måste betraktas som fridykning eller simning har ju inte efterlämnat några spår i form av skriftliga eller andra källor som skulle ha kunnat förklara hur dessa tidiga dykare gjorde för att samla in havets gåvor.

I världens äldsta litterära verk, Gilgameš-eposet, som i kilskrift nedtecknats på lertavlor för omkring 5000 år sedan, berättas om de äventyr som Gilgameš kung i staden Uruk i det forntida Mesopotamien upplevde med sin vän den vilde Enkidu. Där berättas om när Gilgameš hört om en ört som finns i havet, ”band tunga stenar vid sina fötter och då de dragit honom ned i vattendjupet, såg han örten och tog den, varvid den stack honom

i handen. Sen skar han loss de tunga stenarna från sina fötter och strömmen vräkte honom till stranden”.



Bild 14.1. Babylonisk stenrelief som påstås föreställa kungen Gilgames som gjorde nedstigningen i havet för att få tag i örten. (Från Gilgames Eposet av Knut Tallqvist, 1945.)

Dragningen till det okända och farliga i havet måste emellertid ha lockat många djärva män, eftersom de trots alla förmodade varningar ändå vågade ge sig ned i djupen, där säkerligen också många blev kvar för alltid. Jakten efter föda och rikedomar har naturligtvis sporrat mest när det gällt att utveckla metoder och hjälpmedel för dykning.

Antikens greker kalasade med stor njutning på ostron. I fisket efter ostron för att bereda sådana måltider måste dykning ha ingått till relativt stora djup.

Det som i stor utsträckning bidragit till att vi vet så mycket om dykningskonsten i Medelhavsområdet under den här tiden, är en viktig exportartikel, nämligen tvättsvampen.

Bruket av tvättsvamp är känt sedan mer än 3500 år och spred sig snabbt under antiken till hela den då kända världen.

Svampdykarna var rimligen redan från början jämbördiga i skicklighet med pärldykarna, och dykdjup på minst 50 meter har inte varit ovanliga. Tvätt-

svampen, i varje fall av någon kvalitet att tala om, förekommer praktiskt taget inte alls på mindre djup än 20 meter.



Bild 14.2. Äldre bild (troligen sent 1800 tal) föreställande svampdykare med de traditionella attributen. Dykarstenen, livlinan runt handen och nätkassen för att samla svamparna i. Dykningen gick till så att dykaren dök ifrån båten hållandes dykarstenen framför sig (stenens tyngd hjälpte dykaren att snabbt komma ner till botten). Väl på botten "gick" eller simmade dykaren runt och försökte hitta så mycket svamp som möjligt under sitt andetag. Dykaren var förbunden med en lina runt sin handled som gick till linan i stenen som i sin tur gick upp till skötaren på ytan. Om dykaren ville avbryta dyket släppte han stenen och simmade upp för linan med handlovslinan löpande efter repet i stenen. Om skötaren på ytan, som hållit kontroll på dyktiden genom ett sandglas, tyckte att dyktiden blivit för lång eller "kontakten" med dykaren i linan upphörde började skötaren hala upp linan varvid dykarstenen och dykaren följde med upp till ytan. (Foto från Dykehistorisk Selskab i Danmark)

Det är framför allt två saker som slår en när man studerar den här typen av dykning. Främst att dykarna lyckades komma ned till dessa avsevärda djup med hjälp av endast en lämplig tyngd, dykarstenen, och sedan stanna där nere tillräckligt länge för att hinna både söka reda på och ta med sig tillräckligt mycket av tvättsvamp eller den åtråvärda varan.

Idag kan vi inte göra dessa dykningar ett dugg bättre utan att ta till moderna hjälpmedel. Dessutom slås man av att människor fortfarande i dag

på många enskilda platser utnyttjar samma metoder som för flera tusen år sedan, särskilt när det gäller jakt på fisk, pärlor, svamp m m i havet.

Från ett helt annat område, nämligen krigskonstens, emanerar många idéer och fiffiga metoder, som stimulerat till att använda simmare och dykare. Man hade redan tidigt önskemål om att kunna förbättra dykarens möjligheter till vistelse i vattnet genom att tillåta honom att nå djupare och stanna nere längre. Därom finns det otaliga historier omnämnda som försök eller, vanligare, skisserade men inte provade metoder att förse dykaren med extra luftförråd förutom de egna lungornas. Två lösningar på problemet fanns, det hade man redan tidigt klart för sig. Endera måste dykaren ha med sig en behållare med luft från vilken han kunde andas eller också måste hans andningsvägar sammanbindas med luften på vattenytan.

British museum i London har en fresk som dateras till 900 före Kristus, fresken föreställer enligt uppgift Assyriska undervattenssimmare som andades i uppblåsta getskinn! För att kunna dyka och andas i skinnen hade de behövt åtminstone 20 kg bly för att väga av flytkraften! Förmodligen är det här mera tal om flythjälpmedel än andningsapparater.



Bild 14.3. Assyrisk relief ca 900 före Kristus troligen föreställande "soldater" som med hjälp av uppblåsta getskinn lyckas simma "under" (på) vattenytan för att intaga en befästning. (Från Historical Diving Society, England.)

Den ursprungliga formen för dykning bygger ju på att människan under en begränsad kort tid med hjälp av enbart sina lungor kunde vistas under vattenytan. Vid denna sk fridykning utnyttjar dykaren den luftmängd som han medför genom att före dykningen ha gjort en ordentlig inandning. Under vistelsen i vatten kan han inte förnya luftförrådet i lungorna, och eftersom luften förbrukas i kroppen redan efter kort tid, måste han i snart återvända till luften ovan vattenytan.

En mycket känd episod från 500 talet före Kristus är historien då Scyllia som var anställd av persernas kung Xerxes för att bärga skatter från sjunkna fartyg, inte tilläts att återvända till Grekland. Scyllia rymde då helt sonika och väl i Grekland lärde han sin dotter Cyana att dyka med hjälp av en andningstub, en så kallad snorkel. En dag observerade de Xerxes flotta liggandes till ankar inför en annalkande storm. Far och dotter kastade sig i havet och kapade alla ankartågen på den persiska flottan vilket orsakade en stor katastrof. Från denna episod drogs slutsatsen från dåtida skrivare att ”vi kan i alla fall vara säkra på att unga kvinnor kan dyka i havet utan att riskera att förlora oskulden”. Detta uppmuntrande uttalande utgår säkert ifrån den vetskapen att trycket som kan spräcka trumhinnorna mycket väl kunde ha haft en liknande effekt på andra membran! Scyllia och Cyana fick statyer uppsatta i Delphi som hedersbetygelse.



Bild 14.4. Teckning föreställande Scyllia med sin dotter Cyana kapandes ankartågen på Kung Xerxes flotta. Om detta gjordes på natten är det ju högst sannolikt att de lyckades med en sådan gärning eftersom de på dagen lätt skulle ha upptäckts. (Från Historia Del Buceo av Juan Ivars Perelló och Tomás Rodríguez Cuevas, 1988)

Aristoteles skriver på 400-talet före Kristus så informerat om fiskar att man mycket väl kan tänka sig att han kunde dykarkonsten. Förutom tvättsvampar var andra produkter som användes i stor utsträckning av Grekerna det röda färgämnet som kom från purpurnäckan. Detta färgämne kunde bara erhållas från snäckorna och måste ha plockats upp ur havet med hjälp av

dykare. Aristoteles beskriver även i sin skrift ”Problemata” hur Alexander den store vid beläringen av Tyre 332 före Kristus genom att försiktigt sänkas ned i en upp- och nedvänd tunna utan lock kunde andas i den på så sätt inneslutna luften. Inga detaljer hur detta gick till finns bevarade men ett tryck från en Fransk novell från 1250 innehåller en bild hur detta skulle kunna ha sett ut.

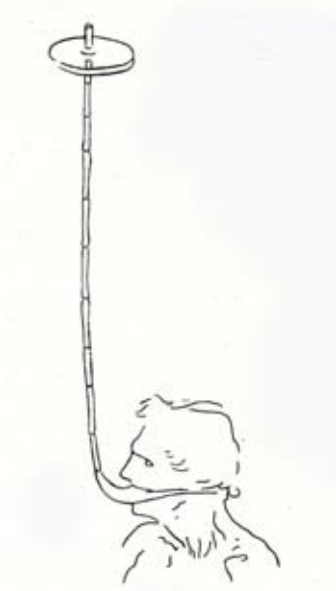


Bild 14.5. Teckning som är gjord mer än 1500 år efter händelsen försöker beskriva hur Alexander den store låter sig sänkas ned till havets botten. (Från Deep Diving and Submarine Operations av Sir Robert H Davis. 5th Edition.)

14.3. 1500-talet

Enligt flera källor har det sedan äldsta tider funnits ett sätt att dolt och effektivt förflytta sig eller bara hålla sig gömd undan förföljare. Det har varit att krypande eller liggande under vatten i till exempel en vassrugge klara sig genom att andas genom ett ihåligt vasstrå, som alltså inte gått att särskilja i mängden av andra.

Omkring år 1500 beskriver den store konstnären och uppfinnaren Leonardo da Vinci flera förslag, i Codex Atlanticus, som går ut på att dykaren förses med ett andningsrör, fäst i en enkel mask för mun och näsa. Rörets andra ände mynnar i luften på ytan och hålles kvar i sitt läge med en flytkropp på ytan. En föregångare till dagens snorkel som alltså har mycket gamla anor.



*Bild 14.6. En av Leonardo da Vincis många teckningar föreställande vad vi i dag skulle kalla en "snorkel". Om experiment gjordes med denna skulle Leonardo och den olycksalige försöksdykaren snabbt upptäcka att längden på snorklen var alldeles för lång! (Från *Deep Diving and Submarine Operations* av Sir Robert H Davis. 5 th Edition)*

Ett av de tidigaste tillförlitliga uppgifterna om dykarklockan är från ett stycke i "Architettura militare" av Francesco de Marchi ca 1490-1574. Boken skrevs någon gång i mitten på 1500-talet men utgavs först 1599. När Marchi pratar om Caligulas lustskepp som var sjunkna i sjön Nemi berättar han om försök att bärga dem 1531. En maskin användes då som var uppfunnen av en Guglielmo de Lorena. Maskinen möjliggjorde för dykaren att vara en timme under vattenytan. Senare återger han att den 15 juli 1535 apparaten åter användes för att utröna positionen och utbredningen av en av de två sjunkna galärerna. Marchi återger en beskrivning av maskinen från vilket det förefaller att vara en liten dykarklocka, just så stor att överdelen av en man kunde rymmas därinne. Huvuddelen av vikten togs upp av lyftsling och resten av en bygel vilande på dykarens axlar. Ett glasfönster tillät dykaren att titta ut och armarna stack ut under kanten av klockan. Olyckligtvis på grund av ett löfte till uppfinnaren uppger inte Marchi hur luften kunde förnyas inne i klockan vilket den måste ha gjort för att kunna stanna nere en hel timme som uttalandet gör gällande. Det är däremot ganska enkelt att föreställa sig flera olika sätt att förnya luften till klockan. Därför finns det ingen anledning till att betvivla att klockan kunde ha gjorts användbar och därmed var Lorena en av de första att designa och utnyttja en dykarklocka.



Bild 14.7. Försök att med en teckning återskapa Guglielmo de Lorenas "dykarklocka" som användes i sjön Nemi i Italien år 1535. (Från Deep Diving and Submarine Operations av Sir Robert H Davis. 5 th Edition.)

14.4. 1600- och 1700-talen

En kombination av de båda principerna att medföra luftförråd till dykaren resp. upprätthålla förbindelsen med luften ovan ytan kan man säga att den engelske astronomen Halleys dykarklocka från 1690 utgör. Samtidigt som erforderlig luft innehölls av den nedsänkbara klockan kunde luften också på ett sinnrikt sätt förnyas och därmed möjliggöra en längre tids dykning.

Innebär dessa jämförelser verkligen att ingenting hade hänt på dykningens område under en tidsrymd av mer än 1700 år? I princip förhåller det sig så, och i varje fall kan historien inte visa upp praktiskt taget någonting som talar för motsatsen. Utan överdrift kan sägas att den enda användbara dykmetoden genom alla dessa år var fridykningen. Alla försök, omskrivna eller inte, att effektivisera dykningen hade varit lovvärda men inte givit funktionella resultat. Anledningarna framstår numera helt klara. Dels var tiden inte mogen, dvs. resurserna, tekniken m m saknades, dels kände man inte till varför människokroppen vägrade att låta sig behandlas hur som helst.

Eftersom dykarklockan som hjälpmedel inte motsvarar vad en modern dykare är utrustad med, har den säkerligen betytt mycket för dykningens utveckling, när denna så småningom kom i gång. Under 1700-talet utvecklade

des dykarklockan mot allt större sinnrikhet och kunde därmed i högre grad användas vid undervattensarbete.

Detta tack vare tillgång på metaller, främst järn, i stället för i allmänhet trä; gummi i stället för läder osv. Engelsmannen Smeaton åstadkom kanske den största utvecklingen framåt när han 1788 försåg sin klockkonstruktion med en pump, som medgav oavbrutet tillförsel av luft, vilken alltså på så sätt ges det erforderliga högre atmosfärstrycket.

Ungefär samtidigt som denna viktiga förutsättning skapades, händer det att dykaren och den dykarklocka han hittills varit så beroende av plötsligt skiljs åt och vandrar var sin väg.

De ska dock senare åter mötas. Klockan utvecklas vidare men förblir en plattform med begränsad rörlighet som dykaren/ passageraren inte lämnar ens för den kortaste vistelse i vattnet. En extrem form av dykarklocka är kassunen, ett till havsbotten fast förankrat rum utan egentlig kontakt med omgivande vatten.

14.5. 1800-talet

Dykaren å sin sida, som vill vara lättrörlig och kunna förflytta sig oberoende av hjälp från ytan, börjar ta form på allvar under början på 1800-talet. Två svårigheter måste övervinnas. Lämplig klädsel och en användbar och smidig metod för tillförsel av andningsgas. Sedan många lovvärda men mer eller mindre livsfarliga projekt från de flesta hörn av världen av naturliga skäl inte fungerat och blivit avfärdade, kommer år 1819 i England det första verkligt användbara systemet.

Det är bröderna Charles och John Dean som utvecklar och patenterar en rökdykningshjälm, hjälmen provas i någon enstaka brand men blir inte så lyckosam. De funderar då på att prova hjälmen i en bäck strax utanför Greenwich i London.

Det försöket slår väl ut mycket beroende på att starka pumpar och bättre slangar samt vattentät klädning har utvecklats. Troligen har bröderna Dean redan kontaktat den tyskättade och ifrån Preussen inflyttade uppfinnaren och teknikern Augustus Siebe som vid den här tiden, 1819 driver sitt företag med att tillverka allehanda produkter i koppar och mässing.



*Bild 14.8. roligen en tidig Dean-hjälm med nitar för klädningen på bröstplåten. Hjälmerna fanns tidigare i Siebe Gormans företagsmuseum men är numera skänkt till Science museum i London. (Från *Deep Diving and Submarine Operations* av Sir Robert H Davis. 5 th Edition.)*

En stor produkt som Siebe tillverkar är pumpar. Det är troligt att bröderna kontaktat Siebe för att få både sin hjälm tillverkad och kanske köpa en pump för att förse hjälmen med luft. Dykningarna som företas efter detta är mycket lyckade, då utrustningen fungerar mycket bra, är snabb och lätt att etablera i alla fall i jämförelse med en dykarklocka.

Hjälmen skyddar dykarens huvud, placerar detta i luft, som pumpas ned genom en slang från ytan så att helt ostörd andning medges, och är slutligen försedd med skyddande glasfönster för att ge dykaren ljus och sikt. Dykardräktens enda större nackdel, öppningen nedtill, innebär att bäraren i vattnet inte kunde luta sig för mycket åt något håll, då dräkten i såfall skulle ha tagit in vatten. Genom att byta ut denna dräkt mot en dräkt som helt inneslöt dykaren hade man redan år 1837 den dykarutrustning som med mycket små modifieringar och förbättringar fortfarande används i dag av tunga (hjälm-)dykare världen över under olika fabrikationsnamn.



Bild 14.9. Denna bild som föreställer "Royal George" ett fartyg från den engelska flottan som sjönk 1782 på Portsmouth redd var det första riktigt avancerade dykeriåtagandet som bröderna Dean gjorde för att prova sin nya uppfinning. Bilden visar dykningar som pågår vid vraket några år senare när även andra tillverkare och ett flertal förbättringar gjorts på utrustningen. (Från Historical Diving Society, England.)

Men den tunga dykaren har sina begränsningar. Dels är han beroende av lufttillförsel från ytan med hjälp av slang, som inte kan göras hur lång som helst, dels är han som namnet anger inte så lättroblig som ibland kan vara önskvärt.

Utvecklingen av den lätta dykaren har gått i etapper, och de första idéerna är av tidigt datum. Men eftersom målsättningen bara i vissa fall varit att åstadkomma ett system som kombinerar lättroblighet med oberoendet av luft från ytan, har den här utvecklingen förmodligen blivit försenad.

Först 1878 uppfann engelsmannen Fleuss en helt ny typ av andningsapparat, som innehöll ett förråd av syrgas för inandning och en behållare med kemiskt reningsmedel för utandningssgasen. Apparaten hade ett så kallat slutet andningssystem. Den konstruerades av firman Siebe Gorman och den fungerade bra. Den första syrgasapparaten hade sett dagens ljus.



Bild 14.10. Bilden visar Henry Fleuss i sin oxygenandningsapparat som mest användes i kolgruvorna i England. (Från Breathing in Irrespirable Atmospheres av Robert H Davis. Ca 1955.)

14.6. 1900-talet

En originell uppfinning presenterades 1913 av tyskarna Neufeldt och Kuhnke. Det var en så kallad pansardräkt med ledade partier för knän, armbågar, axlar och höft som dessutom var försedd med manuell manövrerade griparmar i stället för händer.

Dräkten kunde motstå trycket på över 200 m djup och "dykaren" vistades hela tiden i normalt atmosfärstryck.



Bild 14.11. Bilden visar en Neufeldt och Kuhnke en atmosfärdräkt på ett museum i England. Dräktens armar blev snabbt stela av vattentrycket och gick då inte att rubba, dräkten blev därför mer och mer endast en observationskammare för att dirigera kranar med skopor och andra verktyg från ytan vid bärgningar. (Foto av författaren Lars Gustafsson.)

Till ödesdiger nackdel för metodens fortsatta nyttjande visade det sig dock, bland annat i samband med ett bärgningsförsök 1921 på 97 m djup, att lederna var omöjliga att rubba och pansardykaren försvann åter ur historien.

Det skulle dröja ända till 1930-talet innan drömmen om en dykare som kunde röra sig likt fisken i vattnet gick i uppfyllelse. Den franske sjöofficeren Yves le Prieur kunde 1933 fullständiga sin lätta andningsapparat, som var försedd med, en tryckluftbehållare, en manuell reduceringsventil samt en ansiktsmask med ventil.



*Bild 14.12. Bilden visar Yves le Prieur förevisandes sin apparat i en bassäng vid Trocadero i Paris 1934. Apparaten var konstantdoserande och flödade in luft i masken såvida dykaren inte stängde och öppnade ventilen för varje andetag. Observera att "undervattensgeväret" som le Prieur bär på drivs av tryckluft! (Från *Man and the underwater world* av Pierre De Latil och Jean Rivoire. 1956.)*

Här har vi ursprunget till den lätta luftandningsapparat som i dag är så vanlig! Denna lätta och tillgängliga teknik har gjort dykning till snart sagt var mans egendom.

Yngre kamrater till Le Prieur i den franska flottan förbättrade under 1940-talet ytterligare systemet för "lätt" luftdykning och nådde under krigsåren aktningvärda djup och dyktider. Mest känd i dessa sammanhang har Jacques-Yves Cousteau blivit.

Genom att använda en automatisk andningsventil av demand typ som ger dykaren den luft han momentant "frågar" efter, principiellt uppfunnen på 1860 talet av fransmännen Rouquayrol och Denayrouze, kunde han i samarbete med ingenjören Gagnan konstruera den hittills förnämligaste lösningen. Cousteau-Gagnans så kallade "aqualunga" från 1943 ligger ännu i dag till grund för hur en lätt luftdykarapparat är konstruerad.



Bild 14.13. Bilden visar den apparat som Cousteau och Gagnan konstruerade under slutet av fyrtiotalet. De tre flaskorna var avsedda att ge dykaren tillräcklig volym luft då man sällan kunde få den fylld och framförallt inte till något högt tryck. (Historical Diving Times av Historical Diving Society England.)

Förutom luft och syrgas som andningsgas togs under 1900-talet fram och med stora framgångar provades olika specialkomponerade så kallade blandgaser. Främst med inblandning av helium, som populärt uttryckt får inta kvävet's plats i luften, blev det möjligt att utföra dykningar till mycket stora djup.

I USA har heliumdykningar med tung utrustning varit standard sedan slutet av 1930-talet. Vid den imponerande räddningen av besättningen i den på 73 m djup sjunkna ubåten Squalus 1939 användes denna heliumdykningsmetod för första gången.

Sverige har hållit sig framme i begränsad omfattning under århundradenas lopp. "Kanonbärgaren" på Wasa, Hans Albrecht von Treileben, vann aktning för sitt arbete på 1660-talet och ingenjören Mårten Triewald nådde goda bärgningsresultat runt våra kuster på 1720- och 1730-talen med sin dykarklocka och sina egenhändigt konstruerade verktyg.

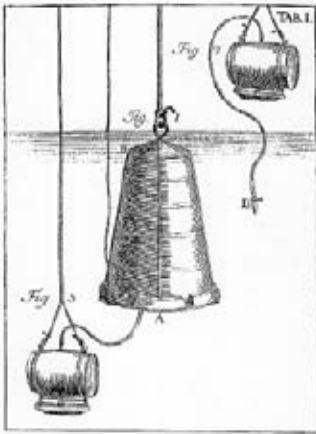


Bild 14.14. Mårten Triewald publicerade en bok 1734 som behandlade användandet av dykarklockan för bärgningar i havet. Boken vars titel är: *Konsten at Lefwa under Watn eller en kort Beskrifning om de påfunder, Machiner och Redskap hwarpå Dykeri och Bärgnings Societetens Privilegier äro grundade, hwarmed de anstält profwen under twenne Riksdagar. Denna bok får anses vara den äldsta bok som till sin helhet behandlar dykning!* (Från *Konsten at Lefwa under Watn* av Mårten Triewald, 1734.)

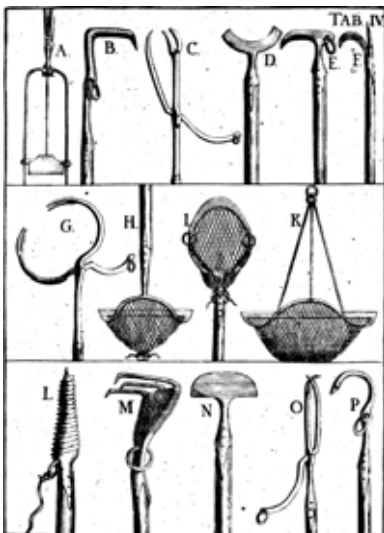


Bild 14.15. Kopparsticket visar på ett antal verktyg för dykarkonsten (fartygsbärgningar!) som beskrivs i texten. Vid denna tid, tidigt 1700-tal, var dykarkonsten mer eller mindre en företagshemlighet som man noga bevakade att inga andra fick vetskap om. Det måste därför ha varit tämligen unikt att ge ut en bok som beskrev ens erfarenheter av dykning med dykarklockan samt flera av de verktyg som använts för bärgningen av sjunket gods. (Från *Konsten at Lefwa under Watn* av Mårten Triewald, 1734.)

Hjälmkonstruktören Anton Ludvig Fahnehjelm patenterade en dykarhjälm den 10 september 1839. Under en resa till England 1840 demonstrerade han sin egenhändigt ”förbättrade” dykarutrustning men var tyvärr alltför samtida med Augustus Siebe i England för att nå en annars välförtjänt berömmelse. Mellan åren 1840-50 och till dess att hans utrustning på 1870-talet blev ersatt av den franska Rouquayrol-Denayrouze’s Dykeriapparat och den engelska apparaten av Siebe Gormans konstruktion användes Fahnehjelms utrustning i flottan.

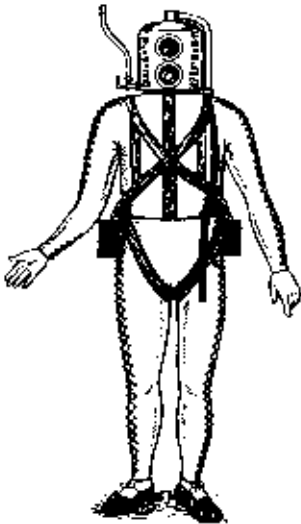


Bild 14.16. Anton Ludvig Fahnehjelm patenterade den 10 september år 1839 sin dykeriapparat. I sin patentansökan skriver han att apparaten är: "en på utrikes ort uppfunnen dykeriapparat men av mig väsentligen förbättrad" (Från Svensk Dykerihistorisk Förening.)



Bild 14.17. Författaren till detta kapitel provar det som förmodligen är den enda kvarvarande Fahnehjelmshjälm som existerar. Tyvärr finns ingen kännedom om andra bevarade detaljer till hans utrustning. (Foto av författaren Lars Gustafsson.)

14.7. Arne Zetterströms vätgasdykning 1944

Men en svensk skulle låta tala om sig, nämligen den unge teknologen Arne Zetterström, som blev en banbrytare på blandgasdykningens område. Hans så kallade syntesgasmetsod byggde på användningen av väte i andningsgasen (så kallad hydrox) på ungefär samma sätt som man redan tidigare utnyttjat helium - en gas som under andra världskriget inte gick att få tag på i Sverige.

Väte erbjuder vissa fördelar framför helium men är samtidigt svår att handskas med på grund av risken för knallgasbildning. Zetterström löste under 1940-talets första hälft problemen med blandningsmetodiken och nådde mycket imponerande resultat.

Zetterström dök med sin vätegasblandning till 110 m djup väster om Möja i Stockholms skärgård den 14 december 1944. Han var då klädd i tjocka ylleunderkläder, vanlig dykarträkt och fingerhandskar i gummi med ylle-
vantar i. Som en extra försiktighetsåtgärd hade han även yttre byxor snö-
rade till de undre benen och bålen för att förhindra oavsiktlig uppflytning.

För att minska gasförbrukningen och försäkra sig om att koldioxidnivåerna inte skulle nå farligt höga nivåer bar Zetterström en av honom själv konstruerad andningsmask under dykningarna.

Andningsmasken var ansluten genom en gummislang till inloppet i hjälmen och envägsventiler försäkrade att dykaren bara andades färsk gas.

Den använda gasen dumpades till insidan av hjälmen och dumpades sedan till utsidan genom den ordinarie nickventilen på hjälmen.



Bild 14.18. Här ses Arne Zetterström i sin egenkonstruerade inhalationsmask för en friflödande hjälm! En mycket sinnrik konstruktion som knappt används sedan dess i en hjälm. (Foto: Försvarets bildbyrå)

Vädret den 14 december 1944 var inte det bästa för en experimentdykning. Vinden var hård och byig och då och då föll snö eller slask. Lufttemperaturen höll sig kring nollstrecket.

Dykningen startade klockan 12⁴³ och var avslutad klockan 15²².

När bytet mellan luft och hydrogenblandningen via skiftgasen hade genomförts vid 40 meter, började den verkliga nedstigningen. Meddelanden mellan dykaren och ytan sändes genom morsekod enligt den i förväg planerade tabellen eftersom, det som förväntat, var omöjligt att producera uttydligt ljud.

Vid 110 meter stoppades nedstigningen eftersom HMS Belos fortfarande vid den här tidpunkten inte hade längre vajrar till plattformarna. Zetterström rapporterade att allt var väl. Andningsmotståndet upplevdes som detsamma som vid luftandning på 50 meters djup, och ingen påverkan av djupnarkos kunde kännas av. Han utförde nu ett lite lättare arbete genom att placera en schackel på anslutningen till lyftvajern. Efter 9 minuter på 110 meters djup gavs order om uppstigning till ytan. Orsaken var att gasförbrukningen hade varit något högre än den planerade och endast en gasflaska återstod.

Vid 40 meters djup återvände Zetterström till luftandning och vid det tillfället kände han av lite yrsel. Anledningen till yrseln var troligen den att

bytet till skiftgasen gjordes snabbt. Dessutom inverkade den plötsliga ökningen av andningsmotståndet, kombinerat med den ökade lufttemperaturen till obehagskänslorna. Symptomen som endast innefattade lätt yrsel försvann fullständigt efter några få minuter. Dekompressionen fortsatte men vid 3 meter hade han fått "bends" i sin vänstra arm och behövde sänkas ner till 5 meter där symptomen försvann. Dekompressionstabellerna som marineläkaren och professorn Yngve Zotterman utarbetat visar ett relativt högt nitrogenpartialtryck i vissa vävnader vid denna tryckfas. Under det lätta arbetet vid maxdjup som Zetterström utfört gjordes det mesta av arbetet med vänstra armen eftersom han höll i schackeln med sin högra hand klättrandes uppför plattformen.

Klockan 15²² hissades han till ytan och togs omedelbart till rekompresionskammaren där syrgasandning påbörjades. Behandlingen av bends visade sig ta lång tid. Man fann ut att symptomen försvann fullständigt med mycket små ökningar av trycket, endast en meter! När trycket sänktes återkom smärtan som nu påverkade båda armarna. Zetterström kunde inte lämna kammaren förrän klockan 21⁴⁰. "Bends" symptomen avklingade gradvis för att vara helt borta efter två dagar. Den bends som han fått ansågs inte som allvarlig och man hade nu bevisat att djupgränsen ännu inte var nådd och att man nu skulle kunna fortsätta till större djup.

Arne Zetterström omkom den 7 augusti 1945, för övrigt dagen efter "Hiroshimabomben", under uppstigningen från sin rekorddykning till 160 meters djup utanför Nynäshamn.



Bild 14.19. Här ses Arne Zetterström påklädd och klar för en försöksdykning ombord på Belos I. Bilden är troligen tagen vid en av de tidigare dykningarna. Som ingenjör och dykare var han naturligtvis iklädd slips till tungdykarunderstället! (Foto: Försvarets bildbyrå)

Detta var ödesdigert för metodens fortsatta utveckling. Trots att anledningen till olyckan var en helt annan blev blandgasdykning byggd på vätgasmetoden inte föremål för annat än begränsad forskning och några få experimentdykningar. Framför allt för att djupdykningen med helium tagit över och även om helium är dyrt så är ekonomin inom ”offshore” dykningen så stor att lite dyr gas inte ändrar på metoder eller gasblandningar.

14.8. 1950-talet

Sverige har dock på olika sätt sökt att vidmakthålla ett "namn" inom dyke-
rivärlden. Förnämliga utvecklingsresultat på den tekniska sidan har kunnat
redovisas från flera svenska företag: Ett är Aktiebolaget Gas Ackumula-
tor (AGA) som under många år utvecklade vitt skilda utrustningar för alla
typer av andningsskydd. Den delen i AGA som utvecklade dessa utrust-
ningar är numera avknoppat från AGA och heter istället Interspiro. In-
terspiro och dess föregångare inom AGA har under mer än 60 års tid ut-
vecklat och tillverkat samt försett företrädesvis svenska militära dykare och
räddningstjänster med andningsapparater för framför allt luftdykning men
även apparater för blandgasdykning och syrgasdykning. Några av appa-
raterna som kan omnämnas är den under femtioalet mycket använda ”järn-
sängen”. Apparaten bestod av två stycken 5-liters behållare sammankopp-
lade i en metallram med ett fast första steg i konstruktionen samt metallrör
som bärsele. Därav det populära namnet ”järnsängen”. Utrustningen fyll-
des i bästa fall till max 200 bars tryck men mycket ofta betydligt lägre än
så, kanske bara till 150 bar. Man började dyket med en av flaskornas ventil
stängd för att när trycket fallit tillräckligt lågt, så att ett andningsmotstånd
kunde anas, öppna den stängda flaskans ventil och låta luften strömma över
till dess att trycket i båda flaskorna var det samma. Då stängde man samma
ventil igen för att fortsätta dyket tills trycket åter blev så lågt att andnings-
motstånd kunde upplevas varvid dykaren åter öppnade den stängda venti-
len för att låta luften en andra gång strömma över och utjämna trycket i båda
flaskorna. Denna sista luftmängd var dykarens reserv och dyket skulle nu
avbrytas. Avbrytandet av dyket gick väl oftast lugnt och stilla, i alla fall de
gångar som dykaren kommit ihåg att stänga ena flaskans ventil efter den
första överfyllningen! Under sextioalet använde bland annat försvaret en
enkel aluminium flaska på 12 liter som var benämnd AGA ME 1805. Den
bestod av 12-liters flaskan samt en bärplatta av aluminium. Regulatoren
som var konstruerad av legerad mässing hade en del ”utstickande” kom-
ponenter bland annat reservtillslaget samt fjäderhusen för reglerfjädrarna,
och blev i vardagligt tal benämnd ”hornminan”. Några andra detaljer som
även de fick smeknamn var andningsventilen med sitt skydd för utand-
ningsmembranet. Den blev kallad för ”Tesilen”.

14.9. 1970-talet

Under sjuttioalet utvecklades i nära samarbete med AGA, Kungliga marinförvaltningen samt Marinen den nya röjdykarapparaten ACSC för Nitroxdykning. Apparaten som blev klar i slutet av sjuttioalet var då långt före sin tid med ett flertal unika och patenterade lösningar för gasdosering, andningsdynamik, varningsfunktioner samt kalkabsorberns utformning. Att apparaten var så lätt och säker att använda bidrog mycket till att Svenska försvaret har kunnat utbilda värnpliktiga röjdykare på så kort tid som mindre än ett helt år.

ACSC blev uppgraderad och halvtidsmodifierad till DCSC under början och mitten av nittiotalet.



Bild 14.20. En Röjdykare med den variabla volym dräkten UNISUIT provar den helt nya röjdykarapparaten ACSC tillverkad av AGA (Numera Interspiro). Bilden troligen från sent sjuttioal. (Från Svensk Dykerihistorisk Förening.)

Ett annat företag är Poseidon i Göteborg som förutom lättapparater samt ett flertal typer och modeller av andningsregulatorer samt annan utrustning främst använda av sportdykare även tillverkade den egna uppfinningen "UNISUIT". Det var en variabel volym torrdräkt som gjorde företaget världsberömt och som användes inom snart sagt alla områden där lätta dykare och specialdykare arbetade på allt från några till flera hundra meters djup.

Företaget Trelleborg som under lång tid tillverkat gummidetaljer till dykningsändamål men även en betydande mängd dykardräkter. Allt ifrån hjälmdykardräkter för yrkesmannen eller militär tungdykare till lätta dräkter för ”grodmannen” som började under femtotalet. Till den idag betydande dräkt tillverkning som man i dag gör under namnet ”Viking”.

Några andra företag som kan nämnas är Divex i Stockholm som tillverkar sina egna unika regulatorer samt SI Tech i Braastad på västkusten som har en lång historia inom dykbranschen och har blivit en betydande leverantör av komponenter till dykardräktstillverkarna.

14.10. Medicinska vetenskapen

Innan vi lämnar dykerihistorien måste omnämnas att den utveckling som skett, på dykningens område, under de sista 200 åren överhuvudtaget inte varit möjlig om inte den medicinska vetenskapen lämnat ett så viktigt stöd som den gjort.

Det är framför allt samarbetet mellan teknik och medicin som burit frukt, och den ena parten har inte haft mindre betydelse än den andra på vägen mot allt större djup och allt längre tider i vattnet för dykaren. Samtidigt som resurserna började tillåta dykaren att "dyka till stora djup" kom också problemen. Till att börja med inträffade en mängd "oförklarliga" olyckshändelser, men så småningom fick man klart för sig att den mänskliga organismen reagerar ogynnsamt framför allt när den utsätts för ett förhöjt yttre tryck, vilket sker under vatten.

Orsakerna till problemen var man tvungen att klarlägga för att riskerna genom lämpliga åtgärder skulle kunna förebyggas och åtgärdas.

Engelsmannen Robert Boyle visade i ett arbete från 1660 bland annat hur tryck och volym hos en innesluten gasmängd varierar i förhållande till varandra. Boyle utvecklade sin lag om gaser, där P (tryck) \times V (volym) = k (konstant).

Utan att ha någon tanke på dykning placerade han en viktig grundsten för dykningens utveckling. Vid försök med en orm i tryckkammare iakttog han den i dykerihistorien så berömda "bubblan i ormens öga" när han tog ut den ur kammaren. Han kunde dock inte förklara orsaken. Först omkring tvåhundra år senare kom förklaringen.

Det är den franske fysiologen Paul Bert, som arbetade direkt för dykningens sak, som anses vara den store pionjären på dykerimedecinens område. På 1870-talet upptäckte han hur kroppens blod och vävnader löser luftens delgaser, och han kunde konstatera den så kallade dykarsjukans orsaker och verkan.

Kuriöst nog har han gått till eftervärlden som "flygmedicinens fader" trots att han aldrig fick tillfälle att uppleva en flygmaskin.

John Scott Haldane, en skotsk fysiolog, sedermera professor, förklarade år 1905 i samarbete med Dr Priestley koldioxidens avgörande betydelse för andningsfunktionen. Haldane var mannen som omsatte Paul Berts rön i praktiken i form av etappuppstignings- systemet.

Under hans ledning företogs experimentella dykningar med både djur (främst getter) och människor.

Resultatet blev de första dekompressionstabellerna, som publicerades 1908.

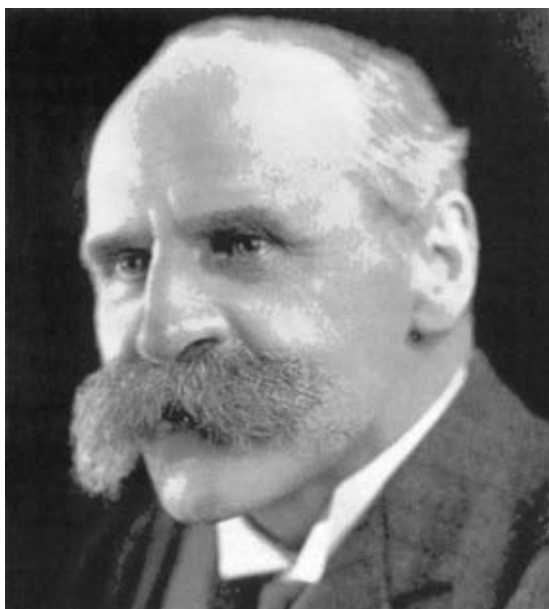


Bild 14.21. John Scott Haldane. Ursprungsmannen för den så kallade "Haldane" dykartabellen som från tiotalet och långt framåt användes av dykare för att undgå dykarsjukan. (Från Historical Diving Times av Historical Diving Society, England.)

Omkring sekelskiftet 1900 lyckades man i USA framställa helium i sådana mängder att den blev användbar i blandgas för dykare. Men inte förrän den amerikanske marinläkaren Albert Behnke på 1930-talet efter en intensiv försöksverksamhet i tryckkammare utarbetade tabeller för uppstigning, kunde heliumdykningen slå igenom. Bland hans efterträdare märks dr Lanphier, som bland annat förbättrade tabellverken. Professor Jack Haldane, son till John, fortsatte delvis faderns arbete men ägnade sitt mesta intresse åt syrgasförgiftningens problem. De engelska attackdykarnas fram-

gång under andra världskriget kan till stor del tillskrivas Haldane jr, som mycket intimt samarbetade med dessa undervattenskrigare. Under andra världskriget genomfördes försök med ”frivilliga” i tryckkammare där de andades syrgas tills de fick syrgaskramper. Dyktiden och vid vilket tryck de fick sin kramp kunde aldrig riktigt fås att överensstämma. Så syrgasförgiftning är ett mycket vanskligt område. Som exempel kan nämnas att för en försöksserie till 27 m med 37 individer som andades 100% syrgas som andningsgas, varierade tiden innan de fick tydliga symptom från 6 minuter upp till 96 minuter!

14.11. Räddning från sjunken ubåt

Räddningsmetoderna från sekelskiftet 1900, för räddning av personal från sjunkna ubåtar, är också utarbetade av Haldane. Detta skedde i samarbete med skaparen av den så kallade Davis-lungan, den kände dykeriexperten Sir Robert H. Davis. Davis började som springpojke hos företaget Siebe Gorman och Co i slutet av 1800 talet och slutade som högste chef efter att ha arbetat i företaget under mer än 60 år. Han ledde företagets utveckling under de kritiska åren under andra världskriget då mycket av utvecklingen av utrustning för ubåtsräddning samt dykning skedde.



Bild 14.22. Annonnsblad från företaget Siebe Gorman & Co Ltd. beskrivande några av företagets produkter och tjänster. (Från Historical Diving Society, England.)

Företaget Siebe Gorman eller bara A Siebe började sin bana inom dyk-utrustning ca 1830 med att tillverka dykarhjälmarna i koppar, för att efter sekelskiftet 1900 utveckla alla typer av andningsutrustning för skydd mot giftiga gaser i gruvor eller på första världskrigets slagfält.

En annan engelsman, Dr H. J. Taylor, påbörjade 1945 tillsammans med Captain Shelford ett utredningsarbete som så småningom ledde fram till dagens så kallade fri uppstigning från sjunken ubåt. Därmed togs ett märkligt steg i och med att tidigare använd andningsapparatur inte som i allmänhet vidareutvecklades utan helt enkelt ersattes med - ingenting! Davis-lungan försvann under 50-talet successivt från ubåtsräddningsutrustning i alla ubåtsnationer med början i USA. Andningsapparaterna ersattes med utstigningsdräkter som möjliggjorde en snabb transport i vattenpelaren samtidigt som dräkten skyddade ubåtsmannen från det kalla vattnet och förlängde därmed hans överlevnads möjligheter på ytan högst väsentligt. I dag har man gjort utslussningar från upp till 250 m djup från ubåtar.

14.12. Olika dykteknikers utveckling under andra hälften av 1900-talet

Bland de "dykardoktorer" som kunnat åse de praktiska resultaten i form av bland annat avancerade dyksystem för stora djup baserade på de nämnda föregångarnas samt egna forskningsresultat kan nämnas amerikanen George Bond, kallad "mättnadsdykningens fader" men även drivfjäder och eldsjäl vid bland annat vidareutvecklingen av individuell ubåtsräddning. Schweizaren och Professorn Albert Buhlman, som möjliggjorde för Hannes Kellers världsrekorddykning 1962 till 300 m djup och som för sin uppdragsgivare "Sub Sea Oil Services" i Italien framtog tabeller för heliumdjupdykning som även kommit till utnyttjande i svenska flottan. Buhlman utvecklade även algoritmerna och genomförde experiment med tabellerna för de dekompressionstabeller som idag finns i ett stort antal dykdatorer.

Under äldre tid använde dykare som tidigare berättats en dykarklocka för att kunna dyka. Denna kunde förse honom med den andningsluft av rätt tryck som han erfordrade, därför att det inte fanns möjligheter att ge honom den från ytan. I dag är det, med de extrema djup det kan vara fråga om, ånyo svårigheter med bland annat tillförseln eller medförandet av andningsgas från ytan som åstadkommit hans återvändande till klockan. Cirkeln kan sägas vara sluten med den 1928 introducerade, av Sir Robert H. Davis uppfunna, "mötande kammaren" som sänktes ned för att hämta dykaren och ge honom en dräglig uppstigningsmiljö. Och de idag förekommande torra klocksystem som används inom den djupa offshore industrin.

Med början under 1960- och 70-talet har dykutvecklingen gått framåt med närmast explosionsartad hastighet, och många gamla önskedrömmar har nu under senare år gått i uppfyllelse. I dag dyker många både professionella som sportdykare med helt slutna elektroniska andningsapparater, där gasens sammansättning automatiskt blandas av apparaten beroende på djup och det partialtryck på syrgasen som dykaren vill ha.

Dekompressionen sköts av en dykdator som känner av blandningen i apparaten och ger, beroende på valda faktorer, data för hur dekompressionen ska genomföras.

Tekniker, vetenskapsmän och medicinsk expertis med flera har genom ett utbrett samarbete skapat förutsättningar för en utforskning av världen under vattenytan i en sådan grad att vi delvis inte trott det vara möjligt. Dykningen kan i dag spaltas upp genom att den bedrivs inom olika områden eller grenar. Man skiljer mellan yrkesdykning (arbetsdykare räddningsdykare, vetenskapsdykare, militära dykare) och fritidsdykare.

Inom varje område används dykning för speciella ändamål och på speciella sätt. Däremot kan metoderna och hjälpmedlen ofta sammanfalla, och många faktorer bidrar till att knyta samman dykningens olika grenar, ibland så mycket att de i stor utsträckning griper in i varandra. Och sportdykaren har sina hjälpmedel gemensamma med många dykare inom de tre övriga grenarna. Det nära sambandet och det gemensamma intresset har givit upphov till ett gott samarbete, som i sin tur verksamt bidragit till att dykningen nått den nivå den har i dag.

Numera finns det knappast något djup som människan inte kan betvinga. Den berömde schweiziske ballongforskaren Auguste Piccard har med sin uppfunna batyskaf *Trieste II* sänkt sig ned till botten av jordens största djup, det så kallade Challengerdjupet i Marianergraven utanför Filippinerna. Sonen Jacques Piccard och amerikanen Don Walsh, kunde uppmäta ett djup på 10 900 m och samtidigt fastslå att det fanns levande varelser på detta enorma djup.

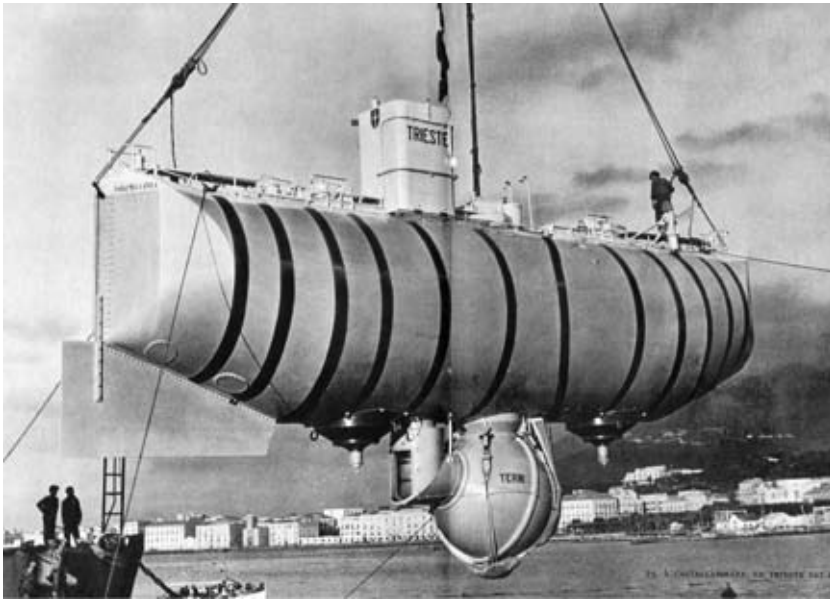


Bild 14.23. På bilden ses Batyskafen "Trieste" som användes av Auguste Piccard vid sina utforskningar av havsdjupen. (Från Au Fond Des Mers en Bathyscaphe Av Auguste Piccard, 1954.)

Den tid som åtgår för resor till och från arbetsplatsen innebär problem överallt. Inte minst gäller det för dykaren, som har en mycket begränsad effektiv arbetstid, beroende på de många faktorer som påverkar dykaren, och för vilken dessa "resor" är särskilt tidskrävande och besvärliga. Genom att på något sätt tillåta dykaren att stanna kvar på sitt djup mellan arbetspassen, och då ändå ha det relativt drägligt, måste tidsvinsten bli avsevärd. De problem som måste lösas dessförinnan var av teknisk, medicinsk och i hög grad ekonomisk natur. Efter många års förberedande forskning sänktes 1962 undervattenshuset *Diogene*, en stor ståltunna, ned till 11 meters djup utanför Marseille. Två man bodde i huset under en vecka och gjorde dagligen dykningar utanför sitt "hem" på djup ned till 30 meter.

Målsättningen för proven som var att förbereda utforskningen av kontinentalljullan, har gett undervattensbasen dess namn, "Continental Shelf Station One", förkortat "Conshelf One" (på franska "Precontinent I"). Proven gav mycket positiva resultat. Samma år (för övrigt fyra dagar före Cousteau) utförde amerikanen Edwin Link (kanske mera berömd som uppfinnaren av den så kallade "Linktrainern" för träning av flygplanspiloter på marken) motsvarande försök i Medelhavet till 61 m under 26 timmar. Han använde emellertid en nedsänkbar kammare eller dykarklocka, vilken både tjänade som transportmedel till arbetsplatsen på havsbotten och vistelseort under

vila på däck, fortfarande under motsvarande tryck. Andningsgasen var helium/syrgas i blandningsförhållandet 97/3.

Begreppen "mättnadsdykning" ("saturation diving") innebärande så lång tids exponering för förhöjt tryck att kroppens vävnader mätts på inertgas, respektive "habitat" för undervattenshuset (motsvarande arrangemang på däck) skapades i samband med dessa försök-, begrepp som sedermera har blivit standarduttryck. Link utvecklade vid senare försök systemet till att omfatta en fast kammare på ytan för vistelse (habitatet) och en till denna tryckfast kopplingsbar transportkammare/-klocka för färden till och från arbetsplatsen. Detta system är idag det vanligaste arrangemanget vid såväl mättnadsdykning som dykning till stora djup enligt den s k punktdykningsmetoden ("bounce dive").

Med utnyttjande av det beskrivna arrangemanget utförde Link 1964 en lyckad mättnadsdykning under två dygn till 131 m djup. "Conshelf Two" ("Precontinent II"), som bestod av ett större hus på 10 meters djup, sänktes på plats i Röda havet redan året efter "Conshelf One" alltså 1963. Under en månad levde där nere fem man, och arbetsuppgifterna var den här gången mera komplicerade. Bland annat bodde två man i en veckas tid i ett mindre hus på 30 meters djup och andades där en speciell helium-syreblandning i stället för luft. Dykningar till 60 meters djup utfördes dagligen och till 100 meters djup vid några tillfällen. Cousteaus berömda undervattensfarkost *Soucoupe* ("Dykande tefatet") fanns också med, utrustad med eget garage intill huset, varigenom även den i stor utsträckning blev oberoende av atmosfären ovan vattenytan. Med tefatet gjordes studiebesök ned till 300 meters djup.



Bild 14.24. Cousteau´s dykande tefat "Soucoupe" som användes vid ett stort antal undersökningar av havsbotten i olika sammanhang. Från Jacques Cousteau´s CALYPSO av Jacques Cousteau och Alexis Sivirine, 1983.

Efter försöken på dessa "små" djup var Cousteau 1965 klar för sitt hittills mest avancerade prov, "Conshelf Three". Ett sfäriskt undervattenshem (habitat) förankrades denna gång på 100 meters djup utanför Monaco, och i detta genomförde sex man under en treveckorsperiod noggrant förberedda övningar, vilkas resultat fick den största betydelse för dykningens vidare utveckling. Särskilt imponerande var byggnationen av en ventilkonstruktion för oljeborrning, då arbetet endast utfördes i strålkastarsken från bland annat "Dykande tefatet". På detta djup råder i princip fullständigt mörker. Att det just var oljeborrningstekniken som blev föremål för försök berodde dels på att oljebolagen hör till kontinentalhyllans största intressenter och dels på att ett sådant bolag ekonomiskt sponsrat hela projektet.

Luft är ingen användbar andningsgas på så stora djup och ett av försöksobjekten var andra lämpliga gasblandningar. Dykarens klädsel som måste klara både kyla och högt tryck samt olika arbetsmetodiker hörde också till de huvudsakliga föremålen för forskningen under dessa försök. Den amerikanska flottans "Sea-Lab Project" arbetade parallellt och mot samma mål- ett effektivare utnyttjande av dykningen. Även om militära intressen i dessa sammanhang låg främst, borgade det nära samarbetet med civila företag och institutioner för att erfarenheterna kom att kunna utnyttjas av alla. Projektets första prov "Sea-Lab I" genomfördes 1964 på 58 meters djup utanför Bermudaöarna. Även här befolkades ett undervattenshus och fyra man stannade där under nära 11 dygn. 1965 var man beredd att gå ett steg längre med "Sea-Lab II", som förankrades på 62 meters djup utanför Kalifornien. En grupp på 30 man vistades på detta djup i omgångar om 14 man i vardera 2 veckor samt 2 man i 30 dygn; andningsgasen var även här helium/syrgas ("heliox"). Den ene av de två männen som stannade extra länge var Scott Carpenter, som till sin tidigare titel astronaut efter denna övning kunde foga en ny - aquanaut.

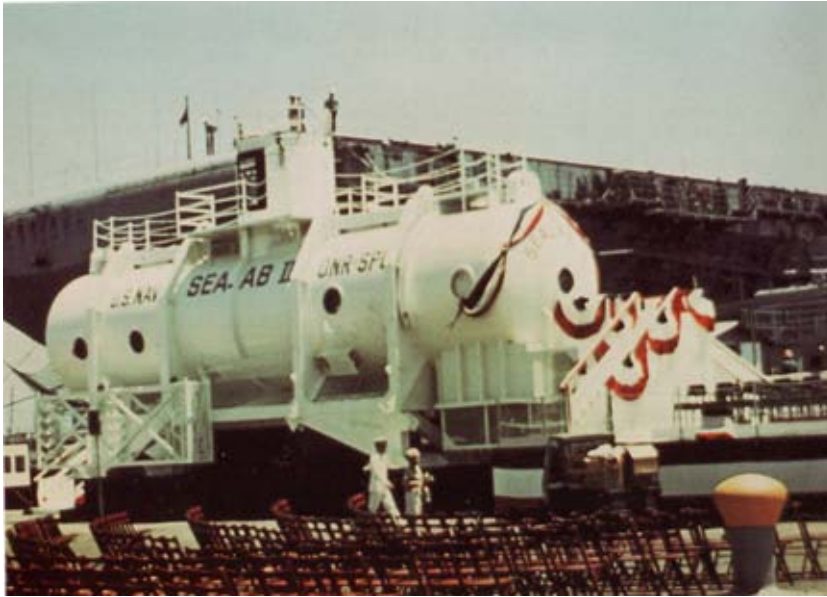


Bild 14.25. Sea Lab II vid sitt "dop" innan försöken startade. Från A Pictorial History of Diving av The Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. USA, 1988.

14.13. Bärgning av sjunken ubåt

De militära forskningsansträngningarna har helt naturligt koncentrerats till ubåtsvapnet, särskilt då hos de stora ubåtsnationerna USA och England. Metoderna att bärga sjunkna ubåtar och framför allt räddning av personalen har varit starkt utvecklingsbefrämjande. Man anser att det med moderna hjälpmedel är möjligt att rädda sig ur en sjunken ubåt från ca 200 meters djup med utnyttjande av så kallad fri uppstigning.

Att det går att återfinna en ubåt som sjunkit på ännu större djup bevisade *Trieste II* i samband med sökandet efter den 1963 forsvunna atomubåten *Thresher*. Delar av henne återfanns efter åtta försök mitt ute i Atlanten på drygt 2 800 meters djup, vilket var alltför stort för att ubåtens tryckskrov skulle hålla. Batyskafen kunde både fotografera delarna och med hjälp av sin griparm föra med sig en del av dessa till ytan. En annan intressant och inte mindre märklig bärgning genomfördes 1966 utanför Palomares i södra Spanien. En förlorad amerikansk kärnladdad bomb återfanns efter omkring två månaders sökande och togs upp från ca 950 meters djup. För arbetet användes, förutom på mindre djup dykare, de specialkonstruerade amerikanska undervattensfarkosterna *Aluminaut*, *Alvin*, *Cubmarine* och *Deep Jeep*.

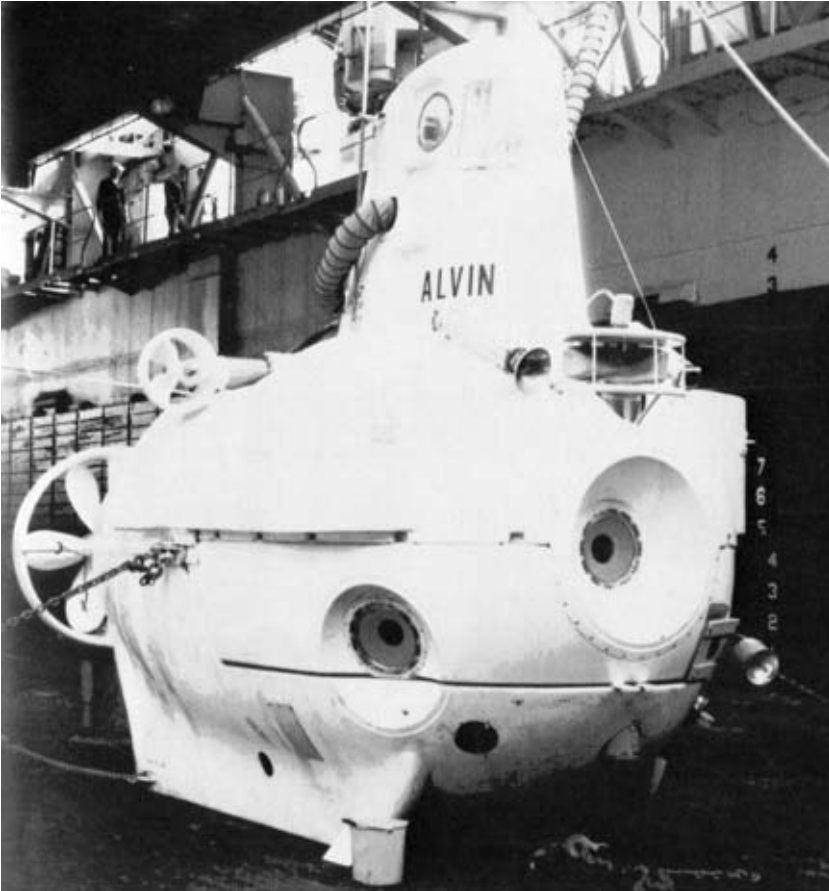


Bild 14.26. Dykarfarkosten Alvin på däck till USS Fort Snelling under transporten till Spanien. (Från A Pictorial History of Oceanographic Submersibles av James B Sweeney, 1970.)

14.14. Utnyttjande av dykare och undervattensfarkoster

Det kombinerade utnyttjandet av dykare och undervattensfarkoster har blivit vanligare under de senaste åren då behovet att även ordinarie arbetsuppgifter fordrat både stora dykdjup och långa arbetstider. Framförallt gäller detta på oljefälten till havs där en stor mängd inspektions- och reparationsuppdrag måste utföras under vatten. Kostnaderna för en oljeborrplattform som inte levererar olja på grund av ett haveri är så pass stora att dyrbara stationära dyksystem och/eller farkoster av olika slag ändå är ekonomiskt motiverbara. De allra flesta av undervattensfarkosterna, bland annat de ovan nämnda, som framtog under 1960-talet har av olika skäl funnit en snabb

väg till museistadiet. De gav dock under sin korta livstid tillräckligt med erfarenheter för konstruktion av nya, såväl bemannade som obemannade, vilka i betydligt större utsträckning kunnat utnyttjas tillfredsställande. På senare år har dykarens roll i sammanhanget stärkts då han kan utföra de mest kvalificerade och oförberedda uppgifterna som kan tänkas uppstå.

Sanningen torde vara att så länge arbetsuppgifterna skiljer sig från fall till fall och så länge alla hjälpmedel har sina begränsningar och svårigheten snarare är att i förväg avgöra vilken resurs som för aktuellt tillfälle bör väljas, kommer dykare alltid att behövas. Alla arbeten kan inte utföras ens med de mest sinnrika griparmar på undervattensfarkoster av olika slag. Människan själv är ändå den smidigaste och trots trögheten under vattenytan, hindrande klädsel och apparatur m m, är han förmodligen den effektivaste arbetskraften, speciellt om människan får verka "fritt" i vattnet.

På stora djup (> 200-300 m) är det troligt att de komplicerade arbetsuppgifterna kommer att lösas med utnyttjande av den så kallade kombinationsdykningen. Den innebär att huvuddelen av arbetet, inkl. transporten till och från arbetsplatsen, utförs med hjälp av undervattensfarkost, oberoende av eller förbunden med ytplattform, och från vilken dykare kan slussas ut först när behov föreligger för rent mänskliga handgrepp i arbetsobjektet. Dykarens expositionstid kan därmed optimeras, och beroende på uppdragets omfattning kan endera punktdykning eller mätnadsdykning väljas, respektive bli resultatet. Men till de riktigt stora djupen kommer den mänskliga dykaren aldrig att nå.

En mycket intressant "come back" har dock skett för "pansardykaren" som efter sina misslyckanden från 1910-talet och framåt nu försöker igen. I dräkten som fått namnet "JIM", "Wasp", "Newt suit" med flera arbetar dykaren i atmosfärstryck på ett maximalt djup av ca 460 m. De svårmanövrerbara lederna, som stoppade företrädarna, har idag försetts med små hydraulmotorer och listiga lösningar för att övervinna trögheten till följd av det yttre trycket.

14.15. Rekorddykningar

Sedan Arne Zetterström satte sitt rekord på 160 meter i Östersjön har mycket hänt. Rekordet slogs redan 1948 av engelsmannen Wilfred Bollard, som med en helium-syrgasblandning (heliox) då nådde 164 m djup i Loch Fyne, Skottland. Dykningen utfördes från brittiska flottans dykerifartyg Reclaim, varifrån också nästa rekorddykning till 184 m genomfördes 1956. Därefter dröjde det ända till 1962 innan schweizaren Hannes Keller i Medelhavet nådde 300 meters djup. Även den dykningen skedde med helioxandning och utfördes, för första gången i djupdykningssammanhang, med

hjälp av nedsänkbar kammare, gemenligen kallad "dykarklocka" ett uttryck som egentligen är felaktigt. Kellers dykning betraktas som en punktdykning med så kort bottentid att erfarenheterna inte utan vidare kan överföras till arbetsdykningsområdet, där en 300 meters dykning med nödvändighet blir av mättnadstyp.

Nästa "rekordslagning" skedde 1975 som mättnadsdykning under sammanlagt 15 dygn, varav 11 för uppstigningen, och utfördes i Mexikanska golfen utanför Florida till 350 m. För bedriften svarade ett team från US Navy med bl. a. dykarna Joseph Bennoit, Lowell Burwell och William Rhoades från USA, samt Victor Humphrey från England. Dyksystemet (DDS Mk 1) bestod av en "dykarklocka" (PTC) samt kammare (DDC) för vila mellan dykningarna (flera per dag) och uppstigning på däck (USS Recovery, ASR-43). Andningsgasen var en trimix med helium-, kväve- och syreblandning. Sikten på botten var vid tillfället med belysning över 6 meter.

I europeiska vatten, närmare bestämt i Nordsjön är rekordet för närvarande ca 300 m för arbetsdykning. Det är satt sommaren 1976 av ett dykarlag från det av Shell ägda italienska dykeriföretaget "Sub Sea Oil Services" (SSOS). Också här användes ett däcksburet arrangemang med nedsänkbar kammare. Dekompressionen tog 5 dygn. Liknande dyksystem är idag allmänt förekommande både som stationära på till exempel "oljerigg" och transportabla på dykerifartyg. Sverige hade ett system ombord på flottans dykeri- och ubåtsräddningsfartyg Belos II och har även idag ett system ombord på Belos III (före detta Energy Supporter). Med mättnadsdyksystem ombord på Belos II bärgades 1975-76 på närmare 80 m djup i Bottenhavet, flygplanvraket efter en störtad "Viggen", trots obefintlig sikt och endast med hjälp av artificiell belysning.

Vätgasens utnyttjande inom dykeriet med sitt svenska ursprung genom Arne Zetterström, kan måhända komma att återupplivas om det visar sig vara sant, som en del vetenskapsmän hävdar, att jordens heliumförekomster är begränsade. Helium förekommer endast i någon betydande mängd i Ryssland, USA och Polen.

Fritidsdykningen har blivit en verklig folksport. Även i våra inte alltid så dykvänliga vatten har tack vare att dykerimaterielen blivit så lätthanterlig och billig samt att utbildning blivit så tillgänglig, dykningen fått ett starkt fotfäste och idag är tiotusentals svenskar utbildade till någon "nivå" inom dykning.

I dag satsas fortfarande betydande summor pengar på vidareutveckling av dykeriutrustning. Framförallt främst hos de största dykarnationerna, USA, Frankrike, England, Ryssland med flera. Arkeologer, geologer, biologer, zoologer, oceanografer, oljebolag, militära myndigheter, industriföretag,

statliga myndigheter, privata uppfinnare och forskare med flera pumpar in medel och vetande för att få mesta möjliga utdelning inom "sina" respektive områden. Se bara idag vad Internet har gjort för kontakten och förmedlandet av information inom till exempel dykeriområdet!

Ett av Cousteaus stora mål, förutom dykningar till mellan 200 och 300 meters djup, var att göra sina aquanauter fullständigt oberoende av världen ovan ytan under en förhållandevis lång tid. Först då ansåg han att dykarna hade fått den frihet de behövde för att bli den verkligt effektiva "nybyggaren" i världshaven. Det ska bli intressant att följa hur utvecklingen blir och hur problemen i så fall löses.

Vi har all anledning att vänta oss ytterligare framsteg inom dykeriet!



Bild 14.27. Är detta framtidens dykare? (Från Svensk Dykerihistorisk Förening.)

Bilaga 1. Ordlista

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Absorptionsmedel CO₂ absorbent	Ämne, vanligtvis kalk, som absorberar utandningsgasen koldioxid.
Andningsgas Breathing gas	Luft, oxygen, nitrox eller andra gasblandningar (se blandgas) avsedda för dykning. Andningsgasen måste ha en sammansättning anpassad till dykdjupet och uppfylla krav på renhet.
Arteriell gasemboli Arterial gas embolism	Gasbubbla som följer blodflödet i en pulsåder. Gasbubblan kan fastna i pulsådern där den kan blockera blodflödet och skada kärlväggen.
Avlastningslina Relieflina	Separat lina avsedd för att ta upp dykarens belastning. Linan möjliggör signalering i livlina vid dykning i strömmande vatten.
Barotrauma Barotrauma	Skada på grund av tryckskillnader mellan olika håligheter i kroppen. Vanligast är barotruma på grund av oförmåga att tryckutjämna mellanöra eller bihåla (se även lungbristning).
Behandlingstabeller Treatment tables	Tabell som beskriver tryck/tidsförhållandena för behandling av bl a dykarsjuka i tryckkammare. För behandling av dykeriolycksfall används vanligen behandlingstabell 6 (B6).
Behovsstyrd halvsluten andningsapparat. Demand Controlled Semi-Closed breathing apparatus	Halvslutet andningssystem, med behovsstyrd dosering av andningsgas.
Bends Bends	Beteckning för vissa symptom på tryckfallssjuka.
Biträdande dykarledare Assistant diving supervisor	Dykarutbildad person som av dykarledare utsetts att biträda denne.
Blandgas Mixed gas	Gasblandning med annan sammansättning än luft eller 100 % oxygen.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Dekompression Decompression	Tryckminskning som utförs genom uppstigning i vattnet eller tryckminskning i tryckkammare.
Dekompressionssjuka Decompression sickness	Se tryckfallssjuka.
Dekompressionstabell Decompression table	Synonym till dyktabell. Tabell som beskriver säker dekompression med hänsyn till tryckfallssjuka.
Dekompressionstid Decompression time	Total uppstigningstid.
Digital dykjournal Digital diving logbook	Digital dykjournal där uppgifter om genomförda dykningar införs.
Direktuppstigning Unlimited/no-decompression	Uppstigning som enligt dekompressionstabell inte erfordrar etappstopp
DUOCOM	Transportabel 2-mans tryckkammare med en avdelning och medicinsluss.
Dykarbok Diving logbook	Loggbok där uppgifter om genomförda dykningar införs.
Dyarklocka Diving bell	En nedsänkbar tryckkammare där dykarna kan vistas torrt och öppna lucka mot omgränsande vatten efter tryckutjämning.
Dykarledare Diving supervisor	Dykledarutbildad person som leder och övervakar dykning och verksamhet i tryckkammare
Dykarläkare, (militär) Diving Medical Officer	Läkare som är utbildad i dykerimedicin, och upptagna på Försvarmaktens lista över godkända dykarläkare.
Dykarplattform Diving stage	Mindre plattform på vilken dykaren står säkert när han lyfts i och ur vattnet, under transport mellan ytan och botten samt som plattform vid etappstopp.
Dykarsjuka Decompression illness	Samlingsterm för begreppen tryckfallssjuka (dekompressionssjuka, DCS) och lungbristning (pulmonary barotrauma, PBT).
Dykarskötare Diver tender	Av dykarledare/biträdande dykarledare utsedd person som upprätthåller den direkta kontakten med dykaren genom slang eller livlina.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Dykartelefon Divers telephone	Kommunikationsutrustning (tråd eller trådlös) för kommunikation mellan dykare och dykarskötare, farkost eller dykarklocka och mellan dykare.
Dykarutbildning Diver training	Utbildning som måste genomföras för att erhålla dykarkompetens.
Dykeritjänstledare Master diver	DyktjL kommenderas på förband där dykning genomförs. DyktjL ska vara väl erfaren i Dykeritjänst.
Dykeriöverledare Diving command officer	Dykeriöverledare utses av förbandschef i samråd med C DNC. DykÖL ska vara dykar- och dykledarutbildad och i dykeritjänst väl erfaren person.
Dykning Diving	Vistelse i tryck högre än atmosfärstryck, under vattnet eller i trycksatt tryckkammare. Avser inte fridykning
Dyksäkerhetsbåt Diving	Båt som används för att bistå dykare och för att uppmärksamma omgivningen om att dykning pågår.
Dyktabell Divingtable	Se Dekompressionstabell.
Dysbarism Dysbarism	Symptom, vanligen smärta, till följd av otillräcklig tryckutjämning av luftfyllda hålrum i kroppen såsom mellanöron, bihålor, tarmar m fl.
Ekvivalent luftdjup Equivalent air depth	Vid dykning med vissa blandgasblandningar omvandlas verkligt dykdjup till det dykdjup med luft där nitrogenets partialtryck är lika
Etappdjup Decompression depth	Djup på vilket uppehåll måste göras i samband med etappuppstigning.
Etappstopp Decompression stop	Enligt dekompressionstabell erforderligt djup och tid på etapp.
Etapptid Stoptime	Den tid som måste förflyta på respektive etappdjup vid etappuppstigning samt uppstigningstid från föregående etappdjup.
Etappuppstigning Decoascent dive	Då direktuppstigning inte kan genomföras pga risk för tryckfallssjuka, måste uppstigning ske med etappstopp beskrivna med etappdjup och etapptider i särskild dekompressionstabell.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Expositionstid Bottomtime	Tiden mellan dykningens (kompressionens) början och uppstigningens (dekompressionens) början.
Fri uppstigning/ Free ascent (buoyant ascent and hooded ascent)	Räddningsmetod för dykare och ubåtspersonal. FU för dykare: Då inandning inte kan göras under uppstigningen. FU för ubåtspersonal: Uppstigning från ubåt med uppstigningsdräkt.
Försvarmaktens Dykeri och Naval-medicinska Centrum Swedish Armed Forces Diving and Naval Medicine Centre	FMDNC är Försvarmaktens kompetenscentrum för dykeri och navalmedicin.
Gruppbezeichnung Groupdesignation	I dekompressionstabell angiven bokstav som är ett mått på hur mycket nitrogen som finns löst i kroppen vid ett givet tillfälle efter dykning.
Grupplina Group connectionline	Lina kopplad mellan dykare för att dykarna inte ska komma ifrån varandra samt kontakt/ kommunikation mellan dykarna. Används vid parykning med fler än 3 dykare.
Halvslutet andningssystem Semi-closed breathing system	Se Återandningsapparat.
Hyperbar oxygenbehandling Hyperbaric oxygen treatment	Behandling med oxygen under övertryck i tryckkammare
Heliox Heliox	Gasblandning bestående av helium och oxygen.
Helium Helium	Ädelgas som används vid dykning med Heliox och trimix gasblandningar.
Helslutet andningssystem Closed circuit breathing system	Andningssystem som inte avger någon andningsgas till omgivande vatten.
Hjälmdyksystem Helmet diving system	Benämning på dyksystem där hjälm av koppar eller plast används. Gasförsörjning sker genom slang från ytan.
Inertgas Inert gas	Gas som ingår i andningsgas men som inte deltar i eller stör kroppens livsnödvändiga processer. Nitrogen och Helium är exempel på inertgaser.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Kammardykning Chamber dive	Övertrycksexponering i tryckkammare. (se även Provtryckning).
Kompression Compression	Tryckökning. Uppstår för dykaren vid neddykning i vatten eller vid tryckhöjning i en tryckkammare.
Livlina Tending line/lifeline	Säkerhetslina mellan dykare och dykarskötare på ytan med vilken linsignaler och/ eller arbetssignaler utväxlas.
Livsuppehållande system Life-support system	Utrustning i en tryckkammare, dykarklocka eller undervattensfarkost. Det kan omfatta andningssystem, CO ₂ -renare, anordningar för temperatur- och fuktighetsreglering (klimatanläggning).
Lungbristning Pulmonary barotrauma	Bristning av lungblåsor eller fina luftrör, vanligen till följd av otillräckligt utflöde av andningsgas ur hela eller delar av lungorna vid sänkning av omgivningstrycket.
Lätt dykarutrustning Scuba, Self-Contained Underwater Breathing Apparatus	Dyksystem som ger god rörlighet. Lätta dykare är utrustade med andningsapparat. Lätta dykare kan inom vissa andningssystem även försörjas med andningsgas via slang från ytan.
Mellanlina / Parlina Buddy line	Lina kopplad mellan dykare, för att dykarna inte ska komma ifrån varandra vid parykning, genom vilken kontakt mellan dykarna upprätthålls.
Mättnadsdykning Saturation diving	Så långvarig dykning att kroppens vävnader mättas med inertgas. Mättnad inträffar när mer inertgas inte kan lösas i kroppens vävnader, under rådande tryck och med aktuell gasblandning.
Navelsträng Umbilical	Förbindelseänk mellan ytan och dykare, mellan ytan och dykarklocka eller mellan dykarklocka/UV-farkost och dykare.
Nedstigningslina Descent line/shotline	Lina som går mellan ytan och botten/arbetsobjektet, underlättar säker ned- och uppstigning.
Nitrogen Nitrogen	Kvävgas.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Nitrox Nitrox	Gasblandning bestående av nitrogen och syre i andra proportioner än i luft.
Normobar oxygenbehandling Normobar oxygen treatment	Andning av 100 % syre vid normalt atmosfärstryck. Kräver särskild oxygenbehandlingsapparat med mask.
Nödgassystem Bailout system	Apparat som ger dykare andningsgas vid haveri på ordinarie andningssystem, så att dykaren kan sätta sig i säkerhet.
Omagnetisk Low magnetic/Non magnetic signature	Utrustning med låg/ingen magnetisk signatur. Sådan utrustning nyttjas av exempelvis röjdykare.
Oxygentoleransenhet Oxygen tolerance unit	Oxygentoleransenhet är ett mått på oxygenets lungskadeeffekt.
Oxygen Oxygen	Syrgas
Pardykning Buddy diving	Dykning med två (i vissa fall tre eller fler) dykare. En dykare ska vara ledare i paret. Samtliga dykare ska vara förenade med mellanlina.
Partialtryck Partial pressure	Varje gas i en gasblandning utövar ett partialtryck som är det tryck som den enskilda gasen skulle ha om den ensam upptog blandningens volym. Summan av alla i blandningen ingående gasers partialtryck utgör blandningens totaltryck.
Provtryckning Pressure testing	Övertrycksexponering i tryckkammare av submarint medicinskt godkänd elev i vänjningssyfte. Vid första tillfället till aktuellt djup/tryck räknas det som provtryckning, vid övriga tillfällen räknas det som kammardykning
Rekompression (rekompresionsbehandling) Recompression treatment	Förnyad kompression av dykare i tryckkammare vid ytdekompression eller vid behandling av dykarsjuka.
Reservdykare Standby diver	Dykare som hålls i beredskap på ytan eller i dykarklocka för omedelbar assistans till nödställd dykare

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Räddningscentral Rescue Coordination Centre	Sjöfartsverkets räddningscentral i Göteborg har det operativa ansvaret för den svenska sjöräddningen. Namnanrop på VHF för JRCC är "Sweden Rescue".
Strömmande vatten Streaming water	Vattendrag eller vatten i rörelse
Största dykdjup Maximum depth	Det största djup någon del av dykaren befunnit sig på vid aktuell dykning.
Syrgasövning Oxygen test	Övning som genomförs med oxygenandningsutrustning i syfte att öka förtroendet för utrustningen.
Säkerhetsstopp Safety stop	Ett stopp om 3 minuter på 3 m djup före uppstigning.
Söklina Search line	Lina som används vid sökning för att dykaren på ett rationellt sätt ska kunna avsöka ett område med avsedd sökmetod.
Torrdräkt Dry suit	Dräkt i vilken dykaren är torr. Dräkten har oftast kompenseringsutrustning med vilken dykaren reglerar sin flytkraft och kompenserar för ändrat djup.
Trimix	Gasblandning med tre olika gaser. Vanligast är syre, helium och kväve i olika halter.
Tryckfallssjuka Decompression sickness	Synonymt med dekompressionssjuka. Tillstånd orsakat av inertgasbubblor som bildats i kroppens vävnader på grund av för snabb dekompression i förhållande till den mängd inertgas som lösts i kroppen under dykning.
Tryckkammare Pressure chamber	Kammare som kan trycksättas för simulerade dykningar, ytdekompressioner, rekompensationsbehandlingar m m.
Upprepad dykning Repetitive dive	Dykning som företas med ytintervall mellan 10 minuter och den tid som anges i L-tabellen.
Uppstigningshastighet Ascent rate	Hastighet med vilken dykaren går mot ytan eller etappstopp.

<i>Svensk benämning</i> <i>Engelsk benämning</i>	<i>Betydelse</i>
Utbildningsbok Training book	Utbildningsboken utdelas efter genomförd dykarutbildning. Alla krav och genomförda utbildningar ska föras i denna bok.
Varmvattendräkt Hot water suit	Dräkt som matas genom navelsträng med varmvatten för att hålla dykaren varm. Det varma vattnet spolats igenom ett antal med hålförsedda slangar insydda i dräkten och dumpas sedan ut i det omgivande vattnet.
Våtdräkt Wet suit	Dräkt i tjockt isolerande material som släpper in en liten mängd vatten som dykaren värmer upp med sin kroppsvärme.
Våtklocka Wet bell	Nedsänkbar ytgasförsörd plattform med kupol där dykarna vistas vått. Dykaren medför eget gasförråd i reserv. Jmf Dykarklocka.
Ytdekompression Surface decompression	Vid dykning med ytdekompression är etappstoppen i vattnet nedbringade till ett minimum eller helt eliminerade och huvuddelen av dekompressionen äger rum i en tryckkammare ovan vattnet.
Ytintervall Surface interval	Den tid som en dykare tillbringar på ytan mellan två dyk.
Ytgasförsörjning Surface supplied gas	Försörjning av andningsgas till dykaren från ytan via slang.
Årsprov Annual diving test	Sammanhängande period av dykningar som genomförs årligen för att kontrollera dykarens kompetens.
Återandningsapparat Rebreather	Andningsapparat med helsluten eller halvsluten andningskrets där andningsgasen renas från koldioxid med hjälp av absorptionsmedel.

Bilaga 2. Förkortningslista

Förkortning	Betydelse
ABC	Andning Blödning Chock
ABCDEF	Helkroppsundersökning; A: Airways (luftvägar), B: Breathing (andning), C: Circulation, D: Disability (neurologi), E: Exposure, F: Farenheit (temperatur)
AFS	Arbetsmiljöverkets författningssamling
ATA	Atmosfärens absoluttryck
ATÖ	Atmosfärens övertryck
BIBS	Built In Breathing System
Bitr. DykL	Biträdande dykarledare
CO ₂	Koldioxid
CPTD	Cumulative pulmonary toxic dose (ackumulerad oxygendos)
DCI	Dykarsjuka
DCS	Dekompressionssjuka
DCSC	Demand Controlled Semi Closed (Behovsstyrd halvsluten andningsapparat)
DNC	Försvarsmaktens Dykeri och Navalmedicinska Centrum
DykL	Dykarledare
DykLäk	Dykarläkare
DyktjL	Dykeritjänstledare
DykÖL	Dykeriöverledare
EAD	Equivalent air depth (ekvivalent luftdjup)
FM	Försvarsmakten
FU	Fri uppstigning
HBO	Hyperbar oxygenbehandling
He	Helium
HED	Havsytteekvivalent dykdjup
HID	Handbok i Dykeritjänst
HLR	Hjärt- lungräddning

Förkortning	Betydelse
JRCC	Joint Rescue Co-ordination Centre (räddningscentral)
N ₂	Nitrogen
NBO	Normobar oxygenbehandling, 100 % O ₂ vid 1 ATA
O ₂	Oxygen
OM	Omagnetisk
OTU	Oxygen tolerance units (oxygendos)
OXA	Oexploderad ammunition
Pa (kPa)	Pascal (kilopascal)
Psi	Pounds per square inch
PBT	Lungbristning
PCO ₂	Partialtryck koldioxid
PHe	Partialtryck Helium
PN ₂	Partialtryck Nitrogen
PO ₂	Partialtryck Oxygen
ROV	Remotely operated vehicle.
VHF	Very High Frequency

Bilaga 3. Tecken och signaler vid dykning

Dykarflagga (Adam)

Den internationella signalflaggan "A" ska föras, eller vara klar att omedelbart visas då båt/fartyg närmar sig dyksområdet när dykare är i vattnet. Signalflagga "A" betyder: Jag har dykare nere. Håll väl undan, gå med sakta fart.



Bild 1. Signalflaggan "A" (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

För att uppfylla kravet på siktbarhet runt hela horisonten ska om möjligt vid behov flera flaggor/skärmar användas. Under mörker ska flaggorna/skärorna belysas.

Signalflagga "A" är en tvåtungad flagga; den inre delen vit och den yttre tvåtungade, blå. Dykarflagga bör ha höjden 1 meter. Förhållandet mellan höjd och längd ska om möjligt vara 1:1,2. Den vita delen och inskärningen mellan tungorna ska om möjligt vardera vara $\frac{1}{3}$ av längden.

Säkerhetssignaler

Med ryck avses en kraftig, ganska långsam dragning i linan ungefär omkring $\frac{1}{2}$ m rörelse av armen. På större djup måste rörelsen göras längre och hårdare.

Tabell 1. Tabell med säkerhetssignaler (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Signal i livlina	Betydelse	
	Till dykaren	Från dykaren
1 ryck	Är allt väl? Fortsätt! (efter "stå" nedan)	Allt väl!
2 ryck	Stå!	Stå, botten, klart!
3 ryck	Kom upp!	Ta hem, jag kommer upp!
2 ryck repeterat 3 gånger	-	BEHOV AV ASSISTANS (på botten), skicka ned reservdykare!
4 ryck (eller fler)	-	NÖDSIGNAL, ta hem dykaren, skicka ned reservdykare!

Söksignaler

Samtliga söksignaler besvaras av dykaren med två ryck. Med ryck avses en kraftig, ganska långsam dragning i linan ½ m rörelse av armen. På större djup måste rörelsen göras längre och hårdare. Med ristningar avses en serie korta, snabba rörelser i sidled. Dykaren besvarar söksignaler med två ryck.

Tabell 2. Tabell med söksignaler. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Signal i livlina	Betydelse	
	Till dykaren	Från dykaren
Ristningar (avges endast från dykarskötare)	Övergå till söksignaler Slut på söksignaler, återgå till säkerhetssignaler	Två ryck
1 ryck	Gå i linans förlängning, Om slack inte erhålls, gå mot dykarskötare!	Två ryck
2 ryck	Sök på stället!	Två ryck
3 ryck	Gå till höger, sett från skötaren och med sträckt lina i höger hand!	Två ryck
4 ryck	Gå till vänster, sett från skötaren och med sträckt lina i vänster hand!	Två ryck

Arbetssignaler

Dykarskötare ska repetera/besvara av dykaren avgiven arbetssignal som tecken på att signalen uppfattats. Innan dykningen genomförs ska dykarledaren och dykaren vara överens om betydelsen av de olika arbetssignalerna.

Tabell 3. Tabell med arbetssignaler. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Från dykaren	Betydelse
1 ryck	Fira / Mer luft / Mer slang eller lina
2 ryck	Stå / Mindre luft
3 ryck	Ta hem i navelsträngen / Hissa

Signaler mellan dykare samt mellan dykare och dykarledare/dykarskötare



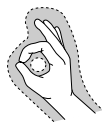
OK, på ytan

Utsträckt hand som visar klartecken.



Simma åt det hållet

Handen pekar åt den riktning som dykaren ska simma.



OK på ytan och mellan dykarna

Tumme och pekfinger på samma hand bildar en ring.



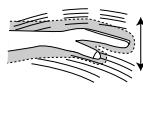
Över, under, vid sidan

Handen förs i avsedd riktning som ska simmas.



Gå upp

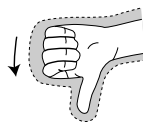
Fingrarna knutna, tummen pekar mot ytan.



Ta det lugnt eller sakta ner

Handen utsträckt, handflatan nedåt.

Handen förs upp och ned med korta rörelser.



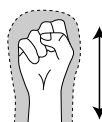
Lämna ytan, gå djupare

Fingrarna knutna, tummen pekar nedåt.



Stopp

Knuten hand.



Jag har utlöst reservluftventilen

Knuten hand som förs vertikalt upp och ned.



Problem med tryckutjämning

Peka med handen mot örat.



Jag har slut på andningsgas

Handen förs horisontalt framförhalsen.



Jag, eller se på mig

Handen mot bröstet upprepade gånger.



Kom hit

Handen mot bröstet, upprepade gånger.



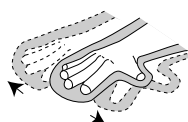
Vilken tid, eller vilket djup

Handen pekar på dykarur eller djupmätare.



Jag fryser

Båda armarna korslagda över bröstet



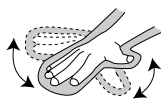
Stanna på detta djup eller vilket djup

Handen förs horisontellt fram och tillbaka.



Nödsignal, jag behöver hjälp

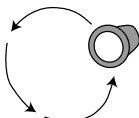
Handen förs hastigt fram och tillbaka ovanför huvudet.



Något är fel (motsatt till OK)

Fingrarna och tummen utsträckta, handen vrids runt underarmens axel.

Mörkersignaler



OK, är du OK?

Stora långsamma cirklar med lampan.



Något är fel, jag behöver hjälp

Utsträckt arm.

Dykare och dykarmedare kan komma överens om ytterligare signaler.

Bilaga 4. Omvandlingstabeller

Omvandlingstabeller för tryck

Tabell 4. Omvandlingstabeller för tryck. (Skiss: Försvarsmakten Lalle Petersson)

<i>kpa</i>	<i>Bar</i>	<i>PSI</i>
1	0,01	0,15
10	0,1	1,45
100	1	14,50
200	2	29,01
300	3	43,51
400	4	58,02
500	5	72,52
600	6	87,02
700	7	101,53
800	8	116,03
900	9	130,53
1000	10	145,04
2000	20	290,08
3000	30	435,11
4000	40	580,15
5000	50	725,19
6000	60	870,23
7000	70	1015,26
8000	80	1160,30
9000	90	1305,34
10000	100	1450,38

Tabell 5. Omvandlingstabeller för tryck. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Bar	kpa	PSI
1	100	14,50
2	200	29,01
3	300	43,51
4	400	58,02
5	500	72,52
6	600	87,02
7	700	101,53
8	800	116,03
9	900	130,53
10	1000	145,04
20	2000	290,08
30	3000	435,11
40	4000	580,15
50	5000	725,19
60	6000	870,23
70	7000	1015,26
80	8000	1160,30
90	9000	1305,34
100	10000	1450,38
200	20000	2900,76
300	30000	4351,32

Tabell 6. Omvandlingstabeller för tryck. (Skiss: Försvarsmakten Lalle Petersson)

PSI	kpa	Bar
1	6,89	0,069
10	68,95	0,689
50	344,74	3,45
100	689,48	6,89
150	1034,21	10,34
200	1378,95	13,79
250	1723,69	17,24
300	2068,43	20,68
400	2757,90	27,58
500	3447,38	34,47
600	4136,85	41,37
700	4826,33	48,26
800	5515,81	55,16
900	6205,28	62,05
1000	6894,76	68,95
1100	7584,23	75,84
1200	8273,71	82,72
1300	8963,18	89,63
1400	9652,66	96,53
1500	10342,14	103,42
1600	11031,61	110,32

Omvandlingstabeller för hastighet

Tabell 7. Omvandlingstabeller för hastighet. (Skiss: Försvarmakten
Lalle Petersson)

<i>km/tim</i>	<i>m/s</i>	<i>knop</i>
1	0,28	0,54
2	0,56	1,08
3	0,83	1,62
4	1,11	2,16
5	1,39	2,70
10	2,78	5,40
15	4,17	8,10
20	5,56	10,80
30	8,33	16,20
40	11,11	21,60
50	13,89	27,00
60	16,67	32,40
70	19,44	37,80
80	22,22	43,20
90	25,00	48,60
100	27,78	54,00

Tabell 8. Omvandlingstabeller för hastighet. (Skiss: Försvarmakten
Lalle Petersson)

<i>m/s</i>	<i>km/tim</i>	<i>knop</i>
1	3,6	1,94
2	7,2	3,89
3	10,8	5,83
4	14,4	7,78
5	18,0	9,72
6	21,6	11,66
7	25,2	13,61
8	28,8	15,55
9	32,4	17,49
10	36,0	19,44
11	39,6	21,38
12	43,2	23,33
13	46,8	25,27
14	50,4	27,21
15	54,0	29,16
20	72,0	38,88

Tabell 9. Omvandlingstabeller för hastighet. (Skiss: Försvarsmakten
Lalle Petersson)

<i>knop</i>	<i>km/tim</i>	<i>m/s</i>
1	1,85	0,51
2	3,70	1,03
3	5,56	1,54
4	7,41	2,06
5	9,26	2,57
6	11,11	3,09
7	12,96	3,60
8	14,82	4,12
9	16,67	4,63
10	18,52	5,14
15	27,78	7,72
20	37,04	10,29
25	46,30	12,86
30	55,56	15,43
35	64,82	18,01
40	74,08	20,58

Omvandlingstabeller för längd/djup

Tabell 10. Exakt omvandlingstabell. (Skiss: Försvarmakten Lalle Petersson)

Meter		Fot
0,3	1	3,3
0,6	2	6,6
0,9	3	9,8
1,2	4	13,1
1,5	5	16,4
1,8	6	19,7
2,1	7	23,0
2,4	8	26,2
2,7	9	29,5
3,0	10	32,8
6,1	20	65,6
9,1	30	98,4
12,2	40	131,2
15,2	50	164,0
18,3	60	196,8
21,3	70	229,7
24,4	80	262,5
27,4	90	295,3
30,5	100	328,1

Den **feta** siffran i mitten hänför sig till bägge kolumnerna. $7 \text{ m} = 23,0 \text{ fot}$ och $7 \text{ fot} = 2,1 \text{ m}$.

Tabell 11. Tabellvärden angivna i Dekompressionstabeller (Skiss: Försvarsmakten Lalle Petersson)

<i>Fot</i>	<i>Meter</i>
10	3
15	4,5
20	6
25	7,5
30	9
35	10,5
40	12
45	13,5
50	15
55	16,5
60	18
70	21
80	24
90	27
100	30
110	33
120	36
130	39
140	42
150	45
160	48
170	51
180	54
190	57
200	60
210	63
220	66
230	69
240	72
250	75

Bilaga 5.

Undervattensdokumentation fördjupning

Ljuskänslighet

För film definieras känsligheterna av standardiseringsorganet International Organization for Standardization (ISO), och känsligheten anges i ISO, DIN (Deutsches Institut für Normung) eller ASA (American Standards Association).

Känsligheten på fotograferingsmediet betyder att om man har en film på 400 ISO, så kan en film med 800 ISO ge dubbelt så snabba exponeringar, och en film med 1600 ISO ger dubbelt så snabba exponeringar som en film med 800 ISO. Detta är bra vid svagt naturligt ljus. En effekt som film med högt ISO tal ger är att negativet blir grovkornigare och är kontrastlösare. Självklart gäller detta även för digitalfotografi och kallas ”brus”. Det finns filmer från 25 ISO till 6400, då 6400 kräver minst ljus som är bra om man ska landfotografera mitt i natten eller uv-fotografera på stora djup. 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400. Högre iso än 400 ger ett märkbart grövre korn eller högre brus i bilden.

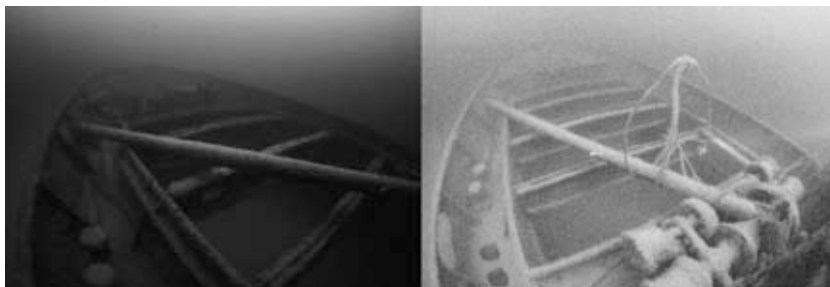


Bild 2. Bilder tagna i naturligt ljus på 30m djup i Östersjön. ISO 1600 resp. ISO 3200. Notera skillnaden i kornighet/brus. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin.)

Känsligheten på en film kan "förändras", om man har en film på 400 ISO, kan man ställa in kameran manuellt på t ex ISO 200. Vad som händer då är att filmen underexponeras, och måste därför överframkallas för att ge tänkt resultat. Detta kallas att pressa filmen och kan vara bra om man har en snabb film men tar bilder i svaga ljusförhållande. Traditionellt har ansetts att normal ISO för färgfilm är ISO 100 och för sv/v film ISO 125. De flesta digitalkameror har som lägst ISO 100 upp till 400 eller 800. De mer avancerade modellerna har ISO-värde ända upp till 3200 och 6400. Oftast

finns så kallad DX kodning (Digital indeX) på film och syftet är att förenkla proceduren med att ställa kameran på matchande ISO-tal och innebär en autoinställning där kameran själv läser av filmens ISO men har även funktion vid framkallningen så att det inte ska bli fel. Det går att manuellt överrida DX kod och ”pressa” film något eller några exponeringssteg. Vissa filmer lämpar sig bättre än andra att pressa.



Bild 3. DX kodning på diafilmrulle. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Elektroniken i en digitalkamera tillåter förändring av känsligheten hos bildsensorn (CCD eller CMOS chip). I praktiken ändrar kameran hur mycket signalen ska förstärkas. Normalt används fiktiva "ISO-tal" för att uttrycka sensorns känslighet; dels för att ha en benämning, dels för att fotografer som är vana vid film ska känna igen sig.



Bild 4. Meny på D-SLR. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

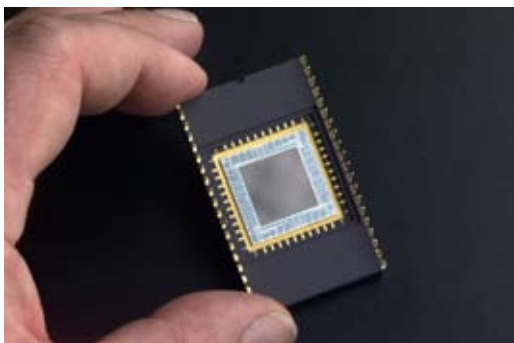


Bild 5. Sensor till digitalkamera. (Foto: Wikipedia.)

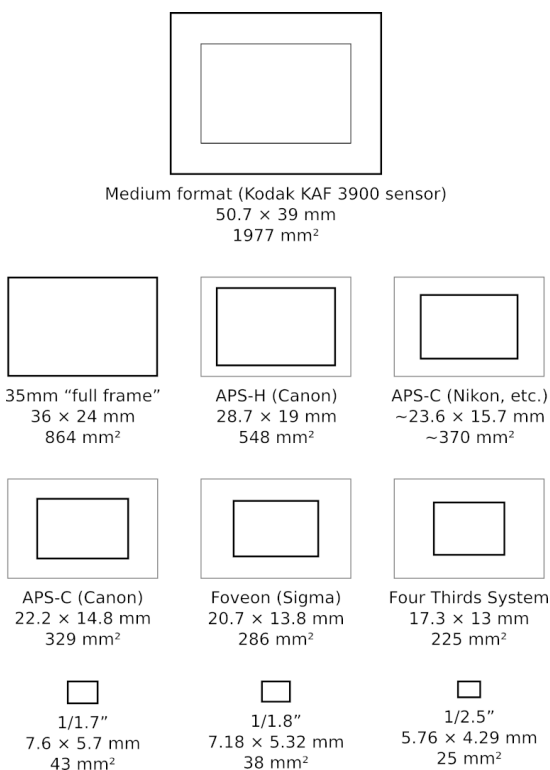


Bild 6. Olika sensorers storlek. (Bild: Wikipedia.)

Kameror har en inbyggd ljusmätare där man oftast själv kan påverka hur ljuset mäts. Spotmätning eller centrumvägd mätning rekommenderas vid uvfotografier eftersom motivet oftast omges av vatten som har högre ljusstyrka. Således bör mätning av hela bilden undvikas. Denna inställningsbenämning varierar för olika tillverkare. Nikon kallar sin för "Matrix mätning". Evaluerande mätning är ytterligare en benämning.



Bild 7. Ljusbätningsalternativ på en Nikon SLR. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Slutartid

Inom är slutartid (också kallad exponeringstid) den tid hålls öppen för att låta träffa eller bildsensorn i då ett tas. Slutartid mäts i delar av sekunder.

- 1/1000 s
- 1/500 s
- 1/250 s
- 1/125 s
- 1/60 s
- 1/30 s
- 1/15 s
- 1/8 s
- 1/4 s
- 1/2 s
- 1 s
- **B** — håller slutaren öppen så länge avtryckaren hålls ner.
- **T** — håller slutaren öppen tills det att avtryckaren trycks ner igen.

På moderna kameror är stegen mellan de fasta lägena indelade i halvor eller tredjedelar av ovanstående. För att undvika skakningsoskärpa bör generellt tid $1/60$ s eller snabbare väljas på land samt $1/30$ s eller snabbare under vattnet men se detta som riktvärden då faktorer såsom brännvidd, ISO-tal, skicklighet mm också spelar in. Vid långa slutartider används ibland stativ.

Bländare

Bländaren på är en anordning som reglerar mängden ljus som släpps in i kamerahuset. Det finns olika typer av bländare men är den vanligaste. Bländaren och samarbetar för att exponera filmen, eller bildsensorn, med rätt mängd .

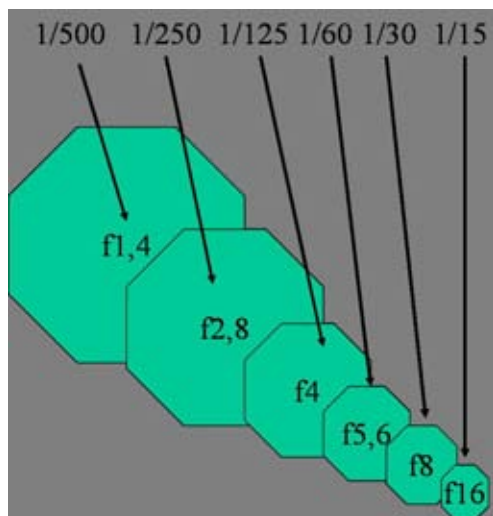


Bild 8. Dessa förhållanden mellan slutartid och bländare ger alla samma exponeringsvärde. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Bländartalet

Brukar anges med exempelvis 1:2,8 vilket innebär att den största bländaröppningen på det objektivet är objektivets dividerad med 2,8. Observera att stor bländare alltså innebär en låg siffra på bländarinställningen och tvärtom. På så kan angivelsen bli 1:4–5,6 vilket innebär att den största bländaröppningen är 4 då kortaste brännvidden används (ingen inzoomning). Ljusstarka fasta objektiv brukar gå ner till $f/1,8$ eller $f/1,4$, medan zoomobjektiv räknas som ljusstarka när de har en konstant bländaröppning på $f/2,8$. Ett ljusstarkt objektiv blir större i konstruktionen och också dyrare. Att göra ett ljusstarkt tele-objektiv är betydligt dyrare och mera

avancerat än att göra ett ljusstarkt normalobjektiv (50mm). Moderna i fickformat konstrueras ofta med ljusstyrkan 2,8 vilket gör att kameran inte blir så stor.

Man anger hur ljusstarkt ett objektivet är genom att ange just bländartalet och generellt är att ju ljusstarkare ett är desto mer kostar det. Ljusstarka teleobjektivet är vanligt förekommande inom exempelvis sport- och modefotografering. Det som märks med ett ljusstarkt objektivet är just att man ser det man ska fotografera lite bättre och ljusare, men framförallt så kan man välja kortare slutartider och därmed ökar också möjligheten att fånga ett ögonblick inom exempelvis sportfotografier utan att behöva använda stativ. Ett lägre bländartal ger även ett kortare skärpedjup och därmed kan man få förgrund och bakgrund att bli suddigt vilket hjälper till att framhäva motivet vid till exempel mode- och porträttfotografering. Inom sportfotografering används nästan alla objektivet utom långa teleobjektivet vilka bygger på att man är långt från motivet och följaktligen saknar användning under vattent.

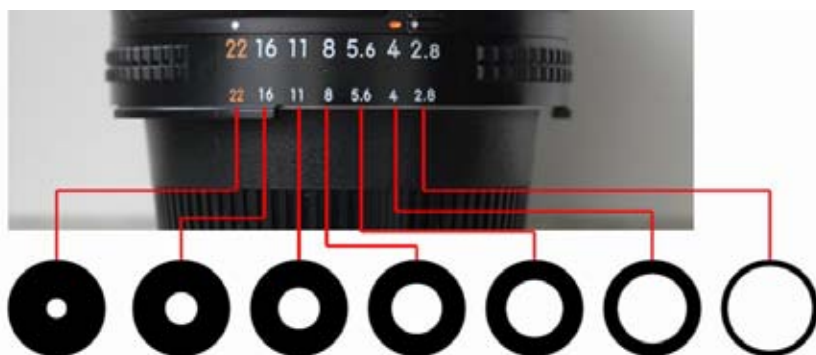


Bild 9. Notera att stort värde/siffra är ett litet hål för ljusinsläpp och vice versa. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

För varje helt steg på bländarskalan så halveras eller fördubblas ljusinsläppet genom objektivet, vilket innebär att slutartiden måste fördubblas eller halveras för att få en korrekt exponering. Moderna objektivet är graderade med angivelser som utgår från värdet 1 och använder sig av exponenten $\sqrt{2}$, det vill säga att varje helt steg på bländaren ökar eller minskar med faktorn $\sqrt{2}$. Detta ger standardvärden för angivelse enligt detta: $f/1$, $f/1,4$, $f/2$, $f/2,8$, $f/4,0$, $f/5,6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$, $f/22$, $f/32$, etc.

Observera att alla angivelser är avrundade. Notera även att snedstreck betyder en division, vilket innebär att objektivet brännvidd ska divideras med bländarangivelsen för att få fram diametern i mm på den bländaröppning som ljuset ska passera innan det träffar film eller sensor. Exempel: $f/16$ innebär att om bländaren är inställd på bländare 16 och objekti-

vet har brännvidden 80 mm så är bländaröppningen 5 mm i diameter (80 mm/16). Bokstaven f i bländarsammanhang är alltså brännvidd (engelska "focal distance")

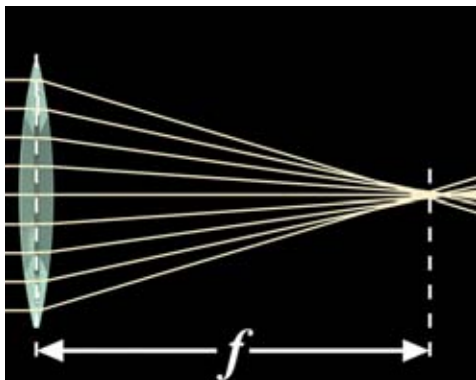


Bild 10. " f -focal distance / brännvidd" (Bild: Wikipedia.)

Brännvidd & skärpedjup

Brännvidd är ett mått på objektivets förstöringsgrad, samt vilket perspektiv det ger. Brännvidden mäts i mm. Objektiv med variabel brännvidd kallas Zoom.

Ett normalobjektiv ger ett perspektiv som liknar hur vi ser. Detta sker när objektivets brännvidd är lika stor som sensorns eller filmens diagonalmått. Om kameran har småbilsformat (24 x 36 mm) är den normala brännvidden ca 50 mm. Egentligen räknar man diagonalen i den kvadrat som bildas av sensorns/filmens största sida.



Bild 11. Brännvidd för tele och vidvinkel. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Om objektivet har kortare brännvidd kallas det Vidvinkel. Om det har extremt kort brännvidd kallas det Fisheye. Objektiv med lång brännvidd kallas för Teleobjektiv.



Bild 12. Ex på fisheye och teleobjektiv (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Brännvidden är avståndet från linsen till det plan där en avlägsen ljuskälla fokuseras. Tänk dig hur det fungerar när du använder ett förstoringsglas för att bränna in ditt namn i en bräda. Brännvidden är då det avstånd som du måste hålla linsen på för att få en fokuserad brännpunkt.

Man delar ofta in objektivet i tre kategorier kopplade till brännvidd.

- **Normal**; vilket i stort innebär att objektivet avbildar från ett perspektiv såsom ögat uppfattar verkligheten. Brännvidd 35-50mm
- **Vidvinkel**; innebär att bilden förminskas jämfört med hur ögat ser motivet och perspektivet ser ut att vara från längre avstånd. Brännvidd 8-28mm
- **Tele**; innebär att bilden förstoras och det ser ut som man är närmare motivet. Brännvidd 50-1000mm.

Under vattnet används främst vidvinkel och normalobjektiv men också korta teleobjektiv med kort närgräns för makrofotografering av mycket små motiv. Objektivets närgräns, dvs. hur nära ett motiv objektivet tillåter

att man går avgör om objektivet lämpar sig för uv-foto eller inte. Närgränsen bör vara under en meter men helst ner till några decimeter. För makro bör närgränsen vara så liten som möjligt.

Däremellan finns begrepp såsom korta resp. långa teleobjektiv samt ultravidvinkel och fisheyeobjektiv. Det finns även objektiv med fast brännvidd och zoomobjektiv med variabel brännvidd. Om en enklare digitalkamera används bör i samband med zoom nämnas att det här oftast finns både optisk och digital zoom. Med optisk zoom är det objektivets linselement som menas och detta påverkar bildkvaliteten mindre än digitalzoom som endast gör en delförstoring i bilden som således tappar kvalité. Digitalzoom bör alltså användas med eftertanke.

Avancerade digitalkameror med utbytbar optik har inte alltid fullformats sensor dvs. 24x36 mm. Detta innebär då att objektivets brännvidd ökas med omkring 1,5 ggr och detta kallas förlängningsfaktor (varierar med olika tillverkare från ca: 1,3-1,7 ggr). Ofta har tillverkaren speciella digitalanpassade objektiv som ersätter sina analoga motsvarigheter.

Vad som påverkar skärpedjup

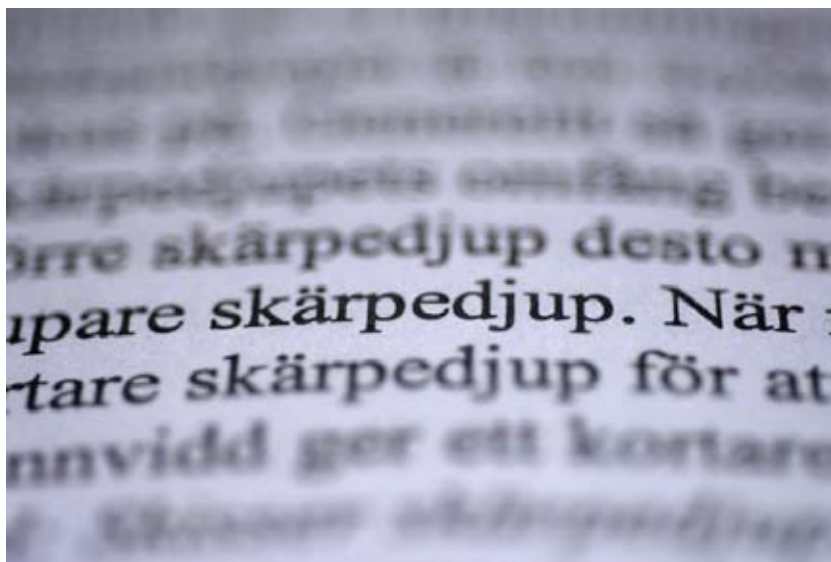


Bild 13. Kort skärpedjup. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Ibland ser vi förkortningen DOF från engelskans - Depth of Field. Skärpedjupet är hur mycket som är skarpt bakom och framför huvudmotivet som man har fokus på. Generellt ger skärpedjupet skärpa 1/3 hitom och 2/3 bortom fokuspunkten. Skärpedjupets omfång bestäms av storleken hos bländaren och brännvidden hos objektivet. Ju större skärpedjup desto mer

är i fokus och är skarpt. Liten bländare och kort brännvidd ger ett djupare skärpedjup. När man tar porträtt, närbilder eller macro så vill man ibland ha ett kortare skärpedjup för att lyfta fram huvudmotivet. Större bländare (lågt f-stop) och lång brännvidd ger ett kortare skärpedjup.

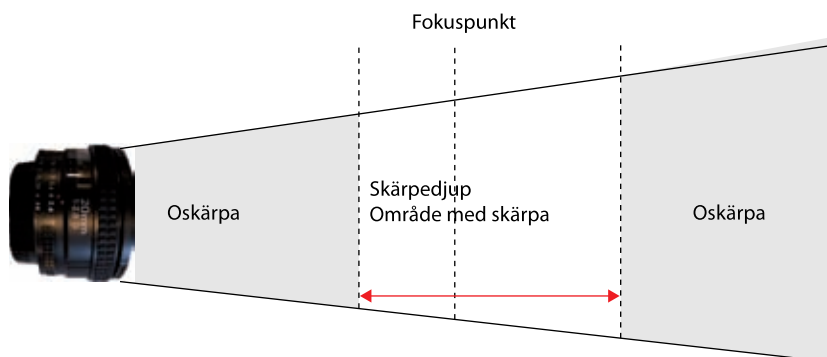


Bild 14. Skärpedjupet sträcker sig 1/3 hitom och 2/3 bortom fokuspunkten. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin)

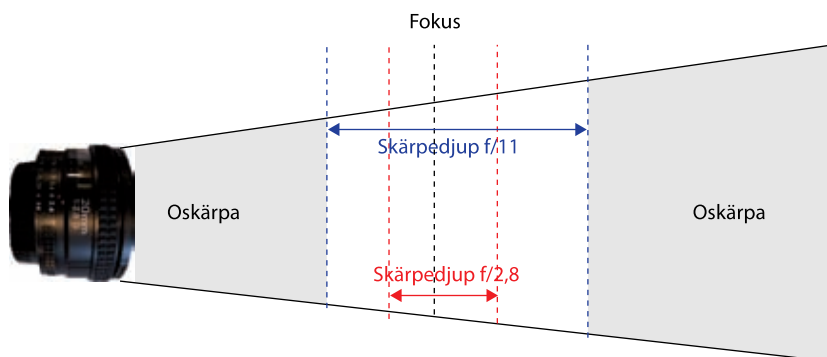


Bild 15. Bländaren påverkar skärpedjupet. (Skiss: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Fokus

Brännpunkt eller latinets focus som betyder ”hård” syftar här på optisk skärpa. Autofokus är det vanligaste sättet att fokusera men oftast finns möjlighet att manuellt ställa in skärpa även på moderna kameror. Gamla kameratyper har bara manuell fokus och antingen mätte man eller uppskattade avståndet. Systemkameror hade ofta olika sorters ”mattskivor” där man i sökaren såg när rätt avståndsställning gav skärpa.

Ett objektiv är som skarpast kring bländare f8-11. Där är alltså den skarpaste skärpan fast mindre bländaröppning ger längre skärpedjup. Ögat upplever skärpa på annat sätt än kameran. Kontrast är viktigt för hur skarp

en bild uppfattas. Man bör undvika att använda ett objektivs minsta bländare som ibland är f22 eller mindre såsom f32. Mindre bländare än f16 ger sällan skärpedjup som vi kan uppfatta som bättre men fokuspunkten blir bättre definierad ju närmare objektivet skarpaste bländare vi kommer. Kom ihåg att skärpedjupet sträcker sig 1/3 hitom och 2/3 bortom fokuspunkten. Därför bör skärpan vara 1/3 in i bilden. När människor eller djur porträtteras brukar man säga att skärpan ska ligga på ögonen, enl. traditionella riktlinjer. Autofokus används nästan alltid på moderna kameror. När autofocus var en nymodighet fanns ofta problem med dess hastighet men nu har utrustningen blivit så snabb och exakt att det nästan aldrig finns anledning att använda manuell fokus fast undantag finns förstås.



*Bild 16. Fokusinställning. Manuell, Single servo och Continuous fokus.
(Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)*

Viss äldre uv-fotoutrustning såsom Nikonos eller Motormarine har bara manuell fokus som ställs efter skala på ett vred. Avståndsskalan på kameran refererar till verkligt avstånd så här kan felupplevt avstånd spela fotografen ett spratt. Därför kan hjälpmedel såsom fasta ramar vilka indikerar ett fast avstånd eller måttband vara bra. Mätstav är ett annat bra hjälpmedel som också kan inkluderas i bilden som referens till motivets storlek och skala.

Vid så kallade fotomosaiker över en större yta då flera bilder skarvades ihop för att få överblick användes ibland tunna linor som lodrät sträcktes av någon tyngd. Linans längd var känd och objektivet ställdes manuellt in på korrekt avstånd. Bilderna togs sedan med ”flygerspektiv” och när linan nådde motivet fick man rätt fokus. Den metoden är ännu vanlig vid marin arkeologi för att avbilda en hel utgrävningsyta.

Fotomosaiker av ytor med undervattens vegetation för framförallt marinbiologer kan tas på liknande sätt men ofta specialbyggs ramar som med sin konstruktion ger ett fixavstånd och avbildar en yta om ca: 1-2 m²



Bild 17. Nikonos V har bara manuell fokus. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Lagringsmedium & arkivering



Bild 18. Hårddisk med kombinerad kortläsare. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin)

Film framkallas naturligtvis och sedan arkiveras den och pappersbilder lämpligen i album av syrafritt material och hålls svalt och mörkt för bästa hållbarhet. Samma sak gäller för diabilder. Historiskt har svartvita negativ haft otroligt bra hållbarhet men om framtidens digitala bildarkiv vet vi inte så mycket.



Bild 19. Dia betraktas som arkivbeständigt i likhet med svartvita negativ. (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Digitalfoto fick sitt genomslag delvis för att det blev enklare att se sitt fotografiska resultat samt välja bort dåliga bilder. Mängder av bilder går lätt att spara i en dator eller på CD/DVD skivor. Det finns dock en fara i digitalarkivering pga risken att förlora sina sparade bilder vid en datorcrasch eller oförsiktighet med CD/DVD skivor. Det talas också om risken att en CD skiva förstörs långsiktigt eller kanske inte kan läsas av i framtida datorer pga fel filformat eller att nya lagringsprodukter ersatt CD/DVD skivor. Jämför vad som skett med den gamla 3,5 tum disketten med 1,44 MB lagringsutrymme eller floppydisc som vi också kallade den. Idag anser vi att den har låg kapacitet och många datorer har inte längre diskettstationer. Detta är svårt att sia om men lika säkert som att människor håller intresse av att kunna använda sina ”gamla” bildarkiv från CD som att databranschen ständigt utvecklar nya produkter och har ekonomiska intressen går inte att komma ifrån.

Utan att peka ut något speciellt märke så finns det skillnader i kvalitété på CD/DVD skivor. Du bör välja en bra produkt för arkivering. Hårddiskar är inte odödliga så det bästa är att sprida riskerna genom att arkivera samma material på flera hårddiskar och en eller två CD/DVD skivor av bra kvalitété. Yrkesfotografer har oftast fler än tre backup arkiv. Säkerhetskopiering är ett begrepp alla bör ta på stort allvar. Det finns företag som livnär sig på att skydda digitalinformation såsom bilder på egna serversystem för både privatpersoner samt fotografer mot kostnad. Ofta har man serversystem på sin arbetsplats vilka dessutom vanligen speglas i backupserversystem en gång per dygn. En grundregel bör vara att sålla innan arkivering så bara de bilder man har användning för tar upp utrymme på lagringsmediet.

Längre fram beskrivs hur man kan gå till väga för säkrast ”arbetsflöde” och på så sätt undvika oönskad förstöring eller radering av sina digitala bilder.

Pixlar och Byte

Först måste man veta att datorer arbetar med byte som är den minsta adresserbara enheten på en dator. I moderna sammanhang är en byte nästan uteslutande synonymt med en sekvens bestående av 8 bitar, dataterm för informationsmängd och måttenhet för informationsstorlek.

Digitala bilder kan alltså vara olika stora beroende på hur mycket information det finns i bilden och det påverkas i sin tur hur stor upplösningen⁸ är samt hur många färger bilden innehåller.

8. Bildupplösning är ett begrepp som ofta används inom elektroniska bilder och tryckta bilder. Inom tryckeri använder man måttet punkter per kvadrattum. Ju fler punkter per ytenhet desto bättre kvalitet är det på bilden (tekniskt sett). Inom datorgenren används också uttrycket bildupplösning och anges ofta i måttet pixlar per tum. Bilder för webben har ofta en upplösning mellan 72-96 pixlar per tum. Högupplösta bilder, avsedda för högkvalitetsutskrift, har ofta 300 dpi eller mer. Bildupplösning gäller alltså en enstaka bild och har inget med skärmapplösning att göra.

Digitalkameratillverkare anger oftast hur många pixlar deras produkt klarar och här följer några klarläggande. Pixel är det minsta elementet som en grafisk bild byggs upp av. Ordet kommer av engelskans picture element, där "pix" är en förkortning av picture. Ofta används förkortningen "px".

En pixel kan betraktas som en punkt med viss färg och placering. En datorskärmns upplösning kan anges som exempelvis 1024x768, vilket innebär 1024 pixel vågrätt och 768 pixel lodrätt. Mängden minne som krävs för varje pixel beror på antalet färger.



Bild 20. En digital bild med delförstorningar i två steg där det mest inzoomade är på pixelnivå. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin.)

Hur verklighetstrogen en bild uppfattas beror inte endast på antalet färger och på upplösningen, utan även på upplösningstätheten, eller antalet pixel per längdenhet.

Upplösningstäthet

Vid visning av en grafisk bild på en dataskärm är det antalet bildelement per längdenhet, angiven som 'pixels/inch' och betecknad , som bestämmer bildens upplösning medan vid utskrift eller tryckning av en bild är det antal färgpunkter per , betecknad (dots per inch) som avgör bildens upplösning. I de allra flesta sammanhang använder man dock enheten dpi oberoende av om det handlar om visning på en dataskärm eller vid utskrift/tryckning. En ordinär dataskärm har en upplösning av omkring 96 pixel/ vilket anges som 96 dpi under avancerade skärminställningar i Windows. Detta brukar i verkligheten handla om 86-89 pixlar/inch. Äldre skärmar hade 72 dpi.

För tryckning eller utskrift av högupplösta bilder erfordras normalt att bilden skapas med minst 150 dpi upp till 300 dpi. För bilder som skapas enbart för visning på dataskärmen i skala 1:1 är det ingen idé att använda en högre upplösning än 96 dpi eftersom skärmen inte har högre upplösning. Om bilden i ett dokument ska kunna förstöras vid visningen på skär-

men måste den dock vara skapad i en högre upplösning för att den inte ska bli grymig. De flesta bilder som enbart används för visning på Internet är skapade med upplösningen 72 dpi vilket oftast ger en fullt tillräcklig upplösning.

Minneskort

Det finns flera olika typer av minneskort och fler lär komma. Ibland kan kameran ta flera olika sorters kort men de vanligaste minneskorterna är CF Compact Flash och SD Secure Digital.



Bild 21. Bild bilaga 5.20. Minneskort, CF, SD, xD, ms DUO (Foto: Försvarmakten Joakim Tenglin.)

Efterhand som kamerorna fått bättre upplösning och bildfilerna blivit större har lagringsstorleken på korten följt efter. Ett 32Mb minneskort som ibland följer med kameraköpet brukar bara kunna rymma 10-talet bilder i kamerans bästa upplösning. Kamerorna har så gott som alltid valbar upplösning och det finns ingen anledning att inte använda bästa upplösning fast det ibland med enklare kameror då tar lite längre tid innan kameran är redo för att ta en ny bild. Använd ett så stort minneskort som möjligt för att inte begränsa dig. Man vet aldrig hur bilden kan tänkas användas och det går inte att förbättra upplösning eller kvalitet på en förminskad digitalbild efter att man väl tagit den i ett begränsat format.

Det finns skillnader hur snabbt informationen i en tagen bild kan ”skrivs” på minneskort utefter vilken upplösning som väljs på kameran men också inbördes skillnader mellan minneskortens prestanda och storlek. Använd ett minneskort som motsvarar kvaliteten på din kamera. Överföringshastigheten från kameran eller minneskortet till datorn kan också skilja. Avancerade kameror som tar tunga/stora bildfiler har således behov av snabba minneskort. Dataöverföringen sker ofta med USB eller firewire-

kabel. USB är vanligast för stillbild. Ibland kan trådlös överföring finnas som alternativ på avancerade kameror.

Antingen ansluts hela kameran till datorn eller används en så kallad kortläsare. Dessa kortläsare finns i universalmodell som klarar flera slags minneskort.



Bild 22. Bild bilaga 5.21. Multikortläsare för USB koppling. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Minneskort är relativt tåliga och man kan ibland återskapa och tillvarata dess bildinformation efter olyckliga omständigheter som vattenskador eller extrema temperaturer. Ibland kan minneskortet krångla om kamera-batteriet körts ner till för låg strömstyrka. I dessa fall finns programvaror framtagen för att kunna återskapa tillsynes förlorade bilder från minneskort som krånglar. Det är till skillnad från filmrullens tid säkert att köra sina använda minneskort genom röntgen på exempelvis flygplatser.

Några tips om minneskort:

- Använd inte minneskortet för att lagra annat än bilder.
- Köp kort av kända fabrikat (SanDisk, Lexar, Kingston).
- Ha alltid med extra minneskort.
- Kör inte helt slut på kamerans batteri.
- Töm kortet helt när du kopierat över bilderna genom att formatera kortet i kameran.
- Förvara kortet i fodral.
- Res med kortet som handbagage.
- Ta backup av bilderna med lös hårddisk, CD/DVD eller dator.

Bildbehandling

De flesta digitalkamerafabrikaten har sin egen mjukvara för bildbehandling i datorn, ofta i samband med överföringen mellan kamera och dator. Flera av dessa program är genomtänkta men det fungerar lika bra med en enkel kortläsare att kopiera bilder till datorn från minneskortet på egen hand. På detta sätt slipper man ta datautrymme med mjukvara som du dessutom kanske inte har behörighet att installera på din arbetsplats. Det går oftast bra att beskåda bilder i operativsystemens (windows eller apple) egna förinstallerade program. Windows har t ex sitt ”visningsprogram för bilder och fax”

När man vill göra något med bilden (bildbehandling) i det vi brukar kalla det digitala mörkrummet så krävs bättre programvara än de som förinstallerats i din dator och medföljer i datorns operativsystem.

Filformat

Digitala bilder kan förekomma i olika digitala filformat. Vissa kameror har möjlighet att ta bilder i RAW, eller råformat. Detta är ett digitalt bildformat som består av minimalt förändrad digital rådata från en exponering med en stillbildskamera.

De flesta mer avancerade kan spara bilder i råformat. Formatet möjliggör att varje enskilt bildelement i bilden exakt kan återskapas, och i efterhand justeras i en utan kvalitetsförlust. Detta till skillnad från ett format med där upprepade ändringar av bilden degraderar bildkvaliteten varje gång bilden sparas.

Kameror med stöd för råformat sparar inställningar om vitbalans, färgmättnad, kontrast och skärpa, vilka antingen valts av fotografen eller bestämts automatiskt vid fotograferingen, separat från själva bildinformationen. Detta gör det möjligt att ändra dessa i efterhand. Nackdelen med råformat är att filerna blir stora, inte sällan 5-10 gånger större än motsvarande -fil av samma bild. Råformaten är ofta tillverkarsspecifika och kräver särskild programvara för att visa och redigera bilderna. sparar till exempel rådata i ett format med .cr2 och format använder filändelsen .nef. Andra vanliga bildfilformat är som tidigare nämnt JPEG (Joint Photographic Experts Group) samt filformaten GIF (Graphics Interchange Format), BMP (Bitmap), PNG (Portable Network Graphics) och Tiff (Tagged Image File Format) där alla har gemensamt att de komprimerar fotografiska bilder så att mer eller mindre information i bilden försvinner.

Riktlinjerna för vilket format en bild bör sparas i kan beskrivas så att animerade bilder passar bäst som GIF, icke fotografiska bilder som PNG, fotografiska bilder för lågupplöst arkivering JPEG eller BMP samt Tiff för

högupplösta bilder till utskrift eller tryck. RAW är naturligtvis bästa alternativet om kameran stödjer det formatet. En RAW bild kan alltid komprimeras till övriga format men man kan inte backa till ett format med mer bildinformation när bilden väl sparats efter komprimering. Varje gång en bild sparas om tappar den alltså information.

Använd med fördel alltid bästa bildupplösning och bästa kvalitet i dina kamerainställningar. RAW format tar stort lagringsutrymme men kan vara värt det om du inte är säker på att det räcker med komprimerade bilder av sämre kvalitet.

Färgrymd

En bild kan aldrig innehålla alla färger som det mänskliga ögat kan uppfatta. Vill man veta exakt vilka färger som är tillgängliga måste man känna till bildens färgrymd. Färgrymden ger information om bildens ”färgregister” (eng: gamut), dvs. vilket område av det synliga spektrat som kan återges.

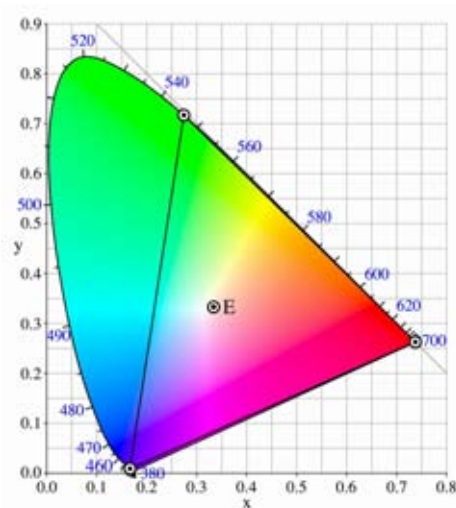


Bild 23. Färgrymd. (Bild: Wikipedia.)

Olika färgrymder har olika stora färgregister. Om man till exempel tittar på den maximalt gröna färgen i olika färgrymder kan den se helt annorlunda ut. Valet av färgrymd kan därför ha stor betydelse för hur bilden ska se ut.

Exempel på ofta använda färgrymder är sRGB och Adobe RGB (1998). sRGB har ett mindre färgregister och passar bilder som visas på en bildskärm. Ska bilden skrivas ut kan sRGB-rymden i vissa fall vara för liten för att skrivarens fulla potential ska utnyttjas.

Ofta används färgmodell och färgrymd synonymt, men i strikt mening är detta felaktigt. RGB är till exempel en färgmodell, men någon speciell RGB-färgrymd existerar inte. RGB-modellen beskriver hur färgerna är uppbyggda, men för att veta vilken röd, grön och blå som modellen utgår ifrån, måste man känna till färgregistret. Det är alltså färgmodellen tillsammans med färgregistret som definierar en färgrymd.

En viss RGB-färg i en viss färgrymd är alltid densamma. För att detta ska vara möjligt måste det finnas ett absolut referenssystem. Det finns flera sådana, men det som används oftast går under namnet CIE xyz⁹. Tanken med CIE xyz är att täcka alla färger som en normal människa utan synfel kan se.

En större färgrymd är inte alltid bättre. När färgregistret sträcks ut blir visserligen nya färger tillgängliga, men samtidigt blir stegen mellan varje möjlig färgton större. Vilken färgrymd som är lämpligast får alltså bedömas från fall till fall beroende på vilken utrustning bilden ska skickas till.

När man jämför olika färgrymder brukar man markera deras färgregister i ett CIE xyz-diagram. Man bör dock vara medveten om att diagrammet bara är ett 2-dimensionellt tvärsnitt av den 3-dimensionella färgrymden. Det vanliga är att diagrammet visar hur det ser ut när alla färger har luminansvärdet 50%. Andra luminansvärden kan alltså ge helt andra resultat.

När vi talar färger måste även nämnas CMYK som är en färgmodell för subtraktiv färgblandning där primärfärgerna är cyan, magenta och gul samt en så kallad keycolour. I trycksammanhang används nästan alltid svart som keycolour.

C = Cyan

M = Magenta

Y = Yellow

K = Key colour oftast svart.

9. CIE xyz härrör från forskning utförd på 1920-30talet av D Wright och D Guild om ögats möjlighet att uppfatta färger. CIE är förkortningen för International Commission on Illumination och bokstäverna x, y och z står egentligen för färgerna rött, grönt och blått.

CMYK och subtraktiv färgblandning används i blandning av färg som läggs på papper eller annan tryckmedia, det vill säga reflekterat ljus.



Bild 24. CMYK-paletten. (Bild: Wikipedia.)

Om kameran har möjlighet att ställa in färgrymd så bör en färgrymd som inte begränsar oss användas. Välj då Adobe RGB (1998) eller colourmatch RGB framför den mer begränsade sRGB färgrymden som inte lämpar sig för tryck men är användbar för webben.

Vitbalans (VB)

Kamerans förmåga att ta till sig rätt färger under olika ljusförhållanden. Antingen låter man sensorn i kameran känna av (AWB - Auto White Balance) eller ställas vitbalansen manuellt.

Vitbalans är ett begrepp inom fotografin som beskriver hur den fotografiska filmen är anpassad till den färgtemperatur som råder vid fotograferingstillfallet. Det mänskliga ögat uppfattar en vit yta som vit både i solljus och i ljuset från en vanlig glödlampa, men kamerans film klarar inte att korrigera på det sättet. Med vanlig färgfilm där vitbalansen är anpassad för solljus kommer vita färger i glödlampsljus att se gula ut. För att råda bot på detta kan man i stället använda film med vitbalans för inomhusbelysning. Använder man sådan film utomhus kommer vita färger att få en blå ton.

Även i måste vitbalansen anpassas till rådande belysning, men här kan man ofta göra det automatiskt. Det finns också möjlighet att korrigera vitbalansen för bildfilerna i efterhand i .

Fotograferar man i RAW behöver man inte ta hänsyn till vitbalans men i andra format måste hänsyn tas. Låt aldrig kameran välja vitbalans i au-

toläge för den gör felbedömning i vattnet utan ställ hellre vitbalansen antingen för solljus eller molnighet.



Bild 25. Symbol för VB moln. Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin

Vissa kameror har möjlighet att justera/kalibrera vitbalans manuellt. Då är det meningen att man ska justera mot en mellangrå färg för kameran som sedan ställer in sig efter det. Grovt kan man använda handflatan som gråskiva om man saknar en riktig gråskiva som finns i välsorterade fotobutiker.



Bild 26. (Foto: Försvarsmakten Joakim Tenglin)

Bilaga 6. Övningsuppgifter dykerimedicin

1. Vad räknas till andningsvägarna?
2. Vad är "dead space" och hur stor är dess volym?
3. Ungefär hur stor blodvolym har en 80 kg frisk människa?
4. Vilka muskler räknas normalt till andningsmusklerna?
5. Vad är "Pneumothorax" ?
6. Vad beskriver blodets "saturation" och ungefär hur hög är den i artärblodet?
7. Beskriv innebörden av "Martini´s lag"
8. Vad mäter "CPTD och "OTU"?
9. Varför blir man kissnödig när man badar / dyker?
10. Varför förbrukar man mer syre vid samma arbete under vatten jämfört med uppe ur vattnet?
11. Vad är "arteriell gasemboli?
12. Nämn tre faktorer som påverkar risken för att utveckla dykarsjuka vid ett dyk.
13. Varför kan hyperventilation vara farligt före fridykning?
14. Vilken gas reglerar normalt andningsverksamheten?
15. Vad kan orsaka lungbristning?
16. Vad är "örontrumpeten"?
17. Beskriv fyra symptom / fynd på oxygenförgiftning.
18. Beskriv fyra symptom / fynd på oxygenbrist.
19. Beskriv fyra symptom / fynd på koldioxidförgiftning.
20. Beskriv fyra symptom / fynd på kolmonoxidförgiftning.
21. Beskriv fyra symptom på tryckfallssjuka.
22. Varför har en nedkyld person större chans att överleva vid ett drunkningstillbud?
23. Ge två exempel på s k "Squeeze".
24. Beskriv två sätt som tryckkammarbehandling hjälper mot dykarsjuka och arteriell gasemboli?
25. Hur stor volym är ett normalt andetag i vila?
26. Vad är residualvolym och hur stor är den hos en vuxen människa?

27. Ange två allvarliga risker med för högt pN₂.
28. Andning av 100 % oxygen ingår i vissa behandlingstabeller. Vilket är det största djup då 100 % oxygenandning får ske i tryckkammare?
29. Vilken uppgift har hemoglobinet i de röda blodkropparna?
30. Hur påverkas ev. luft i magsäck och tarmar under dykning?
31. Vad menas med squeeze?
32. Hur hålls lungorna utspända?
33. Vad händer fysiologiskt när man hyperventilerar?
34. I vilken del av lungorna sker gasutbytet mellan inandad gas och blodet?
35. Vad är "barotrauma"?
36. Vad är "alternobar vertigo"?
37. Vilka symptom kommer oftast först – symptom på "dykarsjuka" eller "arteriell gasemboli"?
38. Varför är oxygenandning normalt effektiv vid tryckfallssjuka?
39. Vad är en "alveol" och vad sker i en sådan?
40. Nämn tre sätt att minska risken för tryckfallssjuka.
41. Vilken gas reglerar andningsverksamheten?
42. Nämn 2 lindriga och 2 allvarliga symptom på tryckfallssjuka.
43. Vilken gas orsakar djupberusning?

Svar till övningsuppgifter i dykerimedicin

1. Svar: Luftvägarna består av näshåla, svalg, bihålor, mellanöron, luftstrupe, luftrörsträd (bronker) och lungblåsor (alveoler).
2. Svar: Döda rummet (dead space). Ca 150 ml och motsvarar den del av luftvägarna där inget gasutbyte sker (luftstrupe, bronker och svalg)
3. Svar: ca 5 liter
4. Svar: Diafragma / mellangärdet
5. Svar: Luft i lungsäcken
6. Svar: Saturation kallas det när man mäter blodets oxygenmättnad. Det finns idag enkla mätare, normalt värde är >96%.
7. Svar: Ju djupare du dyker, ju högre form av djupberusning får du dykning med luft till 30 m motsvarar berusningen av en martini, berusningen tilltar med större djup
8. Svar: Den skadliga effekten på lungan kan räknas ut för ett givet partialtryck och exponeringstid och anges i OTU (Oxygen Tolerance Units). När OTU adderas får man fram CPTD (Cumulative Pulmonary Toxic Dose) som utgör den samlade oxygen effekten på lungan.
9. Svar: Det ökade omgivande trycket och kyla pressar in blodet mot bröstkorgen där hjärta och njurarna tolkar det som att man fått ökad blodvolym. Signal skickas då till njurarna som ökar urinproduktionen för att minska blodvolymen.
10. Svar: Vattnet är tätare, dvs. har högre densitet än luft och ger alltså ”större motstånd” mot rörelser och andning.
11. Svar: Gas som tränger ut i blod t och ofta drabbar hjärnan. Gasen stör cirkulationen i en artär / pulsåder.
12. Svar: Dykprofil, inandad gasblandning, temperatur, fysisk aktivitet, vätskebrist, omgivande atmosfärstryck, alkohol, menstruation och PFO.
13. Svar: Sänker blodets koldioxidhalt vilket minskar andningsbehovet. Innebär risk för avsvimning pga Syrebrist.
14. Svar: Koldioxid.
15. Svar: Övertryck eller övertänjning av lungorna.
16. Svar: Förbindelsen mellan svalg och mellanörat.
17. Svar: Bradycardi (låg hjärtfrekvens), tunnelseende, svettning, läppfibrillationer, illamående, handryckningar, hicka, medvetlöshet och kramp.

18. Svar: Bristande koncentration och precision, ökad puls och andningsfrekvens, synstörningar, trötthet, huvudvärk, försämrat omdöme och medvetlöshet.
19. Svar: Andnöd, yrsel, värmekänsla, stickningar, ryckningar / fasciculationer, huvudvärk och medvetlöshet.
20. Svar: Huvudvärk, illamående, koncentrationsproblem, minnes störningar, förvirring, hjärtproblem, neurologi och medvetlöshet.
21. Svar: ”Dykarloppor”, marmoreringar, ”lymfbends”- svullnad i huden, ”ledbendsledsmärta”, ”CNS-bends”- neurologisk symptom, ”vertigo bends-yrsel”, ”chokesandnöd/ cirkulationspåverkan.
22. Svar: Om kroppen är nedkyld klarar sig hjärnan mycket längre utan oxygen trots andningsstopp.
23. Svar: ”Ansiktet / cyklop-squeeze”, ”tand-squeeze”, ”dräkt-squeeze”, ”bihåle-squeeze”, ”mellanöre-squeeze”.
24. Svar: Minskad bubbelstorlek , förbättrad cirkulation i områden med vävnadsskada, inflammationshämmande effekt och mer fysikaliskt löst syrgas i plasma.
25. Svar: Ca 0,5 liter.
26. Svar: Kvarvarande volym efter maximal utandning och den är ca 1,5-2,0 liter.
27. Svar: Dykarsjuka och djupberusning.
28. Svar: 18 meter
29. Svar: Bärare av oxygen.
30. Svar: Mycket luft i tarmkanalen, dvs. magsäck och tarmar, kan ge problem under dekompression när gasen expanderar, med rapningar, illamående, kräkningar tarmgas och buksmärtor.
31. Svar: Symptomgivande undertryck i luftförande avstängt hålrum.
32. Svar: Genom ett undertryck i lungsäcken / pleura.
33. Svar: Partialtrycket av koldioxid (pCO₂) minskar.
34. Svar: I alveolerna / lungblåsorna.
35. Svar: Skada / symptom pga övertryck i luftförande hålrum.
36. Svar: Tryckskillnader i mellanörat som leder till yrsel.
37. Svar: Arteriell gasemboli.
38. Svar: Ökar syresättningen i kroppen, påskyndar utvädringen av kvävgas.
39. Svar: Lungblåsa. Gasutbyte mellan inandad gas och blodet.

40. Svar: Följ dyktabellerna, vid upprepande dykningar, lägg det djupaste först, se till att du är ordentligt vätskad, undvik kroppstemperaturväxlingar, håll dig i god fysisk form, flyg inte direkt efter dyk.
41. Svar: Koldioxid.
42. Svar: Lindriga: Dykarloppor, marmoreringar, lymfbends / hudsvullnad
Allvarliga: CNS-bends, vertigo-bends, chokes.
43. Svar: Kvävgas / N₂.

Bilaga 7. Övningsuppgifter dykerifysik

1. 6 liter på ytan. Vad blir volymen på 10 meters djup?
2. 6 liter vid 10 meters djup. Vad blir volymen på ytan?
3. 5 liter på ytan. Vad blir volymen på 20 meters djup?
4. 10 liter på 25 meters djup. Vad blir volymen på 10 meters djup?
5. 6 liter på 4 meters djup. Vad blir volymen på 2 meters djup?
6. 16 liter på 18 meters djup. Vad blir volymen på 45 meters djup?
7. 700 liter på ytan. Vad blir volymen på 120 meters djup?
8. 185 liter vid 95 meters djup. Vad blir volymen på ytan?
9. 6,8 liter på 21 meters djup. Vad blir volymen på 12,5 meters djup?
10. En ballong har på ytan en volym på 10 liter. Vilken volym har samma ballong på 15 meters djup?
11. Du fyller en 10 liter spann full med luft på 30 meters djup. Hur många liter försvinner under din uppstigning?
12. En fridykare dyker med helt fyllda lungor. Hans totalvolym är vid ytan 6 liter. Hur stor är hans lungvolym på 15 meters djup?
13. Hur mycket luft kommer att bubbla upp vid ytan om man på 36 meters djup släpper ut 3 liter från en lyftsäck?
14. I en tryckkammare sitter fyra dykare på 50 meters djup. När de kom till 50 meter var temperaturen 40 C och nu efter 10 minuter är temperaturen 25 C.
 - a. Hur mycket har trycket förändrats?
 - b. Hur mycket har djupet ändrats?
15. Du dyker med en lättapparat, $2 \cdot 7$ liter fylld till 200 bar och ska dyka på 20 meters djup. På ytan andas du 20 liter / minut. Efter hur lång tid måste du avbryta dyket? Reserven slår till vid 30 bar.
16. Hur djupt kan du dyka med 50% oxygen + 50% nitrogen, om O_2 blir giftigt vid 2 bar och N_2 inte får ha ett partialtryck över 4 bar?
17. Ett bärgningsbolag avser att lyfta ett föremål i vatten. De räknar med att det behövs en lyftkraft på 20 000 N (2000 kg). Hur stor volym måste lyftsäckarna som de anbringar till föremålet då minst ha om föremålet ligger löst på botten?

18. Om ett föremål som på land påverkas av en tyngdkraft på 80 N (8 kg) och som har volymen 6 liter sänks ner i vatten, hur stor tyngdkraft kommer det då att påverkas av i vattnet?
19. Hur många gånger kan man fylla en flytväst på 15 liter från en 0,6 liter flaska fylld till 200 bar:
 - a. Vid ytan?
 - b. På 30 m djup?
20. Vilket är det största djup man kan fylla en flytväst med volymen 15 liter på:
 - a. Från en 0,6 liter luftflaska fylld till 200 bar?
 - b. Från en 0,15 liter luftflaska fylld till 100 bar?
21. En dykare tvingas göra fri uppstigning från 20 meters djup. Vid uppstigningens början hade han 2,5 liter luft i lungorna. Hur stor mängd fri luft måste han blåsa ut under uppstigningen för att ha fulla lungor när han når ytan? Hans totala lungvolym är 6 liter.
22. Från en 50 liter flaska fylld till 200 bar fyller du en 2 * 7 liter andningsapparat genom att utjämna trycket i hela systemet. Dykapparaten innehåller från början 20 bar. Hur stort blir trycket efter utjämningen?
23. En dykare fridyker till 15 meters djup. Hans lungor innehåller vid neddykningens början 6,5 liter. Hur stor är lungornas volym på 15 meters djup?
24. En dykare befinner sig på 20 meters djup. Lungorna innehåller 6 liter luft när han gör en fri uppstigning. Hur mycket fri luft måste han blåsa ut under uppstigningen för att nå ytan med fulla lungor? Hans totalvolym är 8 liter.
25. En dykare utför fri uppstigning från 20 meters djup. Vid uppstigningens början innehåller hans lungor 4,5 liter. Hur många liter fri luft måste han andas ut för att hans lungor vid ytan ska innehålla 6 liter?
26. Även uppstigning från vanligt bassängdjup kan ge upphov till lungbristning vid felaktigt beteende. Om du påbörjar en fri uppstigning från 4 meter djup med helt fyllda lungor (7,5 liter), hur många liter luft måste du då blåsa ut under uppstigningen för att inte få en lungbristning?
27. En dykare använder en 2 * 10 liter dykapparat fylld till 225 bar och avbryter dyket när reserven slår till vid 25 bar. Hur länge kunde han dyka på 15 meters djup om hans luftförbrukning på ytan är 20 liter / minuter?

28. Hur många liter fri luft innehåller en $2 * 4$ liter andningsapparat fylld till 300 bar?
29. Hur många liter fri luft innehåller en $2 * 7$ liter andningsapparat fylld till 300 bar?
30. En dykare har vid ytan en luftförbrukning på 30 liter / minuter. Beräkna hans luftförbrukning på följande djup:
- 5 meter
 - 10 meter
 - 15 meter
 - 7 meter
 - 30 meter
 - 80 meter
31. En dykare använder en dykapparat bestående av $2 * 7$ liter flaskor fyllda till 200 bar. Dykaren förbrukar i ytan 30 liter / minut. Hur länge varar hans luftförråd på:
- Ytan
 - 10 meters djup
 - 21 meters djup
- Vi antar att han avbryter dyket då reserven slår till vid 30 bar.
32. Du har en andningsapparat på $2 * 7$ liter / 200 bar. Denna är fylld till 175 bar. Hur länge kan du dyka på 20 meters djup om din luftförbrukning på detta djup är 60 liter/minut och reserven slår till vid 30 bar?
33. En dykare ämnar göra en dykning till 17 meters djup. Han utför där ett relativt tungt arbete vilket ger honom en luftförbrukning som motsvarar 60 liter/minut på ytan. Hur länge kan han stanna på detta djup om han har en $2 * 7$ liter dykapparat fylld till 200 bar och en reserv som slår till vid 30 bar?
34. Hur stort är oxygenets partialtryck i luft på 20 meters djup? Ringa in rätt svar:
- Ca 2 ATA
 - Ca 0,6 ATA
 - Ca 0,2ATA
 - Ca 6 ATA

35. Akut oxygenförgiftning inträder när oxygenets partialtryck är ungefär 2 bar. På vilket djup riskerar man akut oxygenförgiftning vid dykning med:
 - a. Ren oxygen
 - b. En gasblandning bestående av 50% oxygen, 50% kväve
 - c. Vanlig luft
36. En dykare har märkt att han blir påverkad av djupberusning när nitrogenets partialtryck är ca 3 bar. Vilket djup motsvarar detta vid dykning med vanlig luft?
37. Beräkna oxygenets partialtryck i vanlig luft på:
 - a. 10 meters djup
 - b. 25 meters djup
38. På vilket djup uppgår oxygenets partialtryck i luft, till 0,08 MPa?
39. Vad blir nitrogenets partialtryck på 35 meters djup vid dykning med luft?
40. En person drabbas av djupberusning på 45 meters djup. Hur stort är nitrogenets partialtryck på detta djup vid dykning med vanlig luft?
41. Henrys lag beskriver orsaken till en välkänd dykarskada. Vilken?

Svar till övningsuppgifter i dykerifysik

1. Svar: $(1 \times 6 = 2 \times V_2) = (1 \times 6 / 2 = 3)$ Svar: 3 liter
2. Svar: 12 liter
3. Svar: 1,7 liter
4. Svar: 17,5 liter
5. Svar: 7 liter
6. Svar: 8,1 liter
7. Svar: 53,8 liter
8. Svar: 1942,5 liter
9. Svar: 9,4 liter
10. Svar: 4 liter
11. Svar: 30 liter
12. Svar: $x = 2,4$ liter
13. Svar: $x = 13,8$ liter
14.
 - a. Svar: $x = 6 - 5,7 \text{ bar} = 0,3 \text{ bars skillnad}$
 - b. Svar: $x = 0,3 \text{ bar} = 3 \text{ meter}$
15. Svar: Han måste avbryta dyket efter 39 minuter och 40 sekunder
16. $O_2 = 50\% \Rightarrow p_{O_2} = 0,5 \text{ bar på ytan}$
 $(x * 0,50 = 2 \text{ bar}) \Rightarrow x = 4 \text{ bar} \rightarrow 30 \text{ meter}$
 $N_2 = 50\% \Rightarrow p_{O_2} = 0,5 \text{ bar på ytan}$
 $(x * 0,50 = 4 \text{ bar}) \Rightarrow x = 8 \text{ bar} \rightarrow 70 \text{ meter}$
 Svar: O_2 sätter gränsen 30 meter
17. Svar: 2000 liter
18. Svar: Det undantränger 6 liter vatten vilket ger föremålet en flytkraft på 60 N (6 kg) vilket medför att föremålet i vatten påverkas av en tyngdkraft = 8 kg – 6 kg = 2 kg (20 N)
19.
 - a. Svar: $(200 * 0,6 = 120 \text{ liter. } 120 / 15 = 8)$ Du kan fylla den 8 gånger
 - b. Svar: $(1 * 120 = 4 * x) \Rightarrow x = (120 / 4 = 30 \text{ liter})$
 $(30 / 15 = 2)$ Du kan fylla den 2 gånger

20.

a. Svar: $(0,6 * 200 = 120 \text{ liter})$
 $(1 * 120 = x * 15) = (120 = 15x) \Rightarrow (x = 120 / 15)$
 Trycket blir 8 bar vilket motsvarar ett djup av 70 m

b. Svar: $(0,15 * 100 = 15 \text{ liter})$
 $(1 * 15 = x * 15) = (15 = 15x) \Rightarrow (x = 15 / 15)$
 Trycket blir 1 bar vilket motsvarar ytan

21. Svar: $(3 * 2,5 = 1 * x) = (7,5 = 1x) \Rightarrow (x = 7,5 / 1)$
 7,5 liter luft när han kommer till ytan minus egen volym på 6 liter.
 Han måste då blåsa ut 1,5 liter fri luft

22. Svar: $(50 * 200 = 10.000 \text{ liter}) + (14 * 20 = 280 \text{ liter}) = 10.280 \text{ liter}$
 $(1 * 10.280 = x * 64) = (10.280 = x64) \Rightarrow (x = 10.280 / 64)$
 Trycket blir då 160,625 bar

23. Svar: $(1 * 6,5 = 2,5 * x) = (6,5 = 2,5x) \Rightarrow (x = 6,5 / 2,5)$
 Volymen blir 2,6 liter

24. Svar: $(3 * 6 = 1 * x) = (18 = 1x) \Rightarrow (x = 18 / 1)$
 Han måste blåsa ut $18 - 8 = 10$ liter luft

25. Svar: $(3 * 4,5 = 1 * x) = (13,5 = 1x) \Rightarrow (x = 13,5 / 1)$
 Han måste blåsa ut $13,5 - 6 = 7,5$ liter luft

26. Svar: $(1,4 * 7,5 = 1 * x) = (10,5 = 1x) \Rightarrow (x = 10,5 / 1)$
 10,5 liter luft $- 7,5 = 3$ liter. Du måste blåsa ut 3 liter.

27. Svar: $(20 \text{ liter} * 200 \text{ (minus reserven)}) = 4000 \text{ liter}$
 På 15 meter är luftförbrukningen 2,5 ggr större, dvs. 50 liter / minut.
 Han kan således dyka $4000 / 50 = 80$ minuter innan reserven slår till

28. Svar: $(8 * 300 = 2400 \text{ liter})$

29. Svar: $(14 * 300 = 4200 \text{ liter})$

30.

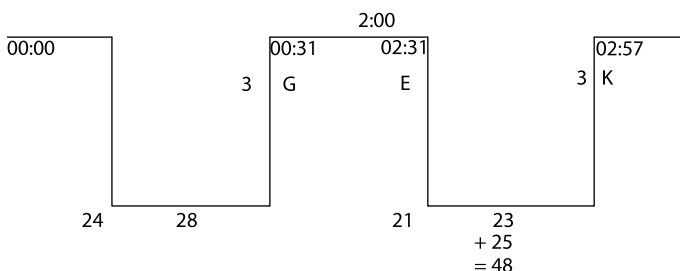
- a. 5 meter: $1,5 * 30 = 45 \text{ liter / minut}$
- b. 10 meter: $2 * 30 = 60 \text{ liter / minut}$
- c. 15 meter: $2,5 * 30 = 75 \text{ liter / minut}$
- d. 7 meter: $1,7 * 30 = 51 \text{ liter / minut}$
- e. 30 meter: $4 * 30 = 120 \text{ liter / minut}$
- f. 80 meter: $9 * 30 = 270 \text{ liter / minut}$

- 31.
- a. Ytan: $(14 * 170 = 2380 \text{ liter}) \Rightarrow (2380 / 30 = 79,3 \text{ minuter})$
 - b. 10 m djup: $(2380 \text{ liter} / (30 * 2)) = 39,6 \text{ minuter}$
 - c. 21 m djup: $(2380 \text{ liter} / (30 * 3,1)) = 25,6 \text{ minuter}$
32. Svar: $(14 * (175 - 30) = 2030 \text{ liter}) \Rightarrow (2030 / 60 = 33,8 \text{ minuter})$
33. Svar: $(2,7 * 60 = 162 \text{ liter} / \text{minut})$ Luftmängden är $14 * (200 - 30) = 2380 \text{ liter}$
 $2380 \text{ liter} / 162 \text{ liter} = 14,7 \text{ minuter}$
- 34.
- a. Ca 0,6 ATA $(0,20 * 3 = 0,6 \text{ ATA})$
- 35.
- a. $1,0 * 2 \text{ bar} (10 \text{ meters djup}) = 2 \text{ bar}$
 - b. $0,50 * 4 \text{ bar} (30 \text{ meters djup}) = 2 \text{ bar}$
 - c. $0,20 * 10 \text{ bar} (90 \text{ meters djup}) = 2 \text{ bar}$
36. Svar: Nitrogen, 0,80 % av andningsluften $(0,80 * x = 3) \Rightarrow x = 3,75 \text{ bar}$. Djupet blir 27,5 meter
- 37.
- a. $2 * 0,20 = 0,4 \text{ bar}$
 - b. $3,5 * 0,20 = 0,7 \text{ bar}$
38. Svar: $(0,20 * x = 0,08) = (0,20x = 0,08) \Rightarrow (x = 0,08 / 0,20) = 0,4 \text{ MPa} \Rightarrow 30 \text{ meters djup}$
39. Svar: $0,80 * 4,5 = 3,6 \text{ bar}$
40. Svar: $5,5 * 0,80 = 4,4 \text{ bar}$
41. Svar: Tryckfallssjuka

Bilaga 8. Övningsuppgifter i tabellräkning

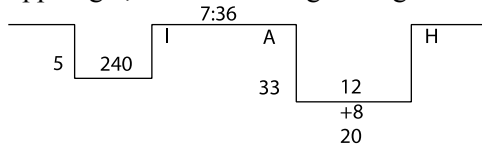
Förutsättningar

Då tabelluppgifterna ska lösas, ska alltid diagram uppritas och alla uppgifter i diagrammet fullständigt fyllas i enligt nedanstående mall. Vid beräkning av uppstigningstid ska uppstigningshastigheten 9 meter/minut användas i dessa övningar:



1. Ett dykpar dyker till 28 meter och stannar i 21 minuter. Vad får de för gruppbezeichnung när de kommer till ytan?
2. En dykare är nere på 17 meter i 28 minuter och går därefter till ytan. Dykarledaren vill efter 1 timme skicka ner samma dykare till 24 meter. Vad blir maximal expositionstid för dykaren på detta djup om han inte får nyttja etapp?
3. En dykare vill dyka till 22 meter och stanna där så länge som möjligt utan att behöva nyttja etapp. Vad har dykaren för maximal expositionstid på detta djup?
4. Under en förmiddag dyks enligt följande: (klockslag räknade när dykaren når ytan) Kl 08:05, expositionstid 20 minuter, djup 14 meter. Kl 10:20, expositionstid 16 minuter, djup 17 meter. Kl 11:15, expositionstid 26 minuter, djup 12 meter. Vad har dykaren för gruppbezeichnung Kl 11:15?
5. En dykare befinner sig på 9 meters djup under 30 minuter. Han beger sig därefter direkt ner till 22 meters djup. Hur länge kan han stanna där, om han vill göra direktuppstigning?
6. En slangdykare arbetar 4 timmar på 5 meters djup. När han kommer upp får han ett kontrolluppdrag på 33 meters djup. Han beräknar tiden för nedstigningen till 2 minuter och uppdraget tar 10 minuter att utföra.

- a. Hur långt ytintervall måste han ha innan han får utföra uppdraget, då han är tvungen att göra direktuppstigning?



- b. Vad blir det för gruppbezeichnung efter genomfört uppdrag?
7. Tre dykare har fått i uppdrag att leta rätt på och röja ett föremål på 25 meters djup, där många fiskare fastnat med sina nät. Dykare A går ned med livlina för att rekognoscera och börja arbetet. Efter 20 minuter upptäcker man vid ytan att livlinan är stum, dykare A sitter fast. Dykare B går då ner och det tar honom 10 minuter att ta loss A. Han följer dykare A upp till ytan.

Efter samråd på ytan bestämmer man att dykare B och C ska slutföra arbetet med parlina och ha dykare A som reservdykare.

- a. Hur lång tid måste dykarna vänta innan reservdykaren har 10 min expositionstid på djupet till förfogande, om något skulle hända?
- b. Hur lång tid har dykare B och C på sig för att slutföra arbetet med direktuppstigning?
8. Du och din parkamrat ska utföra ett fotojobb som du beräknar ska ta 80 minuter. Ni kommer att dyka på 25 meters djup och du vill utföra jobbet så fort som möjligt. Expositionstiden ska vara 20 min för varje dyk.

Hur lång tid tar detta jobb att utföra med minsta möjliga ytintervall mellan dykningarna och om du vill göra direktuppstigningar?

9. Du befinner dig efter en dykning i grupp C. Efter ett ytintervall på 2 timmar gör du en andra dykning, till 18 meters djup.
- Hur lång maximal expositionstid får du på detta dyk?
 - Av denna tid utnyttjar du bara 20 minuter, men då du kommer upp upptäcker du att du tappat klockan under uppstigningen. Du stannar på ytan i 15 minuter och går därefter ner för att leta upp klockan på 18 meters djup, tillsammans med en kompis. Ange hur lång expositionstid du kan utnyttja för att leta efter klockan, samt vilken gruppbezeichnung du får efter det sista dyket.
10. Två dykare, A och B, utför var för sig en dykning där A dyker till 32 meter med 18 minuters expositionstid och B till 19 meter med expositionstiden 33 minuter.

De vill sedan genomföra en dykning tillsammans och då har dykare A haft ett ytintervall på 2 timmar och 50 minuter och dykare B ett ytintervall på 4 timmar och 30 minuter sedan senaste dyket. Dykdjupet för detta gemensamma dyk är satt till 26 meter.

- Vad blir maximal expositionstid för detta dyk?
- Vad blir A:s respektive B:s gruppbezeichnung efter andra dyket?

Svar till övningsuppgifter i tabellräkning

1. Svar: Gruppbezeichnung G
2. Svar: Maximal expositionstid 21 min
3. Svar: Maximal expositionstid 39 minuter
4. Svar: Gruppbezeichnung G
5. Svar: Dykningen räknas som en enda dykning till 22 meter. Maximal expositionstid är 39 minuter och förbrukad tid är 30 minuter. Han kan alltså stanna i 9 minuter.
6.
 - a. Svar: Ytintervall 6 timmar och 9 minuter
 - b. Svar: Gruppbezeichnung H7.
7.
 - a. Svar: 3 timmar och 30 minuter
 - b. Svar: 24 minuters expositionstid.
8. Svar: Jobbet tar 15 timmar och 50 minuter att utföra
9.
 - a. Svar: Maximal expositionstid 46 minuter
 - b. Svar: 20 minuters expositionstid och gruppbezeichnung blir K
10.
 - a. Svar: Maximal expositionstid 14 minuter
 - b. Svar: A:s gruppbezeichnung blir I och B:s blir H efter andra dyket

Index

A

Algblomning	259
Andning	19
Andningsreglering	20
Andningsrörelser	23
Arkimedes princip	60
Arkivering	339
ATA	56
ATÖ	56
Autonoma nervsystemet	29

B

B6-behandling	251
Behovsstyrda hjälmar	100
Belysning	143
Bends	37
Bergborrmaskin	190
Blixtljus	143
Blixtplacering	147
Blod	24
Bländarangivelse	332
Bländare	141, 331
Bländaröppningen	140, 331
Borrning	191
Boyles lag	53
Brottsplats	155
Brännvidd	133, 333
Bågsvetsning	174
Bärgning	162, 231, 298

C

Certifiering	255
Charles lag	54
Chokes	40
Cirkelsökning	122
Cirkulation	24

D

Daltons lag	56
Diamantkedjesåg	188

Digitalkamera	130
Direktuppstigning	65, 304
Djupkurvesökning	122
Drunkning	45
Duocom	236
DUOCOM	304
Dykardräkt	77
Dykarledning	239
Dykarutrustning	76
Dykeriets historia	269
Dykplanering	239
Dykresponser	30
Dyksäkerhetsmeddelande	242
Dysbaric Osteonecrosis	47
Dysbarism	35, 305

E

Eftersökning	119
Ekersökning	123
Etappuppstigning	70, 305
Exponering	139
Extern otit	46

F

Fitness to dive	30
Flaskenhet	88
Fokus	154, 336
Fri uppstigning	74, 306
Friflödande hjälmar	103
Förberedelser	128, 241

G

Gasförsörjning från ytan	95
Gjutning	196

H

Halvslutna system	112
Handskar	78
Helmask	91
Helslutna system	111
Henrys lag	61

Hjärta	24
HLR	45, 311
Hydrauliska verktyg	187
Hyperoxi	32
Hypotermi	43
Hypoxi	31

I

Immersion	24
Intorkning	43
Isvak	215

K

Kalksup	45
Kedjesåg	188
Koldioxid	33
Kolmonoxid	35
Kontaminerat vatten	219
Kulturminneslagen	267
Kvävgas	34
Köldchock	30

L

L-tabell	65
Ledbends	39
Linjesökning	120
Livlina	79
Ljudutbredning	48
Ljusbrytning	49, 132
Ljusfiltrering	133
Ljuskänslighet	139, 327
Ljusutbredning	49
Loppor	38
Luftkompressor	192
Luftvägar	20
Lungbristning	40
Lungvolym	22
Lungödem	47
Lyftsäck	164
Lymfbends	39
Låga lufttemperaturer	208
Låga vattentemperaturer	208

Läkarundersökning	9
Lättdykning	75
Löslighet	61

M

Marinarkeologi	267
Marmoreringar	38
Materielvård	94
Mellanlina	79
Minneskort	153, 342
Muddring	171
Mutterdragare	188
Mättnadsdykning	115
Mörker	199
Mörkersignaler	317

N

Nervsystem	27
Neurologisk tryckfallssjuka	39
Nonel	167

O

Omvandlingstabeller	319
Oxybox	38
Oxygen	31
Oxygen ear	45

P

Panorering	153
Pentylstubin	167
Pixlar	340

R

Reflexion	132
Riskanalys	242
Riskbedömning	219
Rutsökning	118
Räddningsväst	80

S

Sanering	225
Sektorsökning	120
signaler	313
Skrivskiva	131
Skyddsutrustning	221
Skärning	179
Skärplan	126
Slipmaskin	188
Slutartid	139
Slutna rum	206
Spolning	169
Sprängning	166
Stråksökning	126
Strömmande vatten	120
Svetsning	173
Sökdrake	126
Sökmetoder	117
Söksignaler	315

T

Tecken	313
Tryckkammare	235
Tunnlar	206

U

Underställ	77
Undervattenskommunikation	96
Uttorkning	218

V

Varmvattendräkt	107
Videokameror	152
Videoredigering	155
Vinterdykning	213
Vrak	206
Våtklocka	107
Värmeslag	217

Y

Yrkesdykarcertifikat	255
----------------------------	-----

Z

Zetterström, Arne	285
Zoom	153

Å

Återandningsapparater	109
-----------------------------	-----

Ö

Övergödning	263
-------------------	-----

Medverkande

Redaktör

Lalle Petersson, Försvarsmakten, författare till de kapitel som inte nämns med huvudförfattare nedan, samt redigerat och sammanställt handboken.

Huvudförfattare

Lars Gustafsson, Försvarsmakten, Dykeriets historia

Dag Lemming, Försvarsmakten, Dykerimedicin

Johan Douglas, Försvarsmakten, Dykerimedicin

Mikael Gennser, FOI, Dykerifysik

Perhenrik Eriksson, Försvarsmakten, Hjälmdykning och Mättnadsdykning

Mikael Ericsson, Försvarsmakten, Återandningsapparater

Joakim Tenglin, Försvarsmakten, Undervattensdokumentation och Miljö

Fredrik Edström, Försvarsmakten, Skrovundersökning

Michael Elsberg, Försvarsmakten, Arbeten under vattnet

Peder Andersson, Försvarsmakten, Strömmande vatten

Dennis Bäckman/Daniel Lindman, Försvarsmakten, Låga luft- och vattentemperaturer

Jerry Lindén, Försvarsmakten, Tryckkammare

Jerker Karlsson, Försvarsmakten, Dykplanering och dykarledning

Owe Magnusson, Polisen, Dykning på fynd eller brottsplats

Per Hassling, Räddningstjänsten Storgöteborg, Stresspåverkan vid dykning

Övriga som deltagit i framtagandet av denna handbok

Dan Hedberg, Räddningstjänsten Storgöteborg, författare till boken ”Räddningsdykning”

Dykarna ombord på HMS Belos, Försvarmakten

Staffan Littorin, Försvarmakten

Per-Anders Hallberg, Försvarmakten

Tack till alla övriga som deltagit på olika sätt i framtagande av denna handbok.

Lalle Petersson, *Redaktör*

Produktion

Producerad i samarbete med Autotech Teknikinformation i Stockholm AB

Granskning	Björn Hildebrand, Autotech Teknikinformation I Stockholm AB
Original/Form	Charlotte Pettersson, Autotech Teknikinformation I Stockholm AB
Foto omslag	Längst upp till vänster (Växelandning) fotograf Roine Bystedt. I mitten längst upp (dykerimedicin), skiss ToD ServE Öst Sthlm. Mitten längst ner (Arne Zetterström) Försvarmaktens bildbyrå. Övriga: Joakim Tenglin