
Predgovor

Knjiga POTAPLJAČ, ki je namenjena začetnikom potapljanja, je zaradi svoje zasnove učno gradivo za začetne tečaje potapljanja po mednarodnem sistemu šolanja CMAS. Njen namen ni obravnavati celotno teorijo potapljanja, saj je o tem že kar nekaj literature v slovenskem jeziku. Vendar preobširna in prestrokovna vsebina takih knjig ni v pomoč začetniku v potapljanju oz. tečajniku, saj se izgubi v pojmi, ki za zahtevani nivo znanja niso potrebni.

V knjigi predstavljena snov mora biti obravnavana oz. razložena na potapljaškem tečaju, saj je s tem zagotovljeno upoštevanje učnih programov CMAS ter SPZ.

Le na ta način bodo bodoči potapljači poleg potapljaške opreme spoznali tudi vse ostale, za varno potapljanje važne fizikalne in fiziološke zakonitosti ter pravila varnega potapljanja.

Rekreativno potapljanje ni šport, pri katerem težimo k doseganju globinskih rekordov, pa čeprav le osebnih, temveč dejavnost, pri kateri so prepleteni tako fizična pripravljenost potapljača kakor tudi obvladovanje potapljaške opreme ter teoretično znanje s ciljem varnega spoznavanja vodnega elementa in življenja v njem.

Joe Vuk

POTAPLJAČ 1

Priročnik za potapljače

Avtor: Igor Urh, univ. dipl. ing. kem.

Recenzija: prof. dr. Mitja Slavinec in doc. dr. Ivan Knežević

Lektorica: prof. dr. Mihaela Koletnik

Fotografija in oblikovanje: Igor Urh, univ. dipl. ing. kem.

Izdala in založila: Slovenska potapljaška zveza

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

797.215(035)

URH, Igor

Potapljač 1 : [priročnik za potapljače] / avtor Šin fotografija] Igor

Urh.Ljubljana : Slovenska potapljaška zveza, 2023

COBISS-ID 47997441

Pri pripravi priročnika so bili uporabljeni naslednji glavni viri:

Diver Two Star Training Programme – Irish Underwater Council (uradni CMAS učbenik za poučevanje P2)

Sport Diving – British Sub-Aqua Club (knjiga je bila izdana v sodelovanju s CMAS-om)

CMAS P1 Instructor Manual (CMAS originalna izdaja, 1999)

NOAA Diving Manual

Potapljaški znaki: Milan Šnuderl (SPZ, komisija za izobraževanje)

Prepovedano je kopiranje ali kakršnokoli razmnoževanje dela brez dovoljenja avtorja.

VSEBINA

1.0 Uvod_____	7	7.1 Slinček_____	21
2.0 Potapljaške in inštruktorske kategorije CMAS izobraževalnega sistema_____	8	7.2 Jopič_____	22
3.0 Potapljaška oprema_____	9	7.3 Uporaba kompenzatorja plovnosti_____	22
3.1 Osnovna oprema_____	9	7.4 Kontrola kompenzatorja plovnosti pred potopom_____	24
3.2 Vzdrževanje ABC opreme_____	11	7.5 Vzdrževanje kompenzatorja plovnosti	24
4.0 Potapljaška obleka_____	12	8.0 Potapljaški instrumenti_____	25
4.1 Tipi potapljaških oblek_____	12	9.0 Dodatna potapljaška oprema_____	27
4.2 Vzdrževanje potapljaške obleke_____	13	10.0 Vzdrževanje potapljaške opreme_____	28
5.0 Opis tehnike prostega potapljanja ali potapljanja na dah_____	14	10.1 Oprema ABC in dodatna oprema_____	28
5.1 Položaj telesa za potop_____	14	10.2 Jeklenka_____	28
5.2 Delo nog_____	14	10.3 Regulator in manometer_____	28
5.3 Vstopi v vodo_____	14	10.4 Kompenzator plovnosti_____	29
5.4 Potop_____	15	10.5 Potapljaška obleka_____	29
5.5 Praznjenje maske_____	15	10.6 Ostala Oprema_____	29
5.6 Dvig na površino_____	15	11.0 Fizika_____	30
6.0 Avtonomna potapljaška oprema ali SCUBA oprema_____	16	11.1 Zrak_____	30
6.1 Jeklenka_____	16	11.2 Pritisk_____	30
6.1.1 Ventil jeklenke_____	17	11.3 Vid pod vodo_____	31
6.1.2 Uporaba jeklenke_____	17	11.4 Absorbpcija in sipanje svetlobe_____	31
6.1.3 Vzdrževanje jeklenke_____	17	11.5 Zvok v vodi_____	32
6.2 Regulator_____	18	11.6 Tip in vonj v vodi_____	32
6.2.1 Prva stopnja regulatorja_____	18	11.7 Plinski zakoni_____	32
6.2.2 Druga stopnja regulatorja_____	19	11.7.1 Boyle-Mariottov zakon_____	32
6.2.3 Kontrola regulatorja pred potopom_____	19	11.7.2 Daltonov zakon_____	33
6.2.4 Vzdrževanje regulatorja_____	20	11.7.3 Henryjev zakon_____	33
7.0 Kompenzator plovnosti_____	21	11.7.4 Charlesov ali Gay-Lussacov zakon_____	34
		11.7.5 Splošna plinska enačba_____	35
		11.8 Plovnost_____	36
		11.8.1 Arhimedov zakon_____	36
		11.8.2 Izguba plovnosti_____	37

11.8.3	Urnava plovnosti	38	15.0	Potapljaški znaki	51
11.8.4	Nevarnosti izgube plovnosti	38	15.1	Obvezni znaki	51
11.8.5	Pomembnost kontrole plovnosti	38	15.2	Dodatni znaki	53
11.8.6	Previdnostni ukrepi	38	15.3	Šolski znaki	54
12.0	Fiziologija	40	16.0	Dekompresijska bolezen	
12.1	Presnova	40		in potapljaške tablice	55
12.2	Dihanje	40	16.1	Absorbcija plinov v telesu	55
12.2.1	Pljuča	41	16.2	Dekompresijske tablice	55
12.2.2	Dihalna pot	41	16.3	Terminologija dekompresijskih tablic	56
12.2.3	Pljučni volumni in kapacitete	41	16.4	Pravila uporabe tablic	57
12.2.4	Izmenjava plinov	41	16.5	Navodila za uporabo Bühlmannovih potapljaških tablic	57
12.3	Cirkulatorni sistem	42	16.6	Varnostna pravila pri uporabi tablic ali potapljaškega računalnika	59
12.3.1	Srce	43	16.7	Potapljaški računalniki	60
12.3.2	Kri	43			
13.0	Patofiziološke spremembe pri potapljanju	44	17.0	Planiranje potopa	61
13.1	Motnje metabolizma	44	17.1	Izbira terena	61
13.1.1	Zadihanost	44	17.2	Organizacija potopa	62
13.1.2	Hipoksija	45	17.3	Potop in dejavnosti med potopom	62
13.1.3	Hipotermija	45	17.4	Dejavnosti po potopu	62
13.1.4	Hipertermija	46			
13.1.5	Izčrpanost in utrujenost	46	18.0	Varnostna pravila	63
14.0	Vpliv povišanega pritiska na človeško telo	47	19.0	Reševanje - potapljač je brez zraka	64
14.1	Vpliv povečanega pritiska na uho in njegova zgradba	48	19.1	Vzroki	64
14.2	Kompresija prsnega koša	48	19.2	Znaki	64
14.3	Delovanje povečanega pritiska na sinuse-obnosne votline	48	19.3	Izbira rešitve	64
14.4	Barotravma zob	48	20.0	Morje	66
14.5	Kompresija maske	49	20.1	Fizikalne lastnosti morske vode	66
14.6	Kompresija potapljaške obleke	49	20.2	Plimovanje-bibavica	67
14.7	Vpliv povečanega parcialnega pritiska dušika	49	20.3	Valovanje	67
			20.4	Morski tokovi	68
			20.5	Veter	68
			20.6	Nevarni morski organizmi v jadranskem morju	68

14.8 Plinska embolija	50	Potapljaške tablice	70
-----------------------	----	---------------------	----

1.0 Uvod

Potapljanje je, zahvaljujoč televiziji, filmu ter dnevnemu časopisju, ki pogosto obravnavajo teme, vezane na podmorski svet, postalo tako v svetu kakor tudi pri nas del vsakdana.

Čeprav dosežki v človeški podvodni aktivnosti segajo v leto 4500 pr.n.š., pa se je pravi razvoj potapljanja začel z razvojem prvega hidrostatskega regulatorja "na zahtevo" leta 1942. Njegova avtorja sta **Jacques Yves Cousteau** in **Emile Gagan**, ki sta s priključitvijo regulatorja na jeklenko s stisnjenim zrakom omogočila človeku prosto gibanje pod vodo, popolnoma neodvisno od vodne površine.



Začel se je pospešen razvoj športnega potapljanja in 10. Januarja 1959 so v Monaku delegati petnajstih držav osnovali Mednarodno potapljaško zvezo - **CMAS** (*Confederation Mondiale des Activités Subaquatiques* ali *World Underwater Federation*).

V Sloveniji segajo začetki športnega potapljanja v leto 1936, ko je skupina navdušencev, zbrana okrog bratov **Kuščer**, izdelala prvo potapljaško čelado. Prvo društvo za podvodna raziskovanja z imenom **Neptun** je bilo ustanovljeno leta 1951 v Ljubljani. Kasneje nastala društva na področju Slovenije so se leta 1971 povezala v Zvezo organizacij za morski športni ribolov in podvodne dejavnosti (registrirana 18.2.1972).

Današnje ime, Slovenska potapljaška zveza, je bilo sprejeto na skupščini 11.2.1977 in pod tem imenom je bila še istega leta sprejeta v Zvezo potapljačev Jugoslavije, s tem pa tudi posredno v CMAS. Z osamosvojitvijo republike Slovenije je prišlo tudi do razdružitve Zveze potapljačev Jugoslavije (3.11.1991 na Reki) in 1.2.1992 smo bili kot Slovenska potapljaška zveza sprejeti v CMAS.

Danes CMAS povezuje prek 100 nacionalnih potapljaških zvez za rekreativno potapljanje na petih kontinentih. Poleg izvršnega biroja sestavljajo CMAS trije komiteji: tehnični, športni in znanstveni, ki se naprej delijo na komisije in podkomisije. Neodvisno od komitejev delujeta pravna in zdravniška komisija.

CMAS je član:

- UNESCO (*UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION*);
- UICN-ja (*WORLD CONSERVATION UNION*);
- CIO -a (*INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE*).

CMAS priznavajo:

- GAISF (*GENERAL ASSOCIATION OF SPORT FEDERATIONS*);
- IWGA (*INTERNATIONAL WORLD GAMES ASSOCIATION*).

2.0 Potapljaške in inštruktorske kategorije izobraževalnega sistema CMAS-a

★ **POTAPLJAČ ENA ZVEZDICA (P-1)** je popolnoma izšolan potapljač za odprte vode z osnovnim znanjem in sposobnostmi za varno potapljanje z drugim izkušenim potapljačem ali inštruktorjem do maksimalne globine 20m.

★★ **POTAPLJAČ DVE ZVEZDICI (P-2)** je potapljač z določenimi izkušnjami, ki mu omogočajo potope s potapljačem P-3 do 30m oz. z inštruktorjem do 40m.

★★★ **POTAPLJAČ TRI ZVEZDICE (P-3)** je popolnoma izšolan potapljač z izkušnjami, zaradi katerih lahko vodi potapljače nižjih kategorij, asistira na potapljaških tečajih ter se potaplja do maksimalne globine za rekreativno potapljanje, to je 40m.

★★★★ **POTAPLJAČ ŠTIRI ZVEZDICE (P-4)** je potapljač s tremi zvezdicami, ki je dosegel višji nivo znanja od povprečja za P-3, in z bogatimi praktičnimi izkušnjami.

★ **INŠTRUKTOR ENA ZVEZDICA (M-1)** ima osnovno znanje, ki je potrebno za poučevanje kategorije P-1 in P-2, kakor jih določa CMAS.

★★ **INŠTRUKTOR DVE ZVEZDICI (M-2)** je izkušen inštruktor s teoretičnim in praktičnim znanjem, ki mu omogoča poučevanje vseh potapljaških kategorij in potapljaških specialnosti.

★★★ **INŠTRUKTOR TRI ZVEZDICE (M-3)** lahko zaradi svojega znanja in izkušenj vodi vse potapljaške in inštruktorske tečaje, potapljaške šole in centre.

3.0 Potapljaška oprema

Tako kot pri vseh drugih aktivnostih tudi pri potapljanju potrebujemo določeno opremo, brez katere si je nemogoče zamisliti več kot le nekaj minut-no bivanje v vodnem elementu oz. je potapljanje brez nje oteženo ali pa celo nevarno.

- 5 do 8 mm neopren;
- dvodelna: hlače (Long John), jopič s

Prenosljivo potapljaško opremo, ki dovaja potapljaču zrak ali katero koli dihalno mešanico po principu odprtega kroga (to pomeni, da potapljač vdihne iz opreme in izdihne v vodo), z mednarodno kratico imenujemo **SCUBA** (angl. **Self Contained Underwater Breathing Apparatus**).

Glede na namembnost jo delimo v štiri skupine:

- osnovna oprema;
- oprema SCUBA;
- potapljaški instrumenti;
- dodatna oprema.

3.1 Osnovna oprema

Brez osnovne opreme je potapljanje zelo oteženo. V to skupino osnovne opreme sodi ABC oprema (maska, dihalka, plavuti), pas z utežmi, potapljaška obleka, rokavice in škornji oz. nogavice.

1. Oprema ABC:
maska, dihalka, plavuti.

2. Pas z utežmi:
varnostna zaponka;
»spiro« tip;
najlon, bombaž.

3. Potapljaška obleka
mokra / polsuha:

kapuco;
- enodelna.

Suha:

- neoprenska;
- membranska.

4. Rokavice

3 ali 5 prstov;
3 do 5 milimetrski neopren.

5. Škornji / nogavice:

škornji – trd podplat, z zadrigo ali brez nje; nogavice za plavuti z opetnikom;
3 do 5 milimetrski neopren

Maska

Maska nam omogoča gledanje pod vodo, ker človeško oko nima sposobnosti izostritve slike v vodi. Zato je med oko in vodo postavljena steklena plošča, za katero je plast zraka, kar omogoča jasno sliko predmetov pod vodo.

Maska mora imeti naslednje lastnosti:

- tesnenje na obrazu uporabnika;*
- dopuščanje prijema za nos in s temizenačevanje pritiska v ušesih;*



-
- steklo z oznako "tempered glass";
 - majhen zračni volumen.

- plavanje z močjo (npr. plavanje v toku);

Prileganje maske obrazu testiramo tako, da jo prisesamo na obraz z vdihom skozi nos, pri čemer pritrditvenega jermena ne uporabimo. Če se maska prilega, bo nekaj časa ostala prisesana na obraz.

Dihalka

Dihalka je votla cev, s katero lahko dihamo, medtem ko imamo obraz v vodi.

Imeti mora obliko črke *I* s premerom od 15 do 25 mm, njena dolžino naj bo do 35 cm. Vrh dihalke ne sme zapirati nikakršen ventil, ki bi med potopom preprečeval vstop vode vanjo.

Ustnik mora biti oblikovan tako, da ga lahko udobno držimo med zobmi.



Plavuti



Pravilno izbrane plavuti nudijo maksimalno propulzijo ob minimalnem naporu in delujejo kot podaljšek nog.

Plavuti omogočajo:

- hitro plavanje;

- vztrajnostno plavanje.

Seveda nobene plavuti ne omogočajo vseh treh načinov plavanja istočasno. Zato se je pri izbiri plavuti potrebno odločiti, za kakšen način plavanja jih bomo potrebovali. Večinoma so za potapljanje primerne srednje dolge plavuti s srednjo trdoto.

Ostale karakteristike plavuti:

Stopalni del

Odprta peta, ki je opremljena z regulacijskim jermenom, je primerena za uporabo s potapljaškimi copati, medtem ko je zaprt stopalni del primeren za uporabo z neoprenskimi nogavicami ali na boso nogo.

Plavajoče ali neplavajoče plavuti

Izgubljeni plavuti potapljač lažje sledi proti dnu, potapljač na dah pa proti površini.

Odprtine na listu plavuti

Odprtine naj bi omogočale lažji pretok vode skozi list plavuti ob gibu navzgor. O njihovem resničnem učinku za boljši izkoristek plavuti ni trdnega dokaza.

Odprtina za prste

Normalno imajo plavuti z opetnikom spredaj odprtino za prste; plavuti z odprto peto odprtine običajno nimajo.

Prožnost lista plavuti

Mišice nog morajo delovati proti uporabi vode ob vsakem gibu plavuti navzgor oz. navzdol, zato mora biti list primerno elastičen. S tem je omogočeno dolgo neutrujajoče plavanje.

Velikost stopalnega dela

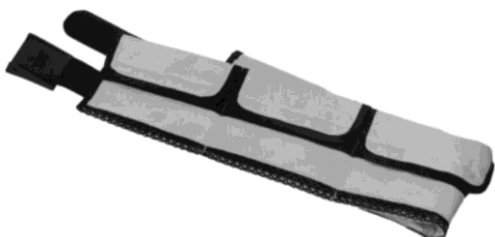
Plavuti se morajo prilegati stopalu, vendar v nobenem primeru ne smejo preprečevati cirkulacije krvi ali pa se snemati zaradi prevelike velikosti.

Pas z utežmi

Uteži, ki se nahajajo na pasu ali so v kombinaciji s kompenzatorjem plovnosti, so nujni del osnovne potapljaške opreme. Z njimi nevtraliziramo silo vzgona, ki nastopi zaradi ostale potapljaške opreme, predvsem potapljaške obleke. Pas, na katerega namestimo uteži, je običajno iz najlona in opremljen z zaponko, ki omogoča hitro odpiranje v nujnem primeru.



Masa uteži je odvisna od tipa in debeline potapljaške obleke, volumna jeklenke ter gostote vode (slana ali sladka voda). Večji kot je volumen jeklenke, večja bo razlika v njeni teži med začetkom in koncem potopa, saj porabljen zrak predstavlja določeno težo (teža 1m^3 zraka je približno 1,3 kg).



3.2 Vzdrževanje ABC opreme

Vsa oprema potrebuje redno vzdrževanje kar pomeni:

- pranje s sladko vodo po potopu;
- sušenje v senci;
- shranjevanje v primerni embalaži (steklo maske!);
- občasni pregled jermenov maske in plavuti.

4.0 Potapljaška obleka

Potapljač potrebuje toplotno zaščito ne glede na to, ali se potaplja v relativno topli ali hladni vodi. Ohranitev telesne temperature nam zagotavljajo različni tipi in modeli potapljaških oblek. Izbira vrste obleke je odvisna od temperature vode, v kateri se potapljamo in od končnega namena potapljanja (zadnje velja predvsem za suho obleko).

Voda prevaja toploto petindvajsetkrat bolj učinkovito kot zrak. Temperatura Jadranskega morja, kjer se največ potapljamo, na površini niha od 20 do 29 °C avgusta in od 12 do 13 °C februarja. Med potapljanjem se običajno spustimo pod termoklino, to je mejo med površinsko toplejšo vodo in hladnejšo globinsko vodo, kjer je tudi poleti temperatura med 17 in 19 °C (odvisno od temperature površinske vode). Poleg tega potapljač zaradi umirjenega plavanja proizvaja manj toplote, kar pomeni, da bo prišlo še hitreje do njegove podhladitve.

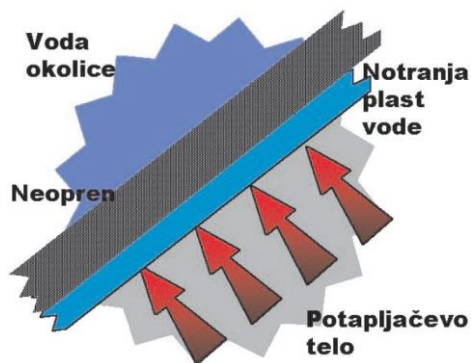
Glavni namen katerekoli potapljaške obleke je zaščita potapljača pred preveliko izgubo toplote, poleg tega pa obleka ščiti tudi pred manjšimi poškodbami kože, ki bi jih lahko potapljač dobil pod vodo ob kontaktu z ostrimi skalami in drugimi predmeti ali morskimi organizmi.

4.1 Tipi potapljaških oblek

Obstajajo trije tipi potapljaških oblek, ki potapljača različno ščitijo pred podhladitvijo. Tudi v okviru enega tipa obleke obstajajo razlike v toplotni izolaciji zaradi različnih materialov ali izvedb obleke.

Glede na tip zaščite jih delimo na mokro, pol-suho in suho obleko.

Mokra obleka



Mokra obleka je narejena iz ekspandirane umetne gume, imenovane neopren. Mehurčki v obleki so med seboj ločeni tako, da obleka ne more vpijati vode kot goba. Mehurčki vsebujejo dušik in pripomorejo k boljši toplotni izolaciji, vendar pa se z globino manjšajo (dušik v njih se zaradi povečanega pritiska okolice komprimira), obleka se tanjša in sorazmerno s tem izgublja svojo izolacijsko sposobnost.

Zgornja in spodnja stran neoprena sta zaprti in običajno prevlečeni z najlonom ali likro, ki naredita obleko trpežnejšo.

Mokra obleka je narejena tako, da dopušča vodi vstop pod obleko (od tod njeno ime), kjer ostane in se segreje na temperaturo kože. Za učinkovito toplotno zaščito mora biti obleka krojena po telesu, tako da ne dopušča kroženja vode ali celo izmenjave z zunanjo hladno vodo. Plast segrete vode pod obleko pripomore tudi k toplotni zaščiti potapljača.

Mokre potapljaške obleke so običajno debele od 5 do 8 mm in sestavljene iz hlač, ki pokrivajo tudi zgornji del telesa (Long John tip) ter jopiča s kapuco. Jopič je opremljen z zadrgo, ki je lahko všita le do zgornjega dela prsnega koša ali pa do kapuce. Za lažje oblačenje obleke so lahko zadrge všite tudi na gležnje in zapestja.

Poleg same obleke so za nižje temperature vode priporočljive tudi rokavice in nogavice oz. copate. V primeru izbire copat moramo uporabljati plavuti na pas, pri izbiri nogavic (3-5 mm) pa morajo biti plavuti vsaj za eno številko večje od plavuti, ki jih uporabljamo na golo stopalo.

Rokavice so običajno debele od 3 do 5 mm s petimi prsti oz. za hladnejšo vodo s tremi prsti - palec in kazalec sta ločena od ostalih prstov.

Polsuha obleka

Polsuha obleka se razlikuje od mokre le v tem, da ima na gležnjih, zapestjih, robu kapuce in pod zadrgo gladko površino neoprena, ki nalega neposredno na kožo. Na ta način je zmanjšana količina vode, ki bi se izmenjavala z vodo okolice, povečana pa je tudi izolacijska sposobnost obleke.

Boljši tipi polsuhih oblek so enodelni z gladkimi neoprenskimi manšetami in z za vodo nepropustno zadrgo. Kljub temu pa majhna količina vode vstopi v obleko.

Za čim boljšo izolacijo je najbolje, da je obleka krojena po meri potapljača, saj preohlapna obleka dopušča vdor hladne vode iz okolice pod obleko, pretesna pa je neprijetna oz. omejuje gibe ali celo cirkulacijo krvi.

Previdnost

Prevelika ali le preohlapna obleka na določenih delih telesa slabo ščiti potapljača. Ves čas prihaja do izmenjave vode izpod obleke s hladnejšo vodo iz okolice.

V poletnih mesecih se oblečemo šele, ko je vsa ostala oprema pripravljena za potop, saj bi na soncu hitro prišlo do prekomernega segrevanja telesa in v skrajnem primeru do toplotnega udara.

Suha obleka, ki se uporablja za potapljanje v

zimskem in spomladanskem obdobju, zahteva dodatno praktično znanje o uporabi, saj lahko

nepravilna uporaba privede do resne potapljaške nezgode, to je do prehitrega dviga in s tem povezane dekompresijske bolezni ali pa celo pokanja pljučnih mešičkov (barotravma pljuč). Obleka te vrste ni primerna za začetnika oz. naj bi se z njo potapljač spoznal šele, ko dodobra obvlada ostalo potapljaško opremo in med potopom nima več nikakršnih težav.

4.2 Vzdrževanje potapljaške obleke

Kot ostalo potapljaško opremo je potrebno tudi obleko oprati v sladki mlačni vodi po uporabi v slani ali nečisti sladki vodi. Sušimo jo v senci, obešeno na plastični obešalnik, saj bi lahko kovinski pustil na njej madeže rje.

Obleko peremo le ročno z obilico vode, pri tem lahko uporabimo tekoče milo ali posebne šampone za pranje neoprenskih oblek, ker pralni praški lahko poškodujejo obleko. Za zaključek pranja uporabimo le čisto vodo brez kakršnih koli dodatkov. Notranjost potapljaških copat je pogosto težko hitro popolnoma posušiti, kar lahko povzroči razvoj mikroorga-nizmov. Priporočljivo je, da jih občasno operemo v dezinfekcijskem sredstvu.

Obleko shranjujemo obešeno v hladnem, suhem in temnem prostoru. Zadrگو občasno premažemo s silikonsko mastjo.

5.0 Opis tehnike prostega potapljanja ali potapljanja na dah

Vsak potapljač SCUBA mora obvladati tehniko potapljanja na dah, saj je to osnova v primeru, ko ostanemo brez zraka ali pa ko se moramo potopiti nekaj metrov brez opreme SCUBA. Poleg tega se pri tem naučimo nekaj tehnik, ki jih kasneje potrebujemo pri potapljanju s celotno potapljaško opremo.

enakomeren.

5.1 Položaj telesa za potop

Prsni položaj - kolikor mogoče horizontalno. Telo je stegneno tik pod površino. Glava je v ravnini s telesom (ne previsoko in ne prenizko). Gladina vode je v višini zgornjega roba maske oz. v višini sredine čela; pogled je običajno usmerjen naprej in navzdol pod kotom 45°. Noge so pod površino, stopala so iztegnjena, tako da so tudi plavuti v vodoravni legi.

5.2 Delo nog

Plavanje s plavutmi zajema celotno dolžino noge in ne le njenega spodnjega dela. Zato zamahi nog izvirajo iz kolkov in ne iz kolen, kar je običajna napaka pri plavanju začetnikov. Prsti nog so obrnjeni nazaj, vendar morajo gležnji kljub temu ohraniti določeno stopnjo prožnosti. Velikost razmika med zgornjo in spodnjo nogo je med plavanjem odvisna od posameznika in običajno odgovarja njegovemu koraku. Med plavanjem naj bodo noge čim bolj skupaj, saj to omogoča večji odziv vode.

Med gibanjem noge navzgor naj bo ta čim bolj zravnana, udarec noge se mora končati tik pod gladino. Na ta način ne pride do izgube moči plavalnega giba in do udarjanja s plavutmi po gladini vode. Ritem plavanja naj bo umirjen in

5.3 Vstopi v vodo

Pri izbiri metode vstopa v vodo mora apneist (potapljač na dah) ali potapljač upoštevati trenutne maritimne pogoje, globino, vidljivost v vodi, tokove, podvodne ovire in višino vstopa ter predvideti tudi mesto povratka na obalo.

Tihi vstop (max. višina vstopa 1m)

Iz sedečega položaja z nogami čez rob čolna ali bazena se s pomočjo rok dvignemo in počasi spustimo v vodo.

Vstop s korakom

(max. višina vstopa 1m)

V stoječem položaju, držoč masko z desno dlanjo (potapljač SCUBA drži z isto roko tudi regulator v



v ustih), stopimo v vodo s čim večjim korakom. Med skokom imamo komolce rok tesno ob telesu (potapljač drži z levo roko rob ali pas kompenzatorja plovnosti oz. konzolo z instrumenti). Noge ostanejo v razkoraku.

Navpični vstop (max. višina vstopa 3m)

Iz stoječega položaja s sonožnim poskokom skočimo v vodo. Pri skoku sta nogi skupaj in stegnjeni. Navpični vstop lahko pričnemo tudi s korakom in nogi nato priključimo. Ostalo velja kot za vstop s korakom.

Preval na hrbet (max. višina vstopa 1m)

Iz sedečega položaja na robu čolna ali bazena se s pokrčenimi nogami prevalimo na hrbet. Ostalo velja kot za vstop s korakom.



5.4 Potop

Potop "na glavo"

Ležeč iztegnjeno na površini vode, z iztegnjenimi rokami približamo brado k prsim, se prepognemo v pasu, pri čemer roke usmerimo proti dnu. Istočasno dvignemo tudi obe nogi naravnost nad glavo ter z zamahom rok ob telo še pospešimo hitrost potopa.

Potop "na noge"

Pri prostem potapljanju se ta tehnika zaradi neučinkovitosti ne uporablja. Pri potapljanju SCUBA pa je to običajen začetek potopa. Za potop je potrebna le izpraznitev kompenzatorja plovnosti. Tehnika prostega potapljanja pri tem načinu potopa zahteva, da se z močnim plavanjem čim bolj dvignemo nad površino ter nato z rokami ob telesu in s stegnjenimi nogami prosto zdrsujemo pod površino. Ko se potapljanje ustavi, pokrčimo noge v kolenih, se prepognemo v pasu, roke pa stegnemo naprej. Tako zavzamemo vodoravni položaj, iz katerega lahko odplavamo naprej.

5.5 Praznjenje maske

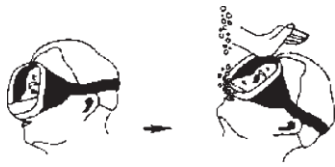
Masko, ki je deloma ali v celoti napolnjena z vodo, lahko izpraznimo tako, da zatesnimo rob maske kot je prikazano na risbi in pihnemo skozi nos. Zrak bo izpodrinil vodo iz maske na njenem drugem delu. V primeru, da

nismo uspeli popolnoma izprazniti masko, postopek ponovimo. Praznjenje maske se pri potapljanju na dah praktično ne uporablja razen pri vajah na tečajih potapljanja.

Obvladovanje tehnike praznjenja maske je nujno pri SCUBA potapljanju, saj se med potopom maska velikokrat deloma napolni z vodo.

5.6 Dvig na površino

Apneist (potapljač na dah) in tudi potapljač SCUBA imata med dvigovanjem dvignjeno roko nad glavo - potapljač SCUBA levo roko z inflatorjem kompenzatorja plovnosti - in se obračata okrog osi. Na ta način se lahko prepreči udarec ob predmete pod površino ali na njej. Potapljač po končanem dvigu spremstvu na čolnu ali na obali z dvignjeno roko pokaže znak »O.K.«.

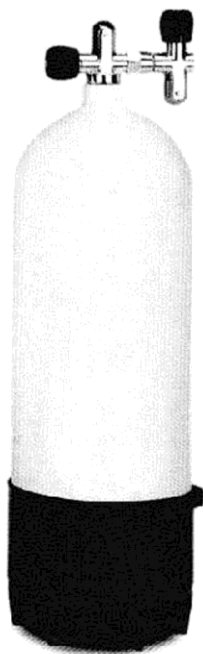


VZVRNJENA GLAVA



GLAVA NAGNJENA NA STRAN

6.0 Avtonomna potapljaška oprema ali SCUBA oprema



Osnovna SCUBA (angl. *Self Contained Underwater Breathing Apparatus*) oprema je sestavljena iz jeklenke z ventilom in hidrostatskega regulatorja, ali na kratko, regulatorja. Razumevanje njunega delovanja, načina uporabe ter vzdrževanja je nujno za varno in sproščeno potapljanje.

debelejše stene aluminijevk od jek-

6.1 Jeklenka

Visokotlačna posoda ali jeklenka vsebuje dihalni medij pod pritiskom. Jeklenke za športno potapljanje vsebujejo zrak, v primeru tehničnega pota-

pljanja pa lahko jeklenka vsebuje različne druge pline ali njihove mešanice.

Material jeklenke

Trenutno se izdelujejo potapljaške jeklenke iz dveh vrst materialov, jekla in aluminija. Kevlar je zaradi svoje majhne teže uporaben za gasilske "jeklenke", pri katerih ni pomemben vzgon v vodi. Pri uporabi v vodi bi moral potapljač kompenzirati njihov vzgon z velikim številom svinčenih uteži na pasu ali na drugem mestu.

Prednost jeklenk iz aluminija ali aluminijevk je v tem, da ne rjavijo, temveč se v primeru vlage prevlečejo z belim aluminijevim oksidom, zaradi katerega aluminijevka propada veliko počasneje kot pa jeklenka zaradi rje. Manjša trdnost aluminija napram jeklu zahteva dosti

lenk, zato je vzgon aluminijevk v vodi večji od vzgona jeklenk. Kljub manjši teži aluminijevk pa njihova uporaba s prostornino več kot 12 l zaradi večjega vzgona od jeklenk ni praktična pri športnem potapljanju.

Prostornina jeklenke

Izbor prostornine ali "velikosti" jeklenke je odvisen od njenega delovnega pritiska, globine potopa, časa potopa ter od povprečne potapljačeve porabe zraka na minuto.

Za športno potapljanje se največkrat uporabljajo jeklenke z volumnom 10, 12, 15 in 18 l. Pri zahtevah po večjih količinah zraka pa je smiselna povezava dveh jeklenk s posebnim "mostom". Tako dobimo kombinacije jeklenk 2 x 10 l, 2 x 12 l itd.

Kot rezervne jeklenke ali v primeru potapljanja otrok pa uporabljamo jeklenke s prostornino pod 10 l (2, 5 in 7 l).

Posebne jeklenke s prostornino 0,5 l so priključene na nekatere tipe kompenzatorja plovnosti in so namenjene reševanju potapljača v sili.

Delovni in testni pritisk jeklenke

Pritisk, do katerega lahko napolnimo jeklenko, imenujemo delovni pritisk in je običajno od 200 do 250 barov (200, 220, 225, 232, 250). Profesionalne jeklenke lahko imajo delovni pritisk tudi do 300 barov. Aluminijevke so v večini primerov izdelane v ZDA in imajo zato pritisk označen v psi enoti (paund per square inch). Aluminijevke imajo navadno delovni pritisk označen s 3000 psi, to je 204 bare.

Zaradi varnosti uporabe se jeklenke v

določenih časovnih obdobjih testira pod povišanim pritiskom, ki ga imenujemo testni pritisk in je, npr. za jeklenko z delovnim pritiskom 200 bar, 300 bar.

Internacional odvijte iz ventila z imbusnim ključem. Na mestu priključka Internacional

Oznake na jeklenki

Vsaka potapljaška jeklenka ima na vrhnjem delu pod vratom oznake, ki prikazujejo vse podatke, ki so nujni za uporabnika. Vtisnjene so naslednje oznake:

- ime proizvajalca jeklenke (npr. Faber);
- serijska številka;
- plin, za katerega je namenjena (npr. aria - zrak);
- delovni in testni pritisk (npr. 200 / 300 bar);
- volumen jeklenke (npr. 10 l);
- teža jeklenke pri pritisku zraka v jeklenki 1 bar (tj. teža prazne jeklenke);
- datum izdelave;
- žig proizvajalca;
- barva zgornjega zaobljenega dela jeklenke mora biti obarvana s črno in belo barvo v razmerju 1:1.

Pri ponovnem testiranju se vtisne na jeklenko:

- datum testiranja;
- žig ustanove, ki je pooblaščen za testiranje jeklenk.

Poleg zgornjih oznak je na jeklenkah ali aluminijevkah lahko tudi oznaka zlitine v obliki večmestega števila in črk.

6.1.1 Ventil jeklenke

Glavna naloga ventila jeklenke je, da omogoča odprtje in zaprtje pretoka zraka iz jeklenke. Pri tem ločimo dva tipa zapiranja, vretenkega in krogličnega (npr. Scubapro). Na ventilu je tudi mesto za pritrditev hidrostatskega regulatorja, ki je lahko v kombinaciji priključka Internacional in DIN ali pa le z možnostjo za namestitev regulatorja s priključkom Internacional. V primeru kombinacije obeh priključkov se priključek

regulatorja se nahaja tesnilo, imenovano "O-ring", ki je podvrženo poškodbam in zato zahteva občasno zamenjavo.

6.1.2 Uporaba jeklenke

Jeklenko se polni vedno le do delovnega pritiska.

Jeklenko na hrbet potapljača pritrdimo s kompenzatorjem plovnosti.

Kontrola jeklenke pred potopom obsega:

- brezhibnost ventila jeklenke;
- stanje »O – ringa« ventila jeklenke;
- pritisk zraka v jeklenki;
- vonj zraka v jeklenki.

6.1.3 Vzdrževanje jeklenke

Nikoli ne izprazni jeklenke do konca.

Izogibaj se hitremu praznjenju jeklenke (v jek-

lenki se tvori kondenz). Pranje zunanosti jeklenke po potopu s sladko vodo.

Shranjevanje jeklenke pod pritiskom 10 - 15 bar.

Shranjevanje jeklenke v pokončnem položaju.

6.2 Regulator



Funkcija

Regulator (tudi hidrostatski regulator ali respirator) je namenjen za redukcijo pritiska zraka v jeklenki na pritisk, ki je primeren za dihanje, to je na pritisk okolice, pri čemer dovaja zrak na zahtevo potapljača.

Poleg regulacije pritiska pa mora regulator potapljaču dovajati zadostno količino zraka ne glede na pritisk okolice. Količina zraka, ki jo potapljač pri umirjenem plavanju na globini 20 m potrebuje na minuto, se od približno 75 l lahko pri začetnikih, ob delu ali pri premraženem potapljaču poveča na 150 l.

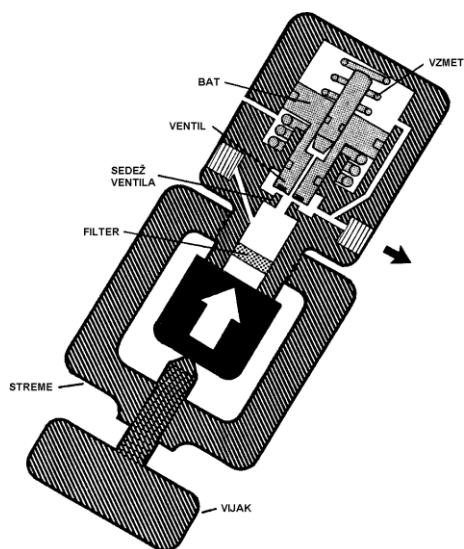
K porabnikom zraka pa lahko prištejemo še kompenzator plovnosti, suho obleko, podvodna padala, oktopus (dodatna druga stopnja regulatorja) itd., katerih uporaba ne sme vplivati na pravilno delovanje regulatorja.

Tipi regulatorjev

Regulatorji so dvostopenjski, pri čemer se prva stopnja pritrudi na ventil jeklenke, drugo stopnjo pa potapljač drži z usti.

Prva stopnja dvostopenjskega regulatorja je lahko membranska ali batna, ta dva tipa pa sta lahko še balansirana ali nebalansirana. Večina sodobnih regulatorjev je balansiranih.

6.2.1 Prva stopnja regulatorja



Pritisk zraka iz jeklenke se v prvi stopnji zreducira na do 9 bar nad pritiskom okolice - odvisno od znamke in modela regulatorja. Na prvi stopnji je več odprtin, od katerih ima vsaj ena oznako HP (high pressure), vanjo se privije visokotlačna cev manometra. Ostale odprtine so namenjene za nizkotlačne cevi naslednjih porabnikov: druga stopnja, oktopus, kompenzator plovnosti, suha obleka itd.

Protiprašni pokrov (priporočljivo z "O

ringom”), s katerim se pokrije vstopno odprtino prve stopnje, preprečuje vdor vode in nečistoč v njen občutljiv mehanizem, kar bi lahko povzročilo poškodbe zaradi korozije ali mehanskih delcev.

Zrak bo pritekal v komoro toliko časa, dokler

6.2.2 Druga stopnja

Telo druge stopnje je povezano s prvo prek nizkotlačne cevi, v kateri je pritisk zraka do 9 barov nad pritiskom okolice.

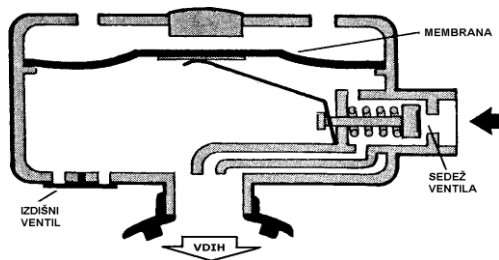
Na zgornji strani druge stopnje se nahaja gumb za prezračevanje, s katerim se lahko ročno pritisne na membrano in s tem odpre dovod zraka v drugo stopnjo. Uporablja se za praznjenje druge stopnje pod vodo ali za testiranje delovanja regulatorja pred uporabo.

Na spodnji strani telesa druge stopnje sta nameščena en ali dva izdišna ventila, deflektor, katerega funkcija je, da usmeri izdihani zrak ob straneh obraza, in ustnik.

Način delovanja druge stopnje regulatorja

Druga stopnja regulatorja je toga komora, ki je na eni strani zaprta z membrano. Pod njo se v komori nahaja vzvod, preko katerega se odpira ventil za vstop zraka v komoro.

V primeru, da je pritisk okolice višji od pritiska v komori pod membrano, se bo ta zaradi tega ubočila in s tem preko vzvoda odprla ventil za dovod zraka.



ne bosta pritiska na obeh straneh membrane izenačena in s tem membrana v osnovnem položaju.

Regulator »Oktopus«

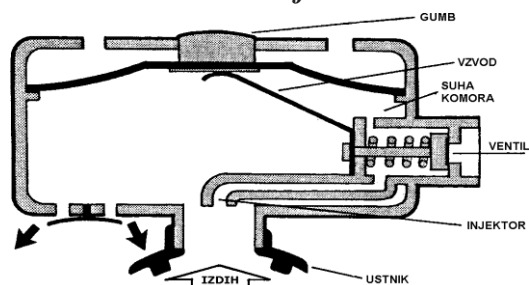
Ime je grškega izvora (okto – osem + podos – noga) in pomeni hobotnico. Regulator Oktopus je dodatna druga stopnja regulatorja, ki je s svojo cevjo povezana s prvo stopnjo glavnega regulatorja in je zaradi svoje koristnosti obvezen del potapljaškega regulatorja. Namen tega regulatorja je nudenje možnosti neoviranega dihanja sopotapljača v primeru, da je ostal brez zraka. S tem je izključena potreba po dihanju v paru, ki je lahko v primeru stresne situacije nevarna tako za potapljača, ki daje zrak kot tudi za tistega, ki ga prejema.

Zaradi lažje prepoznavnosti in rokovanja je octopus na daljši cevi rumene barve.



Brez uporabe oktopusa je praktično nemogoče izvesti pravilno dekompresijo pri dihanju dveh potapljačev na eno drugo stopnjo. Zaradi zadrževanja

zraka med izmenjavo regulatorja se namreč podaljša čas, ki ga potrebuje človeško telo za izločanje dušika. Zato



lahko le ocenimo podaljšanje dekompresijskega časa, ki nam ga predpisujejo potapljaške tablice ali računalnik.

6.2.3 Kontrola regulatorja pred potopom

Pred vsakim potopom se mora regulator vizuelno pregledati, prav tako je potrebno testirati njegovo delovanje. Nikoli se ne potaplja z regulatorjem, na katerem so vidne fizične poškodbe, ali z regulatorjem, ki ima podstandardno delovanje.

Pred priključitvijo regulatorja na polno jeklenko je potrebna kontrola "O ringa", ki se nahaja na ventilu jeklenke (priključek Internacional) ali na 1. stopnji regulatorja (priključek DIN).

S pritisnjenim ventilom za prezračevanje in manometrom, obrnjenim proč od obraza, se počasi odpre ventil jeklenke in istočasno spusti prezračevalni gumb. Na ta način se prepreči prevelik udar visokega zračnega pritiska na

mehanizem prve stopnje. Po sprostitvi gumba se mora izhajanje zraka ustaviti.

Za nadaljnje testiranje delovanja regulatorja se večkrat globoko in počasi vdihne. Regulator mora pri tem dovesti zadostno količino zraka brez posebnega napora, vibriranja ali neprekinjenega izhajanja zraka (angl. free - flow).

Preveri se pravilno delovanje manometra. Vzrok za to, da kazalec manometra med vdihom niha, je v ne dovolj odprtem ventilu jeklenke ali pa v oksidiranem sintranem filtru prve stopnje.

6.2.4 Vzdrževanje regulatorja

Po potopu

Po potapljanju v kakršnikoli vodi (slani, sladki ali v bazenu) je potrebno regulator sprati z mlačno vodovodno vodo. Slina je prav tako korozivna kot morska voda. Pred pranjem je potrebno namestiti zaščitni protiprašni pokrov, med samim pranjem pa se ne sme pritiskati na prezračevalni gumb, ker bi to povzročilo vstop vode preko ventila druge stopnje v mehanizem prve stopnje.

Občasno se lahko zunanje dele regulatorja zaščiti s silikonskim sprejem, v nobenem primeru pa se s silikonsko mastjo ne maže glavne membrane in izdišnih membran druge stopnje. To lahko med delovanjem predvsem pri glavni membrani povzroči zdrs iz njenega ležišča. Za mazanje regulatorja se nikoli ne uporablja mineralnih olj.

Letna kontrola

Vsako leto po končani potapljaški sezoni ali po petdesetih potopih je potrebno oddati regulator v pooblaščen servis zaradi vzdrževanja in ponovne nastavitve delovanja.



7.0 Kompenzator plovnosti

Potapljaču se med potopom spreminja vzgon zaradi dveh glavnih vzrokov. Neoprenska obleka se zaradi svoje zgradbe z globino tanjša, s tem pa se manjša plovnost potapljača. Drug vzrok je poraba zraka, saj ima zrak tudi določeno težo in je zaradi tega potapljač proti koncu potopa na isti globini lažji kot na začetku.

Vse spremembe v plovnosti lahko kompenziramo z nekakšno vrečo, v katero dodajamo ali iz nje izpuščamo zrak. Imenujemo jo kompenzator plovnosti.

Uporaba kompenzatorja plovnosti je eden od osnovnih pogojev za varno potapljanje SCUBA. Njegove osnovne naloge so:

Zagotavljanje pozitivne plovnosti potapljača na površini, ko je v hrbtnem položaju zaradi počivanja ali onesposobljenosti (nekateri tipi kompenzatorja plovnosti tega ne omogočajo). Zagotavljanje kontrole plovnosti na katerikoli globini.

Vsi potapljači SCUBA morajo zaradi svoje in sopotapljačeve varnosti uporabljati kompenzator plovnosti.

Kompenzator plovnosti ima vzgonsko vrečo, razporejeno okrog pasu ter na hrbtu. Vzgonsko kapaciteto ima od 12 do 30 kg (odvisno od modela oz. velikosti: S, M, L, XL).

Na kompenzator so prek zunanje vreče pritrjeni: rebrasta cev za napihovanje, ventil za hitro praznenje in avtomatski nadtladni ventil.

Na koncu rebraste cevi se nahaja del za napihovanje kompenzatorja z usti (ustni inflator) in del, ki je prek konektorja in nizkotlačne cevi povezan s prvo stopnjo regulatorja. Imenujemo ga direktni inflator in omogoča polnjenje kompenzatorja direktno iz jeklenke s pritiskom na ventil inflatorja. Z drugim ventilom, ki se še nahaja na inflatorju, pa praznimo kompenzator plovnosti. Možna je tudi izvedba inflatorja v obliki dodatnega regulatorja (Air two).

Ta omogoča poleg običajnega polnjenja in praznjenja kompenzatorja tudi neovirano dihanje prek prve stopnje iz jeklenke.



Standardni tip inflatorja tudi omogoča dihanje iz vreče kompenzatorja, vendar se bo v primeru izdihovanja v vrečo v njej povečevala količina ogljikovega dioksida, pri izdihovanju v okolico pa se bo zmanjševala plovnost potapljača.

Kompenzator ima že vključen nahrbtnik (trdi ali mehki tip) in se s hitro sponko pritrudi direktno na jeklenko. Vse skupaj se z jermenjem s pomočjo hitrih sponk (dve na ramah, ena na pasu in ena na prsih) pritrudi na potapljača.

Obstaja tudi »hrbtni« tip jopiča, kjer je vzgonska vreča v celoti nameščena okrog jeklenke na hrbtu. Namenjen je predvsem tehničnemu potapljanju, kjer se uporabljajo dodatne jeklenke, nameščene na sprednjo stran potapljača, oz. v primerih, ko potrebuje potapljač prostor na prsih.

Zaradi svoje zgradbe ne omogoča počivanja potapljača na površini v hrbtnem položaju in je neprimeren za rekreativno potapljanje.

7.1 Uporaba kompenzatorja plovnosti

1. Površinski rešilni jopič

Kompenzator plovnosti mora omogočiti utrujenemu ali onespособljenemu potapljaču plavanje na površini v hrbtnem položaju. V takem primeru pas z utežmi pomaga pri ohranjanju pravilnega položaja. V primeru, da kompenzator kljub temu obrača potapljača na vodni površini na obraz, je potrebno premakniti pritrditveni jermen za nekaj centimetrov navzdol po jeklenki.

2. Uravnavanje plovnosti

Zaradi večanja pritiska vode z globino pride do stiskanja neoprena potapljaške obleke in s tem do zmanjševanja plovnosti potapljača. Med potopom se zaradi porabljenega zraka manjša teža jeklenke, kar potapljač občuti v naraščanju plovnosti. Zmanjšanje oz. povečanje plovnosti potapljač uravnava s polnjenjem oz. praznjenjem kompenzatorja plovnosti. Med dvigom se neoprenska obleka širi do prvotnega volumna. To povzroči povečanje plovnosti potapljača, kar ta uravnava s praznjenjem kompenzatorja plovnosti.

3. Potapljaško padalo

Popolnoma napihnen kompenzator plovnosti bo dvignil potapljača iz globine s hitrostjomed 90 in 120 m/min. Odvečni zrak, ki bo med dvigovanjem nastajal zaradi zmanjšanja pritiska, se bo avtomatsko izločal iz kompenzatorja prek varnostnega ventila.

Tak način dvigovanja zahteva posebno vajo in se lahko izvaja le na začetku potopa zaradi nevarnosti nastanka dekompresijske bolezni.

4. Dodatni izvor zraka

V nujnem primeru lahko uporabimo zrak iz kompenzatorja plovnosti. Taki načini samoreševanja zahtevajo predhodno vajo.

Opozorila!

Hitri dvig

Pri nezadostnem ali prepočasnem praznjenju kompenzatorja med dvigom pride do pospešenega dvigovanja, ki ima lahko za potapljača usodne posledice. Nastopilahko dekompresijska bolezen in v najhujšem primeru tudi barotravma pljuč zaradi neizdihovanja zraka.

Dvigovanje predmetov

Kompenzator plovnosti se ne sme **nikoli uporabiti za dvigovanje potopljenih predmetov**. V primeru, da potapljač nenadoma izpusti predmet ki ga dviguje, povzroči prekomerno napolnjen kompenzator plovnosti veliko hitrost dviga. Posledica je lahko dekompresijska bolezen ali barotravma pljuč ali oboje.

Praznjenje kompenzatorja

Med dvigom je bolj priporočljivo praznjenje kompenzatorja preko inflatorja, kotpreko ventila za hitro praznjenje (boljša kontrola praznjenja).

Pravila uporabe kompenzatorja plovnosti

Vedno se potapljay s kompenzatorjem plovnosti.

Preveri kompenzator pred potopom.

Pravilno namesti kompenzator na jeklenko.

Ne uporabljaj kompenzatorja za dvigovanje potopljenih predmetov.

Uporabljay ga za uravnavanje plovnosti.

Med dvigom počasi izpuščaj zrak iz kompenzatorja.

Zaščiti kompenzator pred ostrimi predmeti.

7.2 Kontrola kompenzatorja pred potopom

Vizuelni pregled kompenzatorja.

Kontrola delovanja direktnega in ustnega inflatorja.

Kontrola delovanja vseh ventilov za praznjenje kompenzatorja.

Preverjanje nastavitve pritrilnega jermenja.

7.3 Vzdrževanje kompenzatorja plovnosti

Kompenzator plovnosti je po vsaki uporabi potrebno oprati v sladki vodi. S tem preprečimo poškodbe zaradi korozije, tvorbe kristalov soli in napada klora. Zadrge pri kompenzatorjih z dušo je potrebno občasno odpreti in zapreti, da odstranimo eventuelno nečistočo, ki bi poškodovala zobčke zadrge, in jo namazati s silikonsko mastjo.

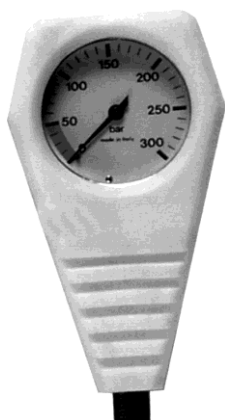
Notranjost kompenzatorja vključno z rebrasto cevjo in ventili inflatorja zahteva skrbno spiranje s sladko vodo. Po končani sezoni je priporočljivo pranje z blagim dezinfekcijskim sredstvom.

V primeru, da nimamo možnosti oprati kompenzator plovnosti, ga shranimo v PVC - vrečo ali zapremo v primerno posodo. Na ta način preprečimo izhlapevanje vode in tvorbo kristalov soli, ki ga lahko poškodujejo. Oprani kompenzator sušimo vedno le v senci!

8.0 Potapljaški instrumenti

Manometer je osnovni potapljaški instrument, ki potapljača ves čas potopa seznanja s pritiskom zraka v jeklenki.

Obvezna instrumenta sta globinomer in ura, ki pa ju danes marsikateri potapljač nadomesti s potapljaškim računalnikom.



Manometer

Lahko je v kombinaciji s potapljaškim računalnikom in kompasom ali v kombinaciji z globinomerom in kompasom.

Ura



Mora biti točna in zanesljiva. Luneta na uri se mora vrteti le v eno smer, in to obratno od smeri vrtenja urinih kazalcev. Zaradi občasnega servisiranja, ki obsega tudi test tesnenja, se priporoča izbira

znamke ure, za katero je v bližini tudi urarski servis.

Globinomer

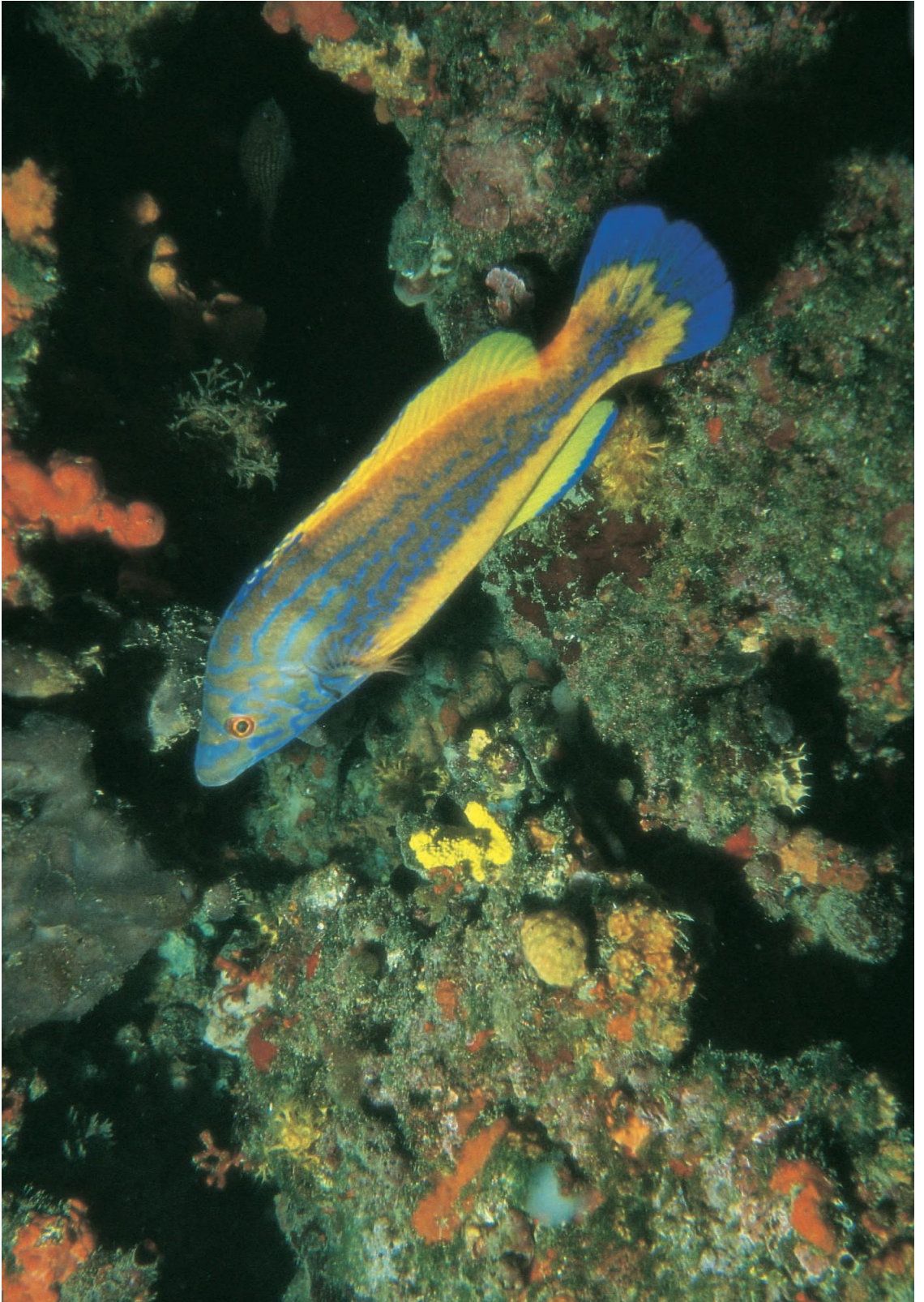
Na trgu obstajajo različni tipi in znamke globinomerov, bistvo pa so tudi tu točnost in zanesljivost ter možnost natančnega odčitavanja globine, predvsem plitvejšega dela zaradi natančnosti dekompresijskega postanka.

Kompas

Omogočati mora pravilno določanje smeri med plavanjem (stransko okence na kompasu).



*K obvezni potapljaški opremi prištevamo tudi potapljaške tablice, iz katerih s pomočjo ure in globinomera odčitamo globino in dolžino postanka pri povratku proti površini. Tablice, globinomer in uro združujejo **potapljaški računalniki**, ki pa ne zagotavljajo 100% varnosti pred nastankom dekompresijske bolezni. Priporoča se, da imajo potapljači poleg računalnika tudi potapljaške tablice.*



9.0 Dodatna potapljaška oprema

Oprema, ki spada v to skupino, nam potop naredi prijetnejši, zanimivejši in v določenih primerih tudi varnejši. V to skupino prištevamo podvodno svetilko, potapljaški računalnik, signalno bojo, podvodni fotoaparati ali kamero ter torbo ali plastično posodo za shranjevanje potapljaške opreme.

Signalna boja je ponekod z zakonom predpisana in pripomore k večji varnosti pri povratku potapljača na površino.

1. Podvodna svetilka

LED žarnice

Trdno ohišje

Po možnosti magnetno stikalo

2. Potapljaški računalnik

Združuje uro, globinomer in potapljaške

tablice, nekateri tipi pa tudi manometer

Alarm za prekoračeno hitrost dvigovanja

Ne izključuje možnosti dekompresijske bolezni

Relativno visoka cena

3. Nož

Močan in oster

Nožnica z zanesljivim zapiralom

Nerjaveče jeklo

Uporablja se le v primeru sile

4. Signalna boja

Oranžne barve, min. 50 cm premera

Napihljiva ali fiksna signalna zastavica (potapljač / podvodna dela)

Obvezna v nekaterih državah

5. Torba ali posoda za opremo

Potapljaška torba ali nahrbtnik (dovolj velika in po možnosti nepremočljiva)

Plastična posoda ali sod

10.0 Vzdrževanje potapljaške opreme

Potapljaški računalnik in kompas zahtevata le

Nabava kvalitetne potapljaške opreme na začetku predstavlja dokaj visok strošek, večina opreme pa ima ob pravilnem vzdrževanju dolgo življensko dobo. Posledica slabega vzdrževanja je ne samo skrajšanje dobe uporabe, temveč tudi zvišanje tveganja za nastop potapljaške nesreče.

Za vso potapljaško opremo velja pravilo, da se po potopu v morju pere s sladko vodo. Tudi potapljanje v sladki vodi zahteva pranje opreme, saj naše vode niso vedno najčistejše. Tudi bazenska, klorirana voda ni najprimernejša za potapljaško opremo. S pranjem preprečimo poškodbe zaradi korozije, kristalov soli ali klora.

Vsa oprana potapljaška oprema naj se suši v senci, saj poleg visoke temperature v poletnih mesecih škodujejo nekaterim delom opreme tudi ultravijolični žarki.

Opremo se shranjuje v hladnem in suhem prostoru. Zaščitena mora biti pred direktnimi sončnimi žarki.

10.1 Oprema ABC in dodatna oprema

Maski, dihalki in plavutim se pri vzdrževanju posveča najmanj pozornosti, čeprav je potapljanje brez njih skoraj nemogoče. Po pranju se občasno pregleda jermen na maski oz. plavutih. Jermen se običajno poškoduje na mestu kjer je prepognjen prek zaponke, zato se ob daljšem shranjevanju jermeni potegnejo iz zaponk.

redno pranje, medtem ko je potrebno pri opremi, ki vsebuje »O-ringe«, kot sta podvodna svetilka in fotoaparatus (oz. ohišje za fotoaparatus ali kamero), tesnila redno vzdrževati, tj. pregledati zaradi možnih poškodb ter namazati s silikonsko mastjo. Pri svetilki se pri daljšem shranjevanju odstrani baterijske vložke in »O-ring«. S tem preprečimo, da bi vložki iztekli v notranjost svetilke oz., da bi se »O-ring« trajno deformiral.

Po demontaži regulatorja z jeklenke se zapre

10.2 Jeklenka

Tudi jeklenka spada med tisto potapljaško opremo, ki se jo pri vzdrževanju velikokrat zanemari. Oprana naj bi bila s sladko vodo po vsakem potopu, še posebno v **spodnjem delu**, kjer se pod zaščitnim podstavkom najlažje prične korozija zaradi zastajanja slane vode.

V primeru daljšega shranjevanja naj bo v jeklenki le 10 do 15 bar pritiska, večji pritisk pripomore k utrujenosti materiala, v popolnoma izpraznjeno jeklenko pa bi lahko vstopil vlažen zunanji zrak. Shranjuje se v pokončnem položaju, saj eventualne korozijske poškodbe debelejšega dna niso tako kritične, kot so poškodbe tanjših sten.

Zaradi varnosti uporabnika in okolice je za jeklenke predpisan tlačni preizkus, katerega pogostost zavisi od zakonodajalca. Priporoča se tudi optični pregled notranjosti jeklenke vsaj vsako drugo leto.

10.3 Regulator in manometer

Regulator je precizen instrument, ki mora zregulirati zelo visok pritisk zraka iz jeklenke na pritisk, ki je primeren za dihanje, pri čemer mora nuditi minimalni upor pri dihanju ne glede na globino potopa. Od regulatorja je odvisno življenje potapljača. Ta se mora tega zavedati tudi pri njegovem vzdrževanju.

vstopno odprtino prve stopnje s protiprašnim pokrovom, s katerega smo vodo predhodno obrisali ali spihali. Na ta način preprečimo oksidacijo filtra v prvi stopnji in s tem zmanjšan pretok zraka. Po potopu se, takoj ko je mogoče, regulator spere s sladko vodo temperature do 40 °C. Pri tem moramo paziti, da ne pritisnemo gumba za prezračevanje na drugi stopnji, saj bi tako voda iz druge stopnje po cevi vstopila v prvo stopnjo.

Najboljša metoda spiranja regulatorja je potopitev v sladko vodo, ko je priključen na jeklenko - **ventil jeklenke odprt**. Z nekaj pritiski na gumb druge stopnje omogočimo temeljitejšo pranje prve stopnje zaradi pre-mikanja delov, ki so bili predhodno v stiku z morsk vodo. Topla voda bo ostanke soli odstranila bolj učinkovito kot hladna.

Za podaljšanje življenjske dobe regulatorja in zagotovitev brezhibnega delovanja je nujno njegovo servisiranje vsakih 50 potopov ali enkrat letno na koncu potapljaške sezone. Servisiranje na začetku sezone je manj primereno, saj lahko v mesecih po zadnjem potopu ostanki soli ali drugih nečistoč načnejo material regulatorja.

Manometer, ki je pritrjen na prvo stopnjo regulatorja, se spira skupaj z njim. Ob servisiranju se »O-ring«, ki se nahaja na mestu pritrditve visokotlačne cevi na sam manometer, pregleda ter namaže s silikonsko mastjo.

10.4 Kompenzator plovnosti

Pranje v sladki vodi zunaj in znotraj. Vodo, s katero se spira notranjost kompenzatorja plovnosti, se spušča preko ventilov na inflatorju ter prek nadtlčnih ventilov. Suši se ga deloma napihnjene v senci.

Na koncu sezone je priporočljivo spiranje notranjosti kompenzatorja plovnosti z blagim dezinfekcijskim sredstvom. Shranjuje se ga deloma napihnjene v hladnem, suhem in

10.5 Potapljaška obleka

Po uporabi se jo spere s sladko vodo, saj bi kristali soli poškodovali tkanino na površini. Obleko, obešeno na plastični obešalnik, se suši v senci.

Shranjuje se jo neprepognjeno, ker se na mestih prepogiba neopren stisne in ostane stanjšan. Tudi pri obleki velja, da se bolje spere v topli vodi kot mrzli. Občasno pa se jo lahko opere tudi v pralnem stroju na temperaturi do 30 °C.

V primeru, da ni možno spiranje s sladko vodo, je bolje, da je mokra obleka zaprta v potovalki, kot pa da se slana posuši na soncu.

10.6 Ostala oprema

Nož

Ostati mora oster, rezilo rahlo namazano s silikonom. Peremo ga po vsakem potopu in spravimo v nožnico šele, ko je suh.

Ura

Pranje po vsakem potopu, med pranjem obračamo luneto (obroč okoli številčnice), da ne pride do zastajanja slane vode in tvorbe kristalov pod njo. Uro naj servisira le pooblaščen serviser, ki lahko preveri tudi njeno vodotesnost.

Pas za uteži

Pas je največkrat tisti del opreme, ki mu potapljač posveča najmanj pozornosti glede vzdrževanja. Vendar pa je lahko slabo vzdrževan pas vzrok za potapljaško nesrečo, saj izguba pasu med potopom pomeni prehiter dvig brez možnosti dekompresijskega postanka. Tudi pas po potopu operemo in občasno preverimo stanje zaponke in samega pasu.

11.0 Fizika

Fizikalni zakoni imajo neposreden vpliv na veliko število pojavov, do katerih pride, ko se človek potopi pod vodo. Zato je poznavanje nekaterih fizikalnih zakonov osnovnega pomena za kasnejše razumevanje fizikalnih in fizioloških sprememb, do katerih pride pri človeku med in po potapljanju.

11.1 Zrak

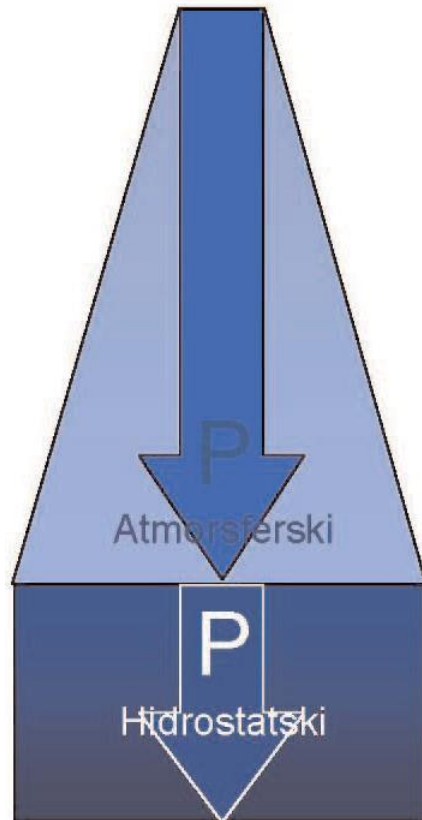
Zemljo obdaja ozračje ali atmosfera, ki je mešanica plinov v sledeči sestavi:

dušik (N_2)	78 %
kisik (O_2)	21 %
žlahтни plini	manj kot 1 %
ogljikov dioksid (CO_2)	0.03 %

11.2 Pritisk

Atmosferski pritisk

Kot vse snovi imajo tudi plini v ozračju svojo težo, s katero pritiskajo na zemeljsko površino, kar imenujemo barometriški ali atmosferski pritisk ($1m^3$ zraka = 1.2 kg). Če si zamislimo kvader ozračja, katerega manjša ploskev kvadrature $1cm^2$ leži na morski površini, z daljšo stranico pa sega do zunanje meje atmosfere, bo imel maso približno 1kg. Pritisk teže te količine zraka na zemeljsko površino imenujemo zračni pritisk in ga podajamo z enoto **bar**.



Kljub temu, da ima ozračje določeno težo, tega ne občutimo, ker deluje zračni pritisk istočasno v vseh smereh in so pri tem tudi telesne votline napolnjene z zrakom.

Vodni pritisk

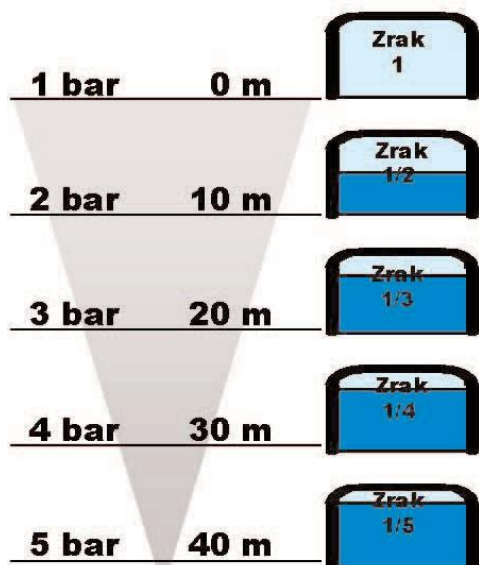
V vodi na potopljene predmete deluje pritisk, ki je posledica teže vode. Voda ima velikovečjo gostoto od zraka, zato je tudi sprememba pritiska v njej bolj opazna.

Za spremembo pritiska **1 bar** se moramo potopiti le **10 m**, kar odgovarja spremembi **10 km** v zraku.

skih sprememb).

Na potapljača, ki se nahaja na globini 10 m, deluje pritisk 2 bar (1bar zaradi ozračja in 1bar zaradi globine 10 m).

Pritisk linearno narašča z globino in je sledeč:



	Globina (metri)	Pritisk (bari)
Nivo morja	0	1
	10	2
	20	3
	30	4
	40	5

Pritisk, ki deluje na potapljača, imenujemo absolutni pritisk ali pritisk okolice.

Pascalov zakon

Pritisk, ki deluje na mirujočo tekočino v posodi, se širi po tekočini v vseh smereh enako.

Ta zakon velja tudi za potapljača saj vodni pritisk deluje nanj iz vseh strani po celem telesu enako. Povečanega pritiska na telo ne občutimo razen v primeru določenih telesnih votlin (srednje uho, sinusi - v primeru bolezni).

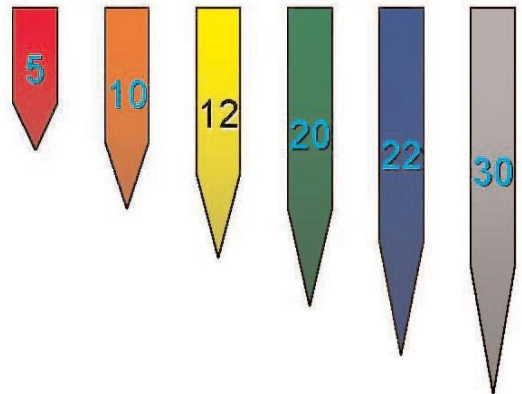
11.3 Vid pod vodo

Človeško oko je v vodi nezmožno izostriti sliko (svetlobni žarki se lomijo za očesno mrežnico), kar rešujemo z uporabo potapljaške maske, ki postavi med oko in vodo plast zraka. V tem primeru se svetlobni žarki, ki pridejo od objekta, lomijo na meji voda / steklo in steklo / zrak (refrakcija). Zaradi tega pojava predmete pod vodo vidimo za 33% (za $1/3$) večje in za 25% (za $1/4$) bližje.

11.4 Absorbicija in sipanje svetlobe

Svetloba se v vodi absorbira in sipa. Dnevna svetloba je sestavljena iz različnih barv, od katerih se vsaka absorbira v različni globini. Rdeča barva se absorbira že na globini 4.5 m, sledijo oranžna, rumena, vijolična, zelena, modra in siva.

Vsaka barva je del bele svetlobe, ki vstopi v vodo. Do izgube svetlobe pride že zaradi absorbicije posameznih barv. Ostale izgube svetlobe so zaradi odboja svetlobe na površini in sipanja svetlobe na različnih delcih (plankton, anorganski in organski delci), ki plavajo v vodi.



11.5 Zvok v vodi

zraka, ki je na razpolago za določen potop

V zraku potuje zvok pri normalni temperaturi s hitrostjo 340 m / sek. V vodi je hitrost zvoka približno štirikrat večja, to je 1500 m/sek.

Človeški možgani določajo smer zvoka iz razlike v času, v katerem je zvok pripotoval v levo oz. desno uho. V vodi je zaradi 5 krat večje hitrosti zvoka ta 5 krat manjša, možgane pa dodatno zmede tudi to, da sedel zvoka prenaša tudi preko lobanjskih kosti.

Potapljač v nobenem primeru ne more s svojimi čutili določiti smer zvoka, ki se mu dozdeva tudi bližje, kot je v resnici.

11.6 Tip in vonj v vodi

Tako kot sluh sta tudi tip in vonj važna čuta na kopnem, v vodi pa imata omejeno funkcijo.

Čeprav je tip za potapljača zelo pomemben, predvsem pri delu v zmanjšani vidljivosti, pa fino zaznavanje s tipom ni tako zanesljivo kot na kopnem, predvsem zaradi vodnega medija. Zanesljivost tipa pa se še zmanjša v primeru nošenja rokavic oz. v hladni vodi.

Čutilo vonja je že zaradi maske povsem izključeno, poleg tega pa je to čutilo prilagojeno na delovanje v zraku.

11.7 Plinski zakoni

Plini ali mešanice plinov, kot na primer zrak, se obnašajo po določenih pravilih, kadar sopodvrženi različnim pogojem.

S poznavanjem plinskih zakonov potapljač razume obnašanje plinov in s tem različne pojave pri potapljanju, ki so v zvezi z delovanjem plinov pod povišanim pritiskom na človeško telo. Lahko si tudi izračuna količino

Štirje plinski zakoni, ki imajo direktni vpliv na SCUBA potapljača so:

- **Boyle - Mariottov zakon;**
- **Daltonov zakon;**
- **Henryjev zakon;**
- **Charlesov ali Gay -Lussacov zakon.**

potopu ali pri dvigu do spremembe volumna teh zračnih prostorov. V primeru, da tega efek-

Vsak od teh plinskih zakonov, ki se imenuje po znanstveniku, ki ga je prvi odkril, obravnava drug tip obnašanja plina.

11.7.1 Boyle - Mariottov zakon

Za potapljača je prvi in eden najpomembnejših plinskih zakonov.

Zakon: pri konstantni temperaturi je volumen dane mase plina obratno sorazmeren absolutnemu pritisku pri katerem se plin nahaja.

Primer: pri dvakrat večjem pritisku se volumen plina zmanjša na polovico prvotnega volumna (predpostavljamo, da se temperaturaplina pri tem ni spremenila).

Pojav lahko ponazorimo z naslednjim primerom:

Mehko plastično posodo, ki vsebuje liter zraka na gladini vode (tj. 1 bar), zapremo in potopimo v vodo. Globlje kot potopimo posodo, večji pritisk bo deloval nanjo in zaradi upogljivih sten stiskal zrak v njej. Na globini 10 m se pritisk podvoji glede na pritisk na površini. Volumen zraka v posodi se zato zmanjša na polovico začetnega volumna (tj. pol litra). Na globini 20 m pa se volumen zraka oz. posode zmanjša na 1/3.

Iz navedenega primera sledi, da se največje spremembe volumna zgodijo v prvih 10 m.

Pomembnost Boyle-Mariottovega zakona za potapljača izhaja iz dejstva, da je v človeškem telesu večje število zračnih prostorov, na katere deluje pritisk okolice. Tako pride pri

ta ne kontroliramo, lahko pride pri potapljaču do resnih posledic. S tem pojavom se bomo v nadaljevanju še večkrat srečali in to tako pri potapljanju na dah kot tudi pri potapljanju z opremo SCUBA. "Stiskanje" maske, izenačevanje pritiska v srednjem ušesu in sinusih, izguba plovnosti ter nevarnost pri dvigu so primeri, ki jih lahko razložimo z Boyle-Mariottovim zakonom. Predvsem zadnje, tj. dvigovanje, predstavlja za potapljača veliko nevarnost, če ne upošteva dejstva, da plinski zakon velja tudi obratno, to je, da se bo volumen zraka v nekem prostoru povečeval z zmanjševanjem pritiska okolice (resne poškodbe pljuč pri zadrževanju zraka med dvigovanjem SCUBA potapljača).

11.7.2 Daltonov zakon

Pritisk, ki ga izvaja mešanica plinov na stene neke posode, je enak vsoti pritiskov posameznih plinov mešanice, s katerim bi vsak plin deloval na stene posode, če bi sam zajemal celotni volumen posode.

	Parcialni pritisk
1 bar - 0 m	N ₂ 0,8 - O ₂ 0,2
2 bar - 10 m	N ₂ 1,6 - O ₂ 0,4
3 bar - 20 m	N ₂ 2,4 - O ₂ 0,6
4 bar - 30 m	N ₂ 3,2 - O ₂ 0,8
5 bar - 40 m	N ₂ 4,0 - O ₂ 1,0

Posamezne pritiske plinov plinske mešanice imenujemo **delni ali parcialni pritisk plina**.

Zakon lahko ponazorimo s formulo:

$$p \cdot V = V \cdot (p_1 + p_2 + p_3 + \dots)$$

Primer:

Zrak na nivoju morske gladine je mešanica različnih plinov. Njegova približna sestava je 78% dušika in 21% kisika.

Parcialni pritiski obeh plinov so zato:

- dušik (N₂) pri 78% = 0,78 bar;

- kisik (O₂) pri 21% = 0,21 bar;

Opomba:

Če se pritisk plinske mešanice (npr. zraka) podvoji, se tudi parcialni pritiski posameznih plinov podvojijo itd.

Pomembnost tega zakona za potapljača sloni na dejstvu, da so **fiziološki vplivi plina na organizem odvisni od njegovega parcialnega pritiska**.

Tako obstaja minimalni parcialni pritisk kisika, ki še zagotavlja življenje človeka (ne glede na globino in parcialne pritiske drugih plinov v dihalni mešanici).

Človeško telo lahko prenese le določen maksimalni parcialni pritisk kisika, večje vrednosti so zanj strupene.

Veliko plinov je pri nizkem parcialnem pritisku nenevarnih za človeka, toksični ali narkotični postanejo šele pri višjih parcialnih pritiskih.

Z Daltonovim zakonom se lahko razloži naslednje pojave, do katerih pride med potapljanjem:

- dušikovo omamo;

- nezavest pri potapljanju na dah;

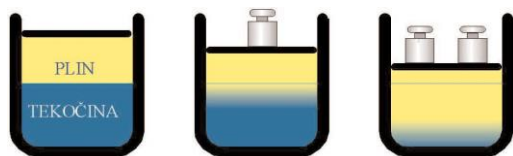
- zastropitev s kisikom;

- zastropitev z ogljikovim monoksidom v globini.

11.7.3 Henryjev zakon

Količina plina, raztopljenega v tekočini, pri konstantni temperaturi, je premo sorazmerna parcialnemu pritisku plina

nad tekočino.



Zakon lahko ponazorimo s formulo:

Drugače povedano, plin, ki je v stiku z neko tekočino, se bo do določene mere v njej tudi raztopljal. Če se bo parcialni pritisk tega plina podvojil, se bo podvojila tudi količina raztopljenega plina.

Človeške tekočine, kot npr. kri, imajo v sebi raztopljeno določeno količino plinov, predvsem kisika in dušika, ki sta glavna sestavna dela zraka. V primeru, da se pritisk zraka in s tem tudi parcialna pritiska kisika in dušika podvojita (potapljač na globini 10 m), se bo podvojila tudi količina raztopljenih plinov v telesu.

Ob povratku potapljača na površino se količina plinov, predvsem dušika, ki je lahko raztopljen v telesu, zmanjša in telo jih izloči. Če je sprememba pritiska hitrejša od hitrost izločanja plina v raztopljenem stanju, se bo ta v krvi in v nekaterih tkivih uplinil.

S Henryjevim plinskim zakonom lahko razložimo vzrok za nastanek dekompresijske bolezni, ki nastopi zaradi tvorbe mehurčkov dušika v nekaterih tkivih.

11.7.4 Charlesov ali Gay - Lussacov zakon

Pri konstantnem pritisku je volumen dane mase plina sorazmeren absolutni temperaturi

ali

pri konstantnem volumnu je pritisk dane mase plina sorazmeren absolutni temperaturi.

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 \text{ ali } p_1/T_1 = p_2/T_2$$

T ... absolutna temperatura plina; meri se v stopinjah kelvina (K), pri čemer znaša takoimenovana absolutna ničla – 273 °C.

Primer:

$$0 \text{ } ^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$10 \text{ } ^\circ\text{C} = 283 \text{ K}$$

$$-10 \text{ } ^\circ\text{C} = 263 \text{ K}$$

Ta plinski zakon nam pove, da se volumen plina poveča oz. zmanjša, če se njegova temperatura poviša oz. zniža. Pri tem mora ostati pritisk plina nespremenjen.

Enostaven primer za to je balon, napolnjen z zrakom, ki se ob segrevanju veča, ob ohlajevanju pa manjša.

Zakon ponazarja spremembe pritiska v potapljaški jeklenki. Če je ta izpostavljena povišani temperaturi, bo pritisk zraka v njej narastel, ker so stene jeklenke v nasprotju z zgoraj opisanim balonom neelastične in ne morejo slediti povečanju volumna zraka. Obratno bo pritisk zraka v jeklenki padel, če se zniža njegova temperatura.

Polne potapljaške jeklenke se zato ne smejo puščati na soncu, v prtljažniku na soncu parkiranega avtomobila ali ob drugih izvorih toplote.

Primer:

Potapljaški jeklenki napolnjeni na 200 bar naraste temperatura od 20 °C na 70 °C. Kakšen je pritisk tako segretega zraka v jeklenki?

$$p_1 = 200 \text{ bar}$$

$$T_1 = 293 \text{ K}$$

$$p_2 = ?$$

$$T_2 = 273 + 70 = 343 \text{ K}$$

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2$$

$$p_2 = p_1 \cdot T_2 / T_1 = 200 \cdot 343 / 293 = 234 \text{ bar}$$

11.7.5 Splošna plinska enačba

Boyle - Mariotte-ov in Charles-ov zakon lahko združimo v splošno plinsko enačbo:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

nštevilo kilomolov plina
 R splošna plinska konstanta

ali

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Povzetek

Razloženi so bili štirje glavni plinski zakoni, ki imajo neposreden vpliv na potapljanje. Nekateri so bili razloženi v celoti, vpliv drugih na človeški organizem pa je pojasnjen v naslednjih poglavjih.

1. Boyle - Mariotteov zakon: povezuje pritisk in volumena.
2. Daltonov zakon: določa parcialni pritisk plina v plinski mešanici.
3. Henryjev zakon: določa topnost plinov v tekočini.
4. Charlesov ali Gay - Lussacov zakon: povezuje volumen z absolutno temperaturo oz. pritisk z absolutno temperaturo..



11.8 Plovnost

Plovnost je sposobnost predmeta ali potapljača, da plava. Izrazi, ki se pri potapljanju uporabljajo v zvezi s plovnostjo so:



pozitivna plovnost
= težnja k dvigovanju, predmet plava

nevtralna plovnost
= uravnoreženo stanje, kjer predmet lebdi

negativna plovnost
= težnja k tonenju, predmet leži na dnu

11.8.1 Arhimedov zakon

Tekočina deluje na potopljeno telo s silo, ki deluje navpično navzgor in je po velikosti enaka teži izpodrinjene tekočine. To silo imenujemo vzgon.

Volumen telesa določa količino tekočine, ki bo

izpodrinjena in gostota tekočine določa silo vzgona. Primerjava gostote predmeta z gostoto tekočine določa vrsto plovnosti, to je:

gostota predmeta je manjša od gostote tekočine → pozitivna plovnost, predmet plava
gostota predmeta je enaka gostoti tekočine → nevtralna plovnost, predmet niti ne plava niti ne tone

gostota predmeta je večja od gostote tekočine → negativna plovnost, predmet tone

Gostota sladke vode je 1 kg/dm^3 ali 1000 kg/m^3 , slane vode pa $1,027\text{ kg/dm}^3$ ali 1027 kg/m^3 . To pomeni, da bo na predmet s prostornino 1 m^3 , ki je potopljen v sladko vodo, delovala sila vzgona, ki je enaka teži telesa z 1000 kg . Če je isto telo potopljeno v slano vodo, bo ta sila enaka teži telesa z 1027 kg .

V primeru, da je masa tega predmeta na kopnem 5000 kg , bo potopljen v sladko vodo izpodrinil 1000 l vode z maso 1000 kg . Zato bo na telo v vodi delovala sila teže, ki je enaka masi predmeta s 4000 kg ($5000 - 1000 = 4000$).

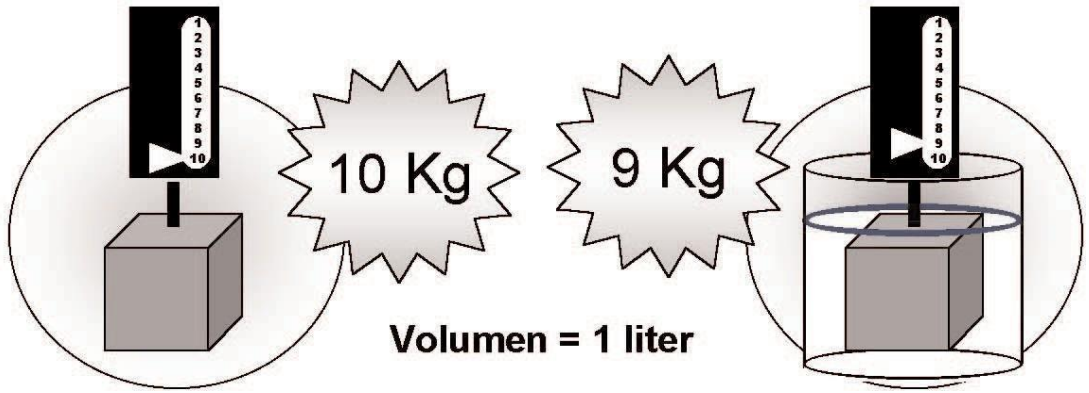
Predmet je v vodi težji kot je teža izpodrinjene vode (10.000 N *) in bo zato potonil.

* Enota za silo je $N = \text{Newton}$ (1 N je sila, ki da masi 1 kg pospešek 1 m/sek)

V primeru, da je predmet s prostornino 1 m^3 narejen iz lesa, bo imel maso 750 kg :

- masa telesa = 750 kg ;

- masa izpodrinjene vode = 1000 kg ;



- sila teže telesa v vodi je enaka masi predmeta z 250 kg ($1000 - 750 = 250$) oz. 2500 N;
- sila vzgona je večja od sile teže, zato bo predmet v vodi plaval.

Gostota človeškega telesa je blizu gostoti vode, saj je večina telesa iz vode. Gostota varira med posamezniki glede na odstotek maščobe v telesu. Maščoba vsebuje manj vode in je zato lažja od mišic z istim volumnom. Ženske imajo večji odstotek maščob pri enaki telesni teži kot moški, zato imajo boljše plovnost.

Povprečni volumen pljuč moškega je okrog 6 l, obstajajo pa občutne individualne razlike, ki vplivajo na plovnost.

Razlike v plovnosti med posamezniki so odvisne tudi od teže nog in telesne zgradbe.

11.8.2 Izguba plovnosti

Izguba nevtralne plovnosti ima za posledico pozitivno ali negativno plovnost. Na začetku potopa potrebujemo negativno plovnost, ki jo nato med potopom kompenziramo, da ostanemo na določeni globini.

Nevtralna plovnost omogoča SCUBA potapljaču pod vodo lažje manevriranje z manjšim fizičnim naporom, posledica tega je manjša poraba zraka. Da dosežemo in obdržimo nevtralno plovnost, je potrebno imeti določene izkušnje, saj naše telo ni predmet s konstantnim volumnom. Zaradi dihanja se spreminja volumen potapljačevih pljuč in s tem tudi volumen izpodrinjene vode pri enaki teži telesa. SCUBA potapljač nima popolnoma nevtralne plovnosti razen, če zadrži dih.

Dejavniki, ki vplivajo na izgubo potapljačeve plovnosti in jih lahko kompenziramo, so še:

1. Neoprenska mokra ali polsuha obleka - potapljač uporablja pas z utežmi, s katerimi premaga plovnost neoprenske obleke. Z globino se obleka stisne in zato izpodrine manj vode kot na površini. Večja kot je globina, večji je pritisk na obleko in manjši je njen vzgon. Zmanjšanje vzgona kompenziramo z dodajanjem zraka v kompenzator plovnosti. Povprečna neoprenska mokra ali suha obleka debeline 8 mm vsebuje v mehurčkih 8 - 9 l dušika. Na 20 m se ta dušik stisne na okrog 3 l ($P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ $1 \cdot 9 = 3 \cdot V_2$). Pri povratku na površino potapljač ponovno dobi prvotno plovnost, saj se dušik v mehurčkih obleke zopet razširi.

2. Neoprenska suha obleka - potapljač ima zaradi stisljivosti obleke enako izgubo plovnosti kot pri mokri obleki, pri čemer pa v tem primeru pride še do stisljivosti zraka, ki se nahaja pod suho obleko. Problem se rešuje z dodajanjem zraka v kompenzator plovnosti in / ali v suho obleko. Določena dodatna količina zraka je potrebna v suhi obleki, da se z naraščajočo globino prepreči njen učinek stiskanja na potapljača.

3. Membranske suhe obleke - potapljač izgubi plovnost z globino zaradi stiskanja zraka, ki je pod obleko. To se kompenzira na enak način kot pri neoprenski suhi obleki, s tem da je v tem primeru potrebno dodajati večjo količino zraka v obleko. Tako se preprečijo stiskanje oz. poškodbe kože potapljača.

4. Potapljaška jeklenka - zaradi dihanja se zmanjšuje količina zraka v jeklenki, in ker ima tudi zrak določeno težo, se počasi zmanjšuje celotna teža SCUBA potapljača. Pri potapljaču s 15 l jeklenko se spremeni celotna teža od začetka do konca potopa za približno 3 kg, kar prikazuje spodnji izračun:

1 l zraka tehta približno 1,2 gr
15 l jeklenka napolnjena na 200 bar vsebuje:
 $15 \cdot 200 \cdot 1,2 = 3600$ g zraka
Na koncu potopa je v jeklenki še 50 bar
zraka to je: $15 \cdot 50 \cdot 1,2 = 900$ g zraka
Potapljač je na koncu potopa lažji za: $3,600 - 0,900 = 2,7$ kg

5. Profil potopa - do izgube plovnosti pride, kadar se potapljač spusti globlje ali pa se dvigne plitveje od globine, kjer je njegovaplovnost nevtralna. Zrak v njegovem kompenzatorju in obleka se bosta stisnila oz. razširilain s tem spremenila potapljačevo plovnost. Na to spremembo mora potapljač reagirati z dodajanjem oz. izpuščanjem zraka iz kompenzatorja plovnosti in suhe obleke.

11.8.3 Uravnava plovnosti

Vzgon neoprenske obleke kompenziramo s pasom, na katerem je določeno število svinčenih uteži, ki naj bi bile po možnosti enakomerno porazdeljene okrog pasu.

Spremembo vzgona zaradi stisljivosti neoprenske obleke in zmanjšanja teže jeklenkemed potopom uravnavamo s kompenzatorjem plovnosti.

Spremembo vzgona suhe obleke zaradi spremembe volumna zraka pod obleko uravnavamo s vpihovanjem ali ispuščanjem zraka izpod obleke.

Fina regulacija plovnosti se uravnava z dihanjem.

11.8.4 Nevarnosti izgube plovnosti

Potop: nekontroliran potop zaradi izgube plovnosti je lahko nevaren zaradi možnosti trčenja z dnom, s podvodnimi objekti, počenja bobniča, dušikove narkoze, pokanja očesnih kapilar (neizenačenje pritiska v maski), povečanja porabe zraka (stresna situacija).

Dvig: nekontroliran dvig je lahko posledica izgube kontrole plovnosti ali panike. Čeprav zahteva reševanje takega potapljača zelo hitro akcijo, mora reševalec najprej poskrbeti za svojo varnost, saj je lahko hitro dvigajoči se potapljač izbral to kot način reševanja v sili. Nevarnost hitrega dviga lahko povzroči pokanje pljuč (barotravma pljuč) zaradi nezadostnega izdihovanja zraka in dekompresijske bolezni, ki je nastala zaradi prehitrega izločanja raztopljenega dušika v kri.

11.8.5 Pomembnost kontrole plovnosti

Kontrola plovnosti potapljaču omogoča potop z minimalnim fizičnim naporom. Nevtralna plovnost mora biti hitro dosežena na kateri koli globini med potopom in na koncu na dekompresijski postaji.

Vsak potapljač je tudi potencialni reševalec, zaradi česar je nujno, da razume in obvlada reguliranje plovnosti tudi v primeru reševanja sopotapljača.

Potapljač mora predvideti spremembo plovnosti pri spremembi uporabljene SCUBA opreme predvsem zaradi velikosti jeklenke. Neoprenska obleka izgubi del svoje plovnosti zaradi starosti, saj se stanjša zaradi večkratnega izpostavljanja povečanemu pritisku. Razlika v plovnosti je tudi pri potopu v sladki vodi ali potopu v slani vodi, saj je gostota slane vode večja za 2,7% (1 l sladke vode = 1kg; 1 l morske vode = 1,027 kg).

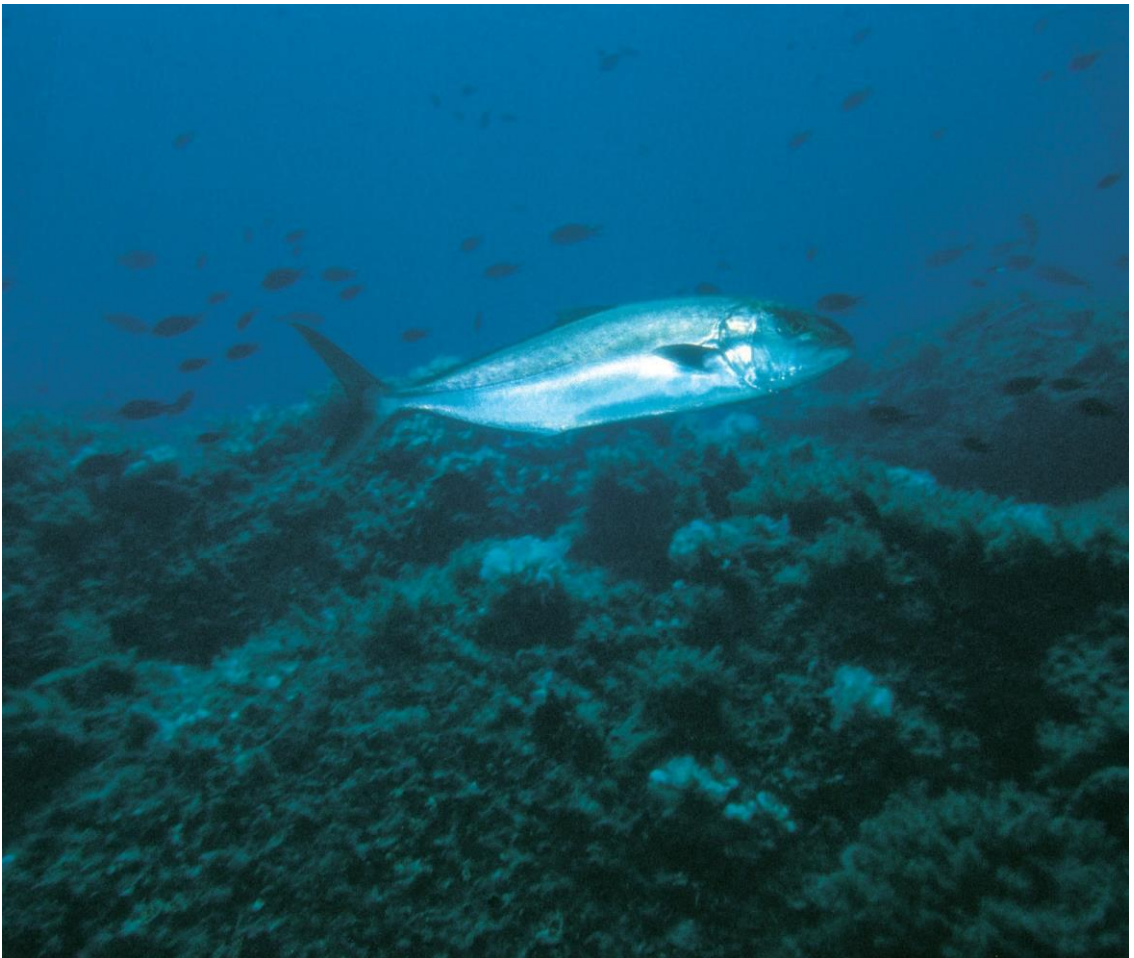
11.8.6 Previdnosti ukrepi

1. Uteži: zagotovi pravilno obtežitev glede na potapljaško opremo in gostoto vode (sladka ali slana voda).

2. Pas za uteži: sponka mora omogočati hitro

odpenjanje v primeru sile. Pas mora biti na površini zapet tesno ob telesu, saj bo v nasprotnem primeru, ko se obleka stisne, z globino postal nevarno ohlapen.

- 3. **Suha obleka:** po uporabi obleke se vstopni in izstopni ventil za zrak vedno očisti s sladko vodo. Kakršne koli luknje v obleki je pred naslednjo uporabo potrebno zatesniti.*
- 4. **Kompenzator plovnosti:** občasno testiranje tesnenja (popolnoma napihljen kompenzator mora nekaj časa držati zrak brez puščanja). Kompenzator plovnosti se suši v senci in shranjuje rahlo napihljen. Pred potopom se preveri delovanje inflatorja.*
- 5. **Cev inflatorja:** se po potopu skupaj z regulatorjem opere v sladki vodi. Ob servisiranju regulatorja se pregleda tudi cev inflatorja.*
- 6. Kompenzator plovnosti se nikoli ne uporablja kot podvodno dvigalo.*
- 7. Vsi SCUBA potapljači morajo med potopom uporabljati kompenzator plovnosti.*



12.0 Fiziologija

Za razumevanje določenih procesov, ki se dogajajo v telesu potapljača med potopom, je predpogoj poznavanje osnov človeškega respiratornega in cirkulatornega sistema.

12.1 Presnova

Dihanje ali respiracija je proces, pri katerem prehaja kisik iz zraka v kri, medtem ko ogljikov dioksid kot odpadni produkt presnove med izdihom zapušča pljuča. Človeške celice potrebujejo za svoj razvoj in obstanek nenehen dotok hrane in kisika. Ta proces imenujemo metabolizem. Z metabolizmom človeško telo pretvori hrano in kisik v energijo, vodo, ogljikov dioksid ter odpadne produkte.

12.2 Dihanje

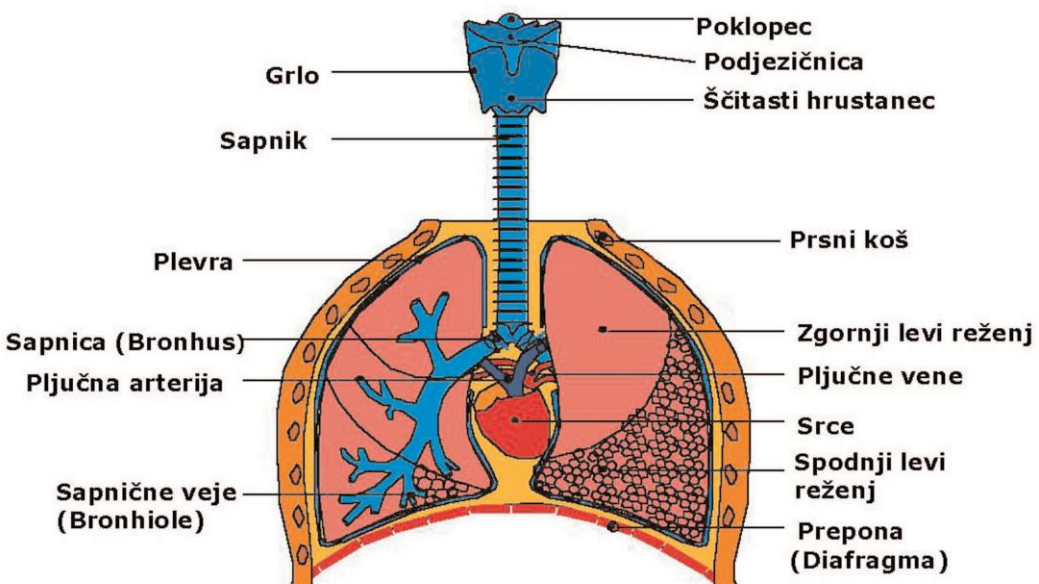
Širjenje in krčenje pljuč omogočajo medrebrne mišice in trebušna prepona - diafragma. Dihanje nadzoruje dihalni center v možganih. Delimo ga v tri faze: vdih, izdih ter pavza.

Vdih

Glavne dihalne mišice so medrebrne mišice, ki pri vdihu razširijo prsni koš. Poleg tega se prepona (diafragma) splošči in s tem poveča prostornino prsne votline navzdol. Obenem se pljuča razširijo zaradi negativnega zračnega pritiska med pljučno in rebrno mrežo. Zrak prihaja v pljuča zaradi razlik v zračnem pritisku med pljuči in okoljem.

Izdih

Pri izdihu je zrak potisnjen iz pljuč prek bronhijev in sapnika zaradi sprostitve prepone in vrnitve prsnega koša v osnovni položaj, kar povzroči skrčenje pljuč. Izdihu pred ponovnim vdihom sledi kratka pavza.



Ritem dihanja

Ritem dihanja odraslega človeka pri počivanju je med 15 in 18, pri majhnih otrocih pa od 24 do 40 vdihov na minuto. Normalni ritem se poveča, če nastopi v telesu potreba po večji količini kisika, kot na primer pri fizičnem naporu, vročici ali pri pogojih, ki vplivajo na normalno delovanje pljuč (npr. pljučnica).

mi in mrežo kapilar, ki obdajajo vsak mešiček.

12.2.1 Pljuča

Pljuča zasedajo večji del prsnega koša in se delijo na levo in desno pljučno krilo. Mednjima je prostor, mediastinum, kjer se nahaja srce. Desno pljučno krilo je večje in je razdeljeno v tri režnje, levo v dva. Zunanja površina pljuč je pokrita z mreno, imenovano pljučna plevra, ki se nadaljuje v rebrno mreno. Tapokriva notranjost prsnega koša. Ti dve mreni (plevri) med dihanjem gladko drsita ena po drugi.

12.2.2 Dihalna pot

Zrak vstopi v telo skozi nos oz. usta in nadaljuje pot po grlu (larings) skozi glasilke (glotis) v sapnik (trahea). Vrh grla (laringsa) je zaščiten s poklopcem (epiglottis), ki je dvignjen pri dihanju in spuščen med požiranjem hrane ali tekočine. Pri nezavestni osebi lahko pade jezik nazaj in zapre dihalno pot. Zaščitni mehanizem, ki preprečuje vstop hrane in tekočine v sapnik, ne deluje pri nezavestnem človeku, zato je življenskega pomena, da se čim prej vzpostavi prehodne zračne poti.

Sapnik se deli v desno in levo sapnico (bronhus), ki vstopata v desno oz. levo pljučno krilo, kjer se razdelita v veliko število tanjših sapničnih vej (bronhiol). Te se razvejijo v vedno tanjše cevke, ki se na koncu končajo s številnimi pljučnimi mešički (alveole). Izmenjava plinov se vrši na meji med alveola-

12.2.3 Pljučni volumni inkapacitete

Rrespiratorni volumen - volumen zraka, ki se vdihne in izdihne pri normalnem dihanju (pri zdravem mladem moškem je približno 0,5 l).

Rezidualni volumen - količina zraka, ki ostane v pljučih še po forsiranem izdihu (približno 1,2 l).

Pljučne kapacitete so kombinacije pljučnih volumnov.

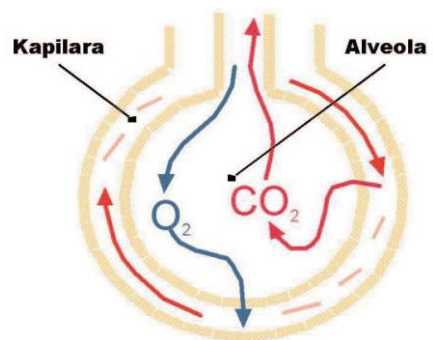
Vitalna kapaciteta - maksimalna količina zraka, ki se lahko izdihne po maksimalnem vdihu (ca. 4,6 l).

Totalna kapaciteta = vitalna kapaciteta + rezidualni volumen; volumen, do katerega se lahko pljuča raztegnejo pri maksimalnem vdihu (približno 5,8 l).

Pri ženskah so volumni in kapacitete manjši za 20 do 25%.

12.2.4 Izmenjava plinov

Visok parcialni pritisk kisika v alveolah se izenači z nizkim parcialnim pritiskom kisika v kapilarah tako, da se kisik veže na hemoglobin. Istočasno se izenači visok parcialni pritisk ogljikovega dioksida v plazmi z nizkim parcialnim pritiskom CO₂ v alveolah in se v končni fazi izdahne iz pljuč.



12.3 Cirkulatorni sistem

Cirkulatorni sistem sestavljajo srce, arterije, kapilare in vene. Arterije so izmed žil najmočnejše in imajo stene ojačane z elastičnimi in mišičnimi celicami, na koncu pokritimi z veznim tkivom. Po njih teče kri od srca v vse dele telesa, pri čemer se ob vsakem prilivu krvi iz srca razširijo in nato zopet zožijo v prvotno stanje, medtem ko se srcepolni za sledeče črpanje krvi. Arterije se delijo v vedno tanjše žile, dokler ne postanejo kapilare.

Kapilare so izredno tanke žile, katerih stene so sestavljene le iz notranje tanke epiteljske plasti, ki jo zunaj obdaja nežno vezno tkivo. Skozi steno kapilar se izmenjujejo snovi med krvjo in tkivi.

Vene so žile, ki dovajajo kri iz tkiv v srce. Razdelitev po velikosti je podobna kot pri arterijah. Več kapilar tvori manjšo veno, te se naprej združujejo v vedno večje vene, dokler ne dobimo dveh glavnih ven, ki vstopita v desni atrij srca. Stene ven so tanjše od arteri-

jskih in imajo vgrajene zaklopke (razen votlih ven), ki dovoljujejo pretok krvi le v smeri srca.

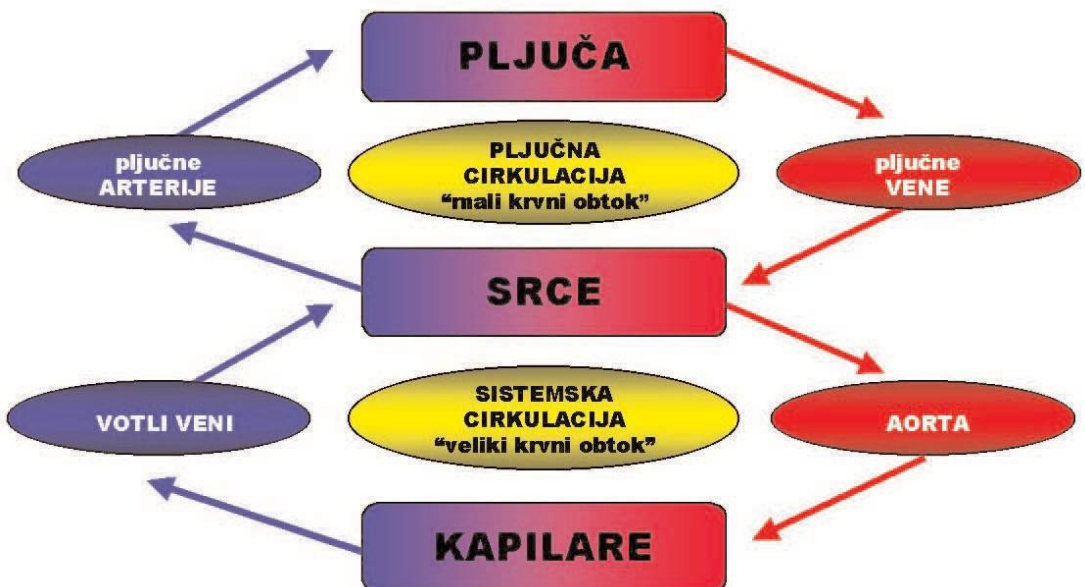
Cirkulacija krvi

Desni prekat (ventrikel) črpa kri v pljuča (pljučna cirkulacija, nizek pritisk), levi predvor (atrij) iz pljuč dobljeno kri prečrpa v levi prekat (ventrikel), ta kri iztisne po telesu (sistemska cirkulacija, visok pritisk). Pri vsakem skrčenju srčne mišice ta požene kri iz obeh prekatov skozi oba cirkulatorna sistema in ob vsaki sprostitvi srca kri napolni oba preddvora, ki s skrčenjem potisneta kri prek zaklopk v prekata.

Mali krvni obtok ali pljučna cirkulacija

Venozna kri, ki jo na koncu dve glavni veni dovedeta v desni preddvor, je s skrčitvijo preddvora potisnjena prek zaklopke v desni prekat in od tam skozi pljučno arterijo v pljuča.

Med prehodom skozi pljuča pride skozi stene



alveol do prehoda ogljikovega dioksida in vodnih hlapov v alveolo ter do prehoda kisika iz vdihnjene zraka v kri. S kisikom bogata kri se po pljučni veni vrne v levi atrij, ki ga potisne prek zaklopke v levi ventrikel, ta pa poaorti in naprej prek ožjih arterij v telo.

Veliki krvni obtok ali sistemska cirkulacija

Sistemska cirkulacija razširja po telesu kisik, hranilne snovi in tekočine ter nerabne produkte prenese do organov, ki jih izločijo iz telesa. Tako imamo v telesu neprestano kroženje arterielne in venozne krvi.

12.3.1 Srce

Srce je votel mišični organ, ki deluje kot dvojna črpalka. Leži med obema pljučnima kriloma in prsnico nad prepono. Deli se na levo in desno polovico, ločeno z mišično pregrado. Vsaka polovica pa se dalje deli na zgornjo zbiralno votlino ali preddvor (atrij) in spodnjo večjo in močnejšo črpalno votlino, imenovano prekat (ventrikel). Med vsakim atrijem in ven-

triklom so nepovratni ventili, imenovani srčne zaklopke, ki dovoljujejo pretok krvi samo v eni smeri.

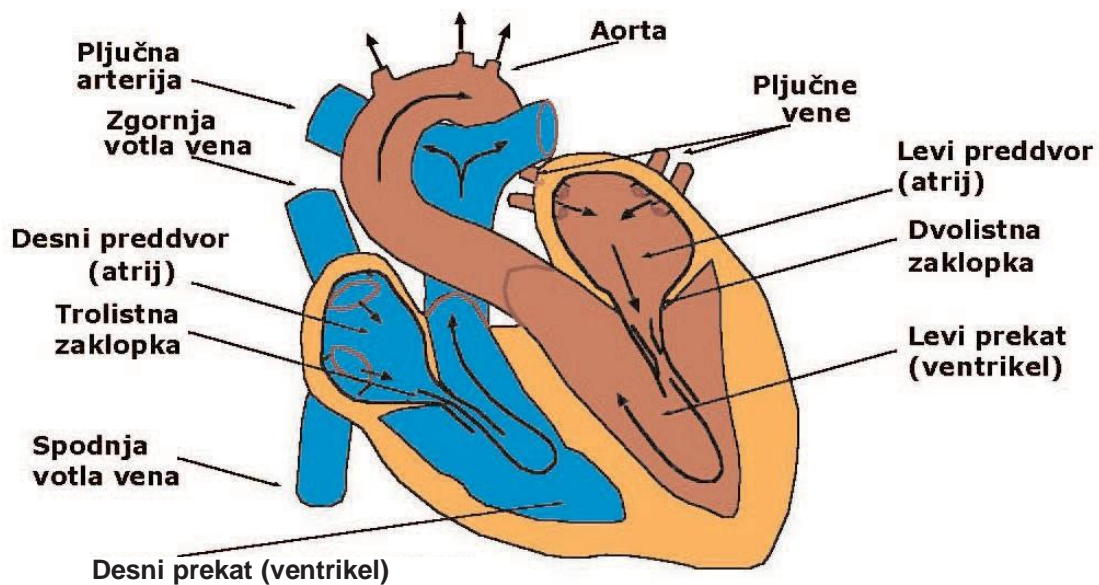
Utrip

Srčni utrip ali pulz se običajno meri na notranji strani zapestja približno centimeter od roba dlani na strani palca. Pulz lahko otipamo tudi na drugih primernih mestih, predvsem na karotidnih arterijah v vratu. Pri odraslem človeku v mirovanju je od 60 do 80 udarcev na minuto (povpr. 72), pri 10 let starem otroku pa 90 udarcev na minuto.

12.3.2 Kri

Kri je slana, rahlo alkalna tekočina, ki je gostejša od vode. Neprestano kroži skozi pljuča in telo. Tekoči del krvi imenujemo plazma, ki je transparentno rumena tekočina. V 90% jo sestavlja voda, ostalo pa so nekatere organske in anorganske soli.

Poleg plazme so v krvi tudi krvničke, ki so s plazmo v približno enakem razmerju.



Volumen krvi je pri odraslem človeku približno 6 litrov in poleg transporta kisika ter izmenjave snovi med organi omogoča tudi enakomerno porazdelitev toplote po telesu.

Rdeče krvničke - eritrociti - v celici vsebujejo rdeče krvno barvilo, imenovano hemoglobin, ki iz zraka v alveolah veže kisik in ga prenaša po telesu. Hemoglobin daje krvi tudi njeno značilno rdečo barvo. Eritrociti nastajajo v rdečem kostnem mozgu.

Bele krvničke - levkociti - so nekoliko večji od eritrocitov in njihova glavna naloga je, da požirajo in prebavljajo tujke in mikrobe ter tako varujejo organizem. Nastajajo v bezgavkah, vranici in priželjcu.

Krvne ploščice - trombociti - vsebujejo snov, ki je pomembna pri strjevanju krvi. Nastajajo v rdečem kostnem mozgu.

Volumen krvi

Volumen krvi, ki se nahaja v krvnem obtoku, je približno 1/10 telesne teže. V primeru, da pride do prekinitve ene od večjih žil, krvavitev povzroči zmanjšanje volumna krvi, kar lahko privede do šoka.

Krvni pritisk

Krvni pritisk v arterijah nastane zaradi delovanja srca in ožilja. Mora biti dovolj velik, da kri doseže vse dele telesa. Pritisk se manjša, ko pride kri v manjše arterije in kapilare. Na splošno je odvisen od srčne moči in napona (tonusa) ožilja.

13.0 Patofiziološke spremembe pri potapljanju

13.1 Motnje metabolizma

Povečano gibanje zahteva večje mišično delo in večjo potrebo po kisiku, ki ga s povečanim ritmom dihanja skušamo dovesti telesu v zadostni količini. S povečano porabo kisika prihaja do povečane tvorbe ogljikovega dioksida, ki ga z dihanjem izločimo iz telesa.

Zaradi povečane potrebe po transportu kisika do mišic naraste tudi srčni utrip, s katerim dosežemo povečan pretok krvi po telesu.

Eden od rezultatov povečanega metabolizma je tudi povišanje telesne temperature.

V primeru, da se poruši ravnotežje med zgoraj naštetimi procesi, lahko pride do resnih težav pri potapljaču.

Motnje metabolizma (in s tem v zvezi možni vzroki za nezgode) so sledeče:

- presežek ogljikovega dioksida (zadihanost);

- pomanjkanja kisika (hipoksija);

- zvečanje ali zmanjšanje telesne temperature (hipertermija ali hipotermija).

13.1.1 Zadihanost

Naporno delo ali emocionalna napetost lahko povzročita hitro in plitvo dihanje, ki ne zadovalji telesnih potreb po kisiku. Pri potapljanju pa sta lahko dodatna ovira za pravilno dihanje vdišni in izdišni upor regulatorja ter povečano trenje zraka v dihalnih poteh zaradi večje gostote zraka pri večjem pritisku (v večji globini). Če ne odpravimo vzroka za zadihanost, postane ritem dihanja čedalje hitrejši,

sami vdihi plitvejši, preskrba telesa s kisikom

pa s tem še slabša. Zaradi plitvejšega dihanja pride do povečanja koncentracije ogljikovega dioksida v pljučih oz. v telesu, kar da impulz za še hitrejše dihanje. Vse skupaj vodi v paniko in na koncu utopitev kljub zadostni količini zraka v jeklenki.

–združevanje alveol v večje mehurje, ki ne

Da preprečimo možnost zadihanja je potrebno, da med celim potopom ohranimo normalni ritem dihanja (15 do 18 vdihov na minuto) z enako dolžino vdiha in izdiha.

Potapljač, ki začuti prve znake zadihanosti, mora takoj prenehati z vsemi fizičnimi aktivnostmi, ostati hladnokrven in vzpostaviti normalni ritem dihanja. O svojem stanju mora takoj z znakom obvestiti sopotapljača za primer, da se stanje ne bi moglo v kratkem normalizirati in bo potreben dvig na površino s pomočjo partnerja.

13.1.2 Hipoksija

S hipoksijo označujemo pomanjkanje kisika v organizmu, do katerega lahko pride zaradi različnih vzrokov. Pri potapljanju z opremo SCUBA lahko pride do hipoksije trenutno zaradi prekinitve dovoda zraka (okvara regulatorja, porabljen zrak) ali pa nastopi postopoma (zadihanost). Verjetnost, da pride do okvare regulatorja, je pri rednem vzdrževanju in servisiranju **izredno majhna**, poraba celotne količine zraka pa je pri pravilnem planiranju potopa nemogoča, razen v primeru oviranega dviga na površino (zaplet v mrežo, vrvi, pretrganje varnostne vrvice v jami - potapljač ne najde več izhoda iz jame).

Na splošno so lahko vzroki za nastanek hipoksije sledeči:

dihani zrak vsebuje nižji odstotek kisika kot normalno;

oviran je prost dostop zraka v pljuča;

zmanjšana funkcionalna sposobnost pljuč

zaradi bolezni (npr. pljučni emfizem)

opravljajo več pravilno svoje funkcije izmenjave plinov);
kri ni sposobna zadostnega transporta kisika zaradi zmanjšane vsebnosti hemoglobina (npr. zastrupitev s plinom);
srčna obolenja.

perifernega krvnega obtoka (zmanjšanje pretoka krvi v

V primeru, da se hipoksija ne zdravi, lahko pride do resnih okvar. Mišične celice lahko preživijo brez kisika do 30 minut, medtem ko možganske celice pri normalni temperaturi odmrejo po treh minutah. Ena od najpogostejših ovir v zgornjem delu dihalne poti je v primeru nezavesti zdrs jezika v žrelo, kar blokira dihalno pot (postavitev ponesrečenca v bočni položaj, pravilna ekstenzija vratu).

Znaki hipoksije so nezmožnost koncentracije ter oslABLJENA sposobnost gibanja. Prva pomoč potapljaču s hipoksijo je takojšen dvig na površino (upoštevanje dekompresijskih postankov brez preventivne dekompresije) s pomočjo sopotapljača, ki zajema fiksiranje regulatorja v ustih hipoksičnega potapljača, eventuelni pritisk na gumb druge stopnje za večji dovod zraka ali zamenjava regulatorja v primeru prevelikih vdišnih in izdišnih uporov s kvalitetnim regulatorjem sopotapljača. Na površini je nadaljnja prva pomoč pri hipoksiji dihanje čistega kiska.

V primeru, da ponesrečenec ne diha je potrebno takojšnje umetno dihanje, pa čeprav sta ponesrečenec in reševalec še na morski gladini. Za preživetje je odločilnih prvih nekaj minut. Na obali oziroma na trdni podlagi (čoln) se lahko prične tudi z masažo srca, če je to potrebno.

13.1.3 Hipotermija

Človeško telo skuša v primeru izgubljanja telesne temperature preprečiti nižanje temperature jedra telesa z nekontroliranim krčenjem mišic (drgetanje) in krčenjem

kožo in okončine), kar naj bi zagotovilo višjo temperaturo telesnega jedra in s tem zaščito vitalnih organov. Zaradi povečanja količine krvi v telesnem jedru se poveča dotok krvi v srce. V takem primeru človek del odvečne tekočine prek ledvic izloči iz telesa (vpliv dehidracije na nastop dekompresijske bolezni!).

Zaradi zmanjšanega pretoka krvi po potopu se upočasni izločanje dušika iz telesa. Podhladitev poveča možnost nastopa dekompresijske bolezni pri ponovljenem potopu, saj je v telesu ostalo več raztopljenega dušika, kot je to predvideno po dekompresijskih tablicah ali potapljaškem računalniku.

Hipotermija nastopi pri padcu temperature telesnega jedra pod 35 °C. Pred tem pride do hitrega krčenja mišic (pri mišičnem delu se sprošča toplota) in do povečanja srčnega utripa, ki pa se upočasni pri temperaturi jedra pod 34 °C. Ko pade temperatura pod 30°C, lahko pride do resnih težav pri delovanju srca in smrti.

Hipotermija zmanjša ritem dihanja ter možgansko aktivnost, kar privede do občutka strahu, dezorientacije ter v končni fazi do kome.

Prva pomoč pri hipotermiji zahteva previdno ravnanje s ponesrečencem, ne smemo ga sunkovito premikati, da preprečimo šok, ves čas naj ostane v ležečem položaju. Preprečiti moramo nadaljnje podhlajevanje (topel prostor, odeje ipd.), pije naj tople brezalkoholne napitke (v primeru, da je pri zavesti). Nujen je takojšen transport v medicinsko ustanovo.

V primeru pitja alkohola pride do razširjenja kožnih kapilar in s tem povečanja izgube toplote ter do znižanja krvnega sladkorja, kar zmanjša produkcijo toplote s hitrim krčenjem mišic (drgetanjem).

Zaradi približno 25-krat večje toplotne prevodnosti vode od zraka pride tudi pri potapl-

janju v relativno topli vodi po določenem času do podhladitve potapljača. Zato je potapljanje brez zaščitne obleke lahko le izjema, npr. potapljanje v bazenu ali krajše potapljanje v morju pri temperaturi vode nad 22 °C. Pri temperaturah vode med 22 °C in 10 °C uporabljamo neoprensko mokro obleko, pri čemer je potrebno pri izbiri debeline obleke upoštevati njeno tanjšanje z globino in s tem zmanjšano toplotno izolacijo. Pri potapljanju v vodi, s temperaturo pod 10 °C, pa je smiselna uporaba suhe potapljaške obleke.

13.1.4 Hipertermija

Do pregretja organizma, hipertermije ali toplotnega udara, pride pri prekomernemu izpostavljanju višji temperaturi okolice. Hipertermija nastopi pri potapljačih lažje kot pri normalno oblečenih ljudeh, saj potapljaška obleka preprečuje hlajenje telesa z izhlapevanjem potu. Do nevarne situacije pride predvsem v poletnih mesecih,

če so potapljači v potapljaški obleki dalj časa izpostavljeni soncu (npr. daljši transport do mesta potopa). **Znaki hipertermije so: glavobol, povečano potenje, težave pri dihanju in pri hujši obliki tudi izguba zavesti.** Prva pomoč obsega takojšnjo preprečitev nadaljnjega segrevanja telesa (odstranitev obleke, senca) ter pitje večje količine hladne vode. Če je možno, hladimo ponesrečenca po telesu z mrzlimi obkladki (led).

13.1.5 Izčrpanost in utrujenost

Vzroki

Najpogostejši vzrok za utrujenost in izčrpanost po ali celo med potopom je preslaba fizična kondicija potapljača za določen potop. Načrtovanje potopa mora obsegati tudi izbiro pogojev za potop, ki bodo primerni za fizično sposobnost potapljača. Pri tem so mišljeni vodni tokovi, valovi, težak pristop na mesto potopa ter podvodno delo.

Vzrok je lahko tudi neprimerna potapljaška

oprema, kot npr. preslaba toplotna izolacija obleke, premajhno dovajanje zraka iz regulatorja, preobtežitev in neprimerne plavuti.

Napačno planiranje potopa zaradi nepoznavanja terena lahko potapljača privede v situacijo, ki je za njegovo fizično sposobnost prezahtevna.

Tudi pri planiranem potopu lahko pride do nenadnih sprememb, kot so podvodni tokovi, sprememba vremena (valovi, veter), odsotnost čolna oz. barke na dogovorjenem mestu ipd.

Posledice

Najmanjša posledica utrujenosti je večja frekvenca dihanja in s tem večja poraba zraka. Zaradi tega se skrajša planiran čas potopa, lahko pa se poveča tudi rizik za nastop dekompresijske bolezni.

V ekstremnih situacijah lahko ima močna izčrpanost neizkušenega potapljača tudi tragične posledice - utopitev.

14.0 Vpliv povišanega pritiska na človeško telo

Običajni zračni pritisk okolice je približno 1 bar (odvisno od nadmorske višine) in je delovanje človeškega telesa nanj prilagojeno. Med potopom pride do veliko večjih pritiskov okolice, ki se poleg tega tudi dokaj hitro spreminjajo. Prav te hitre spremembe pritiska so v primeru napačnega ravnanja potapljača lahko vzrok za poškodbe.

Začetnik v potapljanju mora razumeti vpliv sprememb pritiska na človeško telo, saj se bo na ta način lahko izognil napakam in varno dvignil na površino.

Potapljač na dah

Pri prostem potapljanju, tj. brez opreme SCUBA, telo razen telesnih votlin, napolnjenih z zrakom, ne občuti sprememb pritiska. Pljuča so v tem primeru napolnjena z zrakom pod atmosferskim pritiskom. Pri potopu pritiska voda na prsni koš in prepono ter s tem zmanjšuje volumen zraka v pljučih, dokler se njegov pritisk ne izenači z zunanjim vodnim pritiskom. Pri dvigu iz globine pride do obratnega pojava in prsni koš se razširi nazaj do svoje prvotne velikosti brez kakršnih koli škodljivih posledic.

SCUBA potapljač

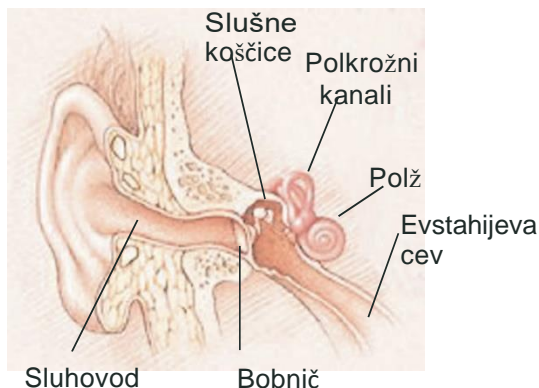
Pri SCUBA potapljanju potapljač diha zrak pri pritisku okolice, kar ima za človeško telo vrsto posledic.

Povišan pritisk okolice ima občuten vpliv na telesne votline, napolnjene z zrakom. Sam

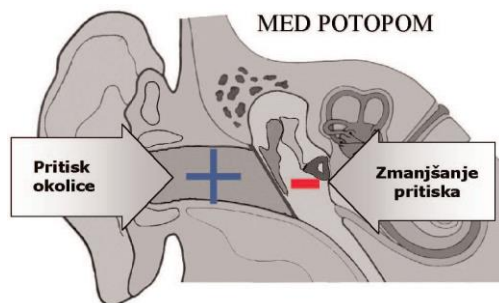
pojav vpliva pritiska imenujemo kompresija

(angl. squeeze), poškodbe, ki pri tem nastanejo, pa barotravme.

14.1 Vpliv povečanega pritiska na uho in njegova zgradba



Uho delimo na zunanje, srednje in notranje. Med zunanjim in srednjim ušesom se nahaja bobnič, ki prek slušnih koščic in membrane v srednjem ušesu prenaša zvočne treslaje do notranjega ušesa, kjer se nahajajo polž kot slušni organ ter polkrožni kanali kot ravnotežni organ.



Vpliv povišanega pritiska okolice potapljač najhitreje začuti na ušesnem bobniču, ki se vboči proti srednjemu ušesu. To v začetku občutimo kot rahel pritisk na bobnič, ki pa se spremeni v bolečino, če se pritiska v sluhovodu in srednjem ušesu ne izenačita.

Uporaba ušesnih zamaškov je prepovedana tako pri prostem kakor tudi pri SCUBA pota-

zamaški tesnijo, pa bi se bobnič izbočil navzven zaradi manjšega pritiska preostalega zraka v sluhovodu. To bi imelo v končni fazi za posledico pokanje bobniča.

14.2 Kompresija prsnega koša

Teoretično bi lahko potapljač na dah dosegel maksimalno globino 40 m, pri kateri naj bi bil volumen pljuč približno enak rezidualnemu volumnu pljuč (volumen zraka, ki ostane v pljučih tudi po popolnem izdihu). Posledica večanja globine bi bilo lomljenje prsnega koša. Telo kompenzira stisljivost zraka v pljučih z večjim prilivom krvi v pljučno tkivo med mešički (alveolami), kar omogoča potope brez opreme SCUBA na globine preko 150 m.

pljanju. Vodni pritisk bi namreč lahko potisnil zamašek globoko v sluhovod. V primeru, da

14.3 Delovanje povečanega pritiska na sinuse –obnosne votline

Med povečevanjem pritiska okolice se pritisk vdihalnih poteh prenaša po sinusnih kanalih v same sinuse. Ti kanali so pri zdravem človeku vedno prehodni in izenačevanje notranjega pritiska s pritiskom okolice ne zahteva nikakršnega postopka. V primeru, da je sluznica sinusa nabrekla, npr. zaradi prehlada, pa to lahko popolnoma zapre sinusni kanal. Nemožnost izenačevanja

pritiska v sinusu z okolnim pritiskom ima za posledico močnoboletino v prizadetem sinusu, ki preneha takoj po dvigu potapljača na površino.

14.4 Barotravma zob

Do tega pojava pride v primeru zračnega žepa pod slabo zobno zalivko ali zobno prevleko. Zrak v zobu je pod atmosferskim pritiskom, in če sta zunanji pritisk in zračni žep dovolj velika, lahko pride tudi do implozije zoba. V primeru, da je zaradi slabe zalivke možen vstop zraka pod njo, bo prišlo v določenih primerih med dvigom do močnih bolečin v

zobu, ker zrak med zmanjševanjem pritiska ne bo mogel dovolj hitro preiti izpod zalivke v okolico. V takem primeru bo upočasnjena dvig preprečil nadaljnje bolečine v zobu.

Probleme, ki bi lahko nastali z zobmi med potapljanjem, je mogoče rešiti s pravočasnim obiskom pri zobozdravniku, ki bo stare in neodgovarjajoče zalivke oz. prevleke zamenjal z novimi.

14.5 Kompresija maske

Zrak, ki se med potopom nahaja pod masko, je pod vplivom povišanega pritiska. Potapljač izenači pritisk v maski z zunanjim tako, da prek nosu izdahne zrak vanjo. V nasprotnem primeru pride do stiskanja zraka v maski in do

pritiska maske na obraz. Če se ta pritisk

nadaljuje, lahko pride do pokanja kapilar v očesu in do razlivanja krvi v beločnici. Iz tega sledi, da so potapljaška očala, pri katerih ni možna izenačitev pritiska, za potapljanje neuporabna.

14.6 Kompresija potapljaške obleke

Večina potapljaških oblek je izdelana iz umetne gume - neoprena, ki vsebuje številne drobne mehurčke dušika. Mehurčki prispevajo k toplotni izolaciji in plovnosti potapljača na površini in so zaradi stisljivosti pri večanju globine tudi njena slaba stran. Neoprenska obleka se tako z globino tanjša, zaradi česar potapljač izgublja toplotno izolacijo in plovnost. Problem se rešuje z oblekami iz debelejšega neoprena in z uporabo kompenzatorja plovnosti.

14.7 Vpliv povečanega parcialnega pritiska dušika

Globinska pijanost ali dušikova omama

Globinska pijanost ali dušikova omama je podobna alkoholni pijanosti in nastopi zaradi vpliva dušika na prevodnost živcev in delovanja živčnih celic pri izpostavitvi potapljača povišanemu parcialnemu pritisku dušika.

Narkotičnemu vplivu dušika se lahko izogne z zmanjšanjem globine potapljanja.

Kakor hitro potapljač zapusti površino in se potopi, je izpostavljen povišanemu parcialnemu pritisku dušika (p_{N_2}). Večja kot je globina,

večji bo tudi p_{N_2} in njegov narkotični vpliv. To

se kaže v spremenjenih mentalnih sposobnostih od rahlega poslabšanja presoje situacije, težav pri delu in evforičnega obnašanja do spremenjenih čutnih zaznav in na koncu nezavesti.

Toleranca na povišan p_{N_2} je odvisna od posameznega potapljača, ki lahko občuti prve znake globinske pijanosti že na 25 m ali pa mnogo globlje. Zmanjšanje mentalnih sposobnosti se lahko opazi šele, ko mora potapljač v neki situaciji hitro reagirati mentalno in fizično. Z vajo, ki zahteva postopno povečevanje globine, se lahko meja nastopa globinske pijanosti prestavi na večje globine.

Tako se postavlja vprašanje: kje je maksimalna še varna globina za SCUBA potapljača? Zaradi različnih psihičnih in fizičnih sposobnosti posameznikov se te meje ne more postaviti na splošno. Oprema bo pravilno delovala mnogo globlje, kot pa je telo sposobno varno rešiti določene fiziološke probleme. V tem je

*osnova za določitev maksimalne še varne
globine za posameznika.*

Nikoli se ne potapljay na katero koli globino, ki ti povzroča neprijetne občutke ali negotovost. Globlje kot greš, počasnejši so mentalni procesi!

V primeru nastopa globinske pijanosti z dvigom proti površini preneha narkotično delovanje dušika, če pa simptomi ne izginejo, je potrebno izplavati na gladino.

možganskega tkiva.

14.8 Plinska embolija

Med dvigom se zrak v potapljačevih pljučih širi zaradi zmanjšanja pritiska okolice. Če povečano količino zraka zaradi kakršnegakoli vzroka ne izdihnemo, pride do prekomernega širjenja pljučnih mešičkov (alveol), ki na koncu povzročijo poškodbo pljuč, kar imenujemo barotravma pljuč.

Znaki barotravme pljuč se pojavijo takoj po izplavanju potapljača na površino ali celo v zadnjih metrih pod površino v obliki slabosti, vrtoglavice, motenj vida, težav pri dihanju, kašljanja (včasih krvav izpljunek), bolečin v prsnem košu, motenj delovanja srca in paralize. Lahko je prisoten eden od naštetih znakov ali pa jih je še več.

Prekomerna raztegnitev stene alveol (pljučnih mešičkov) zaradi povečanega pritiskaomogoči prehod manjših zračnih mehurčkov (oz. mehurčkov dihalne plinske mešanice v primeru, da je zrak zamenjan z neko plinsko mešanico) v arterielni krvni obtok, pri pretrganju membrane pa lahko vstopijo v obtok tudi večji mehurčki zraka.

Mehurčki zraka, ki pri plinski emboliji vstopijo v arterielni krvni obtok, zaidejo v centralni živčni sistem (možgane), kjer preprečijo dotok krvi v določene dele možganov in s tem povzročijo trajnopoškodbo

Največje tveganje za nastop barotravme pljučje v zadnjih desetih metrih dviga proti površini zaradi največje razlike v volumnu zraka v pljučih (pri neizdihovanju).

Poleg plinske embolije, ki je ena od najhujših poškodb pri potapljanju, lahko zrak iz poškodovanih pljuč zaide tudi med obe pljučni mreži ali v prostor med obe pljučni krili ali iz prizadetih pljuč potuje pod kožo v predel vratu.

Redno dihanje brez kakršnega koli zadrževanja zraka ob predpisani hitrosti dviga pri zdravih pljučih prepreči nastanek barotravme pljuč oz. plinske embolije.

Zdravljenje plinske embolije

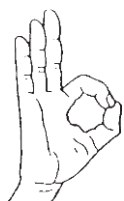
*Edino učinkovito zdravljenje je **takojšnja rekompresija poškodovanca v rekompresijski komori**. Prva pomoč med transportom do komore pa je **dihanje čistega kisika**.*

15.0 Potapljaški znaki

Ročni potapljaški znaki, ki jih je privzel CMAS, so mednarodni in del obveznega znanja vsakega potapljača. Znake je potrebno izvajati razločno, tako da ne pride do nesporazuma. Če na znak ni odgovora, odziv ni normalen in temu primerno je potrebno reagirati. Pred vstopom skupine potapljačev v vodo je vedno potrebno preveriti obvladovanje in razumevanje potapljaških znakov.

Ločimo obvezne, dodatne in šolske potapljaške znake.

15.1 Obvezni znaki



1. OK



2. OK - v temi od blizu



2. OK - v temi na daleč



3. OK - na površju



4. POTOP



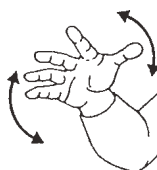
5. DVIG



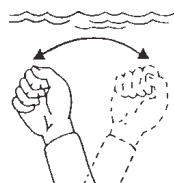
6. NIMAM ZRAKA



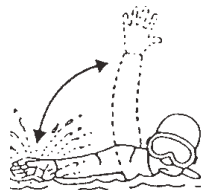
7. VRTOGLAVICA



8. NEKAJ JE NAROBE



9. NA POMOČ - pod vodo



10. NA POMOČ - na površju



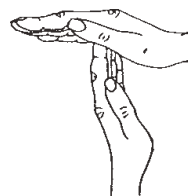
11. NA POMOČ - v temi



12. PRITISK
V JEKLENKI



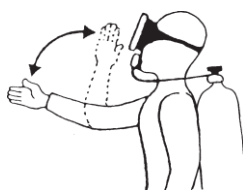
13. 50 BAROV -
sem na rezervi



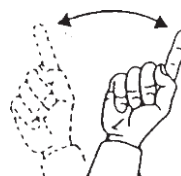
14. 100 BAROV



15. STOP



16. SMER



17. NE

1. OK - vse je v redu - stanje ali vprašanje.
2. OK - v temi - osvetlitev dlani (partner je blizu) ali veliki, počasni krogi z baterijo (partner je oddaljen).
3. OK - na površju - če se daje znak na večjo razdaljo, se sklene obe roki nad glavo, ali pa se dotaknemo glave s prsti ene roke. Oznako, da je vse v redu, moramo ponavljati toliko časa, dokler je spremstvo na površini ne registrira.
4. Potop / potopi se ali nameravam se potopiti - palec roke kaže navzdol.
5. Dvig / dvigni se ali dvignil se bom - palec roke kaže navzgor; povelje na koncu potopa 6.
6. Nimam zraka - večkratno zamahovanje roba dlani proti vratu.
7. Vrtoglavica - pri prvem znaku vrtoglavice v višini glave nekajkrat zakrožimo z dlanjo ali s kazalcem in sredincem, usmerjenima navzgor. Šopotapljač mora takoj prijeto partnerja in se z njim dvigniti za nekaj metrov. Če se vrtoglavica ne umiri, se potop prekine.
8. Nekaj je narobe - znak, da ni vse v redu, ki mu mora slediti nakazovanje vzroka težav.
9. Na pomoč - pod vodo - mahanje z roko, stisnjeno v pest, levo in desno v višini glave.
10. Na pomoč - na površju - mahanje z iztegnjeno roko gor in dol (najmanj petkrat).
11. Na pomoč - v temi - veliki in hitri gibi gor in dol z baterijo v iztegnjeni roki.
12. Pritisk v jeklenki - s kazalcem ene roke zaokrožimo po manometru (ali po dlani druge roke, če nimamo manometra), kar pomeni poziv sopotapljaču ali skupini, da preveri pritisk zraka na svojih manometrih in sporoči dejanski pritisk; pri kratki medsebojni razdalji pokaže skalo na svojem manometru
13. 50 barov oz. sem na rezervi - pokrčena roka s pestjo v višini regulatorja. Pritisk preostalega zraka v jeklenki je 50 barov. Potapljač mora končati potop.
14. 100 barov - dlani obeh rok postavimo pravokotno eno na drugo, kar pomeni, da je pritisk zraka v jeklenki še 100 barov. Običajno je tedaj tudi povratek potapljačev proti mestu začetka potopa
15. Stop - ali bodi pozoren (povelje) - dvignjena roka z dlanjo, obrnjeno proti sopotapljaču.
16. Smer - potapljač vertikalno premika roko s stegnjeno dlanjo v nameravani smeri gibanja.
17. Ne - potapljač večkrat zamahne pred seboj z dlanjo stisnjeno v pest in iztegnjenim kazalcem.

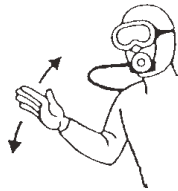
15.2 Dodatni znaki



1. ZADIHAL SEM SE



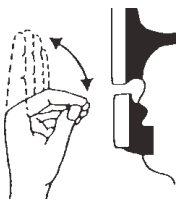
2. POMIRI SE



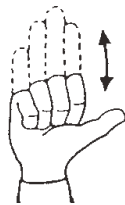
3. POČASNEJE



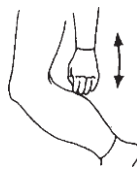
4. HITREJE



5. NE RAZUMEM



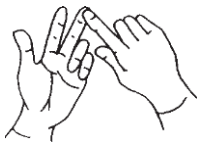
6. NAPIHNI /
URAVNAVANJE



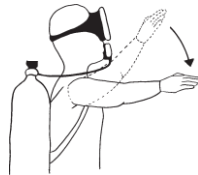
7. KRČ



8. ZBERITE SE



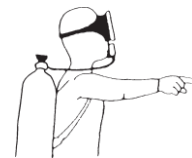
9. ŠTETJE
PRIKAZ ŠTEVIL



10. POGLEJ TJA
ALI SEM



11. JAZ



12. TI / TUKAJ / TAM



13. VE@I



14. ČOLN



15. NEVARNOST

1. Zadihal sem se - potapljač nakazuje potrebo po upočasnitvi gibanja s premikanjem rok sem in tja v višini prsnega koša.

2. Pomiri se - z dlanjo, obrnjeno navzdol, pred telesom nekajkrat s hitrimi in kratkimi gibi nakažemo sopotapljaču naj se pomiri.

3. Počasneje – z roko v pokrčenem položaju nekajkrat zamahnemo v vodoravni položaj (dlan je

obrnjena navzdol).

4. Hitreje - potapljač kroži z dvignjeno roko in z dlanjo, obrnjeno navzgor.
 5. Ne razumem - odpiranje in zapiranje dlani z izstegnenimi prsti.
 6. Napihni / uravnavanje plovnosti - odpiranje in zapiranje dlani, pri čemer je roka kot v položaju za znak »sem na rezervi«.
 7. Krč - z iztegnjeno dlanjo (varianta s pestjo) pokažemo na prizadeto mišico.
 8. Zberite se - predvsem šolski znak. Premikanje rok sem in tja pred seboj z iztegnjenimi kazalci, obrnjenimi navzdol.
 9. Štetje - (prikaz števil) S kazalcem ene roke pokažemo na prste (število prstov) druge roke.
 10. Poglej (tja ali sem) - z iztegnjeno roko, dlan je obrnjena navzdol, zamahnemo navzdol od višine glave v vodoravno lego.
 11. Jaz - označevanje samega sebe.
 12. Ti / tukaj / tam - označuje osebo ali predmet.
 13. Veži - pokrčeni roki z dlanema stisnjenima v pest, nekajkrat zakrožimo eno okrog druge, kar je poziv drugemu potapljaču, naj nekaj zaveže.
 14. Čoln – dlani, sklenjeni pred telesom tako, da ponazarjata čoln.
 15. Nevarnost - potapljač potegne z iztegnjenim kazalcem prek vratu in ga nato usmeri proti izvoru nevarnosti.
- Opomba - odstotnost kakršnega koli znaka na površini je nenormalna situacija in zahteva takojšnjo akcijo.

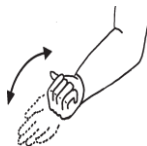
15.3 Šolski znaki



1. POGLEJ ME



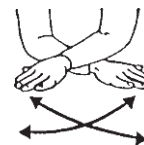
2. PONOVI
PRIKAZANO
VAJO



3. PONOVI
VAJO



4. DAJ ZRAK



5. KONEC VAJE

1. Poglej me - dvig roke z iztegnjenim kazalcem in sredincem proti maski in dotik maske s prsti na mestu oči.
2. Ponovi prikazano vajo (inštruktor vajo najprej pokaže in nato z znakom pozove tečajnika, da jo ponovi) – roka, pokrčena v komolcu in z dlanjo na prsih, se iztegne pred seboj tako, da je z dlanjo obrnjena navzgor.
3. Ponovi vajo - roka je pred telesom pokrčena v komolcu pod pravim kotom (podlaket je pravokotno na telo) z dlanjo navzgor in odpiramo ter zapiramo pest.
4. Daj zrak - uporablja se predvsem kot šolski znak, ko želimo enemu od potapljačev pokazati, da diha v paru s potapljačem, ki je brez zraka – z dlanjo se nekajkrat dotaknemo regulatorja v ustih in jo odmaknemo.

5. Konec vaje - Inštruktor zamahne z rokami iz prekrižanega položaja v višini pasu

16.0 Dekompresijska bolezen in potapljaške tablice

Nepoznavanje vzrokov za nastanek dekompresijske bolezni ter nepoznavanje potapljaških tablic in njihove pravilne uporabe lahko povzročita pri potapljaču dekompresijsko bolezen katere posledica je lahko invalidnost ali smrt.

16.1 Absorbicija plinov v telesu

Zrak se sestoji iz 78% dušika, 21% kisika in 1% ostalih plinov.

Ko je človeško telo izpostavljeno zraku pod katerim koli pritiskom, se bo v telesu raztopila določena količina dušika, ki bo sorazmerna zračnemu pritisku. Pri spremembi zračnega pritiska pride tudi v sorazmerju do spremembe absorbirane količine dušika v telesu v skladu s Henrijevim zakonom.

Pri dvigu z upoštevanjem maksimalne predpisane hitrosti pride do obratnega procesa, pri katerem dušik zaradi večjega parcialnega pritiska izhaja iz krvi v pljučne mešičke, od koder ga izdihnemo v okolico.

Pri prehitrem dvigovanju se raztopljen dušik ne uspe izločiti v pljučne mešičke. V venskem krvnem obtoku se pričnejo tvoriti mehurčki dušika. Ti s krvjo potujejo po telesu, dokler ne zamašijo kapilar. S tem omejijo ali pa preprečijo dostop kisika in ostalih hranilnih snovi do prizadetega dela telesa.

Nastopijo znaki dekompresijske bolezni, ki se običajno pojavijo 15 min do 2 uri po potopu. Znaki se lahko pojavijo tudi veliko kasneje (v času do 12 ur), še posebej, če potapljač prehitro po potopu leti z letalom.

Najhitreje se spreminja koncentracija dušika v krvi. V ostalih tkivih je ta hitrost manjša in je predvsem odvisna od prekrvavljenosti določenega organa oz. tkiva. Hrustančna, maščobna tkiva in kostni mozeg najpočasneje spreminjajo svojo koncentracijo raztopljenega dušika.

Glavna mesta, kjer nastane dekompresijska bolezen v človeškem telesu oz. kjer se pojavljajo njeni znaki so:

*koža;
sklepi;
hrbtenjača;
možgani.*

16.2 Dekompresijske tablice

Dekompresijske tablice (potapljaške tablice) bazirajo na matematični hipotezi, ki je bila postavljena glede na podatke različnih eksperimentalnih testov v kompresijski komori ter z nadaljnimi potrditvami z "mokrim" potopom.

Prvotne dekompresijske tablice, ki so bile dolga leta v uporabi tako pri vojaških in profesionalnih kot tudi pri športnih potapljačih, so bile tablice ameriške mornarice. Tablice sobile izdelane za potope mladih in fizično sposobnih potapljačev med umirjenim delom v relativno topli vodi na več ali manj konstantni globini. Ameriška mornarica je privzemala 6% rizik glede nastopa dekompresijske bolezni pri potapljanju na mejne vrednosti potapljaške tablice (to je za potope, kjer je bil čas potopa ravno na meji z naslednjim daljšim dekompresijskim časom ali globljim dekompresijskim postankom).

Z novejšimi spoznanji o tveganjih za nastop dekompresijske bolezni so nastale dekompresijske tablice, primernejše za potapljanje športnih potapljačev različnih starosti in z

normalno fizično kondicijo. Tablice so postale

“strožje”, to pomeni, da so dopuščale krajše potope brez dekompresije oz. so zahtevale daljše dekompresijske postanke kot prvotne tablice ameriške mornarice. Poleg tega se je hitrost dviga zmanjšala od prvotnih 18 m/min na največ 10 m/min (odvisno od vrste tablic).

Omejitve

Ne potapljaj se do katerih koli mejnih vrednosti v potapljaških tablicah, ker se s tem večja tveganje za nastop dekompresijske bolezni.

Kot mejni vrednosti se smatrata maksimalni čas oz. maksimalna globina, pri kateri še ni potrebno izvajati dekompresije, ali pa je potrebno izvesti naslednji daljši ali globlji dekompresijski postanek.

Omejitev je tudi krivulja potopa, ki naj se čim bolj približa idealni krivulji brez večjih sprememb globine ter s položnim delom v področju dviga.

16.3 Terminologija dekompresijskih tablic

Hitrost potopa

Hitrost, s katero se potapljač potaplja. Največja priporočljiva hitrost je 20 m/min.

Globina

Največja globina, ki je bila dosežena med potopom ne glede na čas, ki ga je potapljač prebil na tej globini.

Čas potopa ali saturacijski čas potopa

Čas od začetka potopa (zapustitve površine) do pričetka končnega dviga proti površini.

Hitrost dviga

Hitrost, s katero se potapljač dviga proti površini. Največja dovoljena hitrost je 10 m/min.

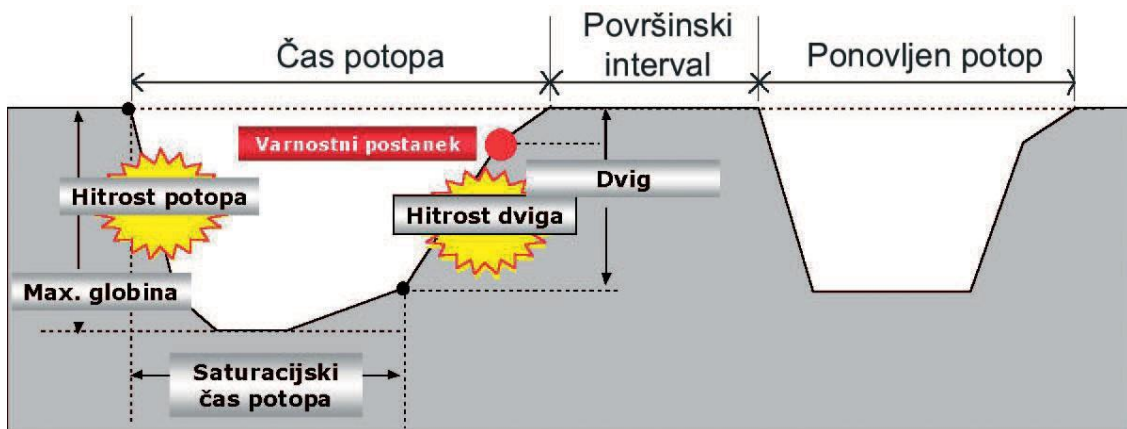
Posledica hitrosti dviga, ki je večja od hitrosti, ki jo predpisujejo tablice ali računalnik, je nezadostna dekompresija tkiv, ki najhitreje absorbirajo dušik.

Varnostni postanek oz. preventivna dekompresija

Zaradi varnosti se tudi pri potopu brez dekompresije, ki je globlji od 10 m, izvaja dekompresijski postanek 3 min na globini 3 - 6 m.

Skupina ponavljanja

Črka, ki označuje stopnjo saturacije potapljačevega telesa (to je količino prebitnega dušika v telesu) na površini po potopu.



Površinski interval

Čas, ki mine od konca enega potopa do pričetka naslednjega potopa.

Seštevek časa potopa in pribitka prejšnjega potopa, če gre za ponovljeni potop.

Brezdekompresijski potop

Potop, pri katerem ni potreben dekompresijski postanek v vodi. Pri tem je podan maksimalni čas potopa za določeno globino, pri katerem še ni potrebno izvajati dekompresije (razen preventivne), potapljač se dvigne na površino s hitrostjo do 10 m/min.

Dekompresijski režim

Postopek dvigovanja potapljača na površino pri potopu, za katerega tablice (ali računalnik) predpisujejo dekompresijske postanke v vodi.

Dekompresijski postanek

Zadrževanje potapljača na določeni globini za določen čas, kjer se mu izloči višek raztopljenega dušika.

Ponovljeni potop

Potop, ki je opravljen v intervalu od 10 minut do 12 ur po prvem potopu. Potop v intervalu do 10 minut po prvem potopu se šteje kot nadaljevanje prvega potopa.

Enojni potop

Tako se imenuje potop, če je od predhodnega potopa minilo najmanj 12 ur.

Zaostali dušik

Odvečni dušik, ki je ostal v telesu po potopu. Po 12 urah se iz telesa izloči odvečni dušik (potapljaški računalnik pokaže realen čas desaturacije, ki je lahko tudi krajši od 12 ur).

Pribitek prejšnjega potopa

Čas v minutah, ki ga dodamo k ponovljenemu potopu zaradi prebitnega dušika v telesu, kjer je ostal od predhodnega potopa.

Fiziološki čas potopa

Varnostna krivulja

Krivulja, ki jo dobimo, če povežemo med seboj maksimalne čase potopov na različnih globinah, pri katerih ni potrebno izvajati dekompresije, razen preventivne.

držati čim bolj točno.

Priporoča se največ tri potope dnevno.

16.4 Pravila uporabe tablic

Uporablaj točno ali večje število v tabelah za globino in čas. Globine so v metrih, časi, ločeni z dvopičjem, v minutah ali v urah in minutah, npr. 2:10 pomeni 2 uri in 10 min.

V primerih, ko se v telesu raztopi več dušika kot običajno (potop v mrzli vodi, intenzivno plavanje, delo, slaba telesna pripravljenost, začetnik s preveliko porabo zraka), uporablaj za stopnjo večje čase in globine.

Pri izračunu dekompresijskega režima upoštevaj maksimalno doseženo globino in čas od začetka potopa do pričetka dvigovanja.

Prični z dvigom preden dosežeš mejno vrednost časa za določeno globino ali pa uporabi naslednji daljši čas, da se izogneš riziku za nastop dekompresijske bolezni.

Upoštevaj hitrost dviga, ki je določena za posamezne potapljaške tablice.

16.5 Navodila za uporabo Bühlmannovih potapljaških tablic (tip: ZHL 6)

Tudi pri brezdekompresijskem potopu izvedivarnostni postanek na 3 do 6 m za vsaj eno minuto (priporočljivo do treh minut).

Hitrost dviga je 10 m/min; potrebno se je je

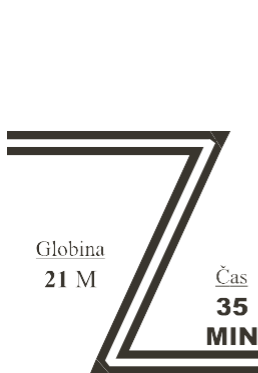
1. POTOP:

GLOBINA = 21M
ČAS POTOPA = 35 MIN
DEKOMP. POSTANEK = 1 MIN NA 3 M
SKUPINA PONAVLJANJA = E

2. POTOP:

GLOBINA = 17 M
ČAS POTOPA = 52 MIN
DEKOMP. POSTANEK = 11 MIN NA 3 M
SKUPINA PONAVLJANJA = G

1. Potop



2. Potop

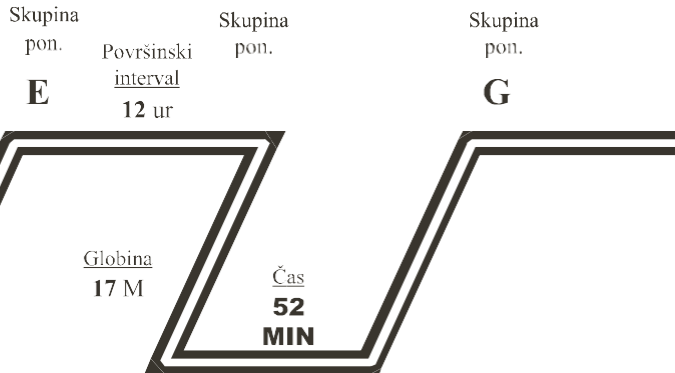


Tabela 1a - dekompresijski potop

Izračun ponovljenega potopa

Tabela 2 - skupina ponavljanja ob koncu površinskega intervala za ponovljeni potop

Tabela 3 - časovni pribitki k ponovljenemu potopu za dekompresijski potop

Za izračun uporabimo tabele 1, 2 in 1 a

V tabeli 2 v vodoravni vrsti, ki ustreza skupini ponavljanja prvega potopa, poiščemo čas površinskega intervala in nato v vertikalni vrsti, ki poteka od številke površinskega intervala navzdol, črko nove skupine ponavljanja.

V primeru, da je čas površinskega intervala med dvema vrednostima v tabeli 2, se vzame krajši čas površinskega intervala.

V tabeli 3 poiščemo v vrsti, ki ustreza dobljeni

črki skupine ponavljanja iz tabele 2, pod ustrezno globino ponovljenega potopa časovni pribitek za drugi potop.

V primeru, da se v tabeli 3 globina ponovljenega potopa nahaja med dvema vrednostima, vzamemo manjšo globino.

V tabeli 1a poiščemo glede na fiziološki čas drugega potopa (seštevek časovnega pribitka iz tabele 3 ter časa ponovljenega potopa) dekompresijski režim.

Brezdekompresijski potop (tabela 1 je neobarvan del tabele 3)

Maksimalne čase za brezdekompresijski potop odčitamo v zgornji, neobarvani polovici tabele 3. V isti tabeli v skrajnem levem stolpcu tudi odčitamo pripadajočo skupino ponavljanja.

1. POTOP:

GLOBINA = 24M

ČAS POTOPA = 35 MIN

SKUPINA PONAVLJANJA = F

DEKOMP. POSTANEK = 4MIN NA 3 M

POVRŠINSKI

INT. = 45 MIN

2. POTOP:

GLOBINA = 18 M

ČAS POTOPA = 40 MIN

PO 45 MIN, SKUPINA PONAVLJANJA = C

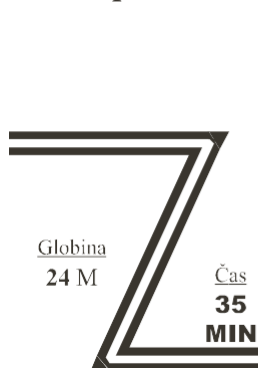
PRIBITEK ČASA = 25 MIN

FIZIOLOŠKI ČAS POTOPA = 65 MIN

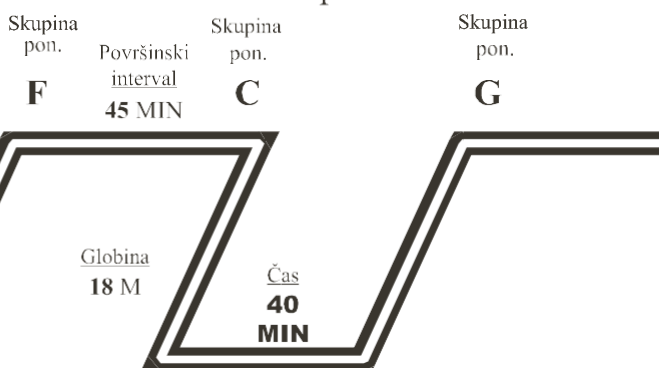
DEKOMP. POSTANEK = 11 MIN NA 3 M

SKUPINA PONAVLJANJA = G

1. Potop



2. Potop



V primeru, da čas oz. globina potopa ležita med vrednostmi v tabeli, vzamemo prvi daljši čas oz. prvo večjo globino.

Primer:

globina = 19 m

vzamemo 21 m

čas potopa = 20 min

vzamemo 22 min

skupina ponavljanja = C

16.6 Varnostna pravila pri uporabi tablic ali potapljaškega računalnika

1. Zaradi varnosti izvajaj preventivno dekompresijo 3min na 3 do 6 metrih, od koder se dvigni na površino s predpisano hitrostjo.

Ponovljeni potop mora biti vedno plitvejši od predhodnega.

Vedno kontroliraj hitrost dvigovanja, ki ne sme prekoračiti dovoljene vrednosti tudi v zadnjih nekaj metrih do površine.

@agast ali "jo-jo" profil potopa naj bo omejen na maksimalno 6m spremembe globine. Večje razlike v globini so dovoljene na začetku potopa, ko je saturacija tkiv minimalna. V primeru, da se tak profil uporablja tudi kasneje, je potrebno pri dekompresiji uporabiti strožji režim.

Maksimalna priporočljiva globina je za izkušene rekreativne potapljače višjih kategorij **40m** (ne glede na sistem šolanja, tj. CMAS, PADI itd.). Dekompresijska bolezen se pogosteje pojavi pri potopih, ki so globlji od 40m, kljub temu da so bili pravilno izvajani po potapljaških tablicah oz. računalniku.

Rekompresijsko zdravljenje dekompresijske bolezni, ki je nastopila pri potopu, globljem od 50m, je težje, odstotek ozdravitve je manjši.

Faktorji, ki lahko dodatno vplivajo na nastanek dekompresijske bolezni so:

alkohol, kajenje, dehidracija, utrujenost, starost (nad 40let), slaba fizična kondicija, fizični napor med ali takoj po potopu, zdravstveni problemi s cirkulatornim in respiratornim sistemom.

Povzetek

Ne potapljaj se do mejnih vrednosti potapljaških tablic.

Vedno izvajaj preventivno dekompresijo.

Dviguj se s hitrostjo, ki je predpisana za določene tablice oz. računalnik.

V primeru faktorjev tveganja - profil potopa, delo, mraz, slaba fizična kondicija ipd., uporabi strožji dekompresijski režim.

16.7 Potapljaški računalniki

Sprva so računalniki merili čas in največjo globino potopa in nato iz primerne tabele v njihovem spominu izračunali dekompresijski režim. To je natančno isto kar lahko potapljač ugotovi s pomočjo tabel, ure in glo-binomera.

Sodobnejši tip računalnikov simulira raztapljanje dušika v nekaj različnih tkivih glede na čas in globino tekom celega potopa. To pomeni, da računa količino absorbiranega dušika v vsaki točki potopa, ne samo kot potapljaške tablice ali preprosti računalniki, glede na največjo doseženo globino. Upošteva tudi

absorbirani dušik predhodnega potopa, kar je pomembno pri ponovljenih potopih.

Na prikazovalniku sodobnega potapljaškega računalnika običajno vidimo naslednje podatke:

- trenutno globino potopa;
- največjo doseženo globino med potopom;
- čas potopa;
- čas brezdekompresijskega potopa;
- globino dekompresijskega postanka;
- čas dekompresijskega postanka;
- prekoračenje hitrosti dviga oz. rangiranje hitrosti glede na dovoljeno hitrost dvigovanja;
- površinski interval (v primeru ponovljenega potopa);
- zaostali dušik;
- področje nadmorske višine (program ima razdeljen na tri ali štiri področja, npr. od 0 do 1000 m, od 1000 do 2000 m itd.);
- temperaturo vode;
- podatke o predhodnih potopih (število potopov je odvisno od spomina računalnika).

Poleg naštetih podatkov sta običajni tudi dve vrsti zvočnega alarma, in sicer v primeru prekoračitve dovoljene hitrosti dvigovanja ali pa pri izpuščenju dekompresiji.

Nekatere vrste računalnikov so povezane s posebno sondo na prvi stopnji regulatorja in kažejo pritisk v jeklenki. Istočasno tudi izračunavajo razpoložljivo količino zraka za potop.

Sodobni potapljaški računalniki imajo tudi možnost priključitve na PC in prenos podatkov o potopu na disk, prikažejo pa lahko tudi graf celotnega potopa.

17.0 Planiranje potopa

Za izbiro primernega terena uporabljamo različne vire informacij:

Planiranje potopa pripomore k večji varnosti in omogoča potekanje potopa brez zapletov, ki bi lahko v nasprotnem primeru povzročili nevarne situacije. Potapljač se lahko zato bolj posveti podvodnemu svetu, zaradi katerega se je tudi odločil za potop. Naključno planiranje oz. potop brez kakršnih koli predhodnih planov, lahko potapljača spravi v težave, ki v skrajnem primeru privedejo tudi do nesreče.

S planiranjem se skuša izogniti vsem faktorjem, ki bi lahko zmanjšali kvaliteto predvidenega potopa oz. njegovo varnost, zato se pred potopom postopa v smislu naslednjih točk:

izbira lokacije: pri tem upoštevamo navtične karte kakor tudi lokalne podrobnosti;

predhodna ugotovitev osnovnih podatkov na mestu potopa (globina in tip dna, eventuelni tokovi in njihova smer, način oz. mesto vstopa potapljača v vodo in njegovega povratka, kar je pomembno pri potopu z obale);

preverjanje opreme (tudi čolna in opreme za prvo pomoč);

naslov, telefon in delovni čas najbližjega zdravnika;

plan za pomoč v sili.

17.1 Izbira terena

Z izbiro pravega terena za potop dosežemo, da je čas, ki smo ga namenili potapljanju, maksimalno izkoriščen in da nam izbran podvodni svet prinese čim več zadovoljstva. Ni pomembna samo izbira terena, temveč so pomembni tudi letni čas, vremenski pogoji in podvodna vidljivost.

Viri informacij

1. Potapljače, ki imajo izkušnje na določeni lokaciji (klubski kolegi ali lokalni potapljači).

močnega toka, težav pri vstopu ali izstopu iz vode ipd.

2. Navtične karte so običajno merilo za grobo izbiro terena, pri čemer morajo biti v dovolj velikem merilu. Seveda pa nam ne morejo dati vseh informacij, ki jih potrebujemo za potop. Izvemo globino, obliko terena ter zgradbo tal.

Običajno se odločimo za skalnat teren, še posebej na področjih, kjer se teren hitro prelomi in pade v globino. Take podvodne stene ali pa tudi le stenice so bogatejše s podvodnimi živalmi kot raven teren, ki jim nudi malo zavetja.

3. Opazovanje lova lokalnih ribičev nam pomaga pri določitvi lokacij, ki so bogatejše z ribami od okolice. Običajno so to mesta, kjer se dno v obliki vzpetine dvigne proti površini (tako imenovane sike) in se loči od peščenega ali muljastega dna po številnih skalah in kamnih. Seveda pa določitev takih mest zahteva poznavanje vsaj treh orientirjev na obali ali pa podatek za GPS.

4. Vsa tehnika in različne karte ne morejo nadomestiti potapljača, ki pozna določen teren in nas tja pripelje ter vodi do konca potopa.

Nevarnost

neznane terena

Zavedati se moramo, da je lahko potop na nam popolnoma neznanem terenu, o katerem si nismo pridobili dovolj informacij, tudi nevaren. Najmanj, kar se nam lahko pripeti, je nezadovoljstvo ob dolgočasnem potopu, za katerega smo porabili čas.

Celotnen potop lahko presega normalne fizične in psihične sposobnosti potapljača. To lahko privede do preutrujenosti zaradi

Potop na teren, ki zaradi globine in časa potopa zahteva pravilno izvedeno dekompresijo, ni primeren za začetnika v potapljanju, saj se vsaka napaka lahko konča z dekompresijsko boleznijo.

17.2 Organizacija potopa

Pred potopom

Po prihodu na zborna mesto se določi sledeče: imena potapljačev ter njihove potapljaške kategorije;

velikost jeklenk ter pritisk zraka v njih; določitev vodje čolna in njegovega

pomočnika, vodje potapljaške skupine, potapljaške pare ter vodjo v paru;

potrditev smeri potopa in njegovo trajanje, globino in namen.

Na mestu potopa

se preverjajo točke vstopa in povratka; maritimni pogoji.

Preverjanje v paru

Pred vstopom v vodo potapljači najprej vsak zase preverijo namestitvev oz. delovanje posameznih delov opreme, določeno opremo pa preverijo še v parih.

Preveri se:

ventil jeklenke (odprt);

pritisk v jeklenki, manometer;

regulator (delovanje);

kompensator plovnosti:

- namestitvev;

- delovanje inflatorja;

- delovanje izpustnih ventilov;

- pas z utežmi;

- nož;

- ventili suhe obleke;

- instrumenti (ura, globinomer, računalnik).

17.3 Potop in dejavnosti med potopom:

potop do maksimalne planirane globine na začetku in plitvejši zadnji del potopa;

v primeru toka - začetek potopa, plavanje proti toku in zaključek, plavanje s tokom proti obali ali čolnu;

pogosto preverjanje položaja in stanja sopotapljača;

redna kontrola globine, časa in pritiska v jeklenki;

v primeru izgube sopotapljača:

- poglej okrog sebe in nad seboj;

- dvigni se za 1 do 2 m, naredi krog premera nekaj metrov v primeru slabše; vidljivosti in poišči možne mehurje izdihanega zraka sopotapljača;

- po 30 sekundah se dvigni s predpisano hitrostjo dvigovanja na površino in počakaj, da stori isto tudi sopotapljač.

17.4 Dejavnosti po potopu

Po potopu je potrebno:

poročati vodji potopa;

razstaviti potapljaško opremo in jo oprati v sladki vodi;

vpisati podatke o potopu v potapljaško knjižico.

18.0 Varnostna pravila

Izogibaj se ponovljenim potopom.

Ne potaplaj se (ali nadaljuj potopa), če:
si tega ne želiš;
si utrujen;
imaš probleme z ušesi;
imaš nenavaden občutek na koži (ščemenje, srbenje ipd. – možen znak dekompresijske bolezni);
imaš sklepne in / ali mišične bolečine (možen znak dekompresijske bolezni);
imaš bolečine v grlu;
imaš gripo ali angino;
si popival;
si utrujen;
načrtuješ polet z letalom v naslednjih 12 urah.

Ugotovi naslov in telefon najbližje zdravniške pomoči.

Planiraj potop.

Imej plan za pomoč v sili.

Vedno se potaplaj v mejah svojih sposobnosti in potapljaške kategorije.

Vedno uporabljaj kompenzator plovnosti (tudi s suho obleko).

Potaplaj se v paru, v katerem sta oba potapljača odgovorna drug za drugega.

Planiraj potop tako, da na začetku dosežeš največjo planirano globino in se nato dviguješ v drugem delu potopa.

Pri potapljanju v vodnem toku vedno planiraj prvi del potopa proti toku in drugi del s tokom.

Ne uporabljaj “jo-jo” načina potopa (večkratno spreminjanje globine za več kot 6 m ali dvig na površino in ponovni potop).

Ponovljeni potop mora biti vedno plitvejši od predhodnega.

V primeru izgube sopotapljača se po 30 sekundah pravilno dvigni na površino in počakaj, da isto stori tudi sopotapljač.

Zaključni potop najkasneje, ko pade pritisk v jeklenki na pritisk rezerve zraka.

Ne prekorači hitrosti dviga 10 m/min in jo v zadnjih metrih dviga še zmanjšaj.

Vedno izvajaj preventivno dekompresijo 1 do 3 minute na 3 do 6 metrih.

Pri uporabi suhe obleke mora sopotapljač poznati način polnenja in praznenja obleke.

Pri potopih v daljših jamah ali razbitinah (oz. v primeru zmanjšane vidljivosti v njih) uporabljaj varnostno vrv in dve podvodni svetilki.

Ne izvajaj večjih fizičnih aktivnosti po potopu.

Pred in po potopu pij dovolj brezalkoholne tekočine.

Planiraj dan brez potopa po 4 zaporednih dneh potapljanja, še posebej, če so bili to ponovljeni potopi.

Površinski interval pred poletom z letalom naj bo pri enojnem potopu najmanj 12 ur in pri ponovljenem potopu najmanj 24 ur.

19.0 Reševanje - potapljač je brez zraka

narediti točno oceno situacije in pričeti z najprimernejšim načinom samoreševanja.

Kljub upoštevanju pravil varnega potapljanja, lahko pride do napake, ki je lahko usodna, če potapljač ne reagira pravilno in ne izbere prave možnosti reševanja.

Obravnavali bomo situacijo, ko nam zmanjka zraka, in načine, da pridemo varno do površine. Pri upoštevanju vseh pravil za varno izvedbo potopa je taka situacija zelo redka, vendar moramo biti nanjo pripravljeni.

19.1 Vzroki

Analizirali bomo vzroke, zaradi katerih ostane potapljač med potopom brez zraka. To so: napačen izračun, nepazljivost, preobtežitev in okvara opreme.

Napačen izračun

Dejansko je za začetnika nemogoče, da bi natančno planiral potop, ki ga ni opravil še nikoli. Preveč je spremenljivk, ki se jih ne da predvideti niti vključiti v plan potopa. Potapljač odplava lahko predaleč od obale ali čolna, globlje kot pa je predvidel, lahko je preobtežen ali pa je zgrešil najkrajšo pot za vrnitev. Kateri koli od teh faktorjev (ali pa njihova kombinacija) povzroči, da je začetni plan potopa napačen, s tem pa se poveča tudi tveganje, da ostane potapljač brez zraka.

Nepazljivost

Potapljača velikokrat zamoti lepota podvodnega sveta in izgubi občutek za čas. Zaradi nepazljivosti in izgube občutka za čas pozabi redno nadzorovati pritisk zraka v jeklenki. Če se to dogodi v globini, je varnostna meja, ki jo ima potapljač na razpolago, 15 do 20 sekund. V tem kratkem času mora pregledati opremo,

Preobtežitev

Potapljač lahko neplanirano naleti na težji predmet, ki ga želi odnesti na obalo, ali čoln. Predmeti so lahko najrazličnejši - od sider do ostankov podvodnih razbitin, amfor ipd. Lahko ga pa preobteži tudi večja količina nabranih školjk ali drugih podvodnih živali. Posledica je večji napor pri plavanju in s tem tudi večja poraba zraka, kot pa je bilo to planirano na začetku potopa.

Podvodni ribolov z opremo SCUBA, pobiranje zgodovinskih ostankov (npr. amfor) in školjk pa sta tudi strogo prepovedana v večini držav.

Okvara opreme

Če je potapljaška oprema redno servisirana in pravilno vzdrževana, je verjetnost, da pride do okvare opreme, zelo majhna čeprav je možna.

19.2 Znaki

V primeru kakršnih koli težav s potapljaško opremo moramo to z znaki takoj sporočiti sopotapljaču (znak: "nekaj je narobe"). Situacija, ko potapljač ostane brez zraka, pa zahteva hitro presojo in odločitev o možnosti reševanja. Če nismo v vidnem polju sopotapljača in je razdalja do njega prevelika, je edina metoda rešitve prosti dvig.

Zato je potrebno, da potapljača ves čas potopa plavata čim bližje skupaj in, da drug drugega **obveščata o pritisku v jeklenki**. Ko doseže zrak v jeklenki pritisk rezerve, je nujno obveščanje z znakom, kar pomeni takojšnji dvig na površino. Tudi ko doseže pritisk v jeklenki 100 bar, se zaradi planiranja zaključnega dela potopa, priporoča obveščanje z znakom.

19.3 Izbira rešitve

Zaradi kratkega časa, ki ga lahko človek

preživi brez zraka, je očitno, da je najboljša metoda reševanja tista, pri kateri pride potapl-

jač najhitreje do zraka. V primeru, da se planira reševanje v paru (dihanje v paru), mora biti par ves čas potopa tesno skupaj.

Reševanje, ki vključuje sopotapljača

Oktopus

Ta izraz se uporablja za dodatno, drugo stopnjo regulatorja, ki je pritrjena v prvo stopnjo glavnega regulatorja. To je hiter, enostaven in lahek način za dihanje v paru. Seveda pa je potrebno, da ima potapljač z oktopusom, ki rešuje drugega potapljača, tudi sam zadostno količino zraka. Dihanje na obe drugi stopnji mora biti normalno, da ne pride do težav pri doziranju zraka iz prve stopnje (pri slabših regulatorjih).

Reševanje z oktopusom omogoča tudi pravilno izvedbo dekompresije, kar pri dihanju v paru ni možno (čas dekompresije se podaljša zaradi zadrževanja zraka!)

Opozorilo:

v primeru, da je en potapljač iz para porabil ves zrak, je velika verjetnost, da bo v kratkem ostal brez zraka tudi drugi potapljač.

Dihanje v paru

Metoda reševanja vključuje dva potapljača, kisi delita eno jeklenko in en regulator. Ta metoda je v preteklosti **rešila že mnogo življenj**, vendar pa je bil ta način reševanja tudi neka- jkrat vzrok za **dvojno smrt**. Dihanje v paru je lahko v kritični situaciji nevarno, če oba potapljača te tehnike ne obvladata dobro.

V primeru uporabe 2. stopnje na inflatorju (Air Two) diha nanj potapljač, ki daje zrak medtem, ko reševanec diha na glavni regulator.

Samoreševanje

Prosti dvig

V današnjem potapljanju je prosti dvig verjetno eden od najbolj spornih načinov samoreševanja zaradi velike nevarnosti barotravme pljuč in dekompresijske bolezni. Današnji princip prostega dviga od potapljača zahteva, da regulator obdrži v ustih, odvrže pas z utežmi in ima ves čas dvigovanja proti površini dvignjeno glavo (iztegnjen vrat). Regulator se zadrži v ustih, ker je možen **dodatni vdih** iz "prazne" jeklenke, **ko pritisk okolice dovolj pade**.

Katera možnost reševanja je najboljša, je odvisno od situacije in natreniranosti potapljača, tako da ima vsaka od njih v določeni situaciji prednosti pred drugimi.

20.0 Morje

71% celotne zemeljske površine je pokrito z oceani in morji. Potapljamo se večinoma v morju, zato si oglejmo njegove glavne fizikalne lastnosti in dinamiko ter potapljaču nevarne morske organizme.

20.1 Fizikalne lastnosti morske vode

Slanost

Je količina vseh soli v gramih, raztopljenih v 1kg morske vode. Izražena je v promilih (‰) in znaša v povprečju v svetovnih oceanih 35 ‰. Slanost Jadranskega morja je zaradi manjše izmenjave vode s Sredozemskim morjem in tega z Atlantskim oceanom nekoliko višja in znaša 38 ‰.

Slanost je večja v toplih krajih zaradi močnejšega izhlapevanja vode, v zaprtih morjih je popolnoma odvisna od izhlapevanja in dotoka vode iz rek. Slanost se pri zaledenitvi morja tudi povečuje, saj led skoraj ne vsebuje soli. Tako se poveča koncentracija soli v tekoči vodi. Zmanjša se v primeru monsunskega deževja in zaradi večjih dotokov rek, nanjo vplivajo tudi morski tokovi in vetrovi.

Na večjih globinah (globlje od 1500m) je slanost konstantna, in to okrog 35 ‰.

Povprečna letna slanost nekaterih morij in oceanov:

Jadransko morje	38 ‰
Sredozemsko morje	36,5 - 40 ‰
Rdeče morje	46,5 ‰
Atlantski ocean	36 - 38 ‰
Tihi ocean	34,6 - 36 ‰

Baltik	10 - 12 ‰
Mrtvo morje	400 ‰

Gostota morske vode

Je masa določene količine vode (običajno 1 liter) pri 4°C, ko je voda najgostejša. Zaradi različne slanosti morja se spreminja tudi njegova gostota in znaša na površini od 1,0275 do 1,0220 kg / l. S povečanjem globine se gostota malenkostno povečuje.

Temperatura

Temperatura površinskega sloja morske vode je močno odvisna od geografskega položaja ter letnega časa.

Temperatura Jadranskega morja:

	pozimi	poleti
severni Jadran	7-10°C	24-25°C
južni Jadran	12-14°C	25-26°C

Za potapljača je pomembno mesto temperaturnega preskoka med toplejšo površinsko in hladnejšo globinsko vodo. Mejo tega preskoka imenujemo **termoklina**. Do nastanka termokline pride zaradi segrevanja površinske vode (tropska morja - stalno, Jadran in ostala morja v zmernem pasu - poleti), ki zaradi tegapostaja lažja in se obdrži na površju. V primeru, da se površinska voda ohlaja, postaja težja in se spušča v globino. Tako je v Sredozemskem morju izpod poletne termokline do največjih globin voda s konstantno temperaturo 12 do 13 °C, ki je enaka februarški temperaturi površinske vode.

Črno morje

15 - 18 ‰

Barva morja

Na splošno je barva nekega predmeta odvisna od odboja in absorpcije sončne svetlobe oz. bele svetlobe.

Barva morja niha od zelenih do plavih nians. Jakost modre barve raste s temperaturo in slanostjo morja. Hladnejše oz. manj slano morje je zelenkasto. Seveda pa je pri plitveljšem morju barva odvisna od barve morskega dna.

Prozornost morja

Prozornost označuje bistrost morske vode in je odvisna od količine različnih delcev in organizmov v morju ter njegove slanosti in temperature. Večja slanost in temperatura povečata prozornost morja. Merimo jo s spuščanjem okrogle bele plošče premera 50 cm (Secchijeva plošča). Ploščo se še vidi v srednjem in južnem Jadranu na 40m, v severnem pa le do globine 10 do 12 m. Prozornost Sredozemskega morja ob obali Sirije je 60 m.

20.2 Plimovanje – bibavica

Plimovanje imenujemo menjajoče se upadanje (oseka) in naraščanje (plima) gladine morske vode dvakrat v 24 urah (natančno 24 ur in 50 minut). Nastane zaradi privlačnosti Lune in Sonca. Višinsko razliko med plimo in oseko imenujemo amplituda plimovanja, ki znaša v Bristolskem zalivu 16 m, v južnem Jadranu 0,3 m, v Kvarnerskem zalivu 0,5 m in v Tržaškem zalivu 0,9 m (ekstremno 2m).

Plimni val prihaja iz Jonskega morja shitrostjo 300 km /uro, pri čemer se hitrostzmanjša v srednjem Jadranu na 150 km / uro. Plimni val potuje ob vzhodni obali proti severu in se vrača ob zahodni (italijanski) obali. Val obide celo Jadransko morje v dobrih dvana-jstih urah.

Vpliv položaja Lune in Sonca na višino amplitude plimovanja:

Luna je v liniji med Soncem in Zemljo - privlačni sili obeh nebesnih teles se dopolnjujeta in povzročata največjo amplitudo (spomladanski mlaj).

Zemlja je v liniji med Soncem in Luno - podobno kot v prejšnjem primeru (spomladanska polna luna).

Luna je pod pravim kotom na os Zemlja-Sonce - najnižja amplituda (prvi in zadnji krajec).

Amplituda plimovanja se spreminja v približno sedemdnevnih ciklih, ker potrebuje Luna za en obhod okoli Zemlje 28 dni.

20.3 Valovanje

Na odločitev o mestu potopa velikokrat vpliva tudi valovanje morja, saj to lahko onemogoči prevoz s čolnom ali pa varen vstop v vodo z obale.

Valovi lahko nastanejo zaradi vpliva vetra, plimovanja ali potresa. Ne glede na vzrok valovanja pa so elementi vala isti, in to:

- dolžina vala - razdalja med dvema vrhoma sosednjih valov;
- višina vala - razdalja od vrha do podnožja vala;
- perioda vala - časovna razlika med prehodom dveh sosednjih valov skozi isto točko;
- hitrost vala - horizontalna razdalja, ki jo prepotuje vrh vala v časovni enoti;
- smer vala – azimut, od koder prihajajo valovi.

Stanje morja glede na vzvalovanost podajamo z Beauforjevo lestvico od nič do devet, pri čemer vsaki številki pripada tudi odgovarja-

*joča višina vala. Tako npr. 0 označuje
mirno*

morje, številka 3 pa morje, vzvalovano do različnimi predeli. Primer je tipični poletni višine 1,5 m itd.

20.4 Morski tokovi

Morski tokovi (razen plimnega vala) nastanejo zaradi delovanja vetrov in razlik v pritisku, temperaturnih razlik posameznih morskih plasti (na površini ali v globljih delih morja) in zaradi razlik v slanosti, zaradi izhlapevanja ali dotoka sladke vode.

Morski tokovi so lahko horizontalni ali vertikalni. Zaradi delovanja zemeljske rotacije morski tokovi ne potekajo povsem v smeri vetra, ampak se na severni polobli obračajo v desno, na južni pa v levo.

Vodo, ki jo tok odnaša, nadomesti nova količina vode. Pritok te vode imenujemo kompenzacijski tok. Takove te vrste povzročijo tudi lokalni vetrovi, ki morsko vodo ženejo od obale ali k obali.

V Jadranskem morju je stalen obalni tok, ki je del mediteranskega toka, in potuje ob vzhodni obali od juga proti severu, v Tržaškem zalivu se obrne ter potuje ob italijanski obali proti jugu.

20.5 Veter

Vzrok za nastanek vetra je neenaka razporeditev atmosferskega pritiska, pri čemer piha veter vedno s področja z višjim na področje z nižjim zračnim pritiskom.

Vzroki za nastanek razlik v atmosferskem pritisku:

Neenako segrevanje in hlajenje zraka nad

veter (hrvaško "lahor"), ki nastopi po sončnem zahodu in piha iz smeri severovzhod. Vzrok je v temperaturni razliki kopnega in morja oz. zraka nad njima.

Morski golob (golub kosir) - ob repu ima nazobčano do 10 cm dolgo bodico, s katero skuša v obrambi zadeti napadalca. Bodica ima

Različna temperatura in vlažnost in s tem tudi gostota sosednjih zračnih mas.

20.6 Nevarni morski organiz-mi v jadranskem morju

Seznam potapljaču nevarnih morskih organiz-mov zajema živali iz Jadranskega morja, kjer slovenski potapljači opravijo večino potopov.

Morski pes - od približno 300 poznanih vrst je človeku nevarnih trideset. V Jadranskem morju so najpogostejše naslednje večje vrste psa: modrulj, atlantski pes in ljudožerec.

Napadi morskega psa na potapljača so v svetu zelo redki, pogostejši so napadi na kopalce. V Jadranu najpogostejši morski pes modrulj ni nevaren za človeka.

Murena - ugoru in jegulji podobna riba, ki zraste do 1,5 m, je pogosta predvsem v južnem Jadranu. Ne napade, če ni izzvana ali ogrožena. Ugiz povzroči globoke rane, ki se pogosto zastrupijo. Njen ugriz ni strupen, strupena je njena kri.

Morski pajek (pauk, ranj) - najbolj strupena Jadranska riba. Na prvi hrbtni plavuti ter na plavutih škržnih poklopcev ima bodice, ki ob dotiku sprostijo močan strup. Oteklina na mestu vboda se lahko razširi na ves ud, pride do slabosti, bruhanja in v težjih primerih do šoka.

močan strup, ki lahko v težjih primerih povzroči težave z dihanjem in nezavest.

Škarpina (škarpa) - strupene bodice ima v prvi in drugi hrbtne plavuti, plavutih škržnih poklopcih in drugi podrepni plavuti.

Meduze - v nasprotju z nekaterimi meduzami drugih morij delujejo jadranske meduze toksično le lokalno in le redko pride do lažjih splošnih slabosti. Med njimi je najbolj neprijetna pelaška mesečina, ki pušča na koži dolgotrajne opekline.

Vse opekline ožigalkarjev so nevarne zaradi kopičenja strupa v telesu, kjer lahko ostane tudi več mesecev. V primeru večkratne ponovitve opeklin z ožigalkarjem lahko pride do šoka zaradi nakopičenega strupa.

Ognjeni črv (ital. verme cane) - zraste do dolžine 20 cm. Poraščen je z gostimi ščetinami, ki ob dotiku prodrejo v kožo in povzročijo srbenje, vnetje, bolečine in oteklino vbodlega mesta.

POTAPLJAŠKE TABLICE

Tabela 1: Globine, časi, postanki in skupine

Globina	Čas	Postanki	Skupina	Globina	Čas	Postanki	Skupina				
m	min	6	3	SP	m	min	9	6	3	SP	
12	12		1	G	33	14			1	D	
	5					20				4	E
15	75		1	G		25		2	7	F	
	90		7	G		30		4	11	G	
18	51		1	F		35		6	17	G	
	70		11	G		40	2	8	23	G	
21	35		1	E		36	12			1	D
	50		8	F			20		2	5	E
	60		16	G			25		4	9	F
24	25		1	E			30	2	5	15	G
	35		4	F	35		2	8	23	G	
	40		8	F	39	10			1	D	
	50		17	G		15			4	E	
	60	4	24	G		20		3	7	F	
27	20		1	E		25	2	4	12	G	
	30		5	F		30	3	7	18	G	
	35		10	F	35	5	9	28	G		
	40	2	13	G	42	9			1	D	
	45	3	18	G		12			4	D	
50	6	22	G	15			1	5	E		
30	17		1	D		18		4	6	F	
	25		5	E		21	2	4	10	F	
	30	2	7	F	24	3	6	16	G		
	35	3	14	G	27	4	7	19	G		

Tabela 2: Površinski interval

SP "AR"

Skupine ponavljanja ob začetku površinskega intervala

Skupine ponavljanja ob koncu površinskega intervala

Skupina	9	6	3	SP
A	2	2		
B	20	2	2	
C	10	25	3	3
D	10	15	30	3
E	15	25	45	4
F	20	30	45	75
G	25	45	60	75
	100	130	12	

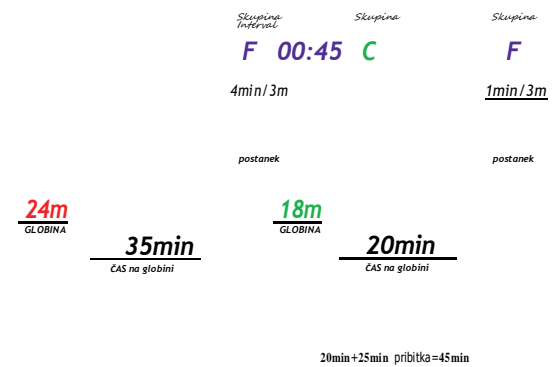
5 ure

ure

Skupine ponavljanja ob začetku površinskega intervala

Skupine ponavljanja ob koncu površinskega intervala

Profil 1: Profil ponovljenega potopa



Primer 1: Izračunaj skupino po prvem potopu!

Prvi potop: 24m, 35min=skupina ponavljanja=F; po 45min na površini je skupina ponavljanja C (za vmesne čase uporabi prvi krajši čas); po 4 urah dovoljeno letenje; po 8 urah SP="0", ni več zaostalega dušika v telesu.

Globina ponovljenega potopa

SP	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	4
A	25	19	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6
B	37	25	20	17	15	13	12	11	10	9	8	7
C	55	37	29	25	22	20	18	16	14	12	11	10
D	81	57	41	33	28	24	21	19	17	15	14	13
E	105	82	59	44	37	30	26	23	21	19	17	16
F	130	111	88	68	53	42	35	30	27	24	21	19
G	154	137	115	91	72	57	47	40	35	31	27	25

Tabela 3: Pribitki k ponovljenemu potopu za dekompresijske potope. *Neobarvani del tabele so skupine ponavljanja za brez dekompresijske potope. Primer 2:* Izračunaj skupino po drugem potopu! $SP=C$ na koncu površinskega intervala. Nažrtovana globina drugega potopa je **18m**. Pribitek k

moramo pristeti k času ponovljenega potopa. **AAAAAAAAAAAAAAAA**

Nadmorska višina 0-700

Največja hitrost dviga 10m/min.

Varnostni postanek 3 min na 3-6m.

potopa uporabi naslednjo večjo globino. Globine do 12m se računajo kot 12m.

Tabela 2, za vmesne površinske čase uporabi prvi krajši čas.

Tabela 3, za vmesne globine uporabi predhodnjo manjšo globino.

