

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2011**

**David Vondrášek**

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Metodika potápění na nádech**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. et Mgr. Miloš Fiala, Ph.D.**

Vypracoval:

**David Vondrášek**

Praha, duben 2011

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování

Touto cestou bych rád poděkovat vedoucímu diplomové za cenné rady a zkušenosti práce Ing. et Mgr. Miloši Fialovi, Ph.D. Poděkování za konzultace také patří Mgr. Filipovi Bažantovi a Mgr. Zdeňku Schusterovi.

Děkuji.

## **Abstrakt**

**Název:** Metodika potápění na nádech

**Cíle:** Hlavním cílem této práce je vypracování materiálu, který by mohl sloužit jako učební opora studentům při základním studiu potápění na nádech. Součástí práce je historie potápění, výstroj a fyziologie potápění na nádech a také metodika potápění na nádech.

**Metody:** Studium dostupných pramenů. Rešerše dostupných pramenů. Sestavení učební opory s využitím použitého materiálu a vlastních zkušeností.

**Výsledky:** Výsledkem je učební opora pro studenty nádechového potápění.

**Klíčová slova:** Potápění, potápění na nádech, výcvik potápění, výcvik se základní výstrojí

## **Abstract**

**Title:** Methodology of apnea diving

**Objectives:** The main objective of this work is to develop materials that could serve as a learning support students in basic studies of apnea diving. A part of the history of diving equipment and diving physiology of flavor and also methodologies apnea diving.

**Methods:** Study of available sources. Literature available sources. Development of educational material using the material used and its own experience.

**Results:** The result is a learning support for students apnea diving.

**Keywords:** Diving, apnea diving, diving training, training with essential gear

## Obsah

1.	Úvod.....	12
1.1	Předmluva .....	12
1.2	Člověk pod vodou.....	13
1.3	Kategorie nádechového potápění.....	14
1.3.1	Potápěč se základní výstrojí.....	14
1.3.2	Apneista .....	14
1.3.3	Freediver .....	14
1.3.4	Tech-freediving.....	14
1.4	Historie.....	16
1.4.1	Potápění v Čechách.....	22
2.	Výstroj .....	25
2.1	Maska.....	25
2.2	Ploutve .....	28
2.2.1	Botičkové ploutve .....	28
2.2.2	Páskové ploutve .....	29
2.3	Šnorchl.....	29
2.4	Potápěčské obleky.....	31
2.4.1	Tropické obleky .....	31
2.4.2	Mokrý neoprenové potápěčské obleky .....	31
2.4.3	Suché potápěčské obleky .....	33
2.4.4	Botičky, neoprenové ponožky .....	33
2.4.5	Jak si vybrat oblek?.....	34
2.4.6	Rukavice .....	35
2.5	Zátěž a opasek.....	35
2.5.1	Trimovací zátěž.....	36
2.6	Hloubkoměr .....	36
2.7	Potápěčské počítače .....	37
2.8	Hodinky .....	38
2.9	Potápěčský nůž .....	38
2.10	Bóje.....	39
2.11	Ostatní potápěčská výstroj.....	40
3.	Fyzikální aspekty potápění .....	41
3.1	Složení vzduchu.....	41



3.2	Archimédův zákon.....	41
3.3	Atmosférický, hydrostatický a absolutní tlak .....	42
3.3.1	Tlak .....	42
3.3.2	Atmosférický tlak .....	43
3.3.3	Hydrostatický tlak.....	44
3.3.4	Absolutní tlak.....	45
3.3.5	Další jednotky tlaku .....	46
3.3.6	Další jednotky .....	46
3.4	Síly působící na potápěče .....	47
3.4.1	Vyvážení momentů sil .....	47
3.4.2	Síly na ploutvích .....	51
3.5	Boyle – Mariottův zákon .....	53
3.6	Optické vlastnosti vody .....	54
3.6.1	Lom světla.....	54
3.6.2	Úbytek světla a barev s hloubkou.....	55
3.7	Akustika ve vodním prostředí.....	56
4.	Fyziologické aspekty nádechového potápění .....	56
4.1	Dýchání.....	57
4.1.1	Definice pojmů .....	58
4.1.2	Řízení dýchání .....	59
4.1.3	Fyziologické možnosti.....	59
4.2	Srdce .....	60
4.3	Diving reflex .....	60
4.4	Ztráta vědomí v malé hloubce (Shallow water blackout – SWB) .....	61
4.5	Samba (Near blackout – LMC).....	62
4.6	Barotraumata.....	62
4.6.1	Barotrauma středního ucha .....	62
4.6.2	Reverzní blok.....	63
4.6.3	Barotrauma vnitřního ucha .....	64
4.6.4	Barotrauma dutin .....	65
4.6.5	Barotrauma zubů.....	65
4.6.6	Barotrauma očí a obličeje .....	66
4.6.7	Barotrauma obličejového nervu (n. facialis).....	67
4.6.8	Barotrauma plic.....	67

4.6.9	Barotrauma plic z podtlaku (lung squeeze) .....	68
4.6.10	Plicní edém .....	69
4.7	Plavecké ucho (Swimmer's ear, otitis externa) .....	69
4.8	Laryngospasmus .....	70
4.9	Podchlazení .....	70
4.10	Přehřátí organismu .....	71
4.11	Tonutí .....	72
4.12	Svalová křeč .....	73
4.13	Dekompresní nemoc .....	73
4.14	Vyčerpání .....	74
4.15	Syndrom modré koule (Blue Orb Syndrom) .....	74
5.	Metodika .....	75
5.1	Pravidla pro potápění na nádech .....	75
5.2	Lékařská prohlídka .....	75
5.3	Před ponorem .....	76
5.4	Buddy systém .....	77
5.5	Výcvik se základní potápěčskou výstrojí .....	77
5.5.1	Používání masky .....	78
5.5.2	Pohyb pod vodou s ploutvemi .....	80
5.5.3	Pohyb pod vodou bez ploutví .....	81
5.6	Šnorchl .....	82
5.7	Vyvážení a vytrimování .....	83
5.8	První kroky .....	83
5.9	Techniky vyrovnávání tlaku ve středouší .....	84
5.9.1	Valsalvův manévr .....	84
5.9.2	Frenzelův manévr .....	85
5.9.3	Toynbeeho manévr .....	85
5.9.4	Lowryho manévr .....	86
5.9.5	BTV manévr (beance tubaire volontaire) .....	86
5.10	Potápěčské signály .....	86
5.11	Rozdýchání, hyperventilace .....	87
5.12	Vstup do vody, pády do vody .....	88
5.12.1	Potápěčský krok .....	89
5.12.2	Pád a skok do vody nazad .....	90

5.12.3	Pád s přetočením napřed .....	91
5.13	Zanoření .....	91
5.13.1	Kachní zanoření .....	91
5.13.2	Delfíní zanoření .....	92
5.13.3	Zanoření po nohou .....	93
5.14	Sestup .....	93
5.15	Výstup a vynoření na hladinu .....	94
5.16	Průpravná cvičení a hry .....	96
5.16.1	Přetlačování .....	97
5.16.2	Kdo nejvýše .....	97
5.16.3	Lovení předmětů ze dna .....	97
5.16.4	Kámen, nůžky, papír .....	97
5.16.5	Rak .....	97
5.16.6	Ponorka .....	97
5.16.7	Podplavávání .....	98
5.17	Plánování ponoru .....	98
5.17.1	Stresující faktory .....	99
5.17.2	Strava nádechového potápěče .....	99
5.18	První pomoc při potápění na nádech .....	100
5.18.1	Prevence .....	100
5.18.2	Záchrana z hloubky .....	100
5.18.3	Záchrana na hladině .....	100
5.18.4	Ztráta partnera pod vodou .....	101
6.	Závěr .....	102
	Soupis použité literatury .....	104

# 1. Úvod

Potápění na nádech je krásný sport, který může přinést mnoho nezvyklých zážitků prakticky každému zdravému člověku v jakémkoliv věku. Proto, aby byl tento sport bezpečným a člověk si ho mohl náležitě užít a vychutnat či dokonce dosahovat rekordních výsledků je třeba porozumět několika zákonitostem a bezpečnostním pravidlům tohoto sportu. Poslední učebnice, která vyšla v českém jazyce je patnáct let stará (Pyš, 1996) (stav k dubnu 2011) a tak vznikla potřeba aktualizované učební opory studentům při základním studiu potápění na nádech.

Práce se věnuje především rekreačnímu potápění – tzv. šnorchlování a apnea diving (viz kapitola hlavní části 1.2 Kategorie nádechového potápění) s náhledy do jednotlivých oblastí a sportů v nádechovém potápění. Součástí práce je historie tohoto sportu, výstroj, fyzika, fyziologie při potápění na nádech. Kapitola „Praxe“ uvádí metodické postupy výcviku i osobního zdokonalování a bezpečnostní pravidla. Další kapitoly doplňují znalosti z oblasti hydrologie a sportovního potápění. Materiál tak mírně přesahuje oblast nádechového potápění, ale i informace z těchto oborů jsou nedílnou součástí rozhledu potápěče na nádech.

## 1.1 Předmluva

Mnoho lidí, připravujících se na dovolenou k vodě, neváhá a mezi ostatní věci přibalí i potápěčskou masku či šnorchl s ploutvemi. Možná je pod vodní hladinu láká ukrytý pestrý svět, nezvyklost vodního prostředí, poznávání nového, volnost pohybu, možná trochu i romantika a možná i vše společně, každopádně se tím člověk suchozemský stává potápěčem a měl by mít aspoň základní znalosti, co takové potápění na nádech je a co obnáší. Dokonce nemusí jít ani o moře, stačí jakákoliv vodní plocha, která není tak znečištěna, že v ní není nic vidět a na které není příliš velký lodní provoz, který by potápěče mohl ohrozit.

Co je to potápění na nádech? Potápění na nádech, apnoe diving, volné potápění, šnorchlování, freediving či dokonce nespisovné „potápění na hubu“, to vše vyjadřuje sportovní aktivitu provozovanou pod vodou bez externího zdroje vzduchu. K takovému potápění na nádech není potřeba žádné speciální výstroje, jen kvalitní potápěčská maska pro ostré vidění pod vodní hladinou (ne plavecké brýle, ty mohou způsobit barotrauma

očí). Ploutve a šnorchl jsou další možné součásti výstroje potápěče na nádech, které sice nejsou nutné, ale které potápění výrazně ulehčují. Relativní dostupnost a jednoduchost tohoto sportu udělali z potápění na nádech prakticky masovou záležitostí, přístupnou široké veřejnosti. Potápěčskou masku je možno si pořídit za minimální náklady prakticky všude a podobné je to i s ostatní výstrojí. Klidná a průzračná vodní hladina pak přímo vybízí k průzkumu světa pod vodní hladinou.

To vše přispívá k tomu, že v očích široké veřejnosti je potápění na nádech vnímáno jako běžný, nikterak nebezpečný sport, kterému se můžou oddávat prakticky kdekoliv, bez toho, aby člověka mohlo cokoliv ohrozit.

## **1.2 Člověk pod vodou**

Kdysi v minulosti předchůdci člověka obývali moře a oceány. Přesto vodní prostředí, není pro člověka prostředím vhodným pro život. Hustota vody je 800krát větší než hustota vzduchu, voda mnohem rychleji odvádí teplo, malá změna hloubky znamená obrovskou změnu tlaku a případné riziko barotraumat. Většina smyslů, na které je člověk ve svém přirozeném prostředí zvyklý, pod vodou selhává anebo je jejich rozsah nějakým způsobem omezen. Například, sluch. Díky vysoké rychlosti, kterou se pod vodou šíří, není člověk schopen rozeznat, z kterého zdroje zvuk vychází. Hmat je primárně vodou neovlivněn, ale přes silné rukavice a ve studené vodě se nedá na hmat spolehnout. Chuť může maximálně upozornit na špatnou kvalitu vody. Bez potápěčské masky by potápěč zrakem rozlišoval jen soubor rozmazaných barevných skvrn. Ale ani použitím potápěčské masky se všechny problémy se zrakem neřeší. Samotná maska zužuje zorný úhel a zvětšuje předměty pod vodou viděné.

Navíc ani viditelnost ve vodním prostředí zdaleka nedosahuje hodnot, se kterými se běžně setkáváme nad vodní hladinou. Je možné mluvit o dobré či dokonce velmi dobré viditelnosti, pokud se dá počítat na deset či dokonce desítky metrů.

Člověk není stvořen pro vodní prostředí, ale i přes to mnohdy považuje potápění nejen za sport, ale také za zábavu. Vodní prostředí člověku poskytuje volnost pohybu, pocit blízký létání a v neposlední řadě i množství netradičních zážitků. Proto, aby je plně vychutnal je zapotřebí dodržet několik jednoduchých zásad, respekt k vodnímu prostředí a znalost sebe sama.

### **1.3 Kategorie nádechového potápění**

Nádechové potápění je možné rozdělit do 4 mezinárodně uznávaných kategorií.

#### **1.3.1 Potápěč se základní výstrojí**

je jím potápěč, který používá ploutve, masku a šnorchl k plavání na hladině. Převážnou část tráví šnorchlař (anglicky pak: snorkel diver nebo skin diver) na hladině pozorováním života pod sebou. Šnorchlař používá dýchací trubici (šnorchl), kterou má po celou dobu v ústech pro kontinuální přísun vzduchu. Potápění se základní výstrojí je pilířem nádechového potápění, při které je třeba jako u sportovní formy dodržovat a respektovat pravidla bezpečného potápění. Šnorchlař se jen málokdy potopí, čím blíže jsou útesy, tím více je to možné vidět. (Schuster, 2009)

#### **1.3.2 Apneista**

je jím sportovní nádechový potápěč, který se spouští do větších hloubek a na delší dobu. Hloubky 20 – 35 metrů a časy pod vodní hladinou kolem 1 – 1,5 min. nejsou výjimečné. Dle Štěpánka je pro tuto formu potápění důležitá znalost všech úskalí i zákonitosti, které je třeba dodržovat a respektovat během provozování. Dále je nezbytná fyzická i psychická připravenost jedince. (Schuster, 2009)

#### **1.3.3 Freediver**

jedná se o potápěče na nádech – freedivera, sportovně-výkonnostní třídy, který dosahuje větších hloubek, které jsou srovnatelné s vrcholovými freedivery, jakož i délka stráveného času pod vodní hladinou. Freediver je během kurzu plně seznámen s bezpečnostními prvky, které dělají profesionální freediving bezpečnějším, dále využití vrozeným predispozic jako např. diving reflex, apod. Všechny tyto znalosti posunují výkony nádechového potápěče freedivera do větších hloubek i strávený čas pod hladinou. (Schuster, 2009)

#### **1.3.4 Tech-freediving**

při této formě se používají speciální techniky a výkonného podvodního skútru, ale dle mého názoru závislost na technice při nádechovém potápění výrazně zvyšuje riziko

potápěčské nehody, která může mít i tragické následky. Navíc je otázkou, zda je možné tuto formu stále považovat za freediving. (Schuster, 2009)

## 1.4 Historie

Potápění na nádech je velmi stará lidská činnost, která byla zřejmě prvotně provozována za účelem obživy. Nejstarší zmínka o potápění je z doby kamenné z nástěnných kreseb v Arnhemu (Austrálie). Tyto kresby znázorňují muže, jak plavou s oštěpy a rybami navlečenými na šňůře.

Na asyrském reliéfu z doby 4 000 let př. n. l. jsou znázorněni plavci dýchající z koženého vaku, kteří se hodně podobají dnešním potápěčům s tlakovými lahvemi. Jestli měl vak plavce jen nadnášet, nebo byl opravdu určen k dýchání pod vodou, je bohužel dodnes otázkou.

Ani Řekům nebyl svět pod vodou cizí. Na reliéfech z řeckých Théb asi z roku 3 200 př. n. l. jsou vyobrazeny perlorodky, které nelze získat jinak, než potápěním k mořskému dnu. Z mořských mlžů - nachovek vyráběli purpurovou barvu, červený korál vyváželi do Číny a běžně také používali mořské houby. To vše se dá získat pouze na mořském dně. A samozřejmě používali potápěče i k vojenským účelům. Potápěči uměli zatloukat do mělkého dna ostré kůly, jako ochranu přístavů před nepřátelskou flotilou, i tyto kůly zase odstraňovat, aby byl přístav naopak dobyt. Služeb potápěčů využil například v roce 333 př. n. l. Alexandr Veliký při dobývání Tyru. Právě tam jeho potápěči odstranili podmořské opevnění. Vojenští potápěči té doby se naučili nepřátelským lodím přezávat kotvy, aby se rozbily na nejbližších útesech.

Římané potom potápěčské umění Řeků ještě zdokonalili. Ve značné míře využívali služeb potápěčů k vyzvedávání potopených cenností a to dokonce i ve vracích potopených lodí. Už v té době ke své práci pod vodou používalo důmyslné zařízení - potápěčský zvon tzv. keson. S kesonem už nebyl potápěč úplně závislý na hladině a pod vodou mohl pracovat, sice stále omezenou, ale přesto mnohem delší dobu. Keson se pak používal po mnoho staletí a jeho technicky dokonalejší verze se používají vlastně dodnes.

Po celá následující staletí se potápěči dostávali pod vodou za svojí obživou i pro vojenské účely, aniž by si jich kronikáři více všímali, a tak na dlouhé období jsou naše informace pouze kusé.



Slavnému a hlavně všestrannému Leonardovi da Vinci potápění také neuniklo a kreslí některé potápěčské pomůcky, jako například plovací blány na ruce a na nohy (ploutve přišly až o 5. století později), vymýšlí některé konstrukce potápěčských zvonů. Bohužel i on se dopouští chyby, podobně jako mnozí před ním, když kreslí potápěče s dlouhou dýchací trubicí až k hladině. Důvody, proč je tento nápad nerealizovatelný, už poznalo mnoho malých dětí v létě u rybníků, když se snažily dýchat z delší hadice. Už v malé hloubce pod hladinou je takový tlak, že svaly umožňující dýchání nejsou schopny znovu po vydechnutí roztáhnout hrudní koš, člověk už se nenadechne a je nucen vyplavat k hladině. A ještě jeden důvod – trubice zvětšuje tzv. mrtvý prostor. Dlouhá trubice má totiž takový objem, že potápěčem vydechnutý vzduch v trubici zůstane a potápěč ho při nádechu znovu vdechne.

Velmi rychle začaly do hlubin lákat člověka i bájně poklady a mnoho jich bylo i vyzvednuto. V 15. stol. byli potápěči ve Španělsku dokonce speciálně cvičeni k vyzvedávání pokladů.

I v Čechách, zemi uprostřed Evropy vzdálené daleko od moří, má potápění svoji historii. První český potápěč, o kterém se dochoval záznam, byl romantik, který se snažil potápěním zjistit jak je hluboká Hranická propast na Moravě. Zjistil, že jezero v propasti nemá dno. Možná se to zdá humorné, ale až dodnes, s veškerou moderní technikou, se potápěč, ani žádný přístroj, na její dno nedostal.

Další zajímavá zmínka o potápění je ve Starých pověstech českých Aloise Jiráska. Zmiňuje se o tom, jak Ferdinand II. povolal čtyři benátské potápěče, aby vyzvedli poklad v Opatovickém klášteře. K čemu potřeboval potápěče? Mniši prý kdysi ukázali Karlovi IV., po slibu mlčení, obrovský klášterní poklad. Karel IV. však před svou smrtí tajemství prozradil, a po jeho smrti vojska táhnoucí krajem proměnila klášter v rozvaliny. Labe tenkrát často měnilo řečiště a jednou změnilo řečiště tak, že zbytky kláštera se ocitly na jeho dně. Potápěči přijeli, potopili se, ale domů se už vraceli jen dva a s prázdnou. A tak je možné, že opatovický poklad je stále někde pod hladinou Labe. Pokud ovšem řeka znovu nezměnila řečiště.

Zajímavou zmínka o potápění v českých zemích je z roku 1757, kdy byla Praha obležena Prusy. Pan Mara z Hrdlořez, zvěd rakouského vojska generála Dauna, dokázal pomocí nafouknutých hovézích vaků proplout, či se spíše propotápět, řetězem pruských

stráží do obklíčeného města. Doručil tam zprávu, že se pomoc už blíží. Stejným způsobem se pak i vrátil.

Ve světě je možné od 14. století pozorovat pokusy, při kterých si potápěč dal na hlavu vlastně jen zmenšenou verzi kesonu, a hadicí mu byl z hladiny přiváděn vzduch. Nevýhoda těchto prvních přileb je zcela zřejmá, potápěči stačilo, aby se předklonil a veškerý vzduch se z přilby "vylil". Způsob, jak tento nedostatek odstranit, byl poměrně jednoduchý, ale než se přišlo na správné řešení, odneslo to několik lidí i životem. Řešením bylo buď uzavřít spodní část přilby kolem krku, což s tehdejšími materiály mohlo stát potápěče život (prakticky ho taková manžeta uškrtla), přesto se i takové pokusy objevily, anebo celého člověka dostat do vodotěsného obleku i s přilbou.

Opravdu první v praxi použitelný potápěčský oblek uvedl až v roce 1839 August Siebe. Člověk se mohl předklonit a relativně volně pohybovat. Jsou to právě ty skafandry, které můžeme vidět jako klasickou představu staršího potápěče (je vidět i ve filmu "Jak utopit doktora Mráčka"). Siebe dodával ke svým skafandrům i výkonné vzduchové pumpy. Siebeho skafandry ověřila i armáda, rychle se rozšířily a nakonec znamenaly revoluci v potápění. Od této doby se mohl člověk pod vodou pohybovat a pracovat poměrně bez omezení. Dodnes můžeme ještě vidět skafandry Siebeho typu, které se používají při těžké práci pod vodou.

Siebeho skafandry dovezla v roce 1907 C. k. poříční státní správa Štěchovice – Mělník i do Prahy a s nimi i další pozoruhodný systém: Rouquayrolův a Denayrouzeho dýchací přístroj vynalezený v roce 1866. Tento systém už do určité míry osvobodil potápěče od dodávky vzduchu z hladiny, protože si potápěč nesl na zádech láhev se stlačeným plynem. Ovšem u vltavských potápěčů tento systém velké nadšení nezbudil, ale dochovala se zpráva, že ho dokázali používat bez obleku, jen se skřipcem na nose. Tak nechybělo mnoho a sportovní potápění by nevzniklo na Francouzské riviéře, ale v Praze na Vltavě. (Novák, 1986)

Protože Siebeho skafandr dovolil potápění do větších hloubek a na delší časy, tak se také vynořili problémy, které znali už potápěči z kesonů. První problém byl s rychlým výstupem. Pokud potápěč vystupoval opravdu rychle k hladině, stávalo se, že se vynořil s pěnou u úst s brunátným, nateklým obličejem a plival krev. To byla tzv. barotraumata, poškození způsobená změnou tlaku! Potápěči rychle přišli na to, že je potřeba

nezadržovat dech při takovém výstupu, aby vzduch z plic mohl volně unikat. Jenže druhý velký problém neodstranilo jednoduché otevření úst a relativně pomalé vynořování!

Tím problémem byla kesonová nemoc (název pochází od dělníků v kesonech na stavbách mostů, obdoby potápěčských kesonů), nebo také nověji - dekompresní choroba. Když potápěč zůstal delší dobu ve větší hloubce, měl při vynoření na hladinu velké bolesti v ramenou, mramorovou kůži, těžce dýchal, dostával křeče a v nejhorších případech i umíral, a navíc s hloubkou a delším časem na dně se příznaky velmi prudce zhoršovaly. Časem si potápěči vytvořili různé postupy, jak se kesonové nemoci vyhnout, ale její příčinu neznali. Například v různých hloubkách při vynořování předříkávaly určitý počet žalmů a teprve po tom, co je odříkali celé, pokračovali ve vynořování. Takto empiricky získaných zkušeností využívali potápěči vlastně až do začátku 20. století!

V druhé polovině 19. stol. se Paul Bert zabýval problémem dýchání ve velkých výškách především horolezců a letců v balónech a zcela zákonitě se dostal i k problému vyššího tlaku. Probral se mnoha zprávami o úmrtí, či zmrzačení potápěčů a přemýšlel, co se vlastně stalo. Nejdříve zavrhl všechny předcházející teorie, pak přišel na to, že kyslík, je-li ho moc, stává se jedovatým, a není-li ho zase dostatek, člověk se udusí. Byl to velký krok vpřed, ale to stále nebylo to, co způsobovalo potápěčům takové problémy. Kyslík je ve vzduchu obsažen zhruba z 21 %, téměř celý zbytek tvoří dusík. Ten neodchází, tak jak je vdechnut, ale je v krvi rozpuštěn. Čím větší tlak, tím je možno ho do krve rozpustit víc, a jak se tlak snižuje, dusík se snaží opět dostat ven. Když rozdíl tlaků bude příliš velký, usazený dusík se uvolní ve formě bublinek. Je to jako když se otevře minerálka. V natlakované minerálce žádné bublinky nejsou, ale sotva ji otevřete, čímž snížíte tlak, začne rychle bublat. Bert také navrhl možnosti jak se kesonové nemoci vyhnout. Buď zvedat potápěče k hladině velmi pomalu, čímž se dusík pomalu vysytí - tzv. dekomprese, nebo pro potápěče, po vynoření na hladinu, vytvořit prostředí se stejným tlakem, v jakém byl a tam postupně tlak snižovat - tzv. rekompresa.

V roce 1870 významný filosof, Francouz Paul Bert vypožoroval, že husy během ponoru do vody snižují tepovou frekvenci v reakci na zadržení dechu a působení tlaku. Tato zajímavá fyziologická změna byla zdokumentována i u jiných vodních ptáků, savců a plazů. Tento fenomén se nazývá také Diving Reflex a v posledních letech se zjistilo, že i

člověk má tuto schopnost. Tuto reakci u člověka vyvolává stav bezdeší, přímý kontakt se studenou vodou a hydrostatický tlak.

J. S. Haldane začal tam, kde Bert skončil. Zkoumal spisy námořních potápěčů a spolupracoval s těmi potápěči, kteří byli ochotni spolupracovat. Nejdříve však začal s pokusy na zvířatech. K pokusům měl dva kozly. Mladého, štíhlého a starého, tlustého. S podivem zjistil, že starý a tlustý kozel je vůči ochrnutí téměř odolný. Takže by se mohlo zdát, že tlustší lidé jsou vůči dekompresní chorobě odolnější. Jenže to má háček. Pokud už je jednou takový člověk "nasycený", trvá mu to o to déle, než se vysytí. Potom Haldane vymyslel postup pro postupné vynořování potápěčů. Vyzkoušel ho na dobrovolných potápěčích britského námořnictva. Postup se v praxi osvědčil natolik, že od té doby mělo být neomluvitelné, aby námořní a obchodní společnosti vystavovaly potápěče nebezpečí z neznalosti dekompresních postupů. Haldane vydal v roce 1907 své dekompresní tabulky, předchůdce všech dnešních dekompresních tabulek.

Zvláštní skupinou ve vývoji potápění jsou kyslíkové dýchací přístroje. V roce 1878 jej vyzkoušel Henry Fleus v bazénu. Pod vodou vydržel celou hodinu bez žádné trubice k hladině. Potápěč dýchal kyslík, který ovšem nevydechoval do vody, ale vydechnutý vzduch vyčistila patrona s chemikálií od kysličníku uhličitého a potápěč ho znovu vdechnul, a tak od potápěče neunikal žádný vzduch. Jeho přístroj se osvědčil, a v té době již zavedená Siebeho firma jej začala vyrábět k použití v menších hloubkách (kyslík je při větším tlaku v hloubkách jedovatý), k záchraně posádek ponorek a k použití v zamořeném prostředí. Fleusův přístroj byl tak předchůdcem bezpečnostních souprav pro požárníky, ale i pro špičky moderní potápěčské techniky - rebreatherů.

Během II. světové války pracuje ve Francii zřejmě největší legenda jakou doposud potápění poznalo - Jacques Yves Cousteau. Bývalý námořní důstojník a nadšený filmař si lásku k filmování a k moři spojil, a filmoval pod vodou. Jenže veškerá potápěčská technika té doby mu nedávala dostatek volnosti, kterou by chtěl. Nejbliže se k volnosti pohybu pod vodou přiblížil přístroj Yvese la Prioura z roku 1926. Z láhve stlačeného vzduchu unikal vzduch nejdříve přes redukční ventil a pak přímo k potápěčovým ústům. Ten si pak s hloubkou musel ventil nastavovat tak, aby mohl volně dýchat. Ale ani toto řešení se mu nedávalo dostatek volnosti, a navíc zapomenout regulovat ventil, mohlo být osudné. V roce 1943 se Cousteau potkává v Paříži s inženýrem Gagnanem, konstruktérem plynových motorů. Ten překvapenému Cousteaovi řekl, že úprava tlaku

tak, aby jej člověk mohl volně dýchat z tlakové láhve bez jakéhokoliv potřebného zásahu potápěče, je podobný problém jako u plynových motorů. Zakrátko vznikla první plicní automatika - Aqualung - vodní plíce. Společně s ploutvemi vynalezenými již v roce 1929 Luisem de Corlieu, osvobodil aqualung potápěče ode dna a náhle se potápěč mohl volně vznášet ve vodě, být jak ryba! Cousteau nechtěl svůj vynález zveřejnit v době okupace, aby ho nacistické Německo nezneužilo a tak svět poznává první automatiku až po válce. Cousteau zůstal potápění věrný prakticky až do své smrti, pod vodou natočil mnoho dokumentárních filmů a o životě pod vodní hladinou napsal mnoho knih. Zde pak začíná nová historie potápění, sportu, který už přilákal pod vodu miliony lidí.

Zhruba do konce 80. let musel potápěč perfektně ovládat dekompresní tabulky, být psychicky velmi stabilní, protože se, stejně jako dnes, mnoho problémů muselo řešit chladnou hlavou mnohdy přímo pod hladinou a fyzicky být aspoň natolik zdatný, aby když byl pod vodou příliš lehký, nevyplaval na hladinu, a naopak, když byl příliš těžký, tak aby se neválel po dně. Potápěč si do vody vzal tolik závaží (olov), kolik na tu kterou hloubku potřeboval. Nad touto hloubkou byl lehký a pod ní těžký. Tento problém odstranil kompenzátor vztlaku (BCD – buoyancy control device). V současnosti pokud je potápěč lehký, vyfoukne z kompenzátoru vzduch, a pokud je těžký, tak jednoduše vzduch naopak do kompenzátoru nafoukne. Schopnost se perfektně vyvážit (volně se pod vodou vznášet) je dnes pro potápěče nezbytná, ale také znamenala zpřístupnění potápění nejen fyzicky zdatným jedincům.

S příchodem moderní elektroniky se objevily potápěčské počítače. Ty ukazují, stejně jako klasický hloubkoměr hloubku a k tomu i čas pod vodou. Automaticky se pak počítají a ukazují dekompresní hodnoty. Ukazuje se zbývající čas do dekomprese a popř. hloubka dekompresních zastávek a čas dekomprese – to vše v aktuálním čase. Dokonce upozorňuje i na chyby potápěče, například na příliš rychlé vynořování či chybu v provádění dekomprese. Potápěči si tak většinou oproti tabulkám prodloužil čas ponoru a také se budoucí potápěči přestali bát teorie dekompresních tabulek.

V dnešní době se pak i sportovní potápěči potápějí, po patřičném výcviku, do hloubek a na časy pod vodou, dříve nemyslitelných. Umožnily to nové směsi plynů, které mohou zkracovat výrazně dekompresní zatížení anebo omezují či úplně vylučují opojení hloubkou, které způsobuje dusík při větším parciálním tlaku – dusíkové opojení se dá

celkem přesně přirovnat k opojnému působení alkoholu. To ovšem pod vodou může být osudné.

Bezpečnost při potápění je velmi důležitá. Především se většinou používá tzv. budy systém – potápění ve dvojici. Životně důležité součásti výstroje jsou zdvojeny či dokonce při náročnějším potápění (pod ledem, jeskyně atd.) ztrojeny. Pro každou úroveň výcviku je stanovena maximální hloubka, kterou potápěč nesmí překročit a mnoho dalších bezpečnostních omezení.

### **1.4.1 Potápění v Čechách**

Zřejmě prvním opravdu sportovním potápěčem v Česku byl Günter Nouackh, který v roce 1912 sestoupil do Šenkova sifonu, aby prozkoumal pokračování jeskyně Býčí skála. Skafandr si vypůjčil od jedné firmy ve Vídni a zajímavé je, že v něm dýchal směs 55 % dusíku a 45 % kyslíku což jsou dnes poměrně moderní směsi označované jako nitrox (směs kyslíku a dusíku s větším obsahem kyslíku než je ve vzduchu). Průnik přes dvojitý Šenkův sifon se ovšem Nouackhovi nepodařil.

Ale opravdový rozvoj sportovního potápění nastal až po druhé světové válce. Ve světě se začali se sdružovat zájemci o tento sport, zejména pak o lov ryb harpunou, aby v roce 1952 byl založen „Výbor pro podvodní sporty“, a to v rámci Mezinárodní konfederace sportovního rybolovu, ale protože činnost tohoto výboru a jeho členů se neustále rozšiřovala, bylo rozhodnuto o založení samostatné mezinárodní konfederace, a tak ve dnech 9. - 11. ledna 1959 byla v Monaku založena Světová potápěčská konfederace CMAS - Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (též World Diving Federation), ta určila první pravidla sportovního potápění jeho bezpečnosti a výcviku. Zakládajícími svazy či federacemi se staly národní potápěčské organizace států: SRN, Belgie, Brazílie, Španělsko, USA, Francie, Velká Británie, Řecko, Itálie, Malta, Monako, Holandsko, Portugalsko, Švýcarsko a Jugoslávie. Jejím prvním prezidentem se stal již zmiňovaný Jacques Yves Cousteau.

V té době se do tehdejšího Československa začínají dovážet první ploutve a masky, vznikají první sdružení sportovních potápěčů. V časopise ABC vyšel, dnes již kuriózní, návod na výrobu potápěčské masky z dětského kyblíčku a na šnorchl z novodurové trubky. Na přelomu let 1955 a 1956 byla založena odborná potápěčská skupina pod tehdejším Svazarmem, tenkrát ještě pod vodáckou sekci. V roce 1957 pak branná

organizace NDR GST nabídla Svazarmu vyškolení čtyř instruktorů sportovního potápění a byly vypracovány i bezpečnostní a výcvikové směrnice, ty se ovšem do dnešních dob několikrát změnili s postupujícím vývojem tohoto sportu. Výcvik byl tenkrát velmi náročný, nejen pro náročnost tohoto sportu, ale značná část instruktorů byli odchovanci armádního výcviku potápěčů, což bylo ovšem plně v souladu s filozofií Svazarmu. Československé potápění se dostává i na mezinárodní fórum. Nejprve je zástupcem Československa ve CMASu First Spearfishing Club z České Lípy, ale v roce 1969 vstupuje do CMASu i Svazarm jako 46. řádný člen.

CMAS je neziskovou organizací a je jedinou mezinárodní organizací, která má svou působnost v tak širokém rozsahu potápěčských aktivit, má členskou základnu tvořenou národními potápěčskými svazy či federacemi, a je i členem mnoha mezinárodních organizací - MOV (Mezinárodní olympijský výbor), UNESCO a mnoha dalších. Žádná jiná mezinárodní potápěčská organizace nemá tento rozsah působnosti, a tak CMAS v současné době představuje jakési potápěčské OSN – unifikuje například podvodní signály používané v potápěčské praxi, standardizuje pravidla potápěčského výcviku a podobně. Sídlem vedení CMAS je budova italského Olympijského výboru v Římě. V roce 1986 dosáhl CMAS rovněž velkého úspěchu na diplomatickém poli, neboť Mezinárodní olympijský výbor zařadil plavání s ploutvemi mezi olympijské disciplíny.

Po roce 1989 nastává řada významných společenských změn, a to i v českém potápění. Svazarm se začíná rozpadat a vzniká samostatný Svaz potápěčů Československa. Ten se stal i členem Československého olympijského výboru (ČSOV), kde byl jmenován zástupcem Zdeněk Skružný. Další významnou změnou prošel Svaz potápěčů po roce 1993, kdy se s rozpadem Československé republiky na dva samostatné státy rozdělil i Svaz potápěčů Československa a vznikl Svaz potápěčů České republiky.

Ve světě postupem času vznikly i jiné mezinárodní organizace a výcvikové systémy např. PADI, NAUI, IANTD, ITD, které se po roku 1989 také dostávají do Československé republiky a díky svému propracovanému výcvikovému systému a dobrému marketingu získávají oblibu a rychle se prosazují.

Potápění je sport finančně značně nákladný (např. drahý kompresor potápěč jen sám pro sebe neužije), začínali se potápěči už od padesátých let sdružovat do klubů z nichž některé mají již dlouhou historii spjatou s začátky potápění v České republice. Tyto

kluby, jejichž činnost zašitoval svého času SVAZARM, pořádají i dnes kurzy pro potápěče a především mu pomáhají dále se rozvíjet, na FTVS tuto činnost zabezpečuje Klub technických sportů.



## 2. Výstroj

Výběru správné výstroje je potřeba věnovat patřičnou pozornost. Právě ona totiž ovlivňuje dosažený výkon či pocit, který potápění v člověku zanechá. Špatně zvolená maska, která dokonce špatně těsní a dostává se do ní voda, může případného zájemce o tento sport poměrně spolehlivě odradit. Při výběru výstroje je třeba věnovat značnou pozornost i ploutvím. Ploutve usnadňují pohyb ve vodním prostředí a to bez nutnosti pohybu paží, které jsou tak uvolněny k jiné činnosti. Jiné jsou určeny pro podvodní rugby, poměrně krátké a široké, a jiné pro disciplíny freedivingu, které jsou naopak až extrémně dlouhé.

Základní výstrojí pro potápění na nádech je maska, šnorchl a ploutve. Tato výstroj se často zkráceně označuje jako „ABC“ a nezáleží na tom, jestli zrovna masku v názvu zatupuje písmeno „A“ či jakékoliv jiné. Nicméně právě masku je možné považovat za tu nejdůležitější součást výstroje potápěče na nádech, protože umožňuje ostré vidění pod vodní hladinou. Bez ní je svět pod vodou jen rozmazanou šmouhou.

Další část výstroje - šnorchl, umožňuje při plavání na hladině držet hlavu pod vodou a stále dýchat, zatímco potápěč může sledovat dění pod sebou.

Maska, šnorchl a ploutve jsou nezbytnou, základní výstrojí. Další výstroj je výstroj doplňková, i když mnohdy stejně důležitá ne-li důležitější. Například ve vodě, kde se dá očekávat zamotání do vlasů a lan, je více než vhodnou součástí výstroje potápěčský nůž. Botičky s pevnou podrážkou zase ochrání nohy před nepříjemným zraněním chodidel, například o ostré hrany útesu či před ostny mořského ježka.

### 2.1 Maska

Je asi nejdůležitější součástí výstroje potápěče, protože umožňuje ostré vidění pod vodou. Maska vytváří mezi vodou a okem prostor vzduchu a tím dovoluje světlu se na zornici lámat způsobem, kterému je oko navyklé.

Maska a brýle nejsou totéž. Rozdíl je především v tom, že maska překrývá i nos. To je důležité pro vyrovnávání tlaku v masce. Brýle by už v relativně malých hloubkách způsobily barotrauma očí. Těsnění kolem nosu musí být lehce dosažitelné a dostatečně prostorné, aby bylo možno vyrovnat tlak ve středouší i v silných rukavicích.

Na zornících, sklech masky by měl být nápis „Tempered“ či jen prosté „T“ – tvrzené sklo. Toto sklo lépe odolává nárazům a při rozbití minimalizuje možnost vysypání ostrých střepů do obličeje. Rozbité sklo zůstává v původním uchycení. Bohužel jsou situace, kdy i takové sklo nevydrží a vysype se. Aby k takovým situacím nedocházelo je třeba vyhýbat se nárazům masky o ostré předměty, ale i prudkému nárazu do vodní hladiny.

V případě, že je na masce nápis „Safety lens“ jedná se o organické sklo (např. plexisklo). Tento materiál odolává některým nárazům dokonce ještě lépe než tvrzené sklo, ale bohužel se extrémně mlží a také není těžké ho poškrábat. Postupem času množství drobných škrábanců zorník masky zmatní a výrazně omezí průhlednost. Proto pozor na masky, u kterých není možnost ověření, že jejich sklo je tvrzené.

Nově zakoupená maska se většinou pod vodou zamlžuje a znepríjemňuje činnost potápěče pod vodou. Je třeba masku dobře umýt ve vodě s rozpuštěným saponátem, aby se maska zbavila veškeré mastnoty. Proti mlžení tvrzených skel se potápěči naučili jednoduchý trik: skla suché masky nasliní a poté jen mírně vypláchnou čistou vodou.

Lícnice masky i její pásek jsou u kvalitních masek vyrobeny ze silikonu. Silikon by neměl přijít pod přímé sluneční záření, protože UV složka světla silikon rozkládá. Maska by mu tedy neměla být dlouhodobě vystavena, je lepší ji uchovávat ve stínu či aspoň přes výstroj položit pokud možno mokré ručník. Při použití masky v chlorované vodě nebo po potápění v moři, je vhodné ji umýt ve sladké vodě. Samozřejmě je potřeba masku chránit i před mechanickým poškozením. Dobrá péče o masku zajišťuje její dlouhou životnost.

Pásek masky musí být v zadní části rozšířený, aby se tlak pásku rozložil na větší plochu a tím nedocházelo k bolestem na temeni či otlacení masky na obličej po delších ponorech. Přezka spojující pásek se samotnou maskou by měla být dobře dosažitelná a dobře ovladatelná. Stahování pásku masky, aby do ní neteklo či aby lépe seděla, nefunguje. Lícnice masky se zkrabatí a do masky se dostane voda.

Na trhu je množství masek lišící se konstrukcí. Při nákupu zaujme, že masky mají jeden či dva okuláry. Označujeme je za jednozorníkové a dvouzorníkové či dokonce vícezorníkové masky. Rozdíl mezi nimi prakticky není. Některé dvouzorníkové masky mají možnost výměny skel za dioptrická a většinou menší vnitřní objem, ale není to

pravidlem. Na možnost výměny je potřeba se informovat přímo o prodejce. Oddělená skla dvouzorníkové masky můžou zapříčinit rozdvojení viděného obrazu, pokud skla nejsou v jedné rovině, ale to je situace spíše výjimečná. Vícezorníková maska není vhodná pro potápění na nádech, kvůli svému velkému vnitřnímu objemu, navíc se obraz na sklech, které nejsou v jedné rovině se základním zorníkem, rozděluje a lomí. Jinak záleží jen na oblíbě či vkusu potápěče, kterou masku si vybere.

Obr. 2.1. Dvouzorníková maska s výměnnými skly. (URL<sub>13</sub>)



Jiná situace nastává s transparentností silikonu. Transparentní, průhledný silikon umožňuje sledovat aspoň stíny a obrysy předmětů, které nejsou vidět před zorníkem, neprůhledný silikon tuto možnost nemá. Průhledný silikon lícnice nicméně dovoluje světlu, ať už slunečním paprskům či světlu potápěčské svítilny, proniknout do masky a na sklech se potom odráží, vytváří „prasátka“ a skrz masku poté není vidět.

Nejdůležitější při výběru masky je, aby dobře přilnula „seděla“ na obličejí potápěče. Tím nebude docházet k zaplavování masky vodou. V prodejně je možné to vyzkoušet tak, že se pásek masky dá před její zorníky, maska se nasadí na obličej a mírně přitlačím, nebo se vdechne nosem. Pásek zůstává stále před maskou a do masky se nevydechuje. Masku, pokud opravdu dobře „sedí“, pokud z obličejí nepadne ani při předklonu. Tento způsob vyzkoušení masky už v obchodě aspoň z části zaručuje, že do masky nebude pronikat voda. Bohužel nefunguje to vždy např. u mužů s knírem či fousy nezbyvá nic jiného, než si masku vyzkoušet ve vodě.

Dalšími důležitými kritérii při výběru masky je minimální vnitřní objem, což usnadňuje vylévání masky pod vodou, a co největší zorný úhel. Důležité je, uvědomit si, že maska

pod vodou, vzhledem k lomu světla zvětšuje, a tak se předměty zdají větší a o něco blíže, než nad hladinou, ale tomu je možné velmi rychle zvyknout.

## **2.2 Ploutve**

Umožňují potápěči rychlé a efektivní plavání pod vodou a zároveň uvolňují ruce. Pokud jsou ploutve dobře navrhnuty, zvyšují účinnost plavání až o 60%. Tvarů, konstrukcí i barev ploutví je dnes na trhu nepřeberné množství a tak záleží prakticky jen na vkusu potápěče a na tom, co mu vyhovuje. Vždy je lepší si ploutev před koupí prakticky vyzkoušet což ovšem prodejci potápěčské techniky umožňují jen výjimečně a tak mnohdy nezbývá, než si vybrané ploutve půjčit na vyzkoušení od jiných potápěčů, kteří mohou poskytnout svoje zkušenosti s nimi.

Některé ploutve používají ke zvýšení účinnosti kanálů, jiné využívají zvláštních gumových prolisů. Objevují se také ploutve, které odlišují levou a pravou nohu, tréninkové ploutve, které pomáhají plavcům při tréninku atd.

K výrobě ploutví se nejčastěji používá guma a kombinace různých plastů a jejich údržba je poměrně jednoduchá: po používání v chlorované nebo slané vodě je nutné je opláchnout vodou sladkou. Ploutve, podobně jako i ostatní výstroj, by také nikdy neměli zůstat na přímém slunci.

Je mnoho druhů ploutví, které vyrábí mnoho výrobců, ale jejich základní rozdělení je na ploutve botičkové a páskové.

### **2.2.1 Botičkové ploutve**

Také se někdy označují jako ploutve bazénové, mají, jak už název napovídá, měkkou, nejčastěji gumovou botku, která musí potápěči dobře sednout, podobně jako běžná bota. Pokud bude botka příliš velká, ploutev bude z nohy při plavání padat a naopak, když bude malá, potápěče budou bolet nohy, stejně jako z malých bot. Je tedy důležité si i tyto ploutve vybírat jako boty v obchodě – podle velikosti botky.

Botičkové ploutve bývají většinou menší, než páskové ploutve, což umožňuje rychlou změnu směru i rychlosti. Výjimkou jsou ploutve určené ke specifickým účelům např. ploutve k rychlostnímu plavání, které jsou poměrně dlouhé a extrémně dlouhé ploutve s oblibou používají i potápěči překonávající rekordy v nádechových disciplínách. Rozdíl

je i v tuhosti listu ploutve. Tužší list dovoluje vyšší výkony, ale za cenu značného energetického vydání. Noha musí být na takovou zátěž zvyklá, jinak se budou dostavovat časté křeče.

### 2.2.2 Páskové ploutve

Tyto ploutve mají botičku v zadní části otevřenou a opatřenou stahovacím páskem. Plavání „naboso“, není v těchto ploutvých vhodné, jsou vyrobeny pro používání s neoprenovou botkou. Pásek v zadní části umožňuje do ploutve používat různé neoprenové botičky i přesto je potřeba ještě v obchodě zkontrolovat, jestli se do ploutve daná botička vůbec hodí a vejde se do ní. Nejlépe ploutev vyzkoušet společně s neoprenovými botičkami. Ploutev nesmí být přes botičku příliš těsná, ale ani příliš volná. I tyto ploutve jsou vyráběny v různých velikostech.

Páskové ploutve mají většinou větší list, než ploutve botičkové a používají se nejčastěji pro přístrojové potápění. Při potápění s páskovými ploutvemi je praktické, vzít si s sebou i náhradní pásek k ploutvím, pro případ jeho přetržení.

Obr. 2.2. Páskové ploutve. (URL<sub>14</sub>)



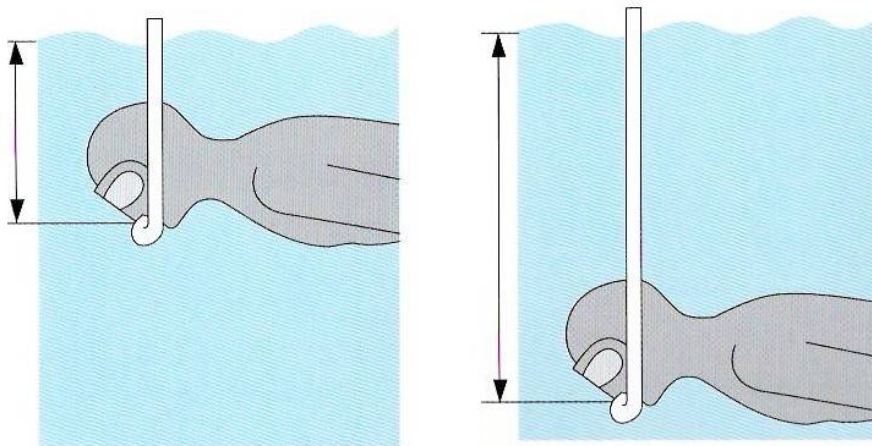
## 2.3 Šnorchl

Šnorchl je určen především k plavání na hladině ať už při potápění na nádech nebo při potápění přístrojovém. Při plavání na hladině umožňuje dýchat a zároveň pozorovat dění pod vodou. Je tak zcela nezbytný při některých potápěčských sportech a hrách pod vodou. Rozměr šnorchlu je omezen přidaným mrtvým dýchacím prostorem, který šnorchl vytváří, a hydrostatickým tlakem. Maximální objem přidaného mrtvého

prostoru pak ovlivňuje jeho průměr. Mrtvý dýchací prostor je prostor, v kterém zůstává i po vydechnutí vydechnutý vzduch. Přirozeným mrtvým jsou například dýchací cesty. Uměle přidaným mrtvým prostorem pak třeba právě šnorchlu. Při příliš velkém objemu by mohl potápěč nadechovat jen vydýchaný vzduch, v kterém by postupně klesal podíl kyslíku až do možného bezvědomí potápěče. Naproti tomu se z příliš úzkého šnorchlu špatně dýchá. Vnitřní průměr tak bývá 16 až 19 milimetrů.

Hydrostatický tlak zase ovlivňuje délku trubice. Dýchací svaly musí být schopny poměrně snadno překonat rozdíl tlaku mezi hladinou a hloubkou v které se nachází střed plic. Délka šnorchlu se obvykle pohybuje mezi 30 a 40 centimetry. Náustek šnorchlu musí být dostatečně pohodlný pro dlouhé držení v ústech. Optimálním materiálem pro náustek je silikon. Šnorchly mohou být opatřeny klouby, které umožňují snadné nastavení náustku vůči samotné trubici. Pro přístrojové potápění je v této části mnohdy ohebná vrapová trubice.

Obr. 2.3. Rozdíl tlaku mezi hladinou a plicemi může u dlouhého šnorchlu být nebezpečný. (Käsinger, 2004).



Poslední dobou se na šnorchlech objevily ventily, které mají pomoci při vyfukování šnorchlu na hladině. Při vynoření se i část samotného šnorchlu dostane nad vodu. Zatímco ve šnorchlu, který nemá ventil, zůstane voda v celé jeho délce, tedy i v té části co je nad hladinou, u šnorchlu s ventilem tlak vody ve šnorchlu nad vodní hladinou vytlačí podobný objem vody ventilem a potápěč tak nemusí vyfukovat celý objem šnorchlu. Dalším možným vylepšením šnorchlu mohou být různé nástavce, které mají

zabránit proniknutí dešťových kapek či vodní tříště do šnorchlu. Zvýšená investice do šnorchlů s ventily či s nástavci proti vniknutí vodní tříště atp. si musí každý potápěč zvážit sám. Nicméně zcela zbytečnou investicí při používání šnorchlu ke sportovním účelům jsou různé záklopy či míčky proti vniknutí vody.

Důležitou součástí je úchyt šnorchlu k masce. Konstrukce těchto úchytů se značně liší, ale obecně je možné prohlásit, že úchyt musí šnorchl bezpečně držet na pásku masky, aby se neztratil, a přesto musí být tak jednoduchý, aby se z něho dal šnorchl snadno sundat.

## **2.4 Potápěčské obleky**

Potápěčský oblek chrání potápěče před vlivy okolního prostředí. Protože je voda velmi dobrým vodičem tepla, chrání oblek především proti prochladnutí, ale i před mechanickým poraněním. Provedení potápěčských obleků je různé, stejně jako jejich cena, které je odvislá od zamýšleného použití, materiálu a provedení a samozřejmě také na značce.

### **2.4.1 Tropické obleky**

Jsou většinou vyrobeny z pružného nylonu nebo materiálu Lycra. Jsou to vlastně stejné či podobné materiály, z kterých se běžně vyrábějí plavky. Tento materiál má jen minimální izolační účinky, ale to se od těchto obleků ani nepožaduje, protože se používají hlavně k potápění v teplých vodách v korálových mořích. Jejich účelem je chránit potápěče před mechanickým poraněním – před poškrábáním o ostré předměty, korály, ostré výčnělky vraků, před kontaktem se žahavými živočichy a mimo jiné také chrání před spálením pokožky při přípravě výstroje na hladině a při plavání na hladině. Někdy se tyto obleky používají pod mokrý neoprenový oblek, pro usnadnění oblékání. Tropické obleky nemají prakticky žádný vztlak a není je tedy potřeba kompenzovat další zátěží.

### **2.4.2 Mokrý neoprenový potápěčský oblek**

Tyto obleky určitě patří mezi nejrozšířenější a to především díky své variabilitě. Jak už jejich název napovídá, tyto obleky jsou vyrobeny z pěněné gumy - neoprenu. Čím je silnější neoprenový materiál, tím je také vrstva bublinek v něm uzavřených silnější a

jeho izolační schopnosti větší. Příliš silný neopren je sice teplejší, ale zase snižuje potápěčovu pohyblivost. Pro použití v chladnějších vodách se volí silnější neopreny až do tloušťky 8 mm či silné dvoudílné obleky, jejichž tloušťka se na trupu zdvojnásobuje.

Většina současných neoprenu je oboustranně podlepena tkaninou. Vnější vrstva bývá někdy zhotovena z tkaniny odolné proti otěru a poškození a vnitřní zase z materiálu usnadňujícím oblékání nebo zlepšující tepelně izolační vlastnosti obleku.

Tepelné ztráty redukuje tyto obleky tím, že vytvářejí ochrannou vrstvu, těsně přiléhající k pokožce a omezují množství vody, která s pokožkou přichází do styku. To platí pro oblek, který potápěčovy dobře padne a k pokožce přiléhá na všech místech dostatečně těsně. Pokud je příliš volný, protéká jím při pohybu potápěče volně voda a odvádí již ohřátou vrstvu vody a tím oblek ztrácí izolační vlastnosti. Pokud je oblek naopak příliš těsný, omezuje krevní oběh. Jestliže potápěč napadne žádný z konfekčních obleků, nezbývá než si nechat ušít oblek na míru. Pro omezení cirkulace vody v obleku na minimum mají některé mokré obleky kolem kotníků, zápěstí a krku, či obličejů, těsnící manžety a zip řešen tak, aby i přes něj proteklo co nejméně vody. Tyto takzvané „polosuché neoprenové obleky“ zajišťují potápěči lepší tepelnou pohodu, než běžné mokré neopreny.

Protože neopren obsahuje množství bublinek, má také značný vztlak, který samozřejmě roste s tloušťkou neoprenu a který potápěč musí kompenzovat závažím. Množství zátěže je odvislé od tloušťky neoprenu, tělesné konstituce, typu vody (sladká/slaná) i od předpokládané hloubky, do které se chce potápěč potápět. Nezbývá tedy, než si správnou zátěž zjistit empiricky. Navíc s přibývajícím hloubkou se stlačují bublinky uzavřené v neoprenu a materiál se tím ztenčuje. Tím oblek ztrácí nejen část svého vztlaku, ale část svých tepelně izolačních schopností.

Na každém potápěči záleží, jak dobře a jak dlouho bude oblek sloužit. Pro dlouhou životnost je nezbytné náležitě péče. Ta začíná už při oblékání a svlékání. Dlouhé nehty pevně zaryté do neoprenu mu rozhodně nesvědčí a poškozuje ho i trhavé oblékání a svlékání. Oblek, který není z vnitřní strany úplně suchý, se velmi špatně obléká a stejné je to i s oblékáním na mokrou pokožku. Mohlo by dojít i k roztržení obleku.

Po potápění by měl být neopren vždy opláchnut ve sladké čisté vodě, dostatečnou pozornost věnujeme hlavně vnitřní straně. Ta je nasáklá potem a může být zdrojem



nepříjemného zápachu. Před vysušením je třeba neopren obrátit naruby, aby se nejdříve vysušila vnitřní strana. Neopren je vhodné sušit volně rozvěšený na stinném a suchém místě a na dostatečně širokém ramínku, aby se nepřehýbal. Přehnutá místa se přežlží a zůstanou zeslabena. Je třeba se postarat také o případné zipy, které potřebují namazat. Případné trhliny a jiná mechanická poškození obleku je možno opravit lepidlem, které je k tomuto účelu určené a které je možno koupit prakticky v každém potápěčském obchodě. Řídíme se přitom návodem přiloženým u použitého lepidla.

### **2.4.3 Suché potápěčské obleky**

Tepelná ochrana suchého potápěčského obleku funguje na principu vytvoření vzduchové vrstvy mezi potápěčovým tělem a okolním prostředím, čímž je omezena ztráta tepla vedením. Oblek je opatřen těsně přiléhajícími manžetami, integrovanými botami a vodotěsným zdrhovadlem. Přes tyto těsnící prvky se do obleku nedostane voda. Pod tyto druhy obleků je možno se více či méně přiblížit a tím znásobit tepelnou ochranu. Nezanedbatelnou výhodou těchto obleků, která je těsně spojena s jejich vodotěsností, je ochrana v znečištěných vodách např. při povodních.

Suché obleky se mohou, podobně jako mokré obleky, vyrábět z neoprenu z trilaminátu, různých druhů pogumovaných tkanin nebo vodotěsných či zatahovaných textilií (např. z cordury). Suché neoprenové obleky mají výborné tepelně-izolační vlastnosti, ale s hloubkou ztrácejí vztlak, díky tomu, že se stlačuje samotný neoprenový materiál. Tím také ztrácí část svých tepelně-izolačních vlastností.

Nevýhodou suchých obleků je jejich vysoká cena, snížená pohyblivost pod vodou a pro potápění na nádech je také nevýhodou jejich velký pozitivní vztlak a především nutnost externího zdroje vzduchu pro dofukování obleku, který s hloubkou ztrácí vztlak a při nedofouknutí obleku může dojít i k barotraumatu kůže, podlitinám.

### **2.4.4 Botičky, neoprenové ponožky**

Botičky nebo neoprenové ponožky chrání nohu potápěče před tepelnými ztrátami. Botička, na rozdíl od ponožky, chrání nohu při chůzi po břehu či v mělké vodě před a po potápění, proti poranění na ostrých korálových rifech, skalách, proti poranění ostny mořského ježka atp. Potápěčské botičky se nedají používat s běžnými botičkovými ploutvemi, vždy je nutno použít ploutve páskové. Botičky i ponožky je třeba si předem,

nejlépe přímo v potápěčské prodejně, vyzkoušet společně s potápěčskou ploutví. Ne vždy je totiž možné použít ploutve s vybranou botičkou. V případě neoprenové ponožky je třeba botičkové ploutve aspoň o číslo větší.

#### **2.4.5 Jak si vybrat oblek?**

Provedení obleků je skutečně různorodé. Od třímilimetrového shortu, neopren s krátkými nohavicemi a rukávy, přes jednodílné kombinézy různých tloušťek a dvoudílné obleky s kalhotami a blůzou s integrovanou kuklou až po suché obleky. Jak si tedy správně vybrat? Záleží především na tom, kde v jaké vodě, s jakou teplotou, se bude potápěč převážně pohybovat.

- Do nejteplejších vod s teplotou dosahující 30° C můžeme použít tropický oblek nebo slabý short.
- Do vod s teplotami mezi 25 - 30° C je nejvhodnější 3mm oblek.
- Pro teploty 18° až 24° C se používá 5 mm kombinéza někdy, v závislosti na teplotě, v kombinaci s rukavicemi a kuklou.
- Pokud teplota vody poklesne pod 18° C je nejlepší silný neoprenový oblek s kapucí, botkami a rukavicemi. Právě takové teploty vody jsou v našich krajích nečastější, a proto jsou tyto obleky u našich vod zastoupeny nejčastěji.
- Pro studené vody s teplotou pod 8° C je teplotně nejvhodnější suchý oblek s vhodným podoblekem. Ten ale díky nutnosti externího zdroje vzduchu a svému velkému vztlaku není vhodný pro nádechové potápění.

Teplotní údaje je třeba brát pouze orientačně. Například silnější lidé jsou proti prochlazení obecně odolnější. Záleží i na frekvenci ponorů. Po každodenním potápění v korálovém moři může být zima i v silném neoprenu a naopak krátký ponor pod ledem je možno absolvovat i v silném polosuchém neoprenu.

Potápěčský oblek musí potápěči velmi dobře sednout, což platí především v případě mokrých potápěčských obleků. Příliš těsný oblek může způsobovat nedokrvení či dokonce škrtit. V nejlepším případě se v něm potápěč nebude cítit pohodlně, v horším případě ho takový oblek bude ohrožovat přímo na životě. Naopak do obleku, který bude volný, bude proudit voda a tak nebude plnit svoji základní tepelně-izolační funkci. Pokud bude oblek v některých částech, při ohnutí lokte, skrčení atp. tvořit příliš velké

ohyby, pak pod vodou do těchto míst bude proudit voda a oblek nebude tak teplý, jako by byl v případě dokonale padnoucího neoprenu. I proto je důležité si oblek vyzkoušet nejen staticky, ale zkusit si v něm i kleknout, předklonit a vyzkoušet si i jiné pohyby, jestli oblek neomezuje příliš v pohybu.

#### **2.4.6 Rukavice**

V chladných vodách s nutností použití potápěčského obleku je více než vhodné použití i rukavic, protože ruce velmi rychle prochladnou a ztrácejí svoji citlivost a stávají se necitlivé i vůči případnému poranění. Rukavice se vyrábějí v různých tloušťkách i v různém provedení, pětiprsté či tříprsté variantě. Obecně platí, že čím tlustší rukavice, tím menší hmatová citlivost, ale větší tepelná ochrana. Rukavice v teplejších vodách slouží především jako mechanická ochrana rukou před případným poraněním.

### **2.5 Zátěž a opasek**

Pokud potápěč používá výstroj s pozitivním vztlakem, jakou je například neopren, musí její vztlak neutralizovat zátěží. Jako zátěže se s výhodou používá olova pro jeho vysokou měrnou hmotnost. Nejjednodušším a asi nejstarším způsobem je umístění olov na zátěžový opasek. Olova se na pásek navlékají a umísťují symetricky. Aby z opasku olova nevyklouzla, je třeba držet opasek vždy za volný konec, na opačném, než je spona. Při transportu by měl být opasek vždy zapnutý, aby nedošlo k vyvlečení zátěže. Proti volnému pohybu olov je možné pásek při provlékání olovem překroutit popřípadě použít komerčně prodávaných „stoperů“. Přezka opasku se musí dát rozepnout pohybem jedné ruky pro rychlé odhození zátěže v krizové situaci. Přezky se vyrábějí kovové nebo umělohmotné, které jsou levnější, ale jsou méně odolné proti mechanickému poškození. Pásek opasku musí být dostatečně dlouhý, při jeho nákupu musíme počítat s tím, že navlečená olova délku pásku zkracují a obvod kolem pasu je díky obleku také o něco větší. Příliš krátký opasek není možné doplnout, dlouhý opasek překáží, ale je jednoduché ho ustříhnout a konec zatavit mírným plamenem.

Další možností je zátěžový opasek s kapsami, kde se olova nenavlékají, ale vkládají do kapes. Kapsy jsou opatřeny klasickým nebo suchým zipem pro jejich uzavření. Je to velmi jednoduchý systém dovolující použití i takzvaných brokových závaží, která netlačí tolik jako běžná odlévaná olova.

Nevýhodou zátěžových opasků je, že zatímco těžiště vztlaku potápěče je v oblasti středu plic, jsou olova umístěna kolem pasu, což vyvolává nechtěný moment a nepříznivý účinek na páteř. Volný konec opasku by neměl být nikde zavazován, zastrčen ani uchycen.

Olova mají různý tvar i hmotnost. Běžně používané jsou olova o hmotnosti od 0,5 kg až do 5 kg. Broková závaží jsou sáčky s olovenými broky. I ony mají rozdílnou velikost a hmotnost. Mnoho potápěčů si pro výlety na zahraniční potápěčské základny bere pouze opasek a těžká olova si půjčují až na místě samém, kde jich místní potápěčské základny mají vždy dostatečnou zásobu.

### 2.5.1 Trimovací zátěž

Další zátěžovou pomůckou, která je často využívána při nádechovém potápění jsou tzv. dovažovací systémy umístěné například na krku či nohou. Jejich úkolem je dorovnávat správnou polohu. Zlepšení celkové polohy těla snižuje hydrodynamický odpor. Správné vyvážení je hlavním předpokladem správného ponoru.

Obr. 2.4. Trimovací závaží na krk. (URL<sub>6</sub>)



## 2.6 Hloubkoměr

Už z názvu je zřejmá jeho funkce, hloubkoměr ukazuje hloubku, i když ji vlastně neměří přímo. Hloubkoměr neměří hloubku, ale tlak vodního sloupce. Přírůstek tlaku s hloubkou je znám a převod tlaku je, ať už ocejchováním stupnice u mechanických

hloubkoměrů nebo vloženým algoritmem u digitálních hloubkoměrů, jednoduchou záležitostí.

Typy mechanických hloubkoměrů:

- Kapilární hloubkoměry – dnes se již příliš nepoužívají
- Hloubkoměry s Bourdonovou trubicí
- Membránové hloubkoměry

Většina hloubkoměrů je cejchována na slanou vodu a při použití ve sladké vodě ukazují hloubku přibližně o 3% menší. Při nákupu takového hloubkoměru, ať už jakékoliv firmy a typu, je potřeba hledět na správnou stupnici. Ta může být v metrech nebo ve stopách (feet [ft]), které jsou běžně používány například v severní Americe a člověka zvyklého na metrickou soustavu spíše matou. Stupnice by měla mít i dostatečný rozsah podle zamýšlených ponorů. Při potápění do hloubek běžných pro rekreační potápění, bude zřejmě stačit hloubkoměr s rozsahem hloubek do 50 metrů. Některé hloubkoměry jsou vybaveny vlečnou ručičkou, která ukazuje nevyšší dosaženou hloubku během ponoru. Pokud chce potápeč znát maximální dosaženou hloubku při dalším ponoru, je potřeba ručičku nastavit znova do nulové polohy. Někdy bývají pouzdra hloubkoměrů opatřena kolečkem pro seřízení rozdílu atmosférického tlaku a tlaku uvnitř hloubkoměru což je obzvláště důležité při potápění ve vyšších nadmořských výškách.

Poněkud vyšší cenu digitálních hloubkoměrů vyvažují jejich přidané funkce. Digitální hloubkoměr, kromě hloubky, většinou ukazuje i čas pod vodou, výstupovou rychlost a nezdědka i teplotu vody a tyto údaje si ukládá do paměti pro pozdější vyvolání. Na těchto hloubkoměrech je možné nezdědka nastavit mód potápění ve vyšších nadmořských výškách či pro potápění nádechové atp. Záleží jen typu hloubkoměru, jaké funkce nabídne a kolik údajů z předcházejících ponorů uchovává ve své paměti. Malou nevýhodou digitálních hloubkoměrů je, že pro svoji funkci potřebují baterii.

## **2.7 Potápěčské počítače**

Funkci hloubkoměru a potápěčských hodinek do sebe integruje tzv. potápěčský počítač. A nejen to. Naproti digitálnímu hloubkoměru dokážou počítače vypočítávat i bezdekompresní čas i případné dekomprese, rychlost výstupu apod. To je sice funkce

užitečná především přístrojovým potápěčům, ale mnohé počítače mají funkce i pro potápění na nádech.

## **2.8 Hodinky**

Potápěčské hodinky zaznamenaly s příchodem potápěčských počítačů jistý ústup, ale i dnes mají v nádechovém potápění svoje místo. Hodinky pod vodou slouží především k časové orientaci.

Co by měli potápěčské hodinky splňovat? Především musí být vodotěsné a odolávat vysokému tlaku hloubek. Odolnost proti tlaku je na hodinkách již vyznačená, ale díky nepřesnostem v označování, jsou pro potápění vhodné hodinky, na kterých je uveden údaj o vodotěsnosti minimálně do 200 metrů či je údaj uveden přímo v jednotkách tlaku odpovídajícím této hloubce – 2 MPa (20 bar, 20 ATM). Ručičkové hodinky by měli být opatřeny pohyblivou korunkou, digitální stopkami. To kvůli měření času pod vodou.

Některé potápěčské hodinky bývají navíc opatřeny hloubkoměrem, signalizací rychlosti výstupu nebo mají v paměti uloženo několik posledních ponorů k pozdějšímu zaznamenání do potápěčského deníku. Do rozměru hodinek jsou dnes zmenšeny i některé potápěčské počítače. Ty mají často integrované speciální funkce pro potápění na nádech.

## **2.9 Potápěčský nůž**

Potápěčský nůž neslouží potápěčům jako obrana proti vodním živočichům nebo jako nástroj pro odřezávání korálů a už vůbec není určen k odhánění protivných potápěčů. Potápěčský nůž především přispívá k bezpečnosti potápěče při zamotání se do lan, vlasců, vodních rostlin, sítí apod. anebo jako jednoduchý pracovní nástroj. Zejména uvíznutí ve starších vlascích není v našich vodách neobvyklé. Z toho vyplývá, že potápěčský nůž je nástroj pro potápěče téměř nezbytný.

Čepel potápěčského nože by měla být zhotovena z kvalitní nerezavějící oceli nebo jiných nerezavějících materiálů. Čepel se vyrábí v různých tvarech a s rozličným ostřím – běžné hladké, pilovité, nože s vybráním pro řezání lan atp. Právě čepel nože vyžaduje největší údržbu, ostří musí být dobře nabroušené a čepel dobře nakonzervována. Rukojeť je vyrobena z plastu či z pryže a kromě jiného by měla zabraňovat sklouznutí ruky z držadla na čepel nože. K potápěčskému noži je dodávána pochva pro bezpečné

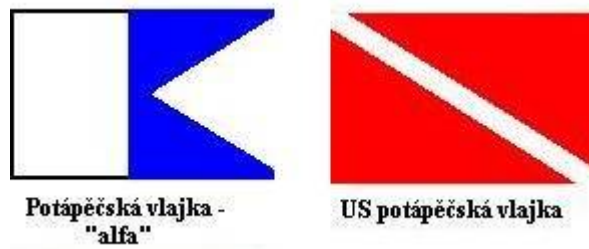
uložení nože a pro jeho připnutí k lýtku, na ruku či na jiné místo, které potápěči vyhovuje. Dostatečnou pozornost je třeba věnovat uchycení nože v pochvě, aby nedocházelo k jeho ztrátám.

Velikost nože není závislá na kvalitě potápěče či na stupni jeho výcviku, ale na způsobu jeho použití. Pokud potápěč potřebuje nůž především pro svoji bezpečnost, bude zcela dostačující malý jednoduchý nůž, který se nemusí nutně upínat jen na lýtko, ale např. na ruku. Pokud bude nůž používán i jako pracovní nástroj, bude to určitě větší a robustnější typ.

## 2.10 Bóje

Potápěčské bóje především označují místo potápění. Důležité jsou nejen v místech s lodním provozem na hladině, ale i pro vymezení prostoru potápění a v případě ztráty partnera či případné krizové situaci, kdy je možné bóji dočasně použít jako plovoucí zařízení, na které je možné odložit výstroj.

Obr. 2.5. Potápěčské vlajky



Podle předpisů se loď nesmí přiblížit k bójce na menší vzdálenost než 50 metrů. Jejich používání je leckde povinné a je potřeba si zjistit podmínky v konkrétní zemi už před potápěním. U nás je používání potápěčské vlajky povinné všude tam, kde se provozuje lodní doprava. Podle předpisů je nutné používat vlajku z mezinárodního vlajkového kódu - vlajka "alfa", která je často v kombinaci s US potápěčskou vlajkou. Doslovně to pak znamená "Práce pod vodou - plout minimálně 50 m od značek, zvýšit pozornost, snížit rychlost plavby". Na některých bojích jsou po celém obvodu z vnější strany vytvořeny úchyty jednak pro zachycení, připevnění či udržení polohy během přípravy na ponor (Schuster, 2009).

„Samotné lano je vyrobené z polypropylenu (vlákno Mutlitem zvyšuje pevnost), musí být plovatelné na vodní hladině, odolné, statické (nenatahuje se), některá lana bývají i nehořlavá. Další požadavek na lana je jejich nulová nasákavost, odolné vůči slané vodě. Jak bylo již řečeno, lano slouží k orientaci pod vodní hladinou, dále vymezuje nejkratší cestu ke dnu a zpět, umožňuje sledování rychlosti sestupu či výstupu. Pro freedivera je fyzickou oporou při otočce či nouzových situacích a v neposlední řadě vymezuje prostor pro jištění partnerem.“ (Schuster, 2009)

## **2.11 Ostatní potápěčská výstroj**

Dalším podpůrným příslušenstvím zejména pro závodní freedivery je ucpávka na nos – Nose Clip. Nádechovým potápěčům usnadňuje jednak vyrovnávání tlaku ve středouší bez pomoci rukou a zabraňuje vniknutí vody do nosu. Dalším bezpečnostním prvkem je úvazek neboli Lenyard. Jedná se o krátkou šňůru (někdy železné lanko) o délce max. 1 m, s průměrem několik milimetrů používané především u výkonnostního hloubkového potápění - freedivingu. Na jednom konci se nachází karabina a na druhém konci látkový pásek se suchým zipem spolu s „D“ kroužkem. Tento pásek je uchycen na zápěstí freedivera. Karabina je uchycena na samotné sestupové lano. Během sestupu klouže zmiňovaná karabina po sestupovém lanu. Po dosažení hloubky a následném výstupu, slouží Lenyard jako vodící šňůra. V případě nehody freedivera, přítomný jisticí potápěč připevní nafukovací vak (Liftback) právě na zmiňovaný „D“ kroužek. Tento vak po nafouknutí následně vynese freedivera k hladině. (Schuster, 2009)



### 3. Fyzikální aspekty potápění

#### 3.1 Složení vzduchu

Vzduch je směs plynů tvořící plynný obal země, a který běžně dýcháme. Chemické složení vzduchu je v obsahu plynných složek blízko povrchu země poměrně konstantní. Mění se jen obsah vodních par a prachových či kouřových částic.

Tab. 3.1. Tabulka složení suchého vzduchu. (URL<sub>8</sub>)

Plyn	objem [%]
dusík	78,084
kyslík	20,95
argon	0,93
oxid uhličitý	0,03
neon	0,0018
helium	0,000524
metan	0,0002
krypton	0,000114
vodík	0,00005
xenon	0,0000087

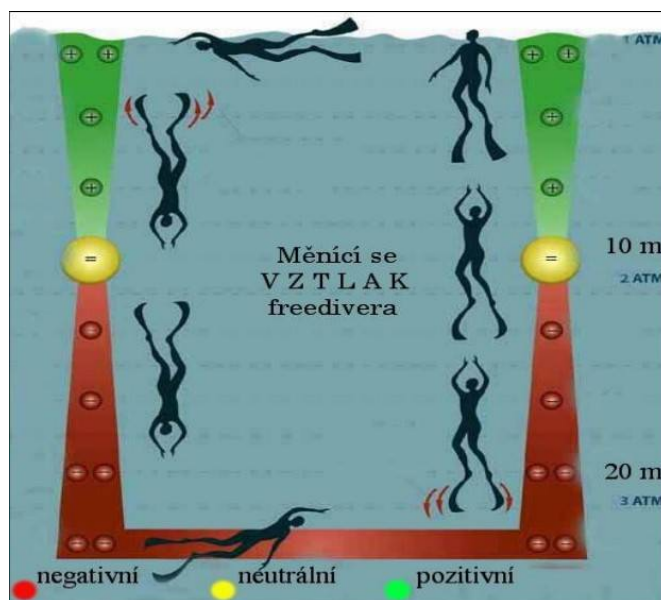
Pro potápěčskou praxi je většinou zcela dostačující uvažovat složení vzduchu jako směs 21% kyslíku a 79% dusíku.

#### 3.2 Archimédův zákon

Zákon, na který přišel už Archimédes údajně ve chvíli, kdy byl ponořen v kádi s vodou. „Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která je rovna tíze kapaliny tělesem vytlačené.“ Vytlačí-li tedy těleso tolik vody, že váží více než těleso, potom těleso plave. Říkáme, že má pozitivní vztlak. Naopak negativní vztlak má těleso, které neplave, potápí se ke dnu. Takové těleso váží více než voda, kterou vytlačí. Stav, při němž těleso vytlačí akorát takovou tíhu vody, kolik samo váží, označujeme jako neutrální vztlak – těleso ani nestoupá, ani neklesá.

Vztlak je pro sportovní potápěče velmi důležitý. Teprve potápěč, který se volně vznáší ve vodním sloupci, může nerušeně pozorovat dno, aniž by se nadměrně vyčerpával, ohrozil život na dně či dokonce, v krajním případě, aby ohrozil svůj vlastní život. Potápěč na nádech ovlivňuje svůj vztlak především použitou výstrojí. Pozitivní vztlak má neoprénový oblek, negativní vztlakovou sílu závaží. Správné vyvážení si vždy musí potápěč nejprve vyzkoušet. Je třeba si také uvědomit vyšší hustotu mořské vody, což způsobuje i větší vztlakovou sílu. Hustota vody sladké je přibližně  $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , slaná voda má přibližně o 3% vyšší hustotu. Hustota vody závisí i na teplotě a tlaku, u mořské vody je závislá i na salinitě.

Obr. 3.1. Mění se vztlak potápěče s přibývajícím hydrostatickým tlakem. (Schuster, 2009)



### 3.3 Atmosférický, hydrostatický a absolutní tlak

#### 3.3.1 Tlak

Tlak je síla působící na plochu. I obyčejné zatlačení palcem proti dlani vyvolává tlak. Vyjádřeno jednoduchým vztahem:

$$p = \frac{F}{S}$$

P – tlak [Pa]  
F – síla [N]  
S - plocha [m<sup>2</sup>]

Pascal je jednotkou opravdu velmi malou, vždyť atmosférický tlak působící u hladiny moře je celých 101 325 Pa a hydrostatický tlak vody už v 10 metrech hloubky je dalších 100 000 Pa.

### **3.3.2 Atmosférický tlak**

Celou naši planetu až do výšky mnoha kilometrů obklopuje vzduch. Tento vzduch má určitou tíhu a ta způsobuje tlak. Tlak, aniž si to člověk uvědomuje, působí neustále i ve všedním životě. Je to právě tlak vzduchového sloupce obklopující celou naši planetu. Tomuto tlak vzduchu se označuje jako atmosférický tlak a je to právě ten tlak, o kterém podávají informace v předpovědi počasí. U hladiny moře se jeho hodnota průměrně pohybuje kolem 1,01325 bar (v praxi pro běžné potápěčské použití se počítá se zaokrouhlenou hodnotou 1 bar). Atmosférický tlak není jednotkou konstantní, ale mírně kolísá v rozmezí asi 5%. Není konstantní ani s výškou v které je měřen. Praktickým důkazem je roztržení poutového balónku ve větších výškách nebo praskání či dokonce mírná bolest v uších při rychlé změně nadmořské výšky například v lanovce na nějakou vyšší horu anebo v malém letadle.

Tlak není cítit, protože je na něj člověk zvyklý. Cítit je jen výjimečně při jeho změnách - nepříjemné pocity při rychlém stoupání letadla nebo na lanové dráze. Změny tlaku při potápění jsou mnohonásobně větší než změny tlaků se změnou výšky v atmosféře, ale lidské tělo je z cca 90% tvořeno vodou a v oblasti tlaků, v kterých se potápeč pohybuje, je možné vodu považovat za nestlačitelnou. Lidské tělo tak bez větších problémů odolává i vysokým tlakům při potápění. Výjimkou jsou tělní dutiny naplněné vzduchem. V nich musí být tlak vyrovnán s tlakem okolním. Nejnázornější je v tomto případě středoušní dutina. Pokud v ní není vyrovnán tlak některým z možných postupů, potom se bubínek, který středoušní dutinu uzavírá, ozývá silnou, bodavou bolestí.

Tab. 3.2. Atmosférický tlak v závislosti na nadmořské výšce. (Kukal, 1977)

Výška [m]	Atmosférický tlak [bar]	Výška [m]	Atmosférický tlak [bar]	Výška [m]	Atmosférický tlak [bar]	Výška [m]	Atmosférický tlak [bar]
<b>0</b>	1,01325	<b>800</b>	0,92073	<b>1600</b>	0,83517	<b>2800</b>	0,719
<b>100</b>	1,00129	<b>900</b>	0,90966	<b>1700</b>	0,82494	<b>3000</b>	0,70098
<b>200</b>	0,98944	<b>1000</b>	0,8987	<b>1800</b>	0,81482	<b>3500</b>	0,65752
<b>300</b>	0,97771	<b>1100</b>	0,88785	<b>1900</b>	0,80479	<b>4000</b>	0,61627
<b>400</b>	0,96609	<b>1200</b>	0,87711	<b>2000</b>	0,79487	<b>4500</b>	0,57715
<b>500</b>	0,95459	<b>1300</b>	0,86647	<b>2200</b>	0,77532	<b>5000</b>	0,54005
<b>600</b>	0,94319	<b>1400</b>	0,85593	<b>2400</b>	0,75617	<b>5500</b>	0,50492
<b>700</b>	0,9319	<b>1500</b>	0,8455	<b>2600</b>	0,73739	<b>6000</b>	0,47165

### 3.3.3 Hydrostatický tlak

je tlak vyvolaný vlastní tíhou vody. Jednoduchým vztahem, dostaneme jeho hodnotu v Pascalech:

$$P_{hydrostatický} = \rho g h$$

$\rho$  - hustota vody [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]  
 $g$  - gravitační zrychlení [ $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ]  
 $h$  – hloubka [m]

Hustota vody je mnohem větší než hustota vzduchu a tak přírůstek tlaku s hloubkou je velmi rychlý. Hustota sladké vody (jezera, řeky, zatopené lomy aj.) je přibližně  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  a slané vody  $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ . Mezi hustotou slané a sladké vody je tedy rozdíl asi 3%, který způsobuje, že mořská voda lépe nadnáší předměty, tedy i plavce. Bohužel to také znamená, že si potápěč do moře musí vzít více závaží, než kolik by potřeboval při stejném ponoru ve sladké vodě. Tento rozdíl také způsobuje, že tlak v mořské vodě, ve stejné hloubce jako ve sladké vodě, je přeci jen o něco vyšší.

Tab. 3.3. Tabulka závislosti hustoty sladké vody na teplotě. (Kukal, 1977)

Teplota [°C]	Led	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hustota vody [ $\text{kg/m}^3$ ]	918	999,87	999,93	999,97	999,99	1000	999,99	999,97	999,93	999,88	999,81
Teplota [°C]	10	20	30	40	50	60	70				
Hustota vody [ $\text{kg/m}^3$ ]	999,6	998	995,8	992,3	988,3	983,7	978,3				

Tab. 3.4. Tabulka závislosti hustoty vody na salinitě (při teplotě 15 °C). (Kukal, 1977)

Slanost vody [%]	Hustota vody [kg/m <sup>3</sup> ]	
0	999	Destilovaná voda
1	1000	Sladká voda
2 - 11	1001 – 1010	Baltské moře
13 – 22	1012 – 1020	Černé moře
33 - 34	1029 – 1030	Světový oceán
40	1036	Rudé moře
200 - 280	1180 - 1250	Mrtvé moře

### 3.3.4 Absolutní tlak

Protože tlak vzduchu působí i na vodní hladinu, jeho hodnota se přenáší i do vody. Absolutní tlak je tedy součtem tlaku hydrostatického a atmosférického ( $p_a = 101\,325$  Pa, u hladiny moře).

$$p_h = \rho g H + p_{\text{atmosférický}}$$

Často je uváděno, že tlak v pneumatice jsou např.: 2 bary, ale myslí se tím vlastně přetlak vůči okolnímu prostředí. Pokud je třeba zdůraznit, že se nejedná o přetlak, ale o tlak měřený vůči vakuu, mluvíme o tlaku absolutním. (V pneumatice je přetlak vůči okolí 2 bary, 1 bar působí jako tlak okolí. Absolutní tlak je tedy 3 bary.) Přetlakem či podtlakem se tak myslí jen rozdíly tlaků.

Při potápěčské praxi se pro počítání tlaků s výhodou používá barů. Výsledný vzorec je nutno ještě převést na bary, to znamená výslednou hodnotu v Pascalech vydělit 100 000.

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ KPa} = 0,1 \text{ MPa}$$

Hustota vody se pohybuje kolem 1000 kg/l a gravitační zrychlení je 9.81m/s. Při dosazení:

$$p_{\text{hydrostatický}} = \frac{\rho g H}{100000} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot H}{100000} \cong \frac{H}{10}$$

Ze vzorce je zcela názorně vidět přírůstek tlaku s hloubkou – každých 10 metrů hloubky přibývá 1 bar. Pro hodnotu absolutního tlaku musíme ještě připočíst atmosférický tlak  $p_a = 101\,325 = 1$  bar. Tento vztah je pro praxi dostačující a především jednoduchý.

$$p_h = \frac{H}{10} + p_a$$

Tab. 3.5. Tabulka tlaků v různých hloubkách přibližuje výhodnost a jednoduchost počítání s bary.

Hloubka [m]	Hydrostatický tlak [Pa]	Hydrostatický tlak [bar]	Absolutní tlak [Pa]	Absolutní tlak [bar]	Přetlak proti hladině
0	0	0	101 325	1	1
8	78 480	0,8	179 805	1,8	1,8
10	98 100	1	199 425	2	2
20	196 200	2	297 525	3	3
23	225 630	2,3	326 955	3,3	3,3
30	294 300	3	395 625	4	4
40	392 400	4	493 725	5	5
50	490 500	5	591 825	6	6
100	981 000	10	1 082 325	11	11
139	1 363 590	13,9	1 464 915	14,9	14,9

### 3.3.5 Další jednotky tlaku

V mnoha anglosaských zemích je často používanou jednotkou pro tlak: psi (pounds per square inch, libra na čtvereční palec). Převod psi a ještě několika jiných jednotek, se kterými se potápěč může setkat, ukazuje následující tabulka.

Tab. 3.6. Tabulka převodu jednotek.

Jednotka	Převod do barů
Jednotka SI - Pascaly (Pa)	100 kPa = 1 bar
Atmosféra (atm)	1 atm = 1,01325 bar
Torr (mmHg)	1 Torr = 1.33322 bar
libra na čtvereční palec psi (lb/inch <sup>2</sup> )	100 psi = 6.89 bar

### 3.3.6 Další jednotky

V potápěčské praxi je možné se setkat i s dalšími, pro středoevropana poněkud nezvyklými jednotkami používanými v některých anglosaských zemích. Například stopy [ft - feet] pro udávání hloubky, místo u nás obvyklých metrů, a stupně Farenheita (°F) pro udávání teploty. Zatímco převést stopy na metry není příliš náročné:

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m}$$

Převod stupňů Farenheita na stupně Celsia je už bez kalkulačky nebo alespoň tužky a papíru poněkud náročnější:

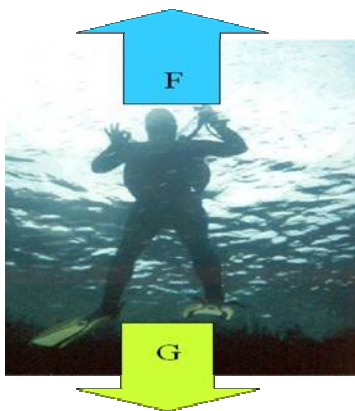
$$(^{\circ}F - 32) \times 5/9 = ^{\circ}C \quad ^{\circ}C = \frac{5}{9} (^{\circ}F - 32)$$

Tyto přepočty jsou potřeba převážně v případě návštěvy některé ze zemí, kde tyto jednotky používají nebo při potápěním s přístrojem, který tyto jednotky používá. Mnohdy je používání cizích jednotek jen o přizpůsobení se a o zvyku.

### 3.4 Síly působící na potápěče

Potápěč pak plave pod hladinou prakticky volně, bez překonávání tíže nebo naopak vztlaku. Takové vyvážení je pro potápěče důležité z mnoha důvodů. Nejen, že nemusí překonávat vztlak či tíhu síly čímž šetří svoje síly, prodlužuje čas pod vodou a navíc chrání výstroj, která by se jinak mohla poškodit o dno, nezpůsobuje zakalení vody od bahnitého dna aj.

Obr. 3.2. Vyvážení sil pod vodní hladinou – neutrální vztlak.



$G$  – tíhová síla  $=mg$

$F$  – Vztlak  $= \rho Vg$

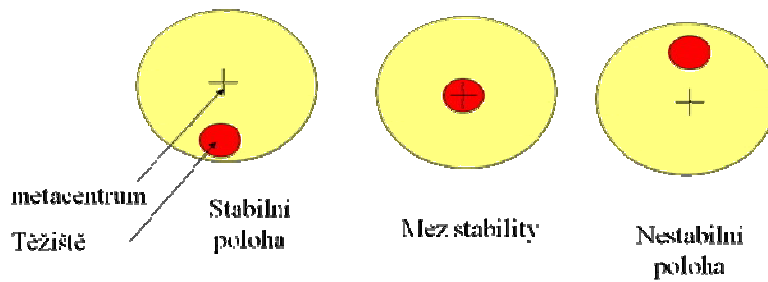
$F=G$  – Vyvážené těleso

#### 3.4.1 Vyvážení momentů sil

##### 3.4.1.1 Příčna stabilita tělesa

Je vyvážení sil na podélné ose tělesa. Důležitou roli zde hraje vzájemná poloha těžiště a metacentra. Zatímco v těžišti působí tíhová síla, v metacentru, jako těžišti vytlačené části, je centru působení vztlakových sil. Vzájemná poloha těchto sil na příčné ose pak způsobuje moment, který tělesem otáčí.

Obr. 3.3. Vliv metacentra a těžiště na stabilitu tělesa.



Z uvedeného (obr. 3.4.) je zřejmé, že těleso je nejstabilnější, pokud je jeho těžiště pod metacentrem. V případě vyvážení podélných sil v potápěčské praxi jde o rozmístění výstroje, tak aby hmotnější část vybavení byla umístěna na spodních částech těla a naopak. Ve vodorovné poloze pak tato váha ovlivňuje stabilitu potápěče. U potápěčů je příčná stabilita řešena umístěním zátěže.

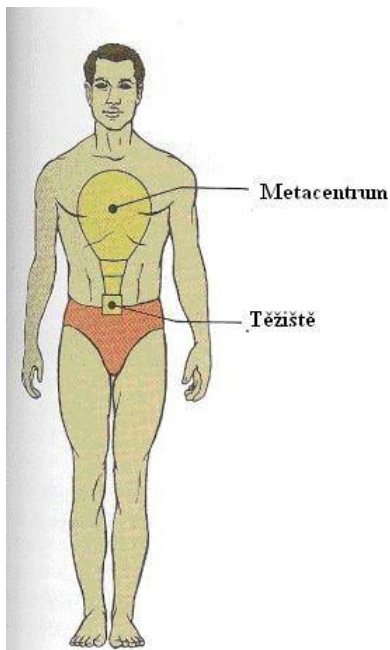
#### 3.4.1.2 Podélná stabilita tělesa

Vzájemná poloha těžiště a metacentra na podélné ose těla ovlivňuje i polohu potápěče v horizontální poloze.

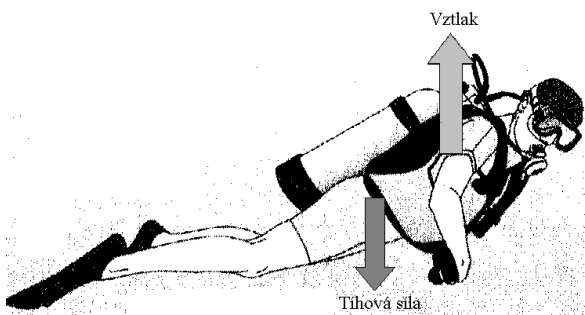
Zatímco vztlaková síla působí v metacentru potápěče a jeho výstroje, tak tíhová síla působí v těžišti potápěče s výstrojí. Tyto síly pak vytvářejí moment v příčné ose. Takto vytvořený moment se eliminuje až při plavání pod vodou. Při běžném záběru (kraulový kop) totiž ploutve vytváří nejen sílu, která pohání potápěče vpřed, ale i sílu vztlakovou. Ta pomáhá potápěče udržet ve vodorovné poloze. Nicméně právě neustálým kopáním směrem ke dnu se potápěč snaží udržet hloubku.



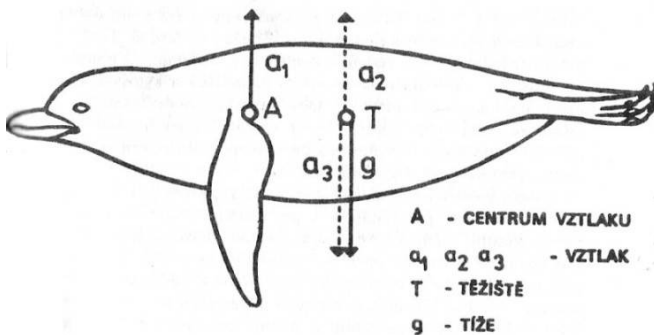
Obr. 3.4. Vzájemná poloha metacentra a těžiště lidského těla. (URL<sub>6</sub>).



Obr. 3.5. Působení vztlakových a tíhových sil na potápěče ve stacionární poloze pod vodou.

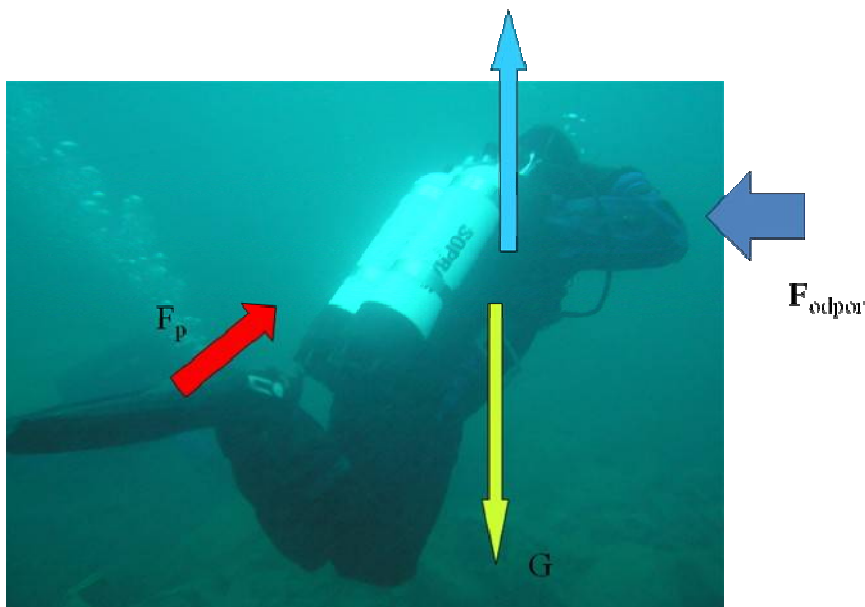


Obr. 3.6. Podobný moment síly, který působí na potápěče, působí pod vodou i na tučňáky. (Veselovský, 1984).



Trimování je podélné vyvážení tělesa tedy potlačení sil působících kolem příčné osy tělesa. Zatímco trimování je proces, pro výsledek trimování se v potápěčské praxi vžilo krátké slovíčko trim. Na potápěče s dobrým trimem nepůsobí žádné síly, které by vytvářely moment na příčné ose procházející těžištěm potápěče. Metacentrum je při správném vytrimování umístěno buď přímo v těžišti, nebo v horizontální ose těžiště. Pokud je metacentrum umístěno nad těžištěm potápěče, pak je pak stabilní i ve své podélné ose. Při potápění na nádech je podélné vyvážení řešeno umístěním zátěže a další zátěží používanou kolem krku.

Obr. 3.7. Síly působící na potápěče při plavání pod vodou.



$G$  – tíhová síla =  $mg$

$F_{vztlak}$  – vztlaková síla působící v metacentru =  $\rho Vg$

$$F_{odpor} = c_x \cdot A \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

$F_p$  – síla vyvozená od pohybu ploutví (její vznik a rozklad bude vysvětlen později)

$x_p, x_f$  – vzdálenost daných sil na podélné ose

Moment sil na příčné ose procházející těžištěm:

$$M = F_{p_p} \cdot x_p - F_{vztlak} \cdot x_f$$

K trimování může potápěč využít především:

- Změnu umístění zátěže

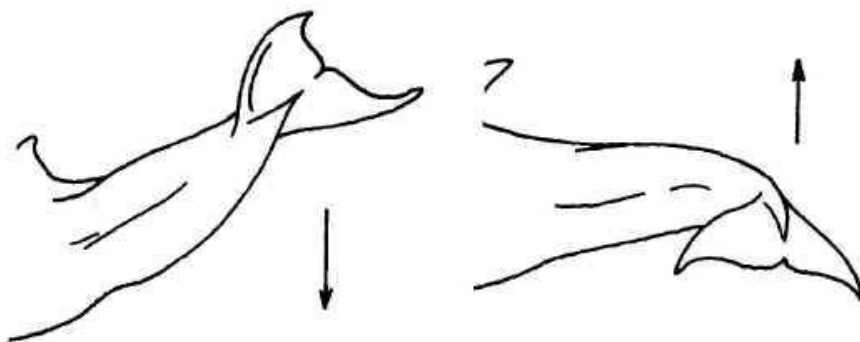
- Trimovací zátěž, zátěž, s kterou je možné pohybovat v podélném směru
- Volbou plaveckého způsobu – kopu
- Výběrem ploutví. Gumové ploutve mají výrazně větší měrnou hmotnost než ploutve vyrobené z termoplastů.

Pokud je potápeč správně vytrimován a použije kraulového kopu ploutví, ovlivní vztlak od ploutví i jeho trim. V některých situacích to může být žádoucí, ale pro běžný pohyb pod vodou to spíše překáží. Aby tedy nemuselo docházet k nepříznivému ovlivnění již vytrimovaného potápeče, je potřeba zvolit jiný plavecký způsob.

### 3.4.2 Síly na ploutvích

„Pokud jde o výkon a účinnost, pohon ploutví do značné míry předčí princip pohonu lodním šroubem, jenž byl zaveden v roce 1845 a je dodnes běžně využíván. Z nově prováděných měření, jimž byl pohon umělou ploutví podroben v posledních letech v USA, vyplynulo, že stupeň účinnosti (poměr výkonu a nákladů) je u pohonu ploutví 86% oproti 60 - 70% u pohonu vrtulí. Vůbec nejrychlejšími plavci mezi kytovci jsou plejtváci, kteří dosahují rychlosti přes 60 km/h. Pozoruhodné je také to, že velryby dosáhnou podobné rychlosti jako nejmodernější ponorky jen s třetinovým výkonem a co se týče srovnání s člověkem, postačí jim k dosažení dvojnásobné rychlosti pouhá desetina energie.“ (URL<sub>21</sub>)

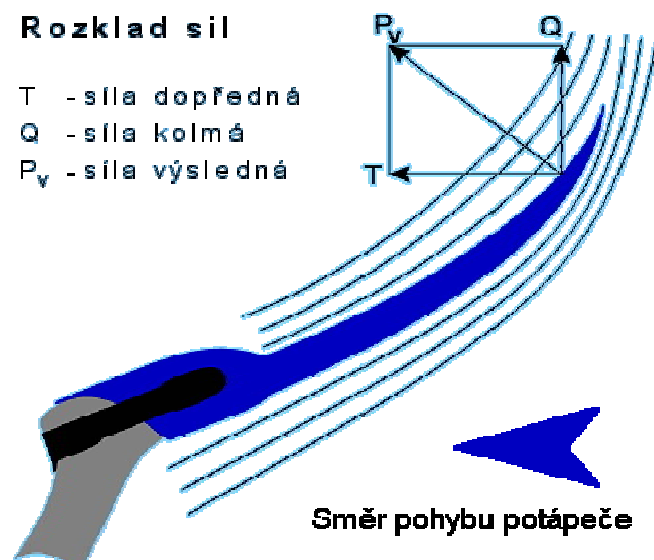
Obr. 3.8. Pohyb ploutve kytovců je stejně jako v případě potápečů horizontální, ale záběrová fáze je směrem nahoru, zatímco pohyb dolů je vedlejší. U potápečských záběrů ploutví je tomu přesně naopak. (Veselovský, 1984).



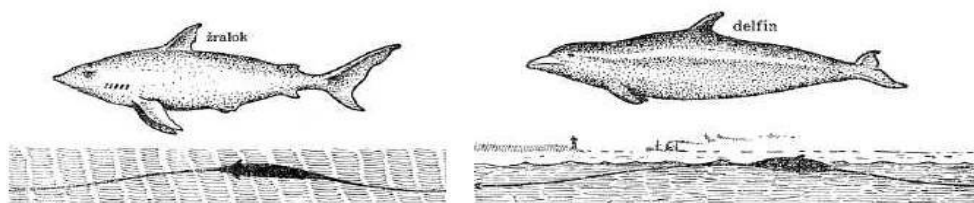
„Ploutev v záběru je obtékána vodou, podobně jako je křídlo letadla či plachta plachetnice obtékána vzduchem. V optimálním případě proudnice obtékají spodní (tlačnou) i vrchní (tažnou) stranu téměř plynule, bez vírů a turbulencí. Takové proudění označujeme jako laminární. Potápeč na ploutev působí silou velikosti  $P_v$ , která se rozkládá na dvě složky - dopředně působící tažnou sílu  $T$  a kolmou sílu  $Q$ . Úkolem konstrukce ploutve je pro stejnou vynaloženou práci (připomeňme, že práce je součinem síly a dráhy) maximalizovat užitečnou sílu dopřednou a minimalizovat sílu kolmou.“

Účinnost ploutve ovlivňuje její tuhost, podélné prvky, které omezují vířivé proudy a zvolený plavecký styl.

Obr. 3.9. Rozklad sil na potápěčské ploutvi. (URL<sub>17</sub>)



Obr. 3.10. Z rozboru pohybu vodních živočichů, v tomto případě delfína a žraloka, je zcela zřejmé, že tangenciální síla je složkou propulsního pohybu i u dobrých plavců. (Veselovský, 1984).



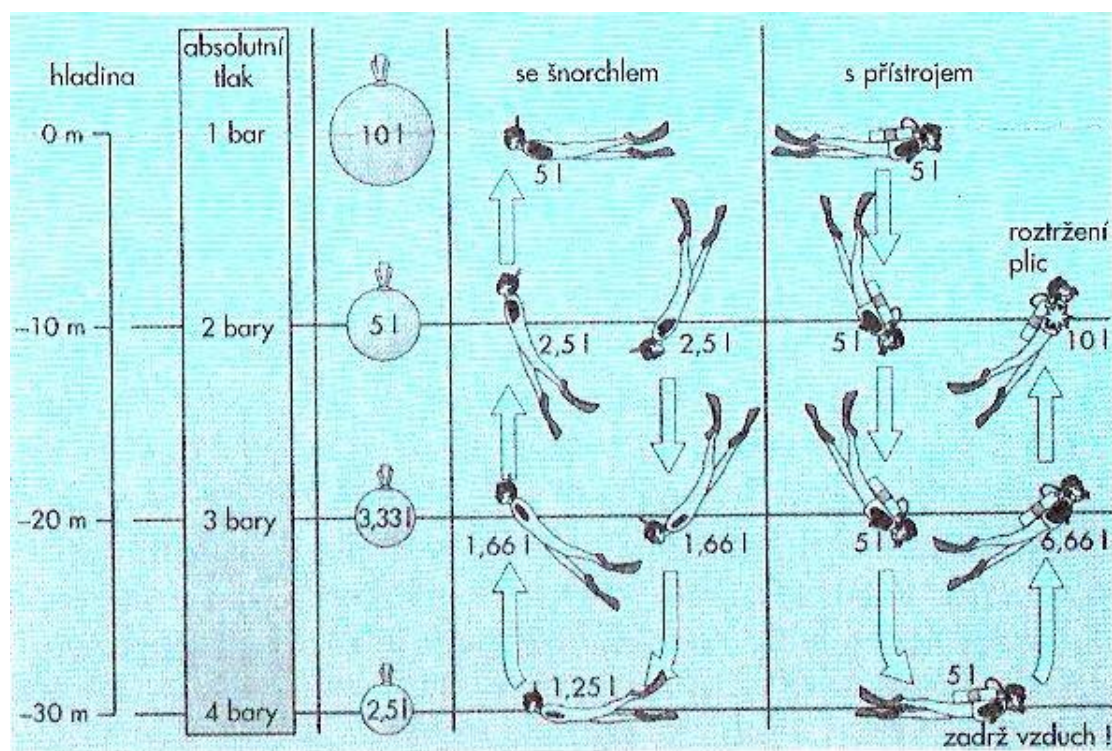
### 3.5 Boyle – Mariottův zákon

Jednoduchým způsobem popisuje vzájemnou závislost tlaku a objemu. „Při stálé teplotě je součin tlaku a objemu ideálního plynu konstantní.“

$$P \times V = \text{konst.}$$

Zákon říká, že pokud se zmenší objem uzavřené nádoby na polovinu, zvětší se tlak v nádobě v ideálních podmínkách dvojnásobně. Je možno si představit nafouknutý balón na hladině, který bude mít po ponoření do 10 metrů, kde je dvojnásobný tlak, objem dvakrát menší, ve 20 metrech třikrát menší, protože je zde proti hladině tlak třikrát větší. Cestou nahoru se zase balón bude podle stejného zákona roztahovat. Pro potápěčskou praxi a za neměnné teploty, je tento vztah dostatečně přesný.

Obr. 3.11. Vztah mezi tlakem a objemem. (Käsinger, 2004).



## 3.6 Optické vlastnosti vody

Téměř naprostou většinu z okolního světa vnímá člověk zrakem a při dobré funkci očí je to dostatečný zdroj informací. I pod vodou má člověk tendenci opírat se o zrak jako o zásadní zdroj informací, ale voda má jiné optické vlastnosti než vzduch. Bez potápěčské masky vidí člověk pod vodou značně rozostřeně a i při jejím použití je viditelnost pod vodou přes 20 metrů spíše výjimečná. Viditelnost pod vodou ovlivňuje mnoho faktorů: biologická aktivita, rozptýlený sediment, vliv proudů a teplotní struktura a v neposlední řadě i potápěčská činnost.

### 3.6.1 Lom světla

Lom světla je optický jev, ke kterému dochází na rozhraní dvou různých prostředí. Dokud se světlo šíří v homogenním prostředí, šíří se přímočaře, nejkratší cestou od bodu k bodu jako světelný paprsek. Pokud světlo přejde do jiného optického prostředí, změní se jeho rychlost a dochází ke změně směru paprsku. Světlo se láme anebo se částečně či úplně odrazí.

Lom světla závisí na indexu lomu obou prostředí, kterými světlo prochází. Pro vzduch je index lomu  $n_1 = 1,00$  a pro vodu je index lomu  $n_2 = 1,33$ . Znamená to, že se světlo bude pohybovat ve vodě 1,33krát pomaleji a při průchodu světla ze vzduchu do vody, či naopak, se světlo bude lámat. Při šíření záření z prostředí *opticky řidšího* do *opticky hustšího* prostředí se paprsky lámou směrem ke kolmici. Při šíření záření z prostředí *opticky hustšího* do *opticky řidšího* prostředí se paprsky lámou směrem od kolmice.

Lom světla popisuje zákon lomu:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

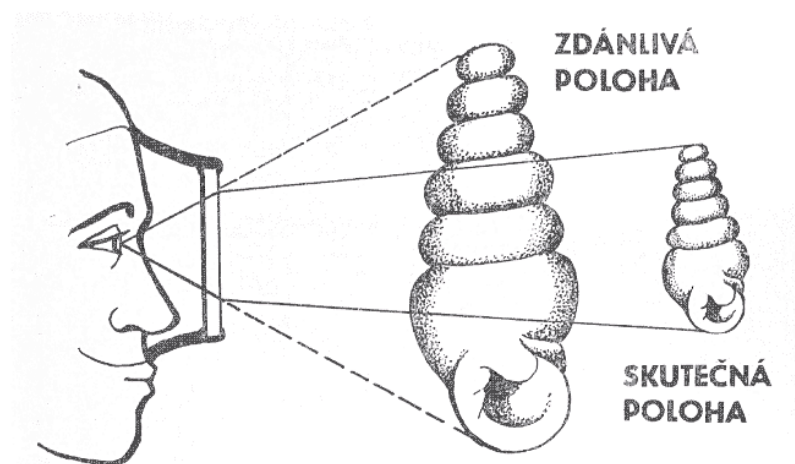
Při potápění je možné se lomem světla potkat prakticky všude. Lom světla na masce objekty viděné pod hladinou přibližuje a zvětšuje, odhad polohy ryby pod vodou viděné z hladiny je zcela nepřesný, či v lidovém: „hůl do vody vložená, zdá se býti nalomená.“

Pokud světlo dopadající na vodní hladinu stále zmenšuje svůj úhel vůči hladině, dojde až k situaci, kdy světlo přestane pronikat pod hladinu a úplně se od hladiny odrazí. Paprsek rozhraním neprochází. Jedná se o tzv. totální odraz světla.

### 3.6.1.1 Zvětšení na potápěčské masce

Díky lomu světla na skle potápěčské masky jsou vidět předměty pod vodou o  $\frac{1}{4}$  blíže a o  $\frac{1}{3}$  větší, než na hladině. Proto se někdy stává, že v rozměrech viděných ryb pod vodou potápěči poněkud přehánějí.

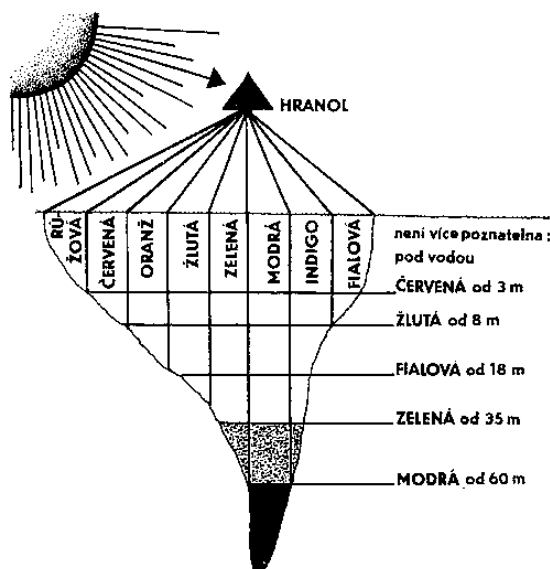
Obr. 3.12. Zvětšení na potápěčské masce. (Miler, 1987).



### **3.6.2 Úbytek světla a barev s hloubkou**

Voda, díky své optické hustotě, působí jako barevný filtr. S přibývajícím hloubkou pohlcuje nejen samotné světlo, ale i barvy především z červeného konce viditelného spektra. Pod třemi metry hloubky mizí červená, která se hlouběji zobrazuje jako různé odstíny zeleno-modré, poté oranžová až v hloubce přibližně šedesáti metrů je vidět pouze modrá a černá barva. Současně klesá celkové množství světla přes přítmi až do úplné tmy. Navíc se část světla odrazí už od vodní hladiny. Klesání světelné intenzity je značně odlišné i od znečištění vody, typu a množství látek v ní obsažených. V některých potápěčských lokalitách není výjimkou, že už od hloubky deseti, dvaceti metrů je intenzita světla pod vodou tak slabá, že je potřeba použít svítilnu. Svítilnu je nutné použít i v situaci, kdy je zapotřebí správného zobrazení barev pod vodou např. při fotografování či natáčení.

Obr. 3.13. Úbytek barev s hloubkou. (Miler, 1987).



### 3.7 Akustika ve vodním prostředí

Voda je, díky své vysoké hustotě, velice dobrým vodičem zvuku. Zvuky vznikající ve vodním prostředí se šíří velmi rychle a velmi daleko. Na velkou vzdálenost je slyšet motor plující loď i zvuky turbín vodních elektráren.

Rychlost šíření zvuku pod vodou je značně závislá na hustotě vody. S hustotou vody roste i rychlost zvuku. Rychlost zvuku pod vodou je asi pětikrát vyšší než ve vzduchu a činí přibližně 1500 m/s a ve slaných vodách moří a oceánů, kde je voda o něco hustější, rychlost zvuku stoupá až na 1531 m/s. Zvuk vytvořený na hladině se do vody přenese jen obtížně. Je to způsobeno velkým rozdílem akustické impedance vzduchu a vody. Do vody pronikne jen jedna tisícina intenzity zvuku z hladiny. Proto není slyšet člověk, který se hlasitým upozorňováním na hladině snaží upoutat pozornost potápěče pod vodou.

## 4. Fyziologické aspekty nádechového potápění

Člověk na vzduchu vnímá zvuk bubínkem a ušními kůstkami. Směr přicházejícího zvuku je určen na základě zpoždění zvuku mezi jedním a druhým uchem. Pod vodou vnímá člověk zvuk především takzvaným kostním vedením zvuku. Protože se pod vodou šíří zvuk výrazně rychleji, není časový rozdíl, při zachycení zvuku uchem, tak



výrazný, aby bylo možno spolehlivě určit polohu zdroje zvuku. Potápěči se pod vodou zdá, že zvuk přichází ze všech stran. Jen velmi zkušené potápěči jsou, po tréninku, schopni určit zhruba směr, odkud zvuk přichází. Tato schopnost je ovšem závislá na častých ponorech a vymizí s nedostatkem praxe.

## 4.1 Dýchání

Dýchání, vnější dýchání, jako proces výměny plynů mezi organismem a externím prostředím, je autonomní fyziologická funkce, kterou je možno ovlivňovat vůlí. Člověk může vědomě zadržet dech i na několik minut.

Zadržení dechu (apnea) dovoluje krátkodobý pobyt pod vodou. Ten je omezen vnitřním dýcháním, spotřebou kyslíku buňkami a vylučováním kysličníku uhličitého do krve. Spotřeba kyslíku a produkce kysličníku uhličitého je značně závislá od fyzické zátěže. S větší fyzickou zátěží, je i větší spotřeba kyslíku a větší produkce kysličníku uhličitého. Ten se v krvi postupně hromadí a začíná dráždit dýchací centrum v prodloužené míše. Poté u většiny lidí dochází k silnému nutkání k nadechnutí. Hranice koncentrace kysličníku uhličitého, při které dochází k impulsu dýchání je tzv. kritická hranice. K prodloužení pobytu pod hladinou významně přispívá potlačení fyzického zatížení a celkové uvolnění.

Nutkání k nadechnutí je možno správným cvičením a vůlí značně potlačit a prodloužit tak časy strávené pod vodou. Po delším výcviku a při silné vůli je možné i překročení prahu, kdy došlo nejen k překročení kritické hranice, ale lidské tělo se potřebuje akutně nadechnout a může dojít k bezvědomí či dokonce k smrti. Je proto nezbytné vždy pamatovat na bezpečnost a zadržení dechu trénovat minimálně ve dvojici.

Při nedostatku kyslíku, hypoxii, může dojít poměrně brzy k nevratným změnám v organismu. Nedostatek kyslíku v organismu nazýváme anoxií. Orgánem nejnáchylnějším k nedostatku zásobování kyslíkem je mozek. Po přibližně 15 vteřinách anoxie dochází k bezvědomí a po třech minutách dochází k nevratným změnám v mozkové kůře a posléze i smrti.

Zatímco vdechovaný vzduch má složení přibližně 21% kyslíku a 79% dusíku, ve vydechovaném vzduchu se složení změní na 16% kyslíku, 5% kysličníku uhličitého a 79% dusíku.

Nejdůležitější při výměně dýchacích plynů mezi plicemi – alveolami a zevním prostředím je rozdíl tlaků. Při vdechu (inspiraci) musí být tlak v plicích nižší, než je tlak zevního prostředí. Při výdechu (expiraci) je tomu naopak. Tlak plynu v plicích je větší než okolním prostředí – dojde k výdechu. Objem plic se při vdechu musí zvětšit a při výdechu zmenšit. Tyto objemové změny zajišťují přímo pohyby bránice a nepřímo pohyby hrudníku za pomoci příslušných dýchacích svalů. Když hrudník při inspiraci zvětší svůj objem, podtlak se zvětší, při expiraci se zmenší. Vdech se uskutečňuje napětím bránice, zvednutím hrudníku kontrakcí dýchacích svalů a ostatními, tzv. pomocnými dýchacími svaly. Výdech zabezpečují svaly břišní stěny, které vytlačují bránici nahoru, pasivní zmenšení objemu hrudníku díky jeho elasticitě a kontrakcí mm. intercostales interni.

Plice mají za normálních okolností tendenci zmenšovat svůj objem; je to způsobeno jejich elasticitou a povrchovým napětím v alveolech. Tekutina v pleurální šterbině ovšem není „roztžitelná“, takže plíce se přidrží hrudní stěny a ve šterbině vzniká podtlak, tj. tlak nižší než atmosférický.

#### 4.1.1 Definice pojmů

**Mrtvý dýchací prostor.** Výměna plynů v dýchacím ústrojí probíhá pouze v alveolech. Do nich pronikne jen část dechového objemu. Zbytek zůstane v dutinách, dýchacích cestách, které se účastní výměny plynů a představují tzv. mrtvý dýchací prostor. Jeho fyziologická hodnota je přibližně 0,15l. Mrtvý dýchací prostor se zvětšuje např. dýcháním skrze potápěčský šnorchl o jeho vnitřní objem.

**Reziduální objem** je objem plynů, který zůstává v plicích po maximálním, resp. klidném výdechu. Část této plynové směsi je ventilací stále obnovována, takže i když v alveolech probíhá nepřetržitě výměna plynů, udržuje se složení vzduchu v alveolárním prostoru na relativně konstantní hodnotě.

**Dechovým objemem** nazýváme objem vdechnutého a vydechnutého vzduchu v klidu. Jeho běžná hodnota je kolem 500 ml.

**Vitální kapacita plic** je množství vzduchu, které člověk vydechne maximálním výdechem po maximálním nádechu. Průměrná hodnota je 4 až 5 l u žen a 5 až 6 l u mužů.

### 4.1.2 Řízení dýchání

Dýchání je řízeno centrální nervovou soustavou (dále jen CNS). Dýchací svaly jsou inervovány vlákny z krční a hrudní míchy. K motoneuronům těchto svalů přicházejí dráhy z prodloužené míchy, v níž jsou prostorově z větší části od sebe navzájem odděleny, lokalizovány inspirační a expirační neurony (tzv. dýchací centrum)

Další vlivy, které se uplatňují při řízení dýchání:

- proprioreceptory ve svalích a šlachách se při zvýšené svalové námaze dráždí a přispívají ke stimulaci dýchání
- vlivy z vyšších mozkových center (kůra, limbický systém, hypotalamus, most) na dýchání se uplatňují např. při různých psychických stavech (úzkost, bolest) při reflexech dýchání, kašle, zívání a polykání, při řeči, zpěvu atd
- dýchání je také ovlivňováno prostřednictvím presoreceptorů (např. zvýšená ventilace při větším poklesu krevního tlaku)
- stupeň dýchání závisí kromě toho na tělesné teplotě
- při řízení dýchání se uplatňují i hormony

### 4.1.3 Fyziologické možnosti

Teoreticky je schopnost potápěče dosažení maximální hloubky při potápění na nádech daná jeho vitální kapacitou plic, popř. totální kapacitou plic a reziduálním objemem. I na hrudní dutinu během sestupu působí okolní tlak vody. Objem plic se zvyšujícím se tlakem zmenšuje, a pokud se dostane na hranici reziduálního objemu, nemůže se objem plynu v plicích už více zmenšovat. Pokud budeme uvažovat vitální kapacitu plic 5l a reziduální objem 1,7l, potom totální kapacita plic je 6,7l a při užití Boyle-Mariottova zákona dostaneme bezpečnou hloubku pro tento konkrétní případ přibližně 29 metrů. Při běžném potápění na nádech lze za bezpečnou hloubku považovat hodnotu 20-ti či dokonce jen 15-ti metrů. Tuto hloubku by potápěč neměl překračovat bez předchozího tréninku a seznámení se s nebezpečím, které představuje potápění na nádech do větších hloubek. Při reálných ponorech ovšem i nepřilíš zkušený potápěči bezpečnou hloubku 15-ti metrů překračují bez následků a to nemluvíme o rekordmanech, kteří se bezpečně vracejí i z hloubek větších než sto metrů. Do jisté míry se zde uplatňuje projekce orgánů břišní dutiny do dutiny hrudní. U rekordmanů se uplatňují i jejich fyzické schopnosti a

individuální přizpůsobení hyperbarickému prostředí. Uplatňuje se zde jev označovaný jako Blood Shift Phenomenon. Jak lidské tělo dosahuje vyšších hloubek, zvyšuje se výrazně i tlak na potápěče. Krev je jediná tekutina v těle, která může kompenzovat hydrostatický tlak a zabránit zhroucení hrudního koše, stahuje se z periferií a plní plíce. Malý objem stlačeného vzduchu vyplňuje nakonec především dutiny. Při vynořování se krev z plic začíná vracet do krevního řečiště.

## **4.2 Srdce**

Při potápění na nádech dochází k výrazné bradykardii (zpomalení srdečního rytmu). Při ponorech trénovaných potápěčů dochází k zpomalení srdečního rytmu až na hodnotu 30 – 40 tepů za minutu a u zkušených potápěčů tato hodnota dále klesá k hodnotě padající i pod 10 tepů za minutu.

## **4.3 Diving reflex**

Během ponoru na nádech dochází ke kompletnímu přeorientování organismu na těžký apnoický stav (dlouhé bezdeší). Tento stav klade na potápěče nemalé nároky po fyzické, ale především po psychické stránce. Tělo reaguje zpomalením srdečního rytmu, relokací krve atd., čímž se snaží snížit spotřebu kyslíku. Celý tento stav organismu je popisován jako diving reflex. Jde o reakci organismu na chladnou vodu, což je zprostředkováno kontaktem tváře s chladnou vodou. Projev bradykardie, zpomalení srdečního rytmu, při diving reflexu je také často měřen při sportovní prohlídce potápěčů, kdy má potápeč tvář ve vodě s ledem.

Hlavní součástí tohoto reflexu jsou:

- Relokalizace krve z periférie k životně důležitým orgánům
- Bradykardie
- Periferní vazokonstrikce přispívá k centralizaci krve, převážně do plic.
- Relativní polycytémie je dlouhodobý efekt především u trénovaných potápěčů na nádech, který představuje zmnožení červených krvinek a tím lepší distribuci kyslíku.
- Plicně-cévní naplnění plazmou jako prevence proti kolapsu plic se zvětšujícím se okolním tlakem.

- Změny v chemizmu krve.
- Mentální adaptace.

#### **4.4 Ztráta vědomí v malé hloubce (Shallow water blackout – SWB)**

Bezvědomí z nedostatku kyslíku (hypoxie) během potápění na nádech je asi nejobávanější a poměrně často se dostavující krizová situace. Jde o stav krátkého a náhlého bezvědomí, ke kterému dochází při vynoření na hladinu anebo při vynořování v malé hloubce, kde jsou největší rozdíly tlaků. Příčinou tohoto bezvědomí je malá koncentrace kyslíku v krvi a vysoká koncentrace kysličníku uhličitého, především pokud ponoru předcházela hyperventilace. Právě ona vede v konečném důsledku ke snížení parciálního tlaku kyslíku. Jde o stav, kdy dojde k bezvědomí z nahromaděného CO<sub>2</sub> při takovém typu potápění, při kterém odstranění CO<sub>2</sub> je závislá na jeho aktivní chemické absorpci. Vzniká zcela bez varovných příznaků.

Potápěč v hloubce, díky zvýšenému parciálnímu tlaku kyslíku necítí potřebu se nadechnout, teprve při vynořování se parciální tlak kyslíku zmenšuje, kyslík je stále spotřebováván a oxid uhličitý se rychle rozšiřuje. Objem plic se při vynořování vrací do svého obvyklé hodnoty, ale obsahuje mnohem méně kyslíku. Dechová pohoda z hloubky mizí a potápěč cítí akutní potřebu se nadechnout. V tuto chvíli může dojít právě k tomuto bezvědomí (Shallow water blackout – SWB). Nastane křeč hrtanových svalů vedoucí k sevření hlasivkové štěrbiny (laryngospasmus) a přechodnému „uzavření“ hrtanu. Následkem toho do plic dočasně neproniká voda a jedinec stále ještě není v bezprostředním ohrožení života. Po okamžitém transportu postiženého na hladinu samovolně dojde k obnově dýchání během 10-15 vteřin.

Prevence:

- Omezit hyperventilaci před ponorem.
- Omezit fyzickou námahu během ponoru.
- Nosit odhoditelnou zátěž, vyváženou tak, aby měl potápěč pozitivní vztlak ještě v pěti metrech.
- Potápět se vždy v týmu.
- Odhad svých sil, nepřekračovat osobní limity.
- Postupné učení se.

## **4.5 Samba (Near blackout – LMC)**

Jedná se o jistý stupeň hypoxie. Tento způsob projevu hypoxického stavu je znám spíše mezi závodními freedivery, kteří svoje hranice rádi posouvají a svoje tělo vystavují neustálé hypoxii. Pojmenování „Samba“ bylo převzato od latinskoamerického tance, který near blackout připomíná. Vedle ztráty motorické kontroly, kdy je zasažena CNS z důvodu hypoxie jsou další projevy křeče, euforie, točení hlavy, obtížné dýchání. Tento stav však není spojen se ztrátou vědomí jako tomu je u blackoutu. Projevuje se především na hladině, těsně po vynoření. V případě, že nádechový potápěč prochází tímto stavem, je třeba dbát zvýšené pozornosti, jelikož samotná samba může přejít v blackout, což vyžaduje 100 % pomoc ze strany jistícího potápěče či dozorující osoby. Potápěč během samby vnímá své nekoordinované pohyby i své tělo. (Schuster, 2009)

## **4.6 Barotraumata**

Jsou poranění zapříčiněné změnou tlaku, respektive přímého působení změny tlaku. Lidské tělo odolává atmosférickému tlaku neustále, aniž by ho vnímalo a pociťuje teprve jeho změny např. při startu letadla, v lanovce či právě při potápění. I když velká část lidských orgánů sestává z vody a na změny tlaku prakticky nereaguje, v tělních dutinách vyplněných vzduchem, např. plíce, středoušní dutina, přínosní dutiny atd., musí být tlaky vyrovnány s tlakem okolním, aby nedošlo k jejich poškození. Barotrauma mohou způsobit i uměle vytvořené dutiny vyplněné vzduchem, jako například maska, či potápěčský oblek.

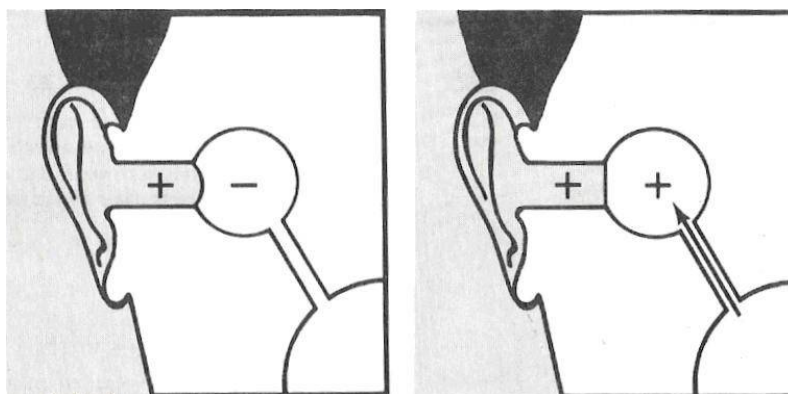
Stejně jako tlak může působit buď přetlak, nebo podtlak, vznikají i barotrauma z přetlaku a barotrauma z podtlaku.

### **4.6.1 Barotrauma středního ucha**

Je zřejmě jedním z nejčastějších barotraumat z přetlaku. Stejně jako působí tlak na celé tělo, působí i na ušní bubínky, které, díky nižšímu tlaku ve středoušním prostoru, prohýbá dovnitř. To způsobuje onu mnohdy až nesnesitelnou bolest. K tomu, aby uši přestaly bolet, je třeba zajistit, aby se bubínek přestal prohýbat. Ucho je s nosohltanem spojeno Eustachovou trubicí. Ta funguje jako jednocestný ventil. Plyn ze středoušní dutiny uniká volně, zatímco dovnitř je potřeba použít některého z manévřů k vyrovnání

tlaku (viz kap. 5.9. Techniky vyrovnávání tlaku ve středouší). Po provedení manévru bolest prakticky okamžitě odezní.

Obr. 4.1. Vliv tlaku a vyrovnání v ušním bubínku. (Richardson, 1988).



Pokud nejsou tlaky ve středouší vyrovnány, dojde k ruptuře bubínku a krátké dezorientaci. Tu způsobuje chladná voda, která se dostane do rovnovážného ústrojí. Po ruptuře bubínku bolest také dočasně odezní. Ucho většinou začne znovu bolet až po několika desítkách minut. Léčba poraněného bubínku je poměrně zdlouhavou záležitostí, která vyžaduje lékařskou péči. Při proniknutí vody do středoušního prostoru je možná i infekce.

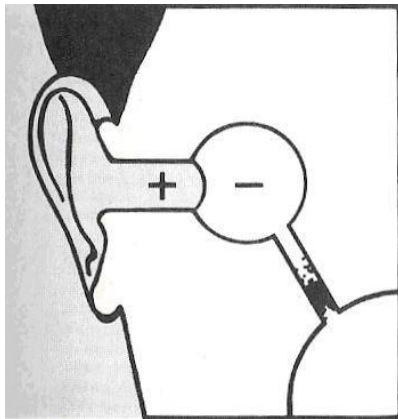
Při nachlazení a rýmě, které výrazně zhoršují průchodnost Eustachovy trubice, je nejlépe potápění odložit. Situaci mohou ještě zhoršit různé špunty do uší. Mezi špuntem a bubínkem vznikne dutina bez možnosti vyrovnání tlaků. Bubínek se prohne na druhou stranu, do zvukovodu, a může dojít k jeho poranění a ruptuře.

#### 4.6.2 Reverzní blok

Vzniká v případě, že je Eustachova trubice nebo vývody nosních dutin při výstupu uzavřené. Použití nosních dekongescentních látek (např. Nasivin, Sanorin) před ponorem často zprůchodní Eustachovu trubici a vývody dutin, ale účinek těchto látek během ponoru ustoupí. Proto se nedoporučuje potápění se zápallem dýchacích cest ani po jejich stabilizování dekongescenty. Při nedostatečně kompenzovaném reverzním bloku je v krajních případech možná ruptura bubínku (když expandující vzduch nemá kam uniknout). Příznaky jsou stejné jako při středoušním barotrauma. Jedinou prevencí

je nepotápět se s rozvinutou alergií, resp. mukózními zápaly horních dýchacích cest. (Miler, 1987)

Obr.4.2. Neprůchodná Eustachova trubice. (Richardson, 1988).



#### 4.6.3 Barotrauma vnitřního ucha

Je poškození vnitřních orgánů ucha, nejčastěji oválného či kulatého okénka. Nejčastěji je způsobeno usilovnou snahou o vyrovnávání tlaku. Přílišná snaha o vyrovnávání tlaku vyvolá stoupenutí tlaku ve středním uchu a vyklenutí kulatého okénka což v mezním případě může způsobit jeho rupturu. K ruptuře oválného či kulatého okénka může dojít i při bloku Eustachovy trubice a násilném pokusu o vyrovnání tlaku, čímž se dramaticky zvýší intrakraniální tlak. Tento tlak se z intrakraniálně přenesse i na vnitřní ucho. Toto náhle zvětšení vnitroušního tlaku může způsobit masivní vyklenutí oválného, nebo kulatého okénka směrem do středního ucha a jeho rupturu (URL<sub>7</sub>).

Příznaky:

- pocit plnosti v uchu
- vertigo a nausea
- zvracení
- tinnitus
- krvácení, nebo jiný výtok z ucha
- ztráta sluchu



V případě, že dojde k tomuto úrazu je třeba okamžitá konzultace s lékařem, co nejmenší námaha a je třeba se vyvarovat kašlání, smrkání, kýchání. V žádném případě se nepokoušet o opětovný Valsalvův manévr či násilné vyčištění uší.

#### **4.6.4 Barotrauma dutin**

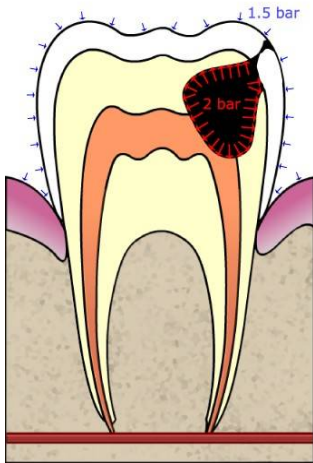
U přínosních dutin je situace pro potápěče poněkud jednodušší než u středního či vnitřního ucha. Přínosní dutiny komunikují za normálních okolností otvory s nosní dutinou prakticky bez problémů a není potřeba ani žádného manévru k vyrovnání tlaku, ale podobně jako u Eustachovy trubice mohou nastat nepříjemnosti při nachlazení, rýmě či chronickém zánětu dutin. Otvory přestanou být průchodné a zejména čelní dutiny při změně tlaku pak nepříjemně bolí. To je způsobeno městnáním krve v sliznici dutiny, případně až krvácením do dutiny k vyrovnání tlakového rozdílu. Možným dalším projevem bývá krvácení z nosu. I přes poměrně silnou bolest se poranění rychle léčí. Při normálním průběhu nepotřebuje odborný zásah.

Kromě již uvedeného podtlaku může dojít i barotraumatu z přetlaku přínosní dutiny. Například při vynořování potápěče, poté co došlo pod vodou k uzavření otvoru spojující přínosní dutinu s dutinou nosní. To je možné po aplikaci léku obsahujícím dekonjestanty (častá součást kapek proti rýmě) před potápěním do nosu. Během ponoru pak účinek léku odezní a při vynořování dojde k barotraumatu. Pokud se poranění dutin při potápění opakuje je potřeba navštívit specializovaného lékaře a nechat se odborně vyšetřit.

#### **4.6.5 Barotrauma zubů**

Pod plombami zubů, pokud nejsou dokonale ošetřeny, bývají někdy dutinky naplněné plynem. Pokud tato dutinka vůbec nekomunikuje s ústní dutinou anebo jen nedostatečně, vzniká v ní případný přetlak či podtlak, který způsobuje nepříjemnou bolest zubů a může dojít i k uvolnění plomby či v extrémním případě k destrukci zubu. Po opakující se bolesti zubu během potápění je tedy nezbytné navštívit lékaře ke korekci opravy zubu.

Obr. 4.3. Příčina vzniku barotraumatů zubů. (URL<sub>3</sub>).



#### 4.6.6 Barotrauma očí a obličeje

Mezi obličejem a potápěčskou maskou je právě maskou vytvořena vzduchová dutina. I v této dutině je potřeba při sestupu vyrovnávat tlak. To je možné jednoduchým vydechnutím do masky nosem. Většina potápěčů to dělá zcela automaticky, aniž by si toho byli vědomi, ale před prvními sestupy je třeba začínajícím potápěčům tuto skutečnost vždy připomenout. Při výstupu přebytečný vzduch unikne kolem lícnice masky. Pokud se podtlak v masce při sestupu potápěče nevyrovná, nejprve je cítit nepříjemný tlak masky na obličej, hrozí otok, krevní výrony v obličejí a popraskání očních kapilár. Toto poranění ač vypadá hrozně, potápěč má krvavě zbarvené bělmo očí, nepotřebuje většinou zásah lékaře a rychle se hojí. Ze stejného důvodu se nesmějí pro potápění používat masky, které nezakrývají i nos či dokonce brýle na plavání.

Obr. 4.4. Barotrauma očí.



#### 4.6.7 Barotrauma obličejového nervu (n. facialis)

Nervus facialis (obličejový nerv) - kontroluje motorické i senzorické funkce v oblasti tváře. I když je v celém průběhu uzavřený v trubicovitém kostním prostoru kostní části tváře, v některých místech vzduchový prostor v tomto trubicovitém prostoru podléhá tlakovým změnám, vlivem klesání a stoupání potápěče. K útlaku krevního zásobení tohoto nervu dochází nejčastěji v oblasti středního a vnitřního ucha. Způsobuje to paralýzu tohoto nervu s mimickými i senzitivními důsledky. Jde o barotrauma, které se většinou vyhojí samo a je přechodné. (URL<sub>17</sub>)

#### 4.6.8 Barotrauma plic

Týkají se především potápění s přístroji. Stejně jako v normobarických podmínkách je i při pobytu v hyperbarickém prostředí tlak plynu uvnitř plic, při dýchání z potápěčských přístrojů, přibližně stejný jako tlak okolí. Při poklesu okolního tlaku se plyn v plicích rozpíná a nemá-li dojít k plicnímu poškození, musí se plyn ze všech částí plic v dostatečném množství odvádět ventilací. Zadrží-li potápěč během poklesu okolního tlaku dech a před tím se v hloubce nadechl z dýchacího přístroje, může dojít k prasknutí plíce, plyn se potom dostává do pohrudniční dutiny, do plicní tkáně nebo do plicního cévního řečiště. Uvádí se, že k barotraumatu plic může dojít již při vynoření z hloubky 1,4 metru, nadýchne-li se v této hloubce potápěč z dýchacího přístroje maximální měrou a pak během výstupu k hladině zadrží dech.

Mechanismy vzniku pulmonálních barotraumat:

- Potápěč zadrží dech při výstupu (křeč hlasivek, vědomé zadržení při nedostatku vzduchu, vynášení těžkého břemene)
- Příliš rychlý výstup (nehoda, panika, špatné používání BCD)
- Problém dýchacích cest (infekce, ucpaní hlenem, kašláni při vynořování)

Plicní barotrauma je velmi obávaným a relativně častým poškozením organismu. Může to být kombinace několika poškození, ale třeba i jen jedno z nich.

Klinický obraz závisí na tom, do kterého místa se plyn z roztržené plíce dostane. Už samotné rozpětí plíce (bez barotraumatu) může způsobit poruchu nebo zástavu plicní cirkulace, je-li přetlak v plicích větší než tlak v plicních kapilárách. Tímto

mechanismem lze pravděpodobně vysvětlit některá z krátkodobých, rychle odeznívajících bezvědomí, která postihují potápěče během výstupu k hladině.

#### 4.5.6.1 Pneumotorax

Nejčastěji se barotrauma plic projeví přítomností plynu v pohrudniční dutině. Tento stav se označuje jako pneumothorax. Plyn v pohrudniční dutině se pak rozpíná a stlačuje postiženou plíci, která se stále zmenšuje. Kromě toho zvětšující se tlak v pohrudniční dutině tlačí i na mezihrudí. Dušnost u postiženého potápěče stále narůstá. Tento stav vyžaduje rychlý lékařský zásah. Na místě je důležité udržet postiženého potápěče v klidu s minimem či žádným pohybem v poloze, která je mu nejpohodlnější.

#### 4.5.6.2 Emfyzém

Dostane-li se plyn při barotraumatu plic do plicní tkáně, šíří se odtud dál do mezihrudí (vzniká tzv. pneumomediastinum), případně i do osrdečnickové dutiny (stav označujeme jako pneumoperikard) a do podkoží (vzniká podkožní emfyzém, často i na poměrně vzdálených místech). Protože mezi zadním mezihrudím a některými dalšími prostory (retroperitoneálním, retrofaryngeálním a epidurálním) není žádná anatomická bariéra, která by bránila průniku plynu, může se plyn při barotraumatu plic dostat až do těchto prostorů. Je prokázáno, že z podkoží a snad i z retroperitonea se může plyn dostávat do žil a být embolizován do plic, zpravidla však jen ve velmi malém a z praktického hlediska málo významném množství. Klinický obraz závisí na tom, jak velké množství plynu je přítomno v jednotlivých výše zmíněných částech těla.

#### 4.5.6.3 Arteriální plynová embólie

V anglické literatuře a jejích překladech označována jako AGE - arterial gas embolism je závažnou formou plicního barotraumatu, při kterém průnikne plyn do krevního řečiště. V místech, kam je embolizován, způsobuje poruchu až zástavu cirkulace.

Barotrauma plic se také může objevit u osob exponovaných rychlému přechodu z normobarického do hypobarického prostředí. Tato tzv. explozivní dekomprese nastává kupř. při poruše těsnosti kabiny letadla ve vysoké nadmořské výšce.

### **4.6.9 Barotrauma plic z podtlaku (lung squeeze)**

Je barotrauma hrudníku z podtlaku ke kterému může, ve zřídka případech, dojít při potápění na nádech jako důsledek kolapsu části plicního tkaniva. Způsobuje to stlačení

hrudníku a vysoký tlak v plicích v případě, že potápeč překonal hranici stlačitelnosti hrudníku. V extrémním případě může dojít až ke zlomeninám žeber. V častých případech také dochází popraskání průdušnice (Trachey), která během ponoru mění svoji velikost (zmenšuje se). Při těžkém Lung squeeze je možnost sekundárního topení se ve vlastní krvi, která vyplňuje prostor plicních sklípků (Schuster, 2009). Plíce jsou stlačeny pod hodnotu zbytkového objemu a tělo se nestihne dostatečně rychle adaptovat na hloubku, což je problém u příliš rychlých pokroků v nádechovém potápění a maximální dosažená hloubka se najednou posouvá i o několik metrů. Symptomy Lung sguetzee jsou například vykašlávání krve, obtížné dýchání a dušnost, šelesti na srdci, napětí v plicích, bolest v hrudní oblasti, sípání i cyanóza (Schuster, 2009).

#### **4.6.10 Plicní edém**

Díky objemovým změnám hrudníku a plic při zanořování vstupuje do hrudníku o cca 1-1,5 l větší objem krve než je běžné z důvodu zvýšení tlaku. Tuto krev musí cévní systém pojmout. Zhruba  $\frac{1}{3}$  (450 ml) objemu vstupuje do malého plicního oběhu, zbytek do stávajících cév (zbytnění krevních kapilár), jejichž přizpůsobivost (compliance) také není nekonečná. Výsledkem je vyšší tlak v plicním řečišti, který může vyústit až v rozvoj otoku plic (plicního edému). V důsledku rozšíření plicních cév dochází k přetížení i nedokrvení tělního oběhu s možnými následky selhání srdeční činnosti. Může dojít i k poškození plicních kapilár a krvácení do plic. Riziko v tomto případě zvyšuje užívání aspirinu nebo jiných protisrážlivých léků (Schuster, 2009).

### **4.7 Plavecké ucho (Swimmer's ear, otitis externa)**

Plavecké ucho (Swimmer's ear) je asi nejčastější ORL problém mezi potápěči. Je zapříčiněn zvýšením pH do alkalických hodnot namísto acidických, což je způsobené častým vystavováním ucha vodnímu prostředí a vlhkosti. Jde nejčastěji o infekci zvukovodu. Bolest vzniká při pohybu ušnicí, nebo tlaku na tragus. (URL<sub>17</sub>)

Příznaky:

- jemného píchání v uchu přecházející až k blokádě vnějšího zvukovodu
- opuch zvukovodu
- horečka
- výrazná píchavá bolest

Řešení - jemné ošetření vnějšího zvukovodu izopropyl alkoholem. Při přetrvávání problému je třeba konzultace s ORL specialistou pro možnost perzistující mykotické infekce ucha. Normálně se Swimmer's Ear vyléčí spontánně do 48 hodin. Prevence je v častém vyrovnávání tlaku při klesání. Potápěč by měl klesat spíše nohama dolů, aby tak minimalizoval venózní návrat do hlavy a krku (a tím snížil tlak). (URL<sub>17</sub>)

## 4.8 Laryngospasmus

K Laryngospasmu, uzavření hrtanu, může dojít i při podráždění svalů hrtanu a kašli po aspiraci vody. Tato křeč většinou samovolně a rychle ustoupí. Pokud ne, je nutný včasný lékařský zákrok.

## 4.9 Podchlazení

Většina vod, v kterých je možné se v našich, ale i v mnoha zahraničních podmínkách, potápět, nemá příjemnou teplotu teplé koupelňové lázně. Navíc je voda 25krát lepší vodič tepla než vzduch. Je tedy nezbytné použít kvalitní oblek chránící proti podchlazení. Už pokles tělesné teploty pod 35 °C je pro člověka nebezpečný a pokles tělesné teploty pod 26 °C je smrtelný. Příznaky podchlazení jsou dobře známy: zvyšující se pocit chladu a třes, který se snižující se teplotou stává neovladatelným, dochází k poruchám řeči, únavě a zpomalení pohybů. Poté začne třes ustupovat, svaly ztuhnou, člověk začíná mít halucinace a nezvyklé chování. Nakonec následuje bezvědomí a smrt.

Rizikový faktor pro podchlazení je především vyšší věk ohroženi jsou i lidé nemocní, hubení, unavení a velkým rizikovým faktorem je i požitý alkohol. Tělo reaguje na snížení teploty okolí zúžením malých cév v kůži, čímž se omezí průtok krve a její ochlazování v periferních částech těla. Teplo se tak zachová pro životně důležité orgány. Alkohol právě tyto malé cévy rozšiřuje, čímž sice vyvolá pocit tepla, ale tělesné jádro dřív prochladne.

Podchlazení jecelkový účinek chladu na organismus způsobené delším pobytem v chladném prostředí, často dodatečně ovlivněné jinými faktory, jakým je například právě alkohol. O podchlazení se mluví, jestliže došlo ke snížení teploty tělesného jádra pod 35 °C.

Tab. 4.1. Tabulka reakce lidského těla na pokles tělesné teploty. (Miler, 1987).

Tělesná teplota	Příznaky
34-36,5 °C	třes z chladu, stav vzrušení, bolesti v končetinách, modravě bledá kůže, poruchy řeči, zpomalení pohybů
30-34 °C	ústup pocitu bolesti, bradykardie, poruchy srdečního rytmu, nepravidelné dýchání, poruchy myšlení
27-30 °C	hluboké bezvědomí, široké zornice, oslabený tep, nepravidelné dýchání,
pod 27 °C	Kóma, zástava dýchání, zástava srdce a oběhu

Nejlepší první pomocí je transport do suchého, chráněného prostředí a pomalé zahřívání postiženého. Pokud není k dispozici jiný zdroj tepla, postačí i tělesné teplo záchrance. Postiženému podáváme teplé, slazené nápoje a snažíme se, aby se příliš nehýbal.

#### 4.10 Přehřátí organismu

I když přehřátí organismu zní u potápění poněkud zvláště, přesto je možné. Při přípravě výstroje na slunci v neoprenu, při dehydrataci, při náročném tréninku v relativně teplém prostředí, ale i při dlouhém pobytu na hladině

Organismus má dva mechanismy k ochlazení. Rozšířením krevních cév v kůži, čímž se v nich zvýší průtok krve a zvýší se vydání tepla do okolí. Druhým mechanismem je zvýšená činnost potních žláz. Pot se na povrchu těla odpařuje a tím se spotřebovává přebytečné teplo.

Typickým příznakem přehřátí je samozřejmě vysoká teplota. Dalšími, ve vodě znatelnějšími příznaky jsou bolesti hlavy, poruchy nálady, dezorientace, závratě rozvoj šokového stavu a posléze až ztráta vědomí.

Při zaregistrování prvních příznaků je třeba zamezit dalšímu ohřívání organismu a co nejdříve vhodně ochladit postiženého nejlépe ve vlažné vodě a ve stinném prostředí. Při plném vědomí a spolupráci postiženého se doporučuje podávat chladné isotonické nápoje. Plně vyvinutý úpal je ovšem velmi nebezpečnou záležitostí, která vyžaduje lékařský zásah. Postižení mohou mít i po léčbě následky v podobě nervových poruch, ztrátách stability a poruch orientace. Proto je důležité včasné rozpoznání přehřátí organismu a poskytnutí pomoci.

Samozřejmě nejlepší ochranou před přehřátím organismu je prevence. Nezůstávat příliš dlouho na slunci, chránit si vhodně hlavu, dostatečná hydratace a omezení námahy v horkém prostředí.

#### **4.11 Tonutí**

Utonutí je statisticky nejčastější příčinou smrti potápěče, i když primární příčinou tonutí, které předchází utonutí, může být například porucha výstroje či jiná krizová situace pod vodou.

Utonutí je definováno jako smrt udušením z nedostatku vzduchu, způsobená zaplavením dýchacích cest tekutinou a tonutí je stav, kdy člověk tuto příhodu, třeba i dočasně, přežije (Miler, 1987). Tonutí a utonutí může probíhat s aspirací vody nebo bez aspirace (mluvíme o mokřém a suchém tonutí). Tonutí bez aspirace se vysvětluje reflexní zástavou dechu a uzávěrem hrtanové závěrky při vniknutí vody do oblasti hrtanu. Každá forma tonutí ohrožuje život především akutní hypoxií (nedostatkem O<sub>2</sub>) a nikoliv aspirací vody. I u mokřého tonutí jde o takové množství aspirované vody, jaké se může z plicních sklípků resorbovat. Jestliže dojde k aspiraci většího množství vody, pak se sladká voda, následkem svého nízkého osmotického tlaku, vstřebává z plic do krevního oběhu, přitom dochází k poškození struktury plicních sklípků s následným otokem plic a dochází k hemolýze, rozpadu červených krvinek. Naproti tomu má slaná voda vysoký osmotický tlak a dochází k plicnímu edému, hypovolémii a hemokoncentraci. Při první pomoci jsou rozdíly mezi tonutím v sladké a slané vodě zanedbatelné. Příznivý účinek při tonutí má podchlazení organismu, provázející tonutí v chladné vodě. To má ochranný vliv na vznik mozkových komplikací z nedostatku kyslíku. Umožňuje úspěšnou resuscitaci i po delší době. Jsou popsány případy úspěšné resuscitace i po tonutím trvajícím 40 minut, ale to především u dětí.

Nejdůležitější první pomocí u tonoucího potápěče především je, dostat ho z vody. Po vytažení není třeba se zdržovat vyléváním vody z plic, u tonoucích ve sladké vodě je již stejně resorbována. Zkontrolovat životní funkce a případná resuscitace vyžaduje samozřejmě dostatečně potápěče odstrojit z jeho výstroje, přesto je důležité udržet potápěče v teple, a pokud je po ruce čistý kyslík i podání kyslíku. V případě potřeby volat RZS.



Ani potápěči, kteří přežili tonutí, nejsou ještě zcela mimo nebezpečí, protože i po několika hodinách se může rozvinout těžký plicní otok, který může vést k tzv. „sekundárnímu utonutí“.

#### **4.12 Svalová křeč**

Křeč je stav těla, kdy dochází k dlouhodobému či nadměrnému stažení jednotlivých svalů. Hlavním spouštěčem je neustálá inervace svalů díky vyšší dráždivosti nervů.

Zpravidla vyvolána přílišnou námahou, nevhodnou výstrojí a působením chladu (Piškula, 1988). Náchylnost ke vzniku křeče může být podmíněna nevhodnou životosprávou. Nedostatek minerálních látek (především hořčík) a soli, může zvyšovat náklonnost ke vzniku křečí.

V případě křeče se protahuje postižený sval, například při postižení lýtkového svalu se uchopí horní část (špici) ploutve a přitáhne se směrem k tělu. Končetina je po celé délce natažená. Po odeznění by se postižení svalová skupina neměla už zatěžovat. (Miler, 1987)

#### **4.13 Dekompresní nemoc**

Při potápění na nádech se zdá, že problém dekompresní nehody zní poněkud absurdně, ale přes to se i dekompresní nemoc může stát hrozbou i těmto potápěčům. Týká se to však jen opakovaných ponorů s krátkými povrchovými intervaly. Často, ještě před rozvinutím příznaků DCS potápeč odpadne a nepokračuje tak v dalších, opakovaných ponorech, které by zapříčinily plné rozvinutí DCS. I při potápění na nádech dochází k rozpouštění dusíku v tkáních a jeho kumulaci při opakovaných ponorech, stejně jako k jeho vysycování - desaturaci. Tento problém byl poprvé popsán u lovců perel v Jižním Pacifiku, kde dostal název taravana.

Prevence je v tomto případě poměrně jednoduchá a spočívá v prodloužení či spíše dodržování relativně dlouhých povrchových zástavek u opakovaných ponorů na nádech. S výhodou se také používá čistého kyslíku umístěného v malé hloubce (nejčastěji 3m), který potápeč dýchá několik minut po posledním zanoření.

#### **4.14 Vyčerpání**

Stav, kdy organismus není již schopen další fyzické či duševní aktivity (Piškula, 1988). K vyčerpání často dochází v případech, kdy jedinec provádí činnost, na kterou fyzicky či psychicky nestačí. Častým případem je špatné vyhodnocení situace, např. vlny či proudy, které mohou dotyčného i po velkém snažení odnést do velké vzdálenosti od břehu. Předcházení těmto situacím spočívá v dostatečném plánování ponorů, sběrem informací o dané lokalitě, ale v nejdůležitější řadě vyhodnocení své aktuální celkové psychofyzické zdatnosti.

#### **4.15 Syndrom modré koule (Blue Orb Syndrom)**

Stav paniky, který vzniká bez racionální příčiny při dezorientaci jako forma sensorické deprivace (selhání smyslů). Při tomto stavu není potápěč schopen správně vyhodnotit situaci a nemůže řešit ani případnou krizovou situaci. Může tak, díky jeho iracionálnímu chování, docházet k nehodám, které by jinak vůbec nemuseli vzniknout. Riziko syndromu modré koule vzrůstá při potápění s nevhodným vybavením, při provádění rizikových ponorů atd. (URL<sub>16</sub>). Těmto problémům lze předejít nebo je minimalizovat s odpovídajícím výcvikem a postupně získanou zkušeností.

Jedinci, u kterých je známo, že podléhají strachu a panickým epizodám, by měli být z potápěčských akcí buď úplně vyloučeni, či by jejich okolí mělo být o jejich stavu informováno a pod vodou je dobře zabezpečit.

## **5. Metodika**

### **5.1 Pravidla pro potápění na nádech**

Potápění na nádech je sportem, který může každému, nezávisle na věku, přinést překrásné zážitky ze světa pod vodní hladinou. Potápění na nádech může vypadat jako velmi jednoduchý sport, ale potápeč se pohybuje v prostředí, pro které lidské tělo není přizpůsobeno. Je potřeba znát určitá pravidla a některé techniky, které ulehčují plavání pod vodou, prodlužují celkový pobyt pod vodou a v neposlední řadě dělají tento sport bezpečnějším.

S novou výstrojí a v novém prostředí je třeba začínat jen pomalu, krok po kroku a úspěchy se časem určitě dostaví. Je to cesta, pomocí které se budoucí potápeč vyhne mnoha nepříjemnostem. Například dýchání ze šnorchlu je věc ze začátku velmi nezvyklá. Někdy pomáhá i suchá příprava v kompletní výstroji či zkoušení si šnorchlu a masky v napuštěné vaně. Rovněž ploutve jsou pro nohu, která na ně není zvyklá, značnou zátěží a může docházet k častým křečím.

Hned pro začátek je třeba poznamenat, že pro potápění na nádech je důležité, aby potápeč byl po fyzické i psychické stránce zdravý. Dokonce i běžné nachlazení znamená odložení potápění do doby, než se bude potápeč cítit lépe.

### **5.2 Lékařská prohlídka**

Po rozhodnutí o začátku potápění by měla následovat návštěva praktického lékaře, který zhodnotí celkový zdravotní stav, a především specialisty ORL, kde se může objevit nejvíce problémů. Zdravotní stav ne vždy dovolí potápeči, aby se věnoval svému koníčku. Mezi absolutní kontraindikace (tj. absolutně nepřipustný stav k potápění) patří například:

- insuficience (špatná funkce) Eustachovy trubice, chronický zánět středouší
- závrativé stavy (Menierova choroba)
- zúžený nebo nevyvinutý zevní zvukovod
- nefunkční hrtan
- prasklý ušní bubínek

**Relativní kontraindikaci** (tj. stav nevhodný, ale možný k potápění, kdy jej však lékaři nedoporučují) představují:

- akutní či chronická rýma
- nosní polypy
- deformita nosní přepážky
- paresa n. facialis (obrta lícního nervu)
- kompletní zubní protéza
- opakující se zánět středního a zevního ucha
- jednostranná porucha sluchu
- stav po zlomenině obličejových kostí
- stav po radioterapii v oblasti hlavy a krku
- těžká migréna s prokázanými výpadky zorného pole
- příznaky postižení CNS a stav po cévní mozkové příhodě
- jakékoli další chronické či akutní choroby, nutno probrat vždy s odborníkem

Sebehodnocení celkového zdravotního stavu před potápěním:

- Jsem nemocen, neužívám léky či látky, které mohou ovlivnit náladu, duchapřítomnost, vědomí, srdeční frekvenci apod.?
- Nemám rýmu nebo jinou infekci dýchacích cest?
- Nejsem dehydratován, vyčerpán či cítím celkovou nevolnost?
- Jsem v psychické pohodě?

### **5.3 Před ponorem**

Ponor nezačíná samotným vstupem do vody, ale dlouho před tím. Žádný potápěč, a už vůbec ne rekordmani, se neponoří do vody bez řádné přípravy. Závodníci ve freedivingu se dlouho před ponorem snaží uvést do náležitého duševního stavu, uvolnit se a pomocí různých cviků a technik dokonce zpomalit životní funkce, aby jejich spotřeba kyslíku byla co možná nejmenší. V přípravě na běžný ponor ovšem není potřeba zacházet tak daleko.

Předně je třeba zvážit osobnostní předpoklady. Psychický i fyzický stav. Pod vodu rozhodně nepatří člověk s nedostatečným sebeovládáním, zmatečný či jinak psychicky nestabilní. Ponor do malé hloubky v ideálních podmínkách sice zvládne prakticky každý, ale ideální podmínky se mohou rychle změnit v krizovou situaci, v které je vždy

pod vodou potřeba udržet chladnou hlavu a rozumné uvažování. Ze stejného důvodu pod vodu nepatří ani alkohol nebo jiné psychotropní látky. Doporučuje se 24 hodin před ponorem nepít alkohol. Jeho narkotické účinky jsou dobře známé a stejně jako se nesmí s alkoholem řídit, nemělo by se pod vlivem alkoholu ani potápět. Další výraznou nevýhodou alkoholu je, že dehydratuje organismus. Stejně účinky, tedy dehydrataci organismu má například i káva, čaj či kakao. Organismus je třeba před ponorem dostatečně hydratovat, což začíná minimálně již 24 hodin před ponorem. Vhodné jsou isotonické tekutiny – voda se šťávou, jablečný juice, minerálka atd. Vypít něco rychle před ponorem má už jen malý význam a navíc takto vypité tekutiny tlačí v žaludku na ledviny a dráždí je.

#### **5.4 Buddy systém**

Buddy systém je systém potápění ve dvojici či trojici (výjimečně i více). Jeho předností je zvýšení bezpečnosti potápění oproti potápění jediného potápěče. Potápěč ve dvojici by měl být vždy schopen druhému pomoci – odřezat zamotaného potápěče od lan, vynést potápěče v bezvědomí na hladinu, poskytnout mu případnou první pomoc atd. Všechny tyto dovednosti je potřeba předem natrénovat, časem zdokonalovat a aktualizovat. Přesto by se neměl potápěč na pomoc spoléhat a nastalou krizovou situaci by se měl snažit řešit samostatně.

Potápěči v potápěčském týmu musí mít mezi sebou neustále kontakt. Při dobré viditelnosti vizuální, při zhoršené viditelnosti pak lanem či světlem. Vzájemné soudržnosti pomáhá dobré naplánování ponoru, s kterým jsou dobře seznámeni všichni členové případného potápěčského týmu. Vždy je třeba informovat o místu potápění někoho nezávislého pro případ nehody.

#### **5.5 Výcvik se základní potápěčskou výstrojí**

Starost o výstroj je samozřejmá a byla již popsána v kapitole o potápěčské technice. Výstroj by neměla ležet na přímém sluníčku, ale ani by neměla být před ponorem vystavena mrazu. Při přepravě musí být výstroj zabezpečena tak, aby se nepohybovala a nemohla se poškodit. Po ponoru, obzvláště pak ve slané vodě, by měla být opláchnuta ve sladké vodě. Funkci výstroje si potápěč musí zkontrolovat již před ponorem, nejlépe

už doma, stejně tak případné opravy, výměny „o“ kroužků, výměna jiných opotřebovaných částí atd., by měly být provedeny už doma.

Před samotným potápěním je třeba zkontrolovat:

- Masky na místě a ve správné poloze
- Šnorchl na místě a zajištěný
- Oblek zapnutý
- Zátěže zajištěny
- Potápěčský nůž zajištěn a na dosah
- Botky zapnuty
- Ploutve zajištěny
- Kontrola případné další výstroje

### **5.5.1 Používání masky**

Pro ostré vidění pod vodou je důležité, aby se zorníky masky nemlžily. Obzvláště u nově pořízených masek je to častý problém. Novou masku je potřeba zbavit mastnoty důkladným opláchnutím v roztoku saponátu a opláchnutí čistou vodou. Tento postup je možné v případě potřeby i několikrát opakovat. Ale ani po této proceduře není neobvyklé, když se zorníky masky budou během ponoru zamlžovat. Proti tomuto jsou na trhu dostupné prostředky proti zamlžování, které jsou k dostání téměř v kterémkoliv potápěčském obchodě. Nicméně při potápěčské praxi je před každým ponorem běžné otření vnitřních zorníků masky vlastními slinami a následné opláchnutí čistou vodou, což má podobný efekt jako při použití komerčních prostředků proti zamlžování.

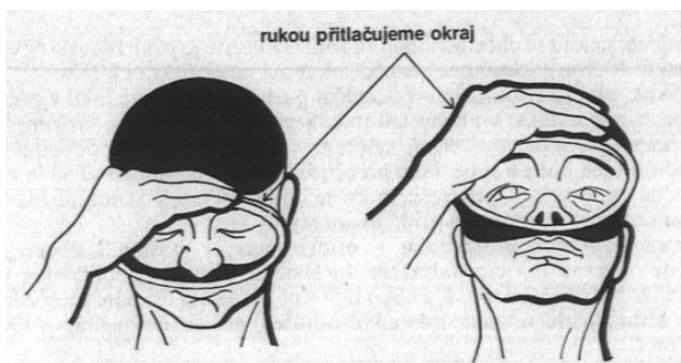
Ještě před nasazením masky na obličej, je u nových masek často potřeba, nasadit na pásek masky šnorchl, či jeho upínací část, to podle typu šnorchlu. Při nasazení masky na obličej ještě vhodně seřídít pásek tak, aby maska byla jen mírně přitlačena k obličejí. Pokud je pásek příliš stažen, maska se na obličejí deformuje, přestává dobře těsnit a způsobuje otláčeniny. Do masky se také nesmí dostat žádný vnější předmět, například vlasy, přes které se do masky dostává voda.

#### 5.4.1.1 Vylévání masky

Vylévání masky pod vodou, i když pro laika zní zvláště, patří k základním potápěčským dovednostem. Zaplavení masky se může pod vodou přihodit velmi snadno a v tu chvíli je člověk téměř slepý a nezbyvá než umět takou situaci řešit.

Princip vylévání masky je jednoduchý – vzduch vydechovaný nosem do zaplavené masky vytlačuje vodu a to tak dlouho, dokud není maska vody úplně zbavena. Praxe je ovšem složitější a bude zřejmě potřeba nejedné zkoušky, než se podaří masku dokonale zbavit vody. Pravděpodobně ještě delší dobu bude trvat nácvik vylití masky s použitím co nejmenšího množství vzduchu. Před nacvičováním vylití objemu celé masky je vhodné nacvičit si vylévání jen s mírně zaplavenou maskou. Mírným odchlípnutím spodní část lícnice u lícni kosti se nechá maska zaplavit zhruba do úrovně očí. Pro vylití masky je nutné zaklonit hlavu, přitisknout horní část lícnice k čelu a do masky vydechnout nosem, dokud není maska úplně zbavena vody. Po zvládnutí tohoto cviku je možno přejít k vylití celého objemu masky. K zaplavení celého objemu masky je nejjednodušší odchlípnout horní okraj lícnice masky a to nejlépe v mírném předklonu. Vylití masky posléze probíhá již popsaným způsobem se zakloněnou hlavou. Po dokonalém zvládnutí vylití masky je možno zkusit sundat masku z hlavy úplně, znovu nasadit a vylít. Důležité je, aby masky byla nasazena správně tj. prostorem pro nos dolů a aby v masce nebyly žádné vlasy.

Obr. 5.1. Vylévání masky. (Piškula,1985 )



## 5.5.2 Pohyb pod vodou s ploutvemi

Plavání s ploutvemi je jednoduchý symetrický pohyb a velmi efektivní technika pohybu ve vodě. Při plavání s ploutvemi je potřeba dosáhnout dobrého obtékání těla vodou. Z tohoto důvodu musí být tělo plavce v hydrodynamické poloze. Hydrodynamická poloha se vyznačuje vzpaženými pažemi, vytaženými vpřed tak, aby profil těla byl co nejmenší. Hlava je maximálně skrytá mezi pažemi, dlaně jsou dány přes sebe. Nohy potápěče s ploutvemi vytvářejí hlavní hnací sílu při plavání na hladině i při plavání pod vodou. Při potápění na nádech jsou používány vlastně jen dva základní typy kopů. Kop kraulový a kop delfinový. Zatímco se u delfinového kopu pohybují nohy společně, snožmo, a k dopřednému pohybu je využito i vlnění celého těla, u kopu kraulového se nohy pohybují proti sobě a tělo zůstává relativně v klidu. (URL<sub>18</sub>)

### 5.4.2.1 Kraulový kop

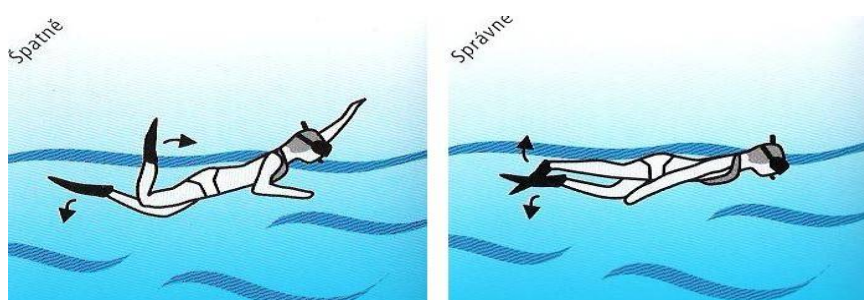
Je nejběžnějším způsobem pohybu pod vodou s ploutvemi. Pohyb vychází z kyčlí potápěče. Při kraulovém kopu s ploutvemi se nejdříve koleno záběrové nohy začne pohybovat poněkud rychleji než holeň. Poté se noha postupně narovná, povolení v kolenu je jen minimální a nárt musí zůstat napnutý. V dolní poloze záběru je pak noha zcela natažená. Tak se pohybuje i ve směru nahoru, jen nárt je povolený. Pohyb nahoru při kraulovém kopu prakticky nevytváří dopřednou sílu. Záběr ploutví by měl vždy vycházet z kyčlí. Rozkmit i frekvence kopů je značně individuální závislá na technice, typu ploutví i na fyzické kondici. Ze začátku může kraulový kop v ploutvých způsobovat křeče, ale tento problém s výcvikem brzo odezní.

Plavání s ploutvemi na hladině a pod vodou se liší především tím, že pod vodou je výrazný rozkmit ploutví nad osu těla, zatímco na hladině by takový rozkmit způsobil nechtěné vynoření ploutví, či celých nohou, nad hladinu. Při plavání na hladině by měl pohyb nohou končit mírně nad osou těla.

Při nácviku plavání s ploutvemi je výhodné začít nejprve v poloze nznak. Vysvětlit důsledně techniku kopu a hned ze začátku opravit případné chyby. V poloze na prsou je možné použít s výhodou desky a později přidat masku a šnorchl.



Obr. 5.2. Kraulový kop v ploutvích. (Käsinger, 2004).



Chyby při plavání s ploutvemi:

- Při plavání na hladině se ploutve vynořují nad hladinu, plácají o vodu. Ploutve musí být po celou dobu ponořeny pod hladinou. Na té se vytváří viditelný vír. Tak je plavání neúčinnější.
- Tzv. šlapání na kole. Potápěč pouze pokrčuje a narovnává koleno, zatímco nárt a ploutev je stále v ose těla.
- Příliš malý rozkmit ploutví. Ploutve mají v obou krajních polohách záběru jen minimální účinnost, proto malý rozkmit snižuje účinnost kopu ploutví.
- Tzv. ostrá pata, kdy potápěč při záběru ploutví nenapne nárt. Špičky ploutví směřují ke dnu.

#### 5.4.2.2 Delfínové vlnění

Plavec v poloze na břicho provádí tzv. delfínový kop. Při tomto kopu plavec kope oběma nohama současně. Pohyb nevychází pouze z nohou, ale do akce jsou zapojeny i břišní a zádové svaly. Celkově tento kop vypadá jako delfínové vlnění. Tato technika je přibližně stejná na hladině i pod vodou. Dokonalá technika delfínového vlnění se vyznačuje křivkou – sinusoidou, tvořenou lehkým prohnutím horní poloviny těla (Schuster, 2009). Pohyb nohou je jednotný, vycházející z kyčlí.

#### **5.5.3 Pohyb pod vodou bez ploutví**

Ač může plavání pod vodou připomínat plavecký způsob prsa, je zde několik zásadních rozdílů. Především v poloze těla a v záběru paží. Poloha těla pod vodou je ve splývavé poloze s hlavou ve vodorovné poloze. Při zaklonění hlavy dojde k změně horizontálního směru plavání a změní se negativně i čelní odpor.

Záběr paží nevybočuje z roviny určené osou těla a ramenními klouby a je veden ze vzpažení až do přitažení dlaní ke stehnům. Dlaně jsou stále obráceny svou záběrovou stranou proti směru pohybu. V okamžiku, kdy paže začínají druhou polovinu záběru, tzn. fázi od ramen ke stehnům, začíná ohýbání kolen. Po dokončení záběru nohou jsou paže vedeny těsně při těle přes prsa do vzpažení. Sunutí paží je pomalé a dlaně jsou obráceny dolů a jsou vedle sebe, čímž se minimalizuje odpor vody. (Miler, 1984)

Záběr nohou je shodný se záběrem u plaveckého způsobu prsa na hladině. Po dokončení celého záběru je vhodné využívat co nejdéle splývavá polohy, ale ne do nulové rychlosti, kdy tělo ztrácí vztlak získaný plaváním a dle vyvážení potápěče začíná klesat či stoupat. Naopak rychlé záběry u začátečníků pod vodou spíše brzdí.

## **5.6 Šnorchl**

Šnorchl je určen především pro plavání na hladinu. Při ponoření pod hladinu se šnorchl samozřejmě zalije vodou, kterou je potřeba po vynoření vylít. To je možno provést i bez úplného vynoření hlavy nad hladinu takzvaným vyfouknutím šnorchlu. V praxi jde o prudké vydechnutí do trubice šnorchlu, čímž je voda z trubice vytlačena dynamickým tlakem vzduchu. Především je důležité, aby konec šnorchlu opravdu vyčníval z vody. Nácvik je prováděn v takové hloubce, aby potápěč ještě stačil a v případě potřeby se mohl volně nadechnout. Po zaplavení šnorchlu a vynoření (pouze tak, aby šnorchl vyčníval jen pár centimetrů nad hladinu) je možno do šnorchlu prudce vydechnout. V trubici ze začátku bude zůstat více či méně vody, ale s pokračujícími zkušenostmi bude této vody postupně ubývat. Proti zbytkové vodě ve šnorchlu může pomoci jazyk vytažený až těsně k náhubku, který vdechnutou vodu „odfiltruje“ a ta je vyfouknuta s dalším výdechem.

Ulehčit vyfukování šnorchlu mají tzv. „ventily“. Při vynoření běžného šnorchlu na hladinu zůstává voda v celém objemu šnorchlu, zatímco u šnorchlu s ventilem by se měla voda vylít právě tímto ventilem na úroveň hladiny. Tím je ve šnorchlu méně vody a je jednodušší jej vyfouknout.

## 5.7 Vyvážení a vytrimování

Správné vyvážení ještě pře ponorem je nezbytné. Nejlépe pak na hloubku přibližně 10m. V případě, že potápěč nepoužívá žádnou výstroj s pozitivním vztakem je samotné vyvážení pře ponorem mnohdy zbytečné.

Lze obecně říci, že v případě použití ochranného obleku o tloušťce 3 mm je použito 1 – 3 kg závaží, v případě 5 mm obleku je tomu 3 – 5 kg. To je dále třeba ověřit v hloubce 10 m, kdy potápěčova poloha by měla zůstat neměnná (ani pozitivní či negativní vztlak). Dalším indikátorem správného vyvážení je možné ověřit na samotné hladině, kdy potápěč se zátěžovým opaskem a příslušným olovem (ve vertikální poloze) provede hluboký nádech (80 – 90 %). Je důležité sledovat polohu klíčních kostí vůči hladině. Jestliže jsou klíční kosti pod vodní hladinou, množství zátěže je příliš velké a naopak. Samotné vyvážení je třeba přizpůsobit cíli, kterým je buďto rekreační šnorchlování v malých hloubkách, či šnorchlování do větších hloubek či závodní forma potápění na nádech. V případě menších hloubek je třeba se více zatížit, jelikož nedochází tak k výrazné kompresi obleku i tkání. I v případě závodní formy jsou případy, kdy soutěžící provádí ponor bez jakékoliv zátěže. (Schuster, 2009)

## 5.8 První kroky

S nasazenou maskou a šnorchlem v puse je už možné podniknout první kroky pod vodní hladinu. Nejprve na mělčině tak, aby konec šnorchlu vyčníval z vody. Někomu může ze začátku dělat problémy dýchat pod vodou ze šnorchlu. Pro někoho to může být nezvyklý a nový pocit, ale ten se dá relativně rychle překonat. Další nevšedností může být zvětšení způsobené lomem světla na masce, ale i na to se dá rychle přivyknout. Při zanoření s maskou do větší hloubky je cítit, že se maska přitlačuje k obličeji – v masce je relativní podtlak proti okolí. Tento podtlak může způsobit až barotrauma očí. Většina lidí instinktivně dofoukne vzduch do masky nosem a tím tlaky vyrovná. V opačném případě je cítit nepříjemný tlak masky na obličej, potom je potřeba vydechnout do masky nosem vědomě.

Postupně je třeba získané dovednosti (vylévání masky, vyfukování šnorchlu, plavání s ploutvemi na hladině i pod vodou) dále rozvíjet a cvičit. Vylévání masky je vhodné kombinovat s vyfukováním šnorchlu a postupně např. s hledáním masky pod vodou a

jejím vylití popř. i s vyfouknutím šnorchlu, hloubka se může s pocitem nabývajícím jistoty zvyšovat.

## **5.9 Techniky vyrovnávání tlaku ve středouší**

S přibývajícím hloubkou roste i tlak vody, tzv. hydrostatický tlak, který působí na celé tělo včetně ušních bubínek, které, díky nižšímu tlaku ve středoušním prostoru, prohýbá dovnitř. To způsobuje onu mnohdy až nesnesitelnou bolest. K tomu, aby uši přestaly bolet, je třeba zajistit, aby se bubínek přestal prohýbat. Je třeba hned na začátku upozornit, že různé špunty do uší nepomáhají a mohou způsobit i poranění uší. Vyrovnání tlaku ve středouší je nezbytná potápěčská dovednost, kterou musí potápěč dokonale ovládat jedno kterým manévrem. Každé vyrovnání tlaku ve středouší musí být prováděno zavčas, před nástupem bolesti. Je potřeba zdůraznit, že vyrovnání tlaku ve středoušním prostoru, by mělo být provedeno dříve, než začne být cítit bolest. Při každém zvýšení tlaku, zvýšení hloubky, je třeba manévru třeba i několikrát opakovat.

Ucho je s nosohltanem spojeno Eustachovou trubicí. Ta funguje jako jednocestný ventil. Plyn ze středoušní dutiny uniká volně, zatímco dovnitř je třeba mu pomoci. K tomuto účelu je možno použít některý z manévru k vyrovnání tlaků ve středouší. Po provedení manévru bolest prakticky okamžitě odezní. Je potřeba zdůraznit, že vyrovnání tlaku ve středoušním prostoru by mělo být prováděno už od hladiny. Rozhodně dříve, než se začne projevovat bolest. Při každé změně tlaku směrem do hloubky je třeba manévru třeba i několikrát opakovat. Pokud by se tlaky ve středouší nevyrovnaly, došlo by k ruptuře bubínku a krátké dezorientaci.

Při nachlazení a rýmě, které výrazně zhoršují průchodnost Eustachovy trubice, je nejlépe potápění odložit. Situaci mohou ještě zhoršit různé špunty do uší. Mezi špuntem a bubínkem vznikne dutina bez možnosti vyrovnání tlaků. Bubínek se prohne na druhou stranu do zvukovodu a může dojít k jeho poranění a ruptuře. Část populace dokonce nedokáže vyrovnat tlak ve středouší vůbec. Pak je nutná konzultace se specializovaným lékařem.

### **5.9.1 Valsalvův manévru**

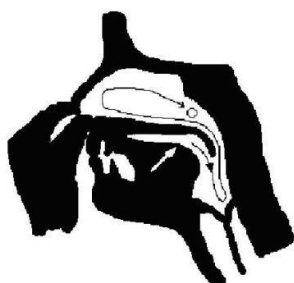
Antonio Maria Valsalva (1666-1723), byl italský anatom. Technika původně popsaná Valsalvou spočívala v silovém výdechu proti uzavřené hlasivkové štěrbině uzavřením

hlasivek jakoby při kašli. Tato technika nevyrovná tlak v uších, ale Valsalvovým jménem je dnes označován i poměrně razantní způsob vyrovnání tlaku, který je nicméně jednoduchý na provedení a tím i na naučení. Nos je při této technice uzavřen stisknutými prsty přes potápěčskou masku. Potápěč zvýšením tlaku v hrudní a ústní dutině (vydechnutí proti zavřeným ústům), zvýší tlak i nosohltanu. Tento tlak by měl otevřít Eustachovu trubici a tím pronikne vzduch do středoušního prostoru a vyrovnání tlaku.

### 5.9.2 Frenzelův manévr

Spočívá v uzavření zevních nosových otvorů výše popsaným způsobem, stažení svalů měkkého patra (jako při násilném polykání) a vysunutí kořene jazyka směrem dozadu a nahoru k měkkému patru dutiny ústní. Jazyk tak slouží jako píst komprimující vzduch v nosohltanu a vhánějící jej do sluchových trubic. Někdy lze současně vyslovit (či lépe řečeno, zabručet) slůvko "hu" nebo jakoukoliv tvrdou hlásku. Jde o dobrý, málo násilný, leč málo využívaný manévr.

Obr. 5.3. Průřez hlavou při použití Frenzelovy techniky. (URL<sub>11</sub>)



### 5.9.3 Toynbeeho manévr

Potápěč uzavře zevní nosové otvory jako u Valsalvova manévru a opakovaně polkne. Je to málo agresivní manévr, vhodný spíše při tlakových potížích ve středouší během výstupu potápěče k hladině. Toynbeeho manévr otevírání sluchových trubic je poměrně pomalý. Je proto méně vhodný při rychlých sestupech do hloubky.

#### **5.9.4 Lowryho manévr**

Zde je nutno uzavřít zevní nosové otvory, zvýšit tlak v nosohltanu (jako při Valsalvově manévru) a současně polknout. Potápěč tedy musí zmáčknout nos, fouknout a polknout současně. Jde o poměrně složitý manévr, leč při zvládnutí techniky vysoce efektivní, zejména u potápěčů s problémovým otevíráním sluchové trubice.

#### **5.9.5 BTV manévr (beance tubaire volontaire)**

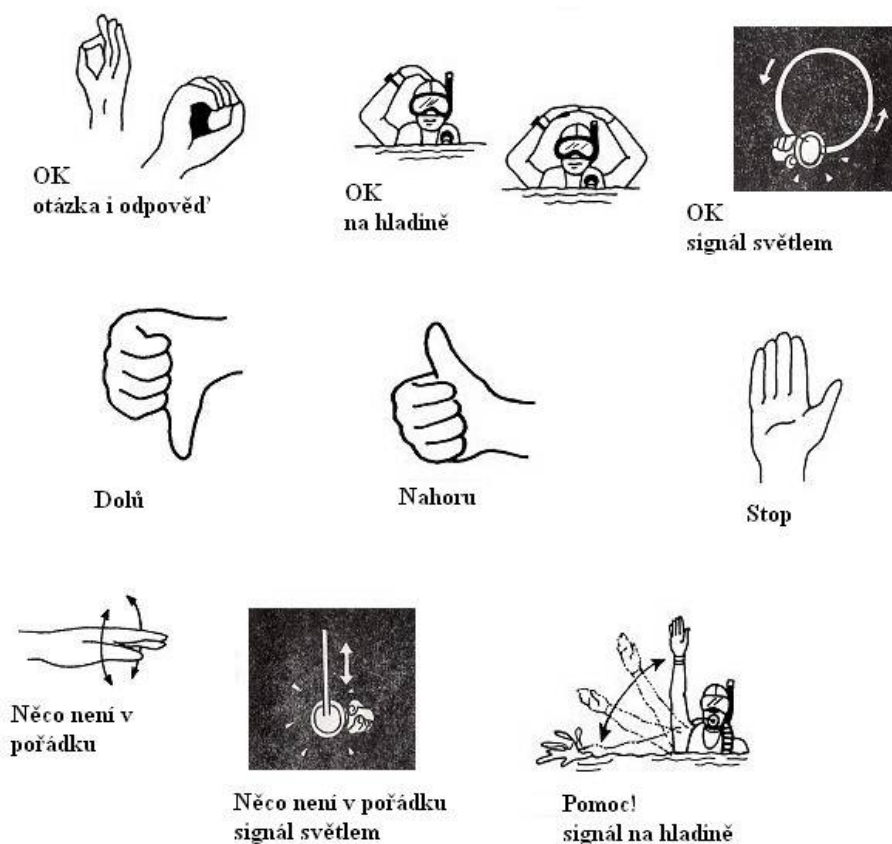
Manévr vymyslel Delonca (1970). Jde o nacvičené volní otevírání nosohltanových ústí sluchových trubic pohybem svalů měkkého patra. Úkon vyžaduje dlouhodobý opakovaný nácvik, nejlépe při simulovaných sestupech v barokomoře anebo při dlouhých pobytech na dekompresní hrazdě. BTV manévr je při dobrém zvládnutí velmi efektivní. Je však méně vhodný pro rychlé sestupy do hloubky.

#### **5.10 Potápěčské signály**

Vodní prostředí neumožňuje člověku, jako suchozemskému tvorovi, bez specifických technických pomůcek, verbální vyjadřování pod vodou. Přesto je potřeba, především kvůli bezpečnosti, aby spolu potápěči pod vodou komunikovali.

Ke komunikaci pod vodou se používá několik, mezi potápěči všeobecně známých, domluvených signálů rukou popř. světlem. Základní soubor těchto signálů je prakticky totožný, nebo velmi podobný, po celém světě a i přes některé drobné odchylky je signál vždy jednoduše rozpoznatelný. Přesto je vhodné se vždy ještě před ponorem ujistit o tom, že používáte v týmu stejné signály, či je přizpůsobit, či dokonce vytvořit nové dle místních specifických podmínek.

Obr. 5.4. Nejčastější potápěčské signály. (Richardson, 1988).



Velmi často v potápěčských klubech, na základnách, ale i mezi stálými potápěčskými dvojicemi se vytvářejí specifické signály popisující určitou situaci, živočicha apod.

## 5.11 Rozdýchání, hyperventilace

Hyperventilace intenzivní dýchávání. Hyperventilaci před zanořením chybně praktikuje mnoho potápěčů, amatérů, především z neznalosti. I tento proces se však musí umět dokonale ovládat, protože v sobě skrývá nemalá rizika. Při intenzivním rozdýchávání před zanořením totiž už potápěč příliš nezvýší koncentraci kyslíku v krvi, ale vyloučí oxid uhličitý. Při déletrvající hyperventilaci dojde, díky vyššímu podílu  $\text{CO}_2$ , k změně kyselosti krve a paradoxně v určitých částech těla i k relativnímu nedokysličení. Při hyperventilaci klesne tedy hladina kysličníku uhličitého pod obvyklou hladinu. Po zatažení dechu a ponoření pak poklesne hladina kyslíku na nebezpečnou hodnotu, ale hladina oxidu uhličitého, jako produktu vnitřního dýchání, ještě nedosáhla potřebné úrovně k podráždění dechového centra, nedostala se kritické hranici. Takový stav může

zapříčinit v lepším případě křeče, ale i bezvědomí! Nejčastěji k tomuto jevu dochází před vynořením těsně pod hladinou, kde jsou tlakové rozdíly, a tím i rozdíly v parciálních tlacích dýchacích plynů, největší.

Potápěč by měl před ponorem provést 2-3 hluboké nádechy, které by měly být rychlé a rovnoměrné, poslední nadechnutí před zanořením by mělo být mělčí. Hluboké nadechnutí znamená i velký vztlak potápěče, proti kterému musí pod vodou vynaložit značnou část energie a paradoxně tedy takové nadechnutí ponor zkracuje. Pod vodou je třeba se vyhnout fyzické námaze, čímž se nejen sníží spotřeba kyslíku, ale je možno se vyhnout i rapidnímu nárůstu oxidu uhličitého v těle. Při nutkání k nadechnutí, je nutné se vynořit! Schopnost vydržet pod vodou je především záležitostí pravidelného výcviku a psychiky. Prodloužit dobu strávenou pod hladinou na nádech není těžké. Především je důležité se pod vodou co nejméně vysilovat. Odpor vodního prostředí je obrovský a každé malé zvýšení rychlosti znamená výrazné navýšení energie, k překonání odporu vodního prostředí, svaly budou potřebovat více kyslíku pro svoji činnost a potápěč bude nucen se dříve vynořit. Pohyb pod vodou by měl být tedy pozvolný, potápěč by měl spíše s vodním prostředím splýnout a uvolnit se.

## **5.12 Vstup do vody, pády do vody**

Vstup do vody z pláže či po pozvolném pobřeží je poměrně jednoduchou záležitostí, kterou není třeba nikterak učit a zkoušet. Potápěče jen upozorníme na pohyb v mělké vodě, do které potápěč vstupuje s ploutvemi na nohou a pozadu. Chůze pozadu v mělké vodě usnadňuje pohyb. Při vstupu do vody s pomocí žebříku nebo po strmém břehu si potápěč nasazuje ploutve až ve vodě.

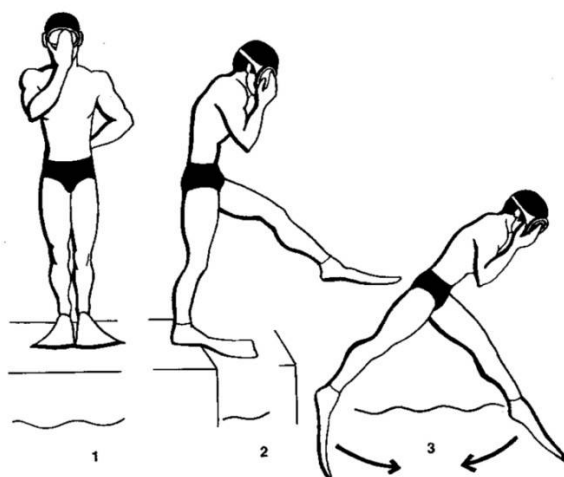
Rozdílná situace nastává při vstupu do vody z vyvýšeného místa – z lodě, ze břehu bazénu atp. Potápěč do vody vstupuje již zcela vybavený, s maskou nasazenou, což mu umožňuje rychle reagovat na podmínky ve vodě. Obvyklý skok do vody po hlavě není v případě potápěče, díky jeho výstroji (především masce), vhodný. Potápěče je třeba naučit speciální pády. Obecným pravidlem u těchto pádů či skoků je, že si potápěč musí držet masku, aby mu ji proud vody nestrhl. Při pádu do vody také nesmí být zorník masky souběžný s hladinou. Náraz o hladinu může způsobit poškození skel zorníku a vysypání skla do očí potápěče.



### 5.12.1 Potápěčský krok

Skok napřed roznožmo. Potápěč stojí na hraně bazénu či lodě čelem k vodě. Musí si přidržovat masku. Do vody neskáče, ale pouze provede dlouhý krok. Pád může ve vodě zpomalit kraulovým záběrem nohou. Je několik variant tohoto skoku, při jednom ploutve směřují špičkami dolů (viz obr. 5.5.) ve druhé variantě je noha, která zůstává vzadu, pokrčena v koleni zatímco špička ploutve na druhé noze směřuje mírně nahoru. Snožné postavení nohou je chybou, kterou je potřeba včas opravit.

Obr. 5.5. Potápěčský krok. (Piškula, 1988)



### 5.12.2 Pád a skok do vody nazad

Je dalším v praxi často využívaným vstupem do vody, především proto, že je možné ho provést ze sedu např. ze zvýšeného kraje bazénu či z boku gumového člunu. Návčik se ovšem provádí ze stoje zády k vodě. Potápěč provede hluboký předklon, při němž si stále drží masku. Jednoduchým převážením pak padá nazad do vody. Pól otáčení je přitom stále na chodidle. Potápěč nesmí pokrčit nohy a při počátečním návčiku se ani odrážet. Skok do vody, tedy s aktivním odrazem směrem do dálky, je možné nacvičit až po dokonalém zvládnutí pádu do vody nazad. V každém případě do vody vstupují první hýždě či dolní část zad (potápěč je stále v předklonu, dopadá tak na „kulatá záda“).

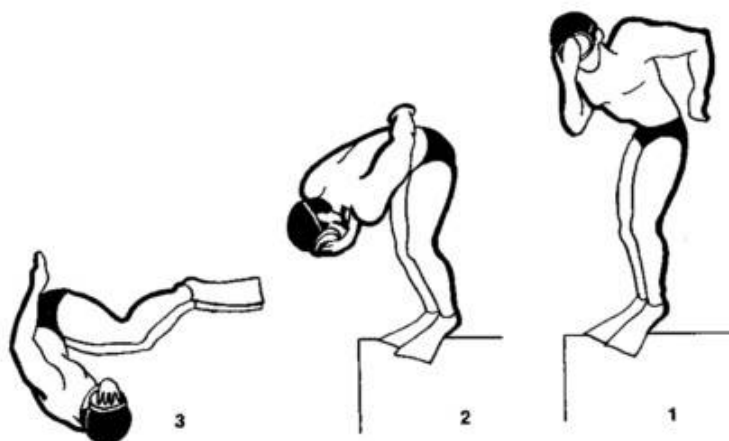
Obr. 5.6. Pád vzad. (Miler, 1984)



### 5.12.3 Pád s přetočením napřed

Tento pád se provádí z čelního postavení. Potápěč v hlubokém předklonu se mírně odrazí a přetočí tak, aby první hladinu protla „kulatá záda“ v oblasti lopatek. K přetočení si může potápěč pomoci pohybem hlavy k hrudi. Potápěč se nesmí příliš odrazit ani se nesnaží dělat přemet (Piškula, 1988). Tento pád je na provedení poměrně obtížný a je třeba jej zařadit do výcviku až ve chvíli, kdy jsou si frekventanti jistí ostatními skoky a nemají z tohoto pádu přílišné obavy.

Obr. 5.7. Pád s přetočením napřed. (Piškula, 1988)



### 5.13 Zanoření

Všechny způsoby zanoření mají za cíl dostat lidské tělo s co nejmenším energetickým výdejem pod vodní hladinu. S výhodou se u zanoření využívá hmotností končetin vytažených nad hladinu anebo dynamiky pohybu.

#### 5.13.1 Kachní zanoření

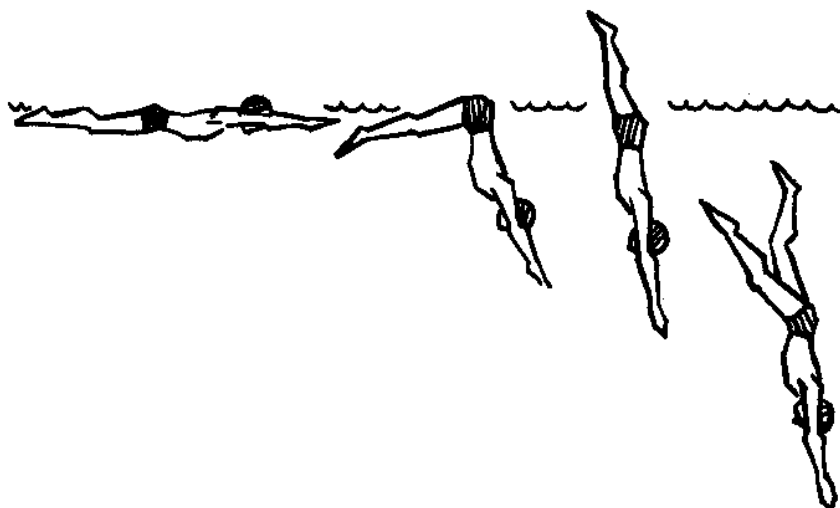
Jde o svislé zanoření po hlavě, které je asi nejčastěji využívaným způsobem zanoření. Při horizontální poloze na hladině (ať již při plavání či ve statické poloze) se potápěč prudce předkloní, čímž se dostane dolní polovina těla pod vodu, načež zvedne nohy nad hladinu do vertikální polohy. Hmotnost končetin nad vodou potom potápěče zatlačí

kolmo pod hladinu. Pokud jsou pod hladinou i dolní končetiny, může potápěč zabírat ploutvemi. Často si začínající potápěči při zanoření pomáhají písářským záběrem horních končetin. Tato technika není zcela špatná, urychluje zanoření, ale pokud chce potápěč použít k zanoření co nejméně síly, je třeba se naučit zanoření i bez přídatného záběru horních končetin. Navíc tento záběr schovává další chyby a špatné provedení kachního zanoření.

Nejčastější chyby:

- Pokrčená kolena
- Nedostatečný předklon
- Malá dynamika předklonu

Obr. 5.8. Kachní zanoření.(URL<sub>15</sub>)



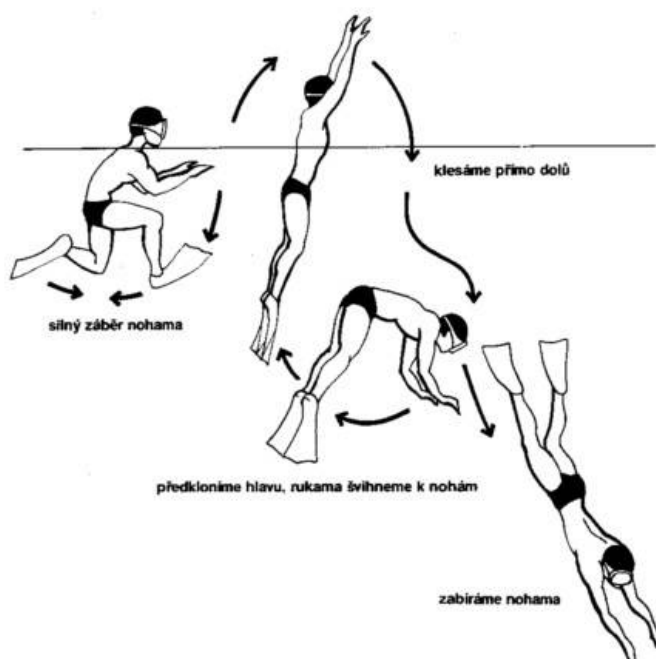
### 5.13.2 Delfíní zanoření

Delfíní zanoření je zanoření po hlavě, které využívá dynamiku pohybu – plavání, k tomu, aby se dostalo lidské tělo pod hladinu. V horizontální poloze na hladině při plavání se potápěč předkloní, podobně jako v případě kachního zanoření, ale předklon není tak hluboký – postačuje cca 30 stupňů. Dynamika pohybu pak pod hladinu dostane i celé tělo bez toho, aby se nad hladinu musely vynořit i nohy potápěče. Pod vodou se potápěč pak znovu narovná do horizontální polohy. Tento způsob zanoření je vhodný v případě, že se potápěč nepotřebuje dostat do velké hloubky, ale jen těsně pod hladinu.

### 5.13.3 Zanoření po nohou

Toto zanoření je provedeno z vertikální polohy na hladině. Potápeč se v první fázi intenzivně snaží dostat co největší část těla nad hladinu. Potom přestane zabírat a vzpaží. Hmotnost těla nad hladinou a v poslední fázi zanoření hmotnost paží, tlačí potápeče pod vodu. Pod vodou pak potápeč může libovolně změnit směr.

Obr. 5.9. Zanoření po nohou. (Piškula, 1985)



### 5.14 Sestup

Pokud potápeč sestupuje kolmo volnou vodou, bývá to problematické pro orientaci. Začínající potápeč sestupuje většinou po parabolické křivce, čímž prodlužuje dráhu sestupu. Navíc je nucen sledovat směr pomocí zraku, čímž se hlava dostává do fyziologicky nevhodné pozice, čímž může dojít k bolestem hlavy ( $URL_{12}$ ) a zároveň ke zhoršení vyrovnávání tlaku ve středouší a poškození průdušnice (trachea), proto během sestupu zůstává hlava v prodloužení trupu (lépe přitisknout bradu k hrudi-pohled k hladině). Aby potápeč dosáhl ideálně kolmého sestupu, je výhodnější postupovat podél lana vedoucího ke dnu. Je doporučeno soustředit se na lano, nikoli na hloubku (psychologický prvek). Při sestupu do hloubky 10 metrů, která je považována za hranici

neutrálního vztlaku, zabírá ploutvemi silněji (širší kop), právě z důvodu stále se projevujícího pozitivního vztlaku. Od 10 metrů sníží intenzitu záběru, zhruba od hloubky 20 m začíná působit ztráta vztlaku, tudíž dochází k volnému pádu. Vyvážení na hloubku 10 m (nikdy pod 15m) je důležité z hlediska bezpečnosti. Správné vyvážení zajistí, že ani v extrémních hloubkách nebude potápěč přetížen tak, aby měl problém s návratem k hladině. Při vyvažování je důležité řídit se zásadou: čím méně zkušený potápěč tím méně zátěže. To znamená, že méně zkušený potápěč se vyváží na menší hloubku. (Schuster, 2009)

### **5.15 Výstup a vynoření na hladinu**

Stejně jako při sestupu i při výstupu nechává potápěč hlavu ve fyziologickém postavení (hlavu nezaklání). Rychlost výstupu je nejčastěji možné kontrolovat podle dna či sledováním nataženého lana.

Svaly jsou při potápění na nádech hlavní motorickou silou, ale také jsou, po určitý čas, obrovský rezervoárem kyslíku. Sestup do hloubky je energeticky mnohem méně náročný, než následné vynořování. Až 80% energie spotřebovává návrat k hladině, zatímco na zanoření připadá „pouhých“ 20%. Při potápění na nádech jsou zatížené prakticky všechny svalové skupiny, jak gravitační, tak antigravitační svaly při minimálním přístupu kyslíku, který je distribuován především životně důležitým orgánům. Potápění na nádech je tak pro svaly jeden z nejtěžších sportů. (Schuster, 2009)

V průběhu výstupu potápěč v žádném případě nesleduje hladinu, což může negativně ovlivnit psychiku a dále by mohlo dojít k poškození průdušnice. Výstup podle lana je také nutný z hlediska bezpečnosti. Přiblížení k hladině lze rozpoznat i bez přímého očního kontaktu, zejména rychle se zvyšujícím vztlakem, který přechází ze silně negativního přes neutrální kolem 10 metrů do pozitivní fáze. Při pozitivní fázi dochází k rozpínání vzduchu v plicích, tudíž potápěč zrychluje výstupovou rychlost a může přestat kopat ploutvemi. Při této fázi rozpínání potápěč vypuzuje ústy vzduch, v případě pakování vzduchu před ponorem je tento manévr vypuzení nezbytný z důvodu možného poškození plic. Pozitivní vztlaková síla vynese bezpečně potápěče na hladinu. Hladinu kontroluje až těsně před vynořením pouze periferním viděním v horní části masky. Ve fázi těsně před vynořením může potápěč připažit (pokud měl ruce v předpažení) což

pozitivně ovlivňuje tlaky v plicích a začne s výdechem tak, že okamžitě po dosažení hladiny je potápěč schopen nádechu. Po vynoření se intenzivně vydýchá: 3 x tlakové výdechy, 3 x čistící nádechy, dále zklidní tepovou frekvenci, která se prudce zvýšila pomocí efektivní ventilace. (Schuster, 2009)

Prodloužení času pod vodou je záležitost především psychiky a tréninku. Každý pohyb, každý zabírající sval dokonce každá myšlenka pod vodou je spotřebitelem důležitého kyslíku. K bezpečnému prodloužení času pod vodou je tedy důležité, aby se potápěč dokázal uvolnit. Mnoho špičkových freediveristů používá k dokonalému uvolnění celého těla různých druhů relaxačních cvičení. Pobyt pod vodou také mírně prodlouží „polknutí na sucho“. Zatímco v plicích už vzduch úplně vydýchaný, nějaký přeci jenom ještě zbývá v dýchacích cestách a ten je možné využít právě polknutím na sucho. Těsně u hladiny, před vynořením, potápěč vydechne, čímž už nemusí vydechovat nad hladinou. Samozřejmě je nejdůležitější pro prodloužení doby strávené pod hladinu správný výcvik a dobrá tělesná kondice.

Mezi jednotlivými hloubkovými ponory je třeba udržovat povrchové intervaly, které se stanovují dle dosažené hloubky (Schuster, 2009):

**0 < 25 m.** → .2 – 4 min.

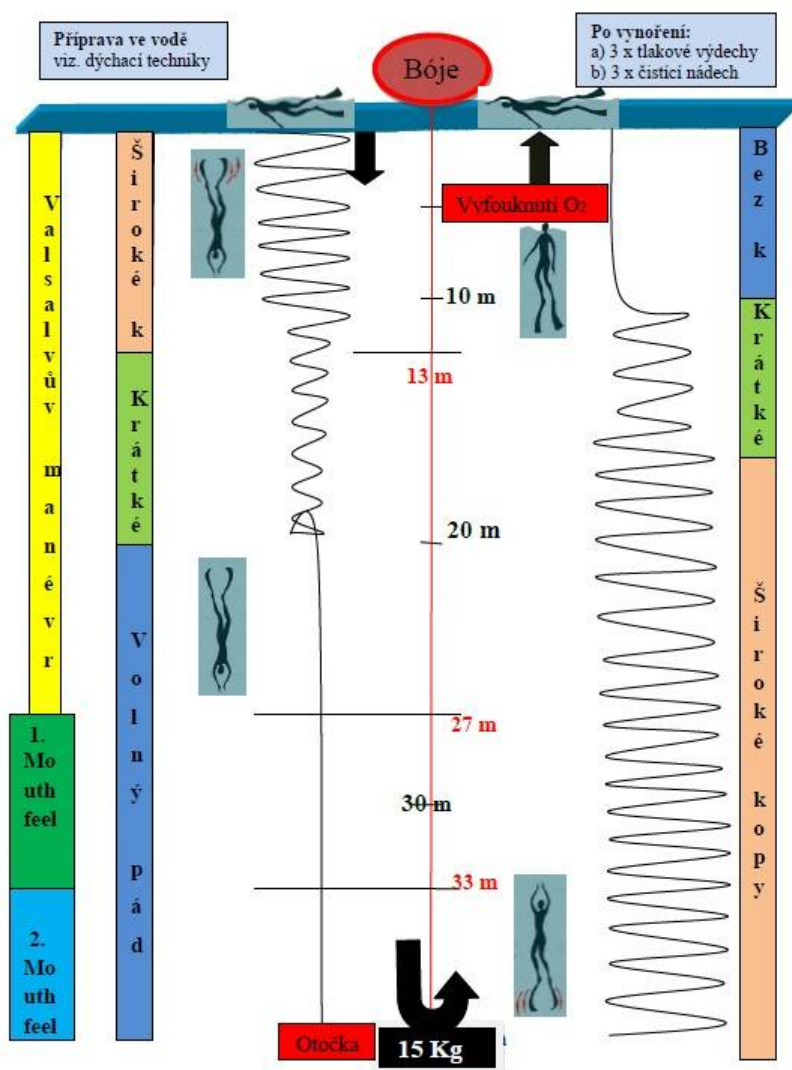
**25 > 40 m.** → . 8 min.

**40 > 60 m.** → 12 min. + 5 min. dýchání 100 % O<sub>2</sub>

**60 >** → 15 min + 5 min. dýchání 100 % O<sub>2</sub>

„Inhalace směsi s vyšším % O<sub>2</sub> po hlubokých ponorech urychluje zpětnou resorpci CO<sub>2</sub> z těla potápěče. Tělo freedivera je po hlubokých ponorech vystaveno silným hyperkapniím a hypoxiím. Podáním čistého O<sub>2</sub> dochází k rychlejší regeneraci (očištění). Při dýchání 100 % O<sub>2</sub> dochází k vypuzení CO<sub>2</sub> pod kritickou hranici, tudíž je třeba zdržet se jakéhokoliv dalšího ponoru. Směs s vyšším % O<sub>2</sub> podáváme **vždy** na konci potápěčské série (na konci ponoru). Po inhalaci prodloužíme povrchový interval.“ (Schuster, 2009)

Obr. 5.10. Analytický průběh ponoru. (Schuster, 2009).



## 5.16 Průpravná cvičení a hry

Pro ozvláštňení výcviku, tréninku i pro pozdější praxi je vhodné zařadit do potápění i různé hry, cvičení a závody. Např. počet kotoulů na čas, kombinované závody nad a pod hladinou, slalomy pod vodou, nejdelší uplavaná vzdálenost na jedno nadechnutí, nejdelší čas pod vodou, různé honičky ve vodě i pod vodou a další závody typu kdo nejrychleji, nejdál, nejdéle či netradiční závody jako např. plavání s jednou ploutví, plavání na slepo pod vodou (s maskou vyplněnou čepičkou na plavání či jiným neprůhledným předmětem) atp. Vhodné pro rozvoj potápěčských dovedností je i vodní pólo s ploutvemi, rugby či podvodní hokej se zjednodušenými pravidly. Např. z rugby



můžeme místo koše použít jen dotyk míče kříže na dně. Her a cvičení je celá řada a každý jistě časem přijde na mnoho dalších, ale vždy je třeba dbát na bezpečnost cvičenců. Níže je uvedeno několik příkladů.

### **5.16.1 Přetlačování**

Toto cvičení se je možno provádět s ploutvemi i bez nich, rozvíjí především sílu a techniku kopu dolních končetin. Cvičenci ve dvojicích naproti sobě si položí ruce navzájem na ramena. Na signál se snaží dostat pod vodu jeden druhého.

### **5.16.2 Kdo nejvýše**

Průpravné cvičení vhodné k výcviku zanořování, při kterém se soutěží (ať už v ploutvích či bez) kdo se dokáže dostat nejvýše nad vodní hladinu. Cvičení se provádí na hluboké vodě. Cvičení je možné doplnit předmětem zavěšeným nad vodní hladinu, který je potřeba uchopit či strhnout.

### **5.16.3 Lovení předmětů ze dna**

Běžné lovení předmětů ze dna lze ozvláštnit např. rozhozením mincí po dně. V tomto případě nejde o počet vylovených mincí, ale o jejich celkovou hodnotu, takže potápěč pod vodou je donucen rozeznávat hodnotu sbíraných mincí.

### **5.16.4 Kámen, nůžky, papír**

Je vhodné pro rozvoj výdrže pod vodou. Cvičenci hrají pod vodou běžnou hru: kámen, nůžky, papír. Nadechnout se nad hladinou může ten, který vyhraje. Po nádechu se zase rychle vrací zpět pod vodu.

### **5.16.5 Rak**

Závod jednotlivců s ploutvemi na rukou. Závod se může uskutečnit na hladině i pod vodou. Je důležitá i technika, kterou si závodníci zvolí.

### **5.16.6 Ponorka**

Hráč stojí ve vodě po prsa. Druhý se ponoří, chytí stojícího za nohy a snaží se jej tahem porazit. První nesmí ponořeného chytat ani držet. Ponořený (ponorka) má možnost vynořit se kdykoliv nad hladinu a nadechnout se. Ponorka může úspěšně splnit tento

úkol při vhodně zvolené strategii, zejména když prudce zaútočí na soupeřova kolena.  
(URL<sub>5</sub>)

### **5.16.7 Podplavávání**

Je závod v týmech, při kterém stojí každý soutěžící tým rozkročený v řadě za sebou ve vodě hluboké cca po prsa. Poslední v týmu pak podplavává mezi nohama svého týmu. Další se může potopit, teprve po jeho vynoření. Vítězí tým, který se celý dostane do vzdáleného vymezeného prostoru.

### **5.17 Plánování ponoru**

Potápěč by si měl být vždy vědomí nebezpečí, které skrývá vodní prostředí. Už při plánování ponoru, které může mít podobu dlouhodobé přípravy u složitějších ponorů s vícečlennou skupinou či jen krátkého zamyšlení před zanořením u zkušeného jednotlivce na dobře známém místě, musí potápěč zvážit veškerá rizika a porovnat je s přínosem, který ponor nabízí. Pokud rizika v úvaze převáží nad přínosy, neměl by rozhodně váhat a ponor odmítnout. Odmítnutí ponoru po zralé úvaze není znak slabosti, ale naopak zodpovědného jednání. Obzvláště pozorní při přípravě ponoru by pak měli být potápěčští instruktoři, kteří zodpovídají za svoje frekventanty a musí brát do úvahy i jejich schopnosti a povahu. Nezodpovědný potápěč pod vodou ohrožuje nejen sám sebe, ale i svého buddyho a celý potápěčský tým. Mezi faktory, které patří do seznamu nebezpečného chování, náleží především:

- Vrtkavá odpovědnost
- Lehkomyšlnost
- Riskování
- Osobní limity
- Dotahování se k někomu
- Léčení komplexů
- Nepřipravenost
- Cizost, namyšlenost

### **5.17.1 Stresující faktory**

Jedním z největších rizik, kterým potápěč pod vodou čelí, je stres, který v krajním případě může přerůst v panický stav a který ve vodním prostředí přímo ohrožuje potápěče na životě. Přitom nebezpečí vodního prostředí v danou chvíli nemusí být vůbec reálné, ale i jen možnost, i když zcela teoretická, že potápěče dané nebezpečí může ohrozit je prvním krokem ke stresovému stavu, který je zase počátkem paniky.

Nebezpečí vodního prostředí:

- Ohrožení mořskými živočichy (reálné a zdánlivé)
- Teplotní stres
- Fyzický stres
- Omezená viditelnost
- Silný proud
- Počasí & vlny
- Předměty nad hlavou

Už při přípravě potápěče je třeba dbát na jistou prevenci proti stresu. Potápěč svoje schopnosti musí rozvíjet krok po kroku, čímž i postupně poznává nebezpečí pod vodní hladinou, naučí se jim čelit a řešit případné krizové situace, které je třeba cvičit a udržovat i po výcviku. Potápěče je třeba vést sice k potápění ve dvojicích, ale naučit je samostatné řešení problémů vzniklých pod vodní hladinou, což významně přispívá k prevenci stresových stavů. Potápěče je třeba naučit zodpovědnosti k sobě samému a k potápěčskému týmu, potápěč by měl vědět, že vždy může odmítnout ponor a v případě, že se na ponor nebude cítit, ať už z jakéhokoliv důvodu, ponor odmítnout. K bezpečnému potápění a tedy i k potápění bez stresujících faktorů přispívá i správná technika, dobrá fyzická kondice, správné vyvážení či znalost vodního prostředí.

### **5.17.2 Strava nádechového potápěče**

Do plánu ponoru patří zcela určitě i strava a pitný režim potápěče, čímž vlastně samotné plánování začíná mnohem dříve před ponorem. Jeden z nejdůležitějších faktorů, ovlivňujících nejen výkon, ale i bezpečnost je dehydratace. Správný pitný režim začíná minimálně den před potápěním, při přípravě na špičkové výkony dokonce několik týdnů. Vynechat by se měl hlavně alkohol, kofeinové nápoje či černý čaj, které

organismus spíše dehydratují, ale i mléčné nápoje či výrobky, které potápěče zahleňují, by měly být z jídelníčku vynechány. Strava potápěče musí být vyvážená s množstvím ovoce a zeleniny, vynechat by se naopak měla smažená jídla, která výrazně snižují výkon potápěče (URL<sub>9</sub>). Také jídla, která způsobují nadýmaní a tedy možnost barotraumat zažívacího ústrojí, jako např. luštěniny, nepatří do jídelníčku potápěče před ponorem.

## **5.18 První pomoc při potápění na nádech**

### **5.18.1 Prevence**

Jako v každém potencionálně nebezpečném lidském konání, je i při potápění nádech jednodušší a předchozí prevence než řešení vzniklé krizové situace. V potápění to pak znamená především dodržování buddy systému, znát svoje limity a ovládat záchranné techniky. V buddy systému si pak potápěč všímá nezvyklostí v chování svého kolegy.

Především povolování paží při výstupu, zvolňování kopů těsně před dosažením hladiny apod. Důležitá je i signalizace a předchozí domluva. Díky tomu je možné rychleji reagovat při možných potížích. Při tréninku statické apnoe je nutno dodržovat dozor jistící osobou. (Schuster, 2009)

### **5.18.2 Záchrana z hloubky**

„Při hloubkových ponorech uchopíme postiženého v případě dopomoci za pánev (boky) a pomáháme s výstupem. V případě stavu bezvědomí v hloubce, uzavíráme dutinu ústní (bradu přitlačíme k horní části čelisti) z důvodu zamezení vniknutí vody a provádíme samotný výstup.“ (Schuster, 2009)

### **5.18.3 Záchrana na hladině**

Pokud má potápěč problémy při výstupu na hladinu, ať už blackout či příznaky samby, je důležité soustředit pozornost na jeho dýchací cesty. Asistence ochrany jeho dýchacích cest před vniknutím vody je na prvním místě. Je velmi důležité, aby záchrance byl vždy poblíž a svou ruku (dlaň) připravenou pod bradou postiženého. V případě potřeby je nutno zvednout obličej nad vodu (ochrana dýchacích cest). Jedna z důležitých věcí je přidržení postiženého pod paží a poskytnutí opory. Současně je dobré postiženého zdvihnout nohou (podepřít kolenem pod jeho hýžděmi). Je vhodné na zachraňovaného mluvit (dýchej apod.),

rozhodně sejmout masku a mírný dechem na obličej v oblasti očí (simulace podnětu k nadechnutí). V případě zástavy dechu přejímá záchrance kontrolu nad jeho dýcháním, a signalizujeme stav nouze. Je nutno přivolat pomoc lékaře. Během asistence je nutno se mnohdy vyrovnat i s křečemi nebo euforií a v případě ztráty vědomí s bezvládným tělem. V situaci, kdy jsou vlny, je třeba počítat s ochranou postiženého proti vlnám. V tomto případě je vhodné nechat masku na obličejí a ústa chránit dlaní. (Schuster, 2009)

#### **5.18.4 Ztráta partnera pod vodou**

Ztráta partnera pod vodou nemusí být nic závažného a prakticky je při ponorech jednou z nejběžnějších krizových situací, která obvykle rychle odezní vymořením partnera na hladinu. Mnohem závažnější situace nastává, jestli se v krátkém čase, vymezeném domluvou či reálnou výdrží potápěče pod vodou, nevynoří. V tuto chvíli nastává scénář krizové situace, který by každý nádechový potápěč měl znát (dle (Schuster, 2009)):

1. Kontrola hladiny, přivolání pomoci, pískot.
2. Sestup pod hladinu na místo, kde byl naposled spatřen.
3. Nepřeceňovat svoje síly, nedosahovat dna za každou cenu, kontrolovat hladinu při výstupu.
4. Při proudu usměrnit hledání v jeho směru.
5. Označení místo ztráty (GPS, navigace dle bodů na břehu).
6. Po hledání na dně přivolání oficiální pomoci (záchranných složek).
7. Je také dobré se přesvědčit, zda dotyčný jednoduše neodplaval na břeh.

Znalost poskytnutí první pomoci při běžných potápěčských nehodách je důležitá součást zvládnání rizik. Pro každou potápěčskou činnost je důležité vypracovat nouzový plán, ve kterém je zakotveno jak postupovat v případě stavu vyžadující rychlou záchranu, podrobné informace o lokalitě i důležitá telefonní čísla.

## 6. Závěr

Hlavní částí této diplomové je shrnutí poznatků k základnímu výcviku potápění na nádech tak, aby tento materiál mohl sloužit jako základ studijní opory studentům zajímajícím se o nádechové potápění. Jednotlivé kapitoly jsou členěny postupně tak, jak by studentovi mělo být potápění přiblíženo. Především v kapitole 5 – Metodika s jednotlivými metodickými postupy výcviku potápěčů je třeba v praxi dodržet posloupnost jednotlivých kroků výcviku.

Některé kapitoly svých obsahem přesahují objem nutný pro výcvik základního nádechového potápění, ale potápěči usnadní další výcvik a obsažené informace by měli patřit do obecného rozhledu každého potápěče (což se týká především kapitoly 1 Historie, která shrnuje historii potápění). Naopak se práce nezaobírá tématy, které jsou pro potápění sice potřebné, ale studenti je detailně znají z jiných předmětů (např. první pomoc). Pokud by tato práce měla sloužit jako výukový materiál, je třeba ji doplnit ještě o jednotný obrazový materiál, který by jednotlivou problematiku, přiblížil, objasnil a více zpřístupnil.

Více než při kterémkoli jiném sportu je při potápění třeba dodržovat přísná pravidla, podstoupit potřebná zdravotní vyšetření a podrobně se seznámit s problémy, které při tomto sportu mohou nastat.

1. Nikdy se nepotápět sám.
2. Před ponorem nadměrně nehyperventilovat.
3. Vzduch v plicích při potápění na nádech je jednou z důležitých vztlakových sil, nevydechovat během ponoru.
4. Z maximální plánované hloubky vždy stoupat přímo nahoru.
5. Během ponoru se nezastavovat.
6. Učení a zvyšování maximální hloubky je proces dlouhodobý, který lze zvládnout pouze postupně, krok za krokem.
7. Nepotápět se s infekcí nebo či dokonce s nemocí.

8. Teplá voda není vhodná k tréninku potápění. Urychluje metabolismus což v případě SWB může být osudné.
9. Nikdy neupírat mysl k překonávání rekordů, časů a hloubek.
10. Před prvním ponorem (každý rok) lékařská kontrola.
11. Absolvování příslušného kurzu.
12. Zdokonalovat fyzickou zdatnost.
13. Kvalitní a ověřená potápěčská výstroj, která potápěči vyhovuje.

## Soupis použité literatury

1. BOLDIŠ, P. *Bibliografické citace dokumentu podle CSN ISO 690 a CSN ISO 690-2: Část 1 – Citace: metodika a obecná pravidla*. Verze 3.3. c 1999–2004, poslední aktualizace 11.11. 2004. URL: <<http://www.boldis.cz/citace/citace1.ps>>. <<http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>>.
2. BOLDIŠ, P. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů*. Verze 3.0 (2004). c 1999–2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. URL: <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.ps>>. <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>>.
3. BRATKOVÁ, E. (zprac.). *Metody citování literatury a strukturování bibliografických záznamů podle mezinárodních norem ISO 690 a ISO 690-2 : metodický materiál pro autory vysokoškolských kvalifikačních prací* [online]. Verze 2.0, aktualiz. a rozšíř. Praha : Odborná komise pro otázky elektronického zpřístupňování vysokoškolských kvalifikačních prací, Asociace knihoven vysokých škol ČR, 2008-12-22 [2008-12-30]. 60 s. (PDF). Dostupný z WWW: <<http://www.evskp.cz/SD/4c.pdf>>.
4. FIALA, M., et al. *TECHNICKÉ SPORTY : Učební texty pro povinný předmět* [online]. vyd. 1. Praha : FTVS UK, 2005, Poslední aktualizace: 15. července 2010 [cit. 2010-07-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ktus/technicke.php>>. Část: *Sportovní potápění*. Str.: 148 -163
5. KAČER, J. *Hrníček Her 11 : Hry ve vodě I*. 1. Brno : Česká rada Pionýra Praha, 1997. ISBN 80-85978-21-0.
6. KÄSINGER, H., MUNZINGER, P. *Šnorchlování*. první. České Budějovice : Kopp, 2004. 160 s. ISBN 80-7232-230-3.
7. KUKAL, Z. *Základy oceánografie*. 1. Praha : Academia, 1977. 512 s. 509-21-857.
8. KUKLETA, M.: *Kapitoly z fyziologie potápěče*. Praha: Účelová edice ÚV Svazarmu 1980
9. MILER, T. *Abeceda záchrany : Teorie a praxe potápění se vzduchovým přístrojem*. Praha : ČÚV Československého červeného kříže, 1987. 183 s.



10. MILER, T. *Branně tělovýchovné aktivity : Plavání ve ztížených podmínkách a záchrana tonoucích*. 1. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 175 s. 1012-4188.
11. NOVÁK, J. *Potápěči bez moře*. Praha : Albatros, 1986. 166 s. 18-823-86 14/66.
12. PIPÍN, F. *Smrtící hlubina*. Brno: Jota 2005. ISBN 80-7217-317- 0.
13. PIŠKULA, F., PIŠKULA, M., ŠTĚTINA, J. *Sportovní potápění*. 1. Praha : Naše vojsko, 1985. 360 s. 28-105-85. 11/04.
14. PŘIBÁŇ, D. *ABC : iABC.cz* [online]. 2010-06-26 [cit. 2011-03-15]. Vzhůru dolů. Dostupné z WWW: <<http://abc.blesk.cz/clanek/casopis-abc/959/vzhuru-dolu.html>>.
15. PYŠ, J. *Potápění se základní výstrojí*. 1. Praha : Karolinum, 1996. 36 s. ISBN 80-7184-174-9.
16. RICHARDSON, D., et al. *PADI Open Water Diver Manual*. United States of America : PADI, 1988. 272 s.
17. SHUSTER, Z. *Metodický postup při potápění na nádech*. Praha, 2009. 144 s. Diplomová práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova. Vedoucí práce Mgr. et ing. Miloš Fiala Ph.D.
18. ŠUHÁJEK, M. *30 let s ploutvemi a kompasem* . 1. [s.l.] : Svaz potápěčů Československa, 1993. 56 s.
19. VESELOVSKÝ, Z. *Zvířata celého světa : Tučňáci*. První. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 176 s. ISBN 07-025-84-03/16.
20. CRAIG, J. *Nebezpečí je mým živlem*. Praha : Orbis, 1976. 191 s.

### ***Internetové zdroje***

URL<sub>1</sub>: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova\\_stupnice](http://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice)> [cit. 2011-04-06]

URL<sub>2</sub>: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Mo%C5%99sk%C3%BD\\_proud](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mo%C5%99sk%C3%BD_proud)> [cit. 2011-04-09]

URL<sub>3</sub>: <<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/141673>> [cit. 2011-04-05]

URL<sub>4</sub>: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Free-diving>> [cit. 2011-03-30]

URL<sub>5</sub>: <<http://hra.webz.cz/voda.html>> [cit. 2011-04-08]

URL<sub>6</sub>: <<http://sharkbait.shark.nu/2010/03/19/why-i-think-the-neck-weight-solution-is-wrong/>> [cit. 2011-03-20]

URL<sub>7</sub>: <<http://www.aquatic7.cz/medicina7.html>> [cit. 2011-04-03]

URL<sub>8</sub>: <<http://www.converter.cz/tabulky/vzduch.htm>> [cit. 2011-04-03]

URL<sub>9</sub>: <<http://www.freediving.cz/>> [cit. 2011-04-02]

URL<sub>10</sub>: <<http://www.freediving.cz/post/111-Martin-Stepanek/>> [cit. 2011-04-10]

URL<sub>11</sub>: <[http://www.freediving.sk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=83&Itemid=9](http://www.freediving.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=9)> [cit. 2011-04-06]

URL<sub>12</sub>: <<http://www.itd.cz/musters/muster2.asp?id=85>> [cit. 2011-03-15]

URL<sub>13</sub>: <<http://www.potapeni-eshop.cz/masky-dvojjornikove/maska-look-/>> [cit. 2011-03-22]

URL<sub>14</sub>: <<http://www.potapko.cz/shop/tek-bezramova-maska~zM22.html>> [cit. 2011-03-22]

URL<sub>15</sub>: <<http://www.rodinaonline.cz/archiv/2002/23/priroda.htm>> [cit. 2011-03-19]

URL<sub>16</sub>: <<http://www.scuba-doc.com/bluorb.htm>> [cit. 2011-04-05]

URL<sub>17</sub>: <<http://www.stranypotapecske.cz/vystroj/ploutve.asp?str=200509030206210>> [cit. 2011-03-19]

URL<sub>18</sub>: <[http://www.uhlomost.wz.cz/o\\_plavani.html](http://www.uhlomost.wz.cz/o_plavani.html)> [cit. 2011-04-05]

URL<sub>19</sub>: <<http://www.wunderground.com/blog/LowerCal/comment.html?entrynum=43>> [cit. 2011-04-08]

URL<sub>20</sub>: <www: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.html?p=T000](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=T000)> [cit. 2011-04-02]

URL<sub>21</sub>: <<http://abc.blesk.cz/clanek/casopis-abc/959/vzhuru-dolu.htm>> [cit. 2011-03-15]