

Potápění s nitroxem II
učebnice pro stupeň
CMAS Advanced Nitrox Diver

Jan Jahns

tabulky vypracoval
Miroslav Roučka



Hlučín, 2013
2., revidované vydání

Obsah

I. Úvodní kapitola, opakování ze základního kurzu.....	1
1. Co je nitrox.....	1
2. Důvody použití nitroxu.....	1
3. Hydrostatický tlak.	1
4. Celkový tlak v hloubce - Pascalův zákon.	1
5. Složení vzduchu, parciální tlak plynu, Daltonův zákon.....	2
6. Fyziologické základy potápění s nitroxem.....	2
7. Plánování ponorů s nitroxem.....	4
8. Technické vybavení pro potápění s nitroxem a bezpečnost.....	12
II. Problematika postižení plic kyslíkem.....	16
1. Příčina a projevy pulmonální toxicity kyslíku (Smithův efekt).....	16
2. Stanovení stupně kyslíkové zátěže plic.....	17
III. Míchání směsi metodou parciálních tlaků - výpočty.....	19
IV. Hlubkové opojení.....	24
V. Dekompresní nemoc (dekompresní syndrom - DCS).....	25
1. Příznaky dekompresního syndromu.....	27
VI. Dekomprese se zvýšeným obsahem kyslíku.....	28
<u>P Ř Í L O H Y</u>	31
<u>Příloha I:</u> Ilustrační příklady tabulek IANTD.....	32
<u>Příloha II:</u> Tabulky MN 90.....	37
<u>Příloha III:</u> Výstupové tabulky Dräger.....	42
<u>Příloha IV:</u> Kurs CMAS Advanced / Confirmed Nitrox Diver.....	56

I. Úvodní kapitola, opakování ze základního kurzu.

1. Co je nitrox.

Slovo "nitrox" vzniklo složením cizích názvů pro dusík (**nitrogenium**) a kyslík (**oxygenium**) a označuje směs obou plynů. Název bývá doplněn číselným značením. Tak Nitrox 36/64 znamená, že jde o směs kyslíku s dusíkem, obsahující 36 % kyslíku a 64 % dusíku. Někdy se také používá označení EANxx (Enriched Air Nitrox, xx je pak podíl kyslíku v %). Pak EAN32 je stejná směs jako Nitrox 32/68.

2. Důvody použití nitroxu.

Není důležité obohacení vzduchu o kyslík, nýbrž snížení podílu dusíku v dýchaném médiu. Tím se totiž oproti vzduchu sníží parciální tlak dusíku v dýchané směsi a tudíž i jeho množství rozpuštěné ve tkáních organismu, čímž je příznivě ovlivněn dekompresní režim a rovněž se sníží riziko nástupu hloubkového opojení. Nitrox použitý jako dýchací směs na dekompresních zastávkách po ponorech se vzduchem, urychluje desaturaci dusíku ze tkání. V rámci základního kvalifikačního stupně se využívá nitroxu s podílem kyslíku do 40 %, pro kterou lze obvykle použít běžného dýchacího přístroje.

3. Hydrostatický tlak.

S rostoucí hloubkou roste i okolní tlak. Při zanedbatelné změně hustoty vody s hloubkou **vzroste na každý metr hloubky hydrostatický tlak p_h o 0,01 MPa (10 kPa)** (tedy každých 10m vzroste o hodnotu, kterou má atmosférický tlak u hladiny moře, tudíž o 0,1 MPa (100 kPa)).

4. Celkový tlak v hloubce - Pascalův zákon.

Celkový tlak v hloubce stanovíme součtem hydrostatického tlaku p_h a atmosférického tlaku p_{atm} u hladiny ($p_c = p_h + p_{atm}$ - Pascalův zákon), a proto např. v hloubce 30 m je celkový tlak $30 \cdot 0,01 + 0,1 = 0,4$ MPa (400 kPa). Porovnáním tlaku v této hloubce s tlakem na hladině zjišťujeme, že je čtyřikrát větší.

Příklad: Stanovte celkový tlak v hloubce 20 m ve vysokohorském jezeře, u jehož hladiny je atmosférický tlak 60 kPa.

Řešení: $p_h = 20 \text{ m} \cdot 10 \text{ kPa} / \text{m} = 200 \text{ kPa}$, $p_{atm} = 60 \text{ kPa}$, $p_c = \underline{260 \text{ kPa}}$

(v porovnání s hladinou je tlak v hloubce $260 \text{ kPa} / 60 \text{ kPa} = 4,33$ krát vyšší na rozdíl od moře, kde je $300 \text{ kPa} / 100 \text{ kPa} = 3$ krát vyšší).

Poznámka: Všechny hodnoty tlaku udávány v násobcích pascalů (MPa, kPa), jak vyžadují naše standardy. Ve světě je však běžně používanou jednotkou tlaku 1 bar, a proto bude tato jednotka občas použita jako doplňující. Připomeňme pouze, že tlak 1 bar odpovídá 100 kPa (0,1 MPa).

5. Složení vzduchu, parciální tlak plynu, Daltonův zákon.

Běžný vzduch kolem nás je směsí plynů, ve které převažují dusík (N_2 , 78 %) a kyslík (O_2 , 21 %). Zbytek (1 %) tvoří vodní páry, vzácné plyny (Ar, Ne...) a malé množství (0,03%) oxidu uhličitého (CO_2). Působení dýchaných plynů na lidský organismus převážně závisí na jejich **parciálním tlaku**. Parciální tlak plynu ve směsi plynů se **na celkovém tlaku směsi podílí stejným podílem, jaký je jeho objemový podíl (objemová koncentrace) ve směsi**.

Objemový podíl plynu V_i / V se v literatuře označuje jako $f_i = V_i / V$ (z cizího slova „fraction“). Jelikož se však častokrát udává v procentech, uvádíme pro parciální tlak i - tého plynu vztah

$$p_i = p \cdot f_i = \frac{p \cdot k_i}{100},$$

ve kterém k_i značí objemový podíl i - tého plynu v procentech. Mezi veličinami f_i a k_i platí vztah

$$f_i = k_i / 100.$$

Příklad: Stanovte parciální tlak kyslíku a dusíku ve vzduchu na hladině a v hloubce 20 m.

Řešení: Objemová koncentrace kyslíku ve vzduchu je $k_{O_2} = 21 \%$ ($f_{O_2} = V_{O_2} / V = 0,21$), koncentrace dusíku je 78 % ($f_{N_2} = 0,78$). Celkový tlak p na hladině je 0,1 MPa, tj. 100 kPa (počítání v kPa je výhodnější), ve 20 m je 0,3 MPa, tj. 300 kPa.

Na hladině: $p_{O_2} = p \cdot f_{O_2} = 0,1 \text{ MPa} \cdot 0,21 = 0,021 \text{ MPa} = \underline{21 \text{ kPa}}$

$$p_{N_2} = p \cdot f_{N_2} = 0,1 \text{ MPa} \cdot 0,78 = 0,078 \text{ MPa} = \underline{78 \text{ kPa}}$$

Ve 20 metrech: $p_{O_2} = p \cdot f_{O_2} = 0,3 \text{ MPa} \cdot 0,21 = 0,063 \text{ MPa} = \underline{63 \text{ kPa}}$

$$p_{N_2} = p \cdot f_{N_2} = 0,3 \text{ MPa} \cdot 0,78 = 0,234 \text{ MPa} = \underline{234 \text{ kPa}}$$

6. Fyziologické základy potápění s nitroxem.

Při potápění s nitroxem nás zajímají hlavně dva konstituční plyny této dýchací směsi, a sice **kyslík** a **dusík**.

Za minimální přípustný parciální tlak kyslíku, který ještě nevyvolává známky jeho nedostatku, se považuje

$$p_{O_2}^{min} = 16 \text{ kPa}.$$

Pokles parciálního tlaku kyslíku pod tuto minimální hodnotu (hypoxie) nejprve způsobí vzrůst srdeční aktivity - tepu a krevního tlaku - a slabý nárůst ventilace. Jsou ovlivněny koncentrační a mentální schopnosti, avšak člověk si tyto projevy neuvědomuje. Naopak, dostavuje se určitý pocit rozjaření.

Při poklesu p_{O_2} na 12 kPa a níže začínají především mozkové buňky organismu nedostatkem kyslíku strádat, přestávají fungovat a případně začínají odumírat. Pokles p_{O_2} pod 10 kPa pak znamená bezvědomí a postupně smrt. Při značném nedostatku kyslíku dochází k bezvědomí bez jakýchkoliv varovných příznaků téměř okamžitě.

Běžně by k hypoxii při potápění se vzduchem ani s nitroxem nemělo dojít. Prevenčí vůči hypoxii je vždy osobně zkontrolovat obsah kyslíku ve směsi a zásadně nedýchat vzdušiny v uzavřených prostorech (nevyndávat plicní automatiku).

Maximální přípustné tlaky kyslíku

jsou dány jeho toxicitou. Kyslík se projevuje:

a) neurologickou toxicitou (postižení CNS, akutní otrava)

b) pulmonální toxicitou (postižení plic, pomalá otrava).

Obě otravy jsou závislé na působícím parciálním tlaku kyslíku a na době expozice tomuto tlaku.

Z hlediska pomalé otravy, k níž by při běžném potápění nemělo dojít, se uvádí, že parciální tlak kyslíku by neměl překročit asi 50 kPa, tedy

$$p_{O_2}^{max} = 50 \text{ kPa pro dlouhodobé expozice.}$$

Z hlediska nebezpečí akutní otravy kyslíkem, které je při potápění s nitroxem naopak aktuální, je obecně za maximální přípustnou hodnotu parciálního tlaku kyslíku při pobytu pod vodou považována hodnota 160 kPa. CMAS uvádí, že

$$p_{O_2}^{max} = 160 \text{ kPa (1,6 baru) na dekompresních zastávkách}$$

$$p_{O_2}^{max} = 140 \text{ kPa (1,4 baru) v maximální hloubce ponoru (MOD).}$$

SPČR doporučoval pro MOD, vyžadující dekompresi, $p_{O_2}^{max} = 150 \text{ kPa (1,5 baru)}$.

Pro americké komerční potápěče vypracovala americká organizace NOAA tabulku (Tab. II), v níž je jednotlivým parciálním tlakům kyslíku přiřazena i maximální expoziční doba a rovněž vypracovala sofistikovanou metodu k jejímu využití při aplikaci na běžné ponory.

Postižení CNS (akutní otrava kyslíkem, Bertův efekt) se projevuje především prudkým nástupem křečím, podobných epileptickým. Varovné příznaky, které těmto křečím předcházejí, nejsou nijak výrazné a trvají jen krátce. Nástup otravy závisí na množství kyslíku (parciální tlak a doba jeho působení), jemuž je organismus vystaven, na odolnosti určitého jedince vůči neurotoxické kyslíku, a ta je pro každého odlišná, a na fyzickém, duševním i chladovém zatížení člověka i na dalších faktorech (únava...), podobně jako nástup hloubkového opojení.

Příznaky, které mohou předcházet křečím, jsou: **z**áškyby obličejových svalů hlavně kolem úst, problémy s **v**iděním, určitá rozjařenost (**e**uforie), **n**evolnost, zvýšení **t**epu, zvonění

v uchu a závrať. Je známo, že nevolnost, následovaná záškuby svalstva a závratí, jsou nejčastější příznaky této otravy.

Záchvat křečí probíhá ve třech fázích:

a) tonická fáze (trvá asi 30 sekund), kdy zvýšené svalové napětí způsobí prohnutí potápěče a zadržetí dechu, potápěč upadá do bezvědomí.

b) klonická fáze, která se vyznačuje prudkými křečovitými záškuby celého těla s přetrvávajícím uzávěrem hrtanu a hrozícím nebezpečím barotraumatů plic při výstupu. Tato fáze trvá 1 až 3 minuty.

c) reorientační fáze, v níž dojde k uvolnění svalů a k hlubokému dýchání až hyperventilaci, kdy se postižený probírá z bezvědomí. Teprve v této fázi lze potápěče dopravit opatrně na hladinu !

Postižení plic (pulmonální toxicita kyslíku, Smithův efekt, pomalá otrava kyslíkem) bude znovu probráno dále. Příčinou potíží je zvýšený parciální tlak kyslíku, který poškozují alveolární buňky, způsobuje lokální záněty a likviduje surfaktant. To vše vyvolává alveolární edémy (otoky), které pak zhoršují průstup dýchacích plynů. Při běžném potápění s nitroxem a shodou okolností při dodržení předpisu k zabránění postižení CNS (tabulka NOAA) by k přípustnému maximu plicní kyslíkové zátěže nemělo nikdy dojít.

Dusík se významně podílí na určitých formách rizik spojených s potápěním. Rozpouští se ve tkáních a při rychlém snižování okolního tlaku může desaturovat ve formě bublinek a zapříčinit vznik dekompresní nemoci a kromě toho komplexními procesy vyvolává stav otravy, zvaný hloubkové opojení.

Dusík je potřebný jako diluent, snižující na přípustnou mez podíl, tzn. i parciální tlak, kyslíku. Proto neexistuje hranice jeho potřebného minimálního parciálního tlaku jiná než ta, která souvisí s maximálním parciálním tlakem kyslíku. Maximální parciální tlak dusíku, od něhož narůstá nebezpečí hloubkového opojení, je možno stanovit pomocí hraniční hloubky při dýchání vzduchu - kolem 40 metrů. Je tedy možno za mezní parciální tlak dusíku, s ohledem na nástup hloubkového opojení, vzít hodnotu

$$p_{N_2}^{max} = 400 \text{ kPa.}$$

7. Plánování ponorů s nitroxem

Stejně jako při plánování ponoru se vzduchem musíme pochopitelně mít zásobu dýchací směsi dostatečnou pro provedení ponoru i pro výstup a musíme vzít v úvahu všechny možné okolnosti předpokládaného ponoru, jako například velikost a směr proudu, teplotu vody, problémy vlastní i partnerovy atd.

Navíc však musíme počítat s dalšími faktory, jimiž jsou především maximální přípustný parciální tlak kyslíku a kyslíková zátěž organismu, a pro využití nitroxu i parciální tlak dusíku s ohledem na dekompresi. Složitější plánovací úvahy jsou však vyváženy zvýšenou bezpečností.

Jelikož jde o krátkodobé expozice zvýšenému parciálnímu tlaku kyslíku, je řídicím prvkem maximální přípustný parciální tlak kyslíku $p_{O_2}^{max}$ vztažený k akutní (CNS) otravě kyslíkem.

Při zaokrouhlování čísel v průběhu plánování je zapotřebí postupovat tak, aby výsledná hodnota dala bezpečnější řešení.

Stanovení optimálního podílu kyslíku ve směsi s ohledem na hloubku (tzv. „best mix“).

V maximální hloubce ponoru o celkovém tlaku p_{chmax} nesmí parciální tlak kyslíku p_{O_2} překročit definovanou mez, může jí být nanejvýše roven :

$$p_{O_2} = f_{O_2} \cdot p_{chmax} \leq p_{O_2}^{max}.$$

Při předem známém celkovém tlaku p_{chmax} v hloubce lze stanovit nejvyšší procentuální podíl kyslíku k_{O_2} :

$$k_{O_2} = f_{O_2} \cdot 100 = 100 \cdot p_{O_2}^{max} / p_{chmax}.$$

Celkový tlak v hloubce h umíme stanovit úvahou.

Příklad: pro maximální plánovanou hloubku $h_{max} = 35$ m (tedy pro tlak $p_{chmax} = 450$ kPa nebo 4,5 baru) dostáváme pro maximální přípustný parciální tlak kyslíku $p_{O_2}^{max} = 150$ kPa (1,5 baru) směs, která smí mít procentuální objemový podíl kyslíku nejvýše

$$k_{O_2} = 100 \cdot p_{O_2}^{max} / p_{chmax} = 100 \cdot 150 / 450 = \underline{33,3 \%}.$$

Nechceme překročit $p_{O_2}^{max}$, a proto provedeme zaokrouhlení směrem dolů, na 33 %. Pro ponor tedy použijeme směs Nitrox 33/67.

Při stanovení maximální hloubky ponoru, též maximální operační hloubky („Maximum Operational Depth“ -MOD), hledáme pro předem zadaný podíl kyslíku f_{O_2} ve směsi hodnotu tlaku p_{hmax} v hloubce h_{max} , který nesmíme překročit, tedy

$$p_{chmax} = p_{O_2}^{max} / f_{O_2} = 100 \cdot p_{O_2}^{max} / k_{O_2}.$$

Příklad: pro Nitrox 38/62 je $k_{O_2} = 38$ % a při $p_{O_2}^{max} = 150$ kPa (1,5 baru) je $p_{chmax} = 150 \cdot 100 / 38 = 394,7$ kPa (3,95 baru), což odpovídá tlaku v hloubce 29,5 metrů, zaokrouhleno na 29 metrů. To je tedy maximální hloubka, do níž smí být směs (při přípustném parciálním tlaku kyslíku 150 kPa) použita.

Pro rychlé praktické použití lze pro nejčastěji používané hodnoty $p_{O_2}^{max} = 150$ kPa a případně $p_{O_2}^{max} = 140$ kPa využít vztahů

$$p_{O_2}^{max} = 150 \text{ kPa: MOD} = (1500 / O_2 [\%] - 10) \text{ metrů}$$

$$p_{O_2}^{max} = 140 \text{ kPa: MOD} = (1400 / O_2 [\%] - 10) \text{ metrů}$$

$k_{O_2} [\%]$	$p_{O_2} \text{ max [kPa]}$					
	140	145	150	155	160	170
20	60	62	65	67	70	75
21	56	59	61	63	66	70
24	48	50	52	54	56	60
26	43	45	47	49	51	55
28	40	41	43	45	47	50
30	36	38	40	41	43	46
32	33	35	36	38	40	43
34	31	32	34	35	37	40
36	28	30	31	33	34	37
38	26	28	29	30	32	34
40	25	26	27	28	30	32
50	18	19	20	21	22	24
60	13	14	15	15	16	18
80	7	8	8	9	10	11
100	4	4	5	5	6	7

**Tab.I : Stanovení maximální operační hloubky - MOD - v metrech
(pro různá složení i přípustné parc. tlaky O₂)**

Stanovení stupně kyslíkové zátěže CNS organismu.

Pro práci v přetlaku kyslíku vypracovala NOAA speciální tabulku (tabulka II), uvádějící do vzájemné souvislosti parciální tlak kyslíku p_{O_2} a maximální přípustnou dobu expozice t_{O_2} tomuto tlaku z hlediska postižení CNS.

K jednotlivým parciálním tlakům kyslíku jsou zde přiřazeny maximální přípustné doby pobytu v uvedeném tlaku (v minutách), a sice pro jednorázový ponor a maximální dobu pobytu v jednom dni.

Příklad: Při ponoru se směsí Nitrox 32/68 do 33 metrů je parciální tlak kyslíku roven 138 kPa ($430 \text{ kPa} \cdot 0,32$) čili 1,38 baru, zaokrouhleno 140 kPa (1,4 baru). Je tudíž možno z hlediska poškození CNS využít celkové doby pobytu v této hloubce v jednom či v jednotlivých ponorech až 150 minut. Po dvouhodinové pauze na hladině by bylo možno využít ještě dalších 30 minut (do 180 minut), avšak s tím, že v dalších 12 hodinách se nebudeme potápět.

Maximální přípustné doby pobytu v p_{O2}

p _{O2} bar	p _{O2} kPa	jednotl. minuty	denní dávka minuty
1.6	160	45	150
1.5	150	120	180
1.4	140	150	180
1.3	130	180	210
1.2	120	210	240
1.1	110	240	270
1	100	300	300
0.9	90	360	360
0.8	80	450	450
0.7	70	570	570
0.6	60	720	720

Tab. II: Kyslíková toxicita CNS (dle NOAA)

K tabulce je dodán pokyn, říkající, že bylo-li v jednom či několika ponorech za sebou dosaženo hranice pro jednorázový ponor, je nutno před dalšími ponory provést na hladině dvouhodinovou přestávku, po které je možno dosáhnout až denního maxima. Pokud ho však bylo dosaženo, je nutno přerušit potápění na dobu 12 hodin, po kterou je nutno dýchat na hladině vzduch.

Tabulka II však umožňuje další způsob použití. Pokud nevyužijeme celé přípustné doby M jednorázového ponoru pro daný parciální tlak kyslíku, pak lze pro skutečnou dobu pobytu t v tomto tlaku stanovit **procentuální stupeň** kyslíkové zátěže CNS organismu Z jako

$$Z = t / M \cdot 100 \%$$

Příklad: Při pobytu se směsí Nitrox 38 / 62 v hloubce 29 metrů ($p_{O_2} = 0,38 \cdot 390 \text{ kPa} = 148 \text{ kPa}$, tj. 150 kPa) po dobu 45 minut bylo dosaženo kyslíkové zátěže CNS stupně $Z = 45 / 120 \cdot 100\% = 37,5 \%$.

V průběhu pobytu na hladině (povrchového intervalu), kdy je dýchán kyslík pod normálním parciálním tlakem, dochází ke snížení kyslíkové zátěže způsobem, který je svým matematickým popisem velmi blízký desaturaci inertních plynů z organismu. Pro snižování kyslíkové zátěže se však na rozdíl od této desaturace používá jediná hodnota poločasu, a sice 90 minut.

Znamená to, že původní procentuální zátěž CNS (Z_0) se v průběhu 90 minut pobytu v normálním tlaku sníží na polovinu ($Z_1 = Z_0 / 2$). Po uplynutí dalších 90 minut se i ta sníží o polovinu a pak pro zátěž platí $Z_2 = Z_1 / 2 = Z_0 / 4$.

Příklad: Bylo-li v předchozím ponoru dosaženo stupně zátěže CNS $Z_0 = 44 \%$, pak po uplynutí 90 minut od vynoření klesl tento stupeň na 22 % a po uplynutí dalších 90 minut (tedy 180 minut od vynoření) nám zbývá kyslíková zátěž 11 %. Po dalších 90 minutách by pak klesla na 5,5 %.

Pro další ponor je nutno počítat (obdobně jako u dekompresních postupů) se "zbytkovou" kyslíkovou zátěží, a to tak, že ji jednoduše přičítáme k zátěži, které nabudeme v průběhu dalšího ponoru.

Při tomto způsobu plánování ponorů je nutno přerušit ponory po dosažení 80 % limitní zátěžové hodnoty a po dobu 2 hodin se nepotápět. Navíc je přípustné provést nejvýše 3 ponory v jednom dni.

Příklad: První ponor se konal s Nitroxem 32/68 do hloubky 30 metrů ($p_{O_2} = 130$ kPa, tj. 1,3 bar) na 25 minut (kyslíková zátěž CNS: $Z_h = 25 \text{ min} / 180 \text{ min} \cdot 100 \% = 13,9 \%$) a při dodržení vzduchových dekompresních tabulek byla provedena dekompese 5 minut ve 3 metrech s Nitroxem 50/50. Pak pro $p_{O_2} = 0,5 \cdot 130 \text{ kPa} = 65 \text{ kPa}$, zaokrouhleno na 70 kPa, je zátěž CNS: $Z_z = 5 \text{ min} / 570 \text{ min} \cdot 100\% = 0,9\%$. Celková kyslíková zátěž CNS po vynoření tedy činila $Z = Z_h + Z_z = 13,9 + 0,9 = \underline{14,8 \%}$.

Po 90 minutách na hladině klesla na polovinu, tedy na 7,4 %.

V průběhu druhého ponoru, zahájeného po 140 minutách od vynoření, se stejnou směsí do hloubky 27 m ($p_{O_2} = 118 \text{ kPa} \approx 120 \text{ kPa}$) na dobu 35 minut, se zátěž CNS zvedla o $35 \text{ min} / 210 \text{ min} \cdot 100\% = 16,7\%$ a celková zátěž při zahájení výstupu byla $7,4 + 16,7 = 24,1 \%$.

Během dekompese 10 minut ve 3 metrech s Nitroxem 50/50 ($p_{O_2} = 65 \text{ kPa}$, zaokrouhleně 70 kPa) přirostla zátěž o $10 \text{ min} / 570 \text{ min} \cdot 100\% = 1,8 \%$ a po vynoření tedy obnášela $24,1 + 1,8 = \underline{25,9 \%}$.

Časové sledování kyslíkové zátěže CNS

Při dosažení přípustné doby M ($t = M$) pro jednorázový ponor je stupeň kyslíkové zátěže Z roven 100 % ($Z = t / M \cdot 100 \% = M / M \cdot 100 \% = 100 \%$). Z předpokladu lineárního nárůstu zátěže lze také stanovit přírůstek zátěže CNS za 1 minutu expozice danému parciálnímu tlaku.

Příklad: Pro $p_{O_2} = 130$ kPa (1,3 baru) je $M = 180$ minut. Odpovídá-li 180 minut 100 % kyslíkové zátěže, pak za 1 minutu naroste zátěž o $100 \% / 180 \text{ min} = 0,56 \% / \text{min}$. Za 30 minut pak zátěž naroste o $30 \cdot 0,56 = 16,8 \%$. Podobně pro $p_{O_2} = 150$ kPa (1,5 baru) je $M = 120$ minut a pak minutová zátěž CNS činí $100 / 120 = 0,83 \%$.

Minutové přírůstky toxicity CNS umožňuje stanovovat tabulka III. V této tabulce jsou v prvním sloupci zleva vyneseny hodnoty parciálních tlaků kyslíku p_{O_2} shodné s tabulkou II. V prvním řádku jsou pak vyneseny po 2 kPa přírůstky zmíněných základních tlaků a pod nimi jsou uloženy minutové kyslíkové zátěže pro daný p_{O_2} .

Například minutový přírůstek pro parciální tlak kyslíku 120 kPa najdeme v řádku 120 kPa a v sloupci 0 (bude to 0,48 %) a pro parciální tlak 126 kPa jej nalezneme v sloupci 6 (0,52 %).

Příklad: Pro stanovení přírůstku kyslíkové zátěže CNS po 40 minutách v tlaku $p_{O_2} = 144$ kPa budeme nejprve hledat v řádku 140 pod 4, kde nalezneme minutový přírůstek zátěže 0,73 %, který nám po vynásobení 40 minutami dá přírůstek zátěže $40 \cdot 0,73 = 29,2 \%$. Budeme - li se pak nacházet 30 minut v parciálním tlaku kyslíku 116 kPa, vzroste tato zátěž o $30 \cdot 0,45 = 13,5 \%$ a celková kyslíková zátěž CNS bude $29,2 + 13,5 = 42,7 \%$.

minutové dávky v % postižení CNS

max.čas [min]	p_{O_2} [kPa]	0	2	4	6	8
720	60	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17
570	70	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21
450	80	0.22	0.23	0.24	0.26	0.27
360	90	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32
300	100	0.33	0.35	0.37	0.38	0.40
240	110	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46
210	120	0.48	0.49	0.51	0.52	0.54
180	130	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64
150	140	0.67	0.70	0.73	0.77	0.80
120	150	0.83	1.11	1.39	1.67	1.94
45	160	2.22	3.78	5.33	6.89	8.44

Tab.III: Minutové přírůstky procentuální kyslíkové toxicity CNS

Pokud je na dekompresních zastávkách dýchána stejná směs jako v hloubce, je na nich příspěvek k toxicitě CNS oproti příspěvku v hloubce zanedbatelný a není s ním nutno počítat.

Dodržením limitů pro toxicitu CNS je současně dodržen limit 300 OTU plicní toxicity.

Dekompresní problematika

Dekompresní postupy určují způsob výstupu tak, aby současně nebyla překročena hranice přípustného přesycení tkání a přitom byl vytvořen maximální možný rozdíl (tlakový spád) mezi tlaky dusíku rozpuštěného ve tkáních a dusíku ve vdechovaném vzduchu. Dýchání nitroxu ovlivňuje oproti vzduchu příznivě oba faktory.

Běžné dekompresní tabulky počítají s vyšším parciálním tlakem dusíku v nominální hloubce, a sice s tím, který odpovídá objemovému podílu dusíku ve vzduchu. Chceme-li jich výhodně použít pro směs nitroxovou, musíme v tabulkách vyhledat takovou (menší !) hloubku, ve které je parciální tlak dusíku při potápění se vzduchem roven jeho tlaku ve skutečné hloubce s nitroxem. Tato hloubka (h_e) je pak ekvivalentní hloubce skutečné h_s .

Úvaha vychází z rovnosti parciálních tlaků dusíku.

Ekvivalentní hloubka bývá obvykle označována jako EAD (Equivalent Air Depth), a vztah pro ni lze napsat v zapamatovatelném tvaru (H je hloubka v metrech):

$$\text{EAD [m]} = \frac{(H + 10) \cdot (100 - O_2 [\%])}{79} - 10$$

Příklad: Ke stanovení ekvivalentní hloubky pro Nitrox 36/64 v hloubce 30 metrů dosadíme do vztahu $H = 30 \text{ m}$, $O_2 = 36 \%$ a dostáváme $\text{EAD} = (30 + 10) \cdot (100 - 36) / 79 - 10 = 40 \cdot 64 / 79 - 10 = \underline{22,4 \text{ m}}$. Pro stanovení dekomprese použijeme hloubku 23 metrů (v tabulkách 24 m).

K usnadnění činnosti bývá publikována tabulka ekvivalentních hloubek přiřazená pro jednotlivé obsahy kyslíku ve směsi skutečným hloubkám (Tab. IV).

Příklad: Stanovit dekompresní postup pro ponor s Nitroxem 34/66 do hloubky 34 metrů a čas na dně 33 minut v moři.

1. $\text{EAD} = (34 + 10) \cdot (100 - 34) / 79 - 10 = 44 \cdot 66 / 79 - 10 = 36,8 - 10 = \underline{27 \text{ m}}$.

2. $27 \text{ m} / 33 \text{ min}$, tj. $27 \text{ m} / 35 \text{ min}$, dekomprese 3 m / 10 min, F.

(pro vzduch: $36 \text{ m} / 35 \text{ min}$, dekomprese $9 \text{ m} / 2 \text{ min}$, $6 \text{ m} / 8 \text{ min}$, $3 \text{ m} / 23 \text{ min}$, G.)

Podobně je možno využít ekvivalentních hloubek pro opakované a stupňovité ponory. Pro stanovení časové přírážky je pak nutno ji hledat pro ekvivalentní hloubku, nikoliv pro skutečnou !

k_{O_2} [%]

h [m]	26	28	30	32	34	36	38	40
14	13	12	12	11	11	10	9	9
15	14	13	13	12	11	11	10	9
16	15	14	14	13	12	12	11	10
17	16	15	14	14	13	12	12	11
18	17	16	15	15	14	13	12	12
19	18	17	16	15	15	14	13	13
20	19	18	17	16	16	15	14	13
21	20	19	18	17	16	16	15	14
22	20	20	19	18	17	16	16	15
23	21	21	20	19	18	17	16	16
24	22	21	21	20	19	18	17	16
25	23	22	22	21	20	19	18	17
26	24	23	22	21	21	20	19	18
27	25	24	23	22	21	20	20	19
28	26	25	24	23	22	21	20	19
29	27	26	25	24	23	22	21	20
30	28	27	26	25	24	23	22	21
32	30	29	28	27	26	25	23	22
34	32	31	29	28	27	26	25	24
36	34	32	31	30	29	28	27	25
38	35	34	33	32	31	29	28	27
40	37	36	35	34	32	31	30	28
42	39	38	37	35	34	33	31	30
44	41	40	38	37	36	34	33	32

Tab. IV : Stanovení ekvivalentní hloubky -EAD -v metrech

do $p_{O_2}=150$ kPa
 do $p_{O_2}=160$ kPa
 >160 kPa!!

V průběhu stupňovité dekomprese se doporučuje dýchání čistého kyslíku proto, že na nejvyšší možnou míru zvětšuje gradient pro desaturaci dusíku. Kyslík nelze použít v hlubších dekompresních zastávkách než 6 metrů, avšak i na nich je možno s výhodou využít nitroxu (s větším podílem kyslíku).

Pro dekompresní postupy při ponorech s nitroxem lze v principu využít koncepce ekvivalentní hloubky (EAD) spolu s dekompresními tabulkami pro vzduch (SPČR doporučuje využití tabulek Bühlmannových), použít speciálních tabulek vypracovaných pro potápění s nitroxem (obvykle tabulek na bázi Bühlmannova modelu ZHL-16), použít nitroxového dekomputeru nebo využít k naplánování ponoru některého z existujících potápěčských programů. V každém případě se doporučuje využití nulových časů a případně jediné

dekompresní zastávky. Je-li na dekompresních zastávkách k dispozici kyslík, případně nitroxová směs s vyšším obsahem kyslíku než směs použitá k ponoru a dovoluje -li to kyslíková zátěž, doporučuje se jeho využití k dýchání.

8. Technické vybavení pro potápění s nitroxem a bezpečnost

Potápění s nitroxem je poněkud náročnější na přípravu potápěčského vybavení, na přípravu (namíchání) nitroxové směsi, její analýzu a její skladování. Nevhodný nebo chybný postup totiž může ohrozit jak osoby podílející se na míchání směsi tak uživatele této směsi.

Upozornění: Potápěč samotný je zodpovědný za výběr a kompletaci své osobní výstroje.

K vyloučení nebezpečí výbuchu je nutné, aby zařízení, které přichází do kontaktu s kyslíkem, obzvláště pod zvýšeným tlakem, bylo především připraveno ke **kyslíkovému využití** (*oxygen service*).

Bývá uznáváno, ovšem ne všude, že **se směsí, obsahující více než 40 % kyslíku, je nutno zacházet stejně jako s čistým kyslíkem** a že kyslíkový servis si nevyžadují zařízení, která s takovým podílem kyslíku do kontaktu nepřijdou. Toto je například stanovisko již uváděného úřadu NOAA.

Ke kyslíkovému využití je nutné, aby zařízení splňovalo dva základní požadavky :

- požadavek na jeho **kyslíkovou čistotu**
- požadavek na jeho **kompatibilitu s kyslíkem**.

Požadavek kyslíkové čistoty zařízení znamená, že všechny jeho součásti musí být zbaveny nečistot, které by mohly v kontaktu s kyslíkem způsobit výbuch. Všechny jeho součásti musejí být očištěny vhodným rozpouštědlem nebo detergentem k odstranění především od uhlovodíků, případně od zplodin koroze a okují, pod nimiž mohou zůstat zbytky nečistot a musí být provedena vhodná kontrola čistoty.

Kompatibilita s kyslíkem zase znamená, že veškeré součásti zařízení (např. plicní automatiky), obzvláště nekovové a měkké, jako například běžné těsnicí „O“ kroužky, musí být nahrazeny takovými, které mohou být ve styku s čistým kyslíkem (např. z materiálu Viton-A) a rovněž mazadla (silikonová vazelína) musí být zaměněna za mazadla kompatibilní s kyslíkem.

Při potápění s nitroxem o obsahu kyslíku menším než 40 % nemusí obvykle plicní automatika a součásti na ni napojené „mít kyslíkový servis“. Avšak při plnění zásobníků směsi metodou parciálních tlaků, kdy se do láhve nejprve napustí určité množství čistého kyslíku, je zcela nutné, aby k režimu použití s kyslíkem byla připravena láhev samotná a její vypouštěcí ventil. Tato metoda je přitom používána nejčastěji, a proto by se tento pokyn měl vztahovat na **všechny zásobníky nitroxu**.

Příprava nitroxové směsi (její namíchání) a manipulace s ní vyžaduje oproti vzduchu některé dodatečné či odlišné postupy. Ohrožení obsluhy či uživatele může způsobit manipulace s vysokotlakým kyslíkem, nesprávně provedená analýza směsi či nesprávné označení směsi v láhvi nebo její záměna za vzduch. V principu bývá směs připravována

1. na základě molekulárních hmotností plynů
2. využitím molekulárního filtru ke snižování obsahu dusíku
3. mícháním směsi před její kompresí
4. mícháním směsi na základě parciálních tlaků jejích složek.

První dvě metody jsou poměrně nákladné, i když druhá z nich již nachází své širší uplatnění.

Třetí metoda využívá předběžného obohacování stlačeného vzduchu o kyslík. Do vzduchu nasávaného po předběžné filtraci do kompresoru je řízeně přiváděna ze zásobníku kyslíku taková dávka kyslíku, aby analýza směsi, provedená ještě před stlačením, vyhovovala požadavku na složení směsi. Ke kompresi samotné by mělo být používáno kompresorů bez olejového mazání. Výhodné je, že do zásobníků je již vtlačována namíchaná směs.

Poslední, nejčastěji využívaná metoda spočívá v tom, že do zásobníku se nejprve vtláčí čistý kyslík do předem stanoveného tlaku. Následně se láhev doplní vzduchem z kompresoru do výsledného tlaku. Pro plnění kyslíkem je tedy nutné, aby plněná láhev i její ventily odpovídaly kyslíkovému využití. Navíc je nutno zajistit (dvojnásobným filtrováním) vysokou čistotu vzduchu, přiváděného z kompresoru a rovněž zabránit (zpětným ventilem) možnosti vniknutí kyslíku ze zásobníku ke kompresoru.

Poznámka: Před použitím směsi je v každém případě nutno provést její analýzu !

První **analýza směsi** se provádí po naplnění přístroje. U nitroxu obvykle dochází k dostatečnému promísení obou složek mechanicky i difúzí poměrně rychle a nemělo by dojít k disproporcím vůči očekávání. Pochopitelně lze uskutečnit měření i po uplynutí určité doby.

Je nutné, aby potápěč, coby uživatel směsi, sám provedl její analýzu nebo se jí osobně účastnil při odběru zásobníku. Svým podpisem na protokolu o převzetí by měl stvrdit složení směsi a rovněž maximální hloubku, do níž smí tuto směs s ohledem na kyslíkovou toxicitu CNS použít. Důrazně se doporučuje provést analýzu směsi těsně před ponorem.

Přesnost měření koncentrace kyslíku by neměla překročit hodnotu $\pm 1 \%$. To znamená, že označení Nitrox 32/68 odpovídá směsím, obsahující kyslík v koncentracích 31 - 33 %.

Analýza směsi se provádí přenosným analyzátozem obvykle v provedení na principu galvanického článku. Přesnost stanovení koncentrace kyslíku bývá v mezích $\pm 1 \%$. Čidlo má zaručenou životnost přibližně 1 rok a v originálním obalu začíná ztrácet své užité vlastnosti asi

po 3 měsících. Je nutno se předem seznámit s návodem k použití přístroje. Přístroj je nutno chránit před vlhkostí.

Postup při analýze směsi je následující:

Není-li přístroj kalibrován automaticky, je nutno před měřením provést kalibraci analyzátoru, ať už pomocí čistého kyslíku nebo na okolní vzduch. Při kalibraci na vzduch se analyzátor zapne a vyčká se alespoň 1 minutu, až se zastaví nárůst odečtu a stabilizuje. Je-li odečet mimo meze 20,8 až 21 %, je nutno provést nastavení kalibračním knoflíkem na tuto hodnotu. Nelze -li to provést, je přístroj vadný a vyžaduje opravu !

Z ventilu láhve s analyzovanou směsí by měla být vyvedena směs v průtočném množství přibližně 2 litry za minutu do trubičky, do níž ústí čidlo analyzátoru. Při měření se stoupající ručička měřicího přístroje zastaví do 30 sekund na hodnotě, odpovídající podílu kyslíku ve směsi.

Je-li v odečtu různých analyzátorů kyslíku určitý rozdíl, je zapotřebí **pro účely dekomprese** využít údaje o **nižším obsahu kyslíku** (tedy zvýšeného obsahu dusíku. Pro účely stanovení MOD nebo stupně kyslíkové toxicity je nutno akceptovat naopak vyšší koncentraci kyslíku).

Výbava a označení lahví

V souladu s normou ČSN EN 144-3 (83 2280) je použití následujících uzavíracích ventilů:

- a) s boční přípojkou W 21,87 vnější – pouze **do 08/2008**,
- b) ventil INT (kostka) – pouze **do 08/2008**,
- c) s boční přípojkou M 26x2 vnitřní.

K barevnému značení lahví: Aby značení bylo v souladu s platnou normou ČSN EN 1089-3, měla by být celá natřena bílou barvou a na vrchní zaoblené části by mělo být černou barvou nastříkáno písmeno "N" (NEW - nové značení) o výšce rovnající se 0,7 výšky zaoblené části. Na válcové části by měl být nastříkán nápis "NITROX" písmeny o stejné velikosti jako písmeno "N".

Na láhev by měla být nalepena nálepka nebo přivěšen přívěsek s označením alespoň obsahu kyslíku ve směsi v procentech. Tento údaj může být doplněn údajem o maximální hloubce použití směsi (MOD). Nápis musí být provedeny tak, aby se nesmyly vodou.

Detailně je související problematika probrána v publikaci Ing. Oldřich Lukš: „Tlakové lahve, uzavírací ventily a plnění dýchacích směsí potápěčských dýchacích přístrojů“, SČP 2006 (http://www.svazpotapecu.cz/scp_materialy_a_formulare_ke_stazeni/).

Láhev vyčištěná a kompatibilní pro použití s kyslíkem (např. pro plnění metodou parciálních tlaků) má být opatřena tento fakt oznamující nálepkou nebo přívěskem (např. "Oxygen Service") spolu s datem provedené údržby a se jménem osoby, která servis provedla.

Důrazně se doporučuje skladovat nitroxové a vzduchové láhve odděleně (nejlépe držet nitroxové láhve pod zámkem v prostorách, do nichž mají přístup pouze osoby znalé nitroxové problematiky), aby za žádných okolností nemohlo dojít k jejich záměně.

Upozornění pro držitele oprávnění CMAS Advanced Nitrox Diver:

Veškeré zařízení, napojené na láhev s obsahem kyslíku vyšším než 40% (plicní automatika, manometr, plnicí hadice inflátoru atd.), musí být připraveno ke **kyslíkovému využití** („mít oxygen service“)!

II. Problematika postižení plic kyslíkem.

1. Příčina a projevy pulmonální toxicity kyslíku (Smithův efekt, pomalá otrava kyslíkem)

Příčinou potíží je zvýšený parciální tlak kyslíku na alveolární úrovni, který poškozuje alveolární buňky, způsobí lokální záněty a likviduje látku, bránící kolapsu plicních sklípků při výdechu - tzv. surfaktant. To vše ve svém důsledku vyvolává alveolární edémy (otoky), které pak zhoršují prostup dýchacích plynů.

Riziko poškození může zvyšovat nadbytek CO₂ (hyperkapnie), tedy obvykle zvýšená fyzická zátěž, nedostatečná ventilace a rovněž větší podchlazení.

Příznaky jsou nesnadno rozeznatelné, jelikož postup otravy je pomalý. Projevují se při dlouhodobém dýchání kyslíku pod jeho parciálním tlakem převyšujícím 50 kPa, a sice zhoršujícími se dýchacími potížemi. Vznik otravy je velmi málo pravděpodobný při běžném potápění a může se vyskytnout při léčbě v kyslíkovém přetlaku, při saturačním potápění a snad po dlouhých dekompresích s kyslíkem.

Projevem otravy může být bolest za hrudní kostí doprovázená zesilujícím kašlem - bylo pozorováno po expozici 200 kPa O₂ po dobu 2 - 6 hodin. Po přerušení expozice se potíže upraví. Avšak jejím prodloužením na 8 - 10 hodin se mohou potíže značně zhoršit (dýchací potíže, dráždivý kašel). Po ještě delších expozicích dochází k otoku a pak i k zánětu průdušek a plic, které se při návratu k normální dýchací směsi postupně upraví. V řídkých případech a po častých dlouhých expozicích může dojít i k degradaci plicní tkáně.

Kromě toho je však možno stupeň poškození měřit prostřednictvím snížené pružnosti a vitální kapacity plic. Právě tato objektivizace vedla k zavedení jednotkové dávky pulmonální toxicity (UPTD-Unit of Pulmonary Toxic Dose v roce 1970, nověji OTU - Oxygen Toxicity (Tolerance) Unit. 1 OTU =1 UPTD je dávka získaná při dýchání čistého kyslíku za jeho tlaku 100 kPa a za 1 minutu). Je doporučeno nepřesáhnout denní dávku 300 OTU. Při běžném způsobu potápění s nitroxem a respektování přípustných hodnot z již zmíněné tabulky NOAA (Tab. II) nelze tuto dávku překročit. Tabulka se sice vztahuje k toxicitě CNS, avšak obsahuje časová omezení pro expozice jednotlivým parciálním tlakům kyslíku, která současně vylučují významnější překročení této dávky (viz obr. 3). Například pro ponor se směsí Nitrox 40/60 s otevřeným okruhem do hloubky 30 metrů na 45 minut (tedy pro maximální přípustný parciální tlak kyslíku na maximální přípustnou dobu jednorázového ponoru dle tabulky NOAA s ohledem na stupeň kyslíkové zátěže CNS) činí zmíněná dávka 87 OTU. Pro přípustné celodenní maximum 150 minut činí 289 OTU.

Mnohem větší ovšem mohou být tyto dávky při kyslíkové léčbě v dekompresní komoře. Avšak ani při nejdelsí léčebné proceduře v komoře, nasazované při vzduchové embolii, nepřekročí tato dávka 700 OTU, která (při léčbě !) ještě není považována za nebezpečnou.

Prevence tedy tkví i v tomto případě ve zvládnutí metody stanovení kumulativní dávky pulmonální kyslíkové toxicity a dodržení příslušných omezení. Při běžném potápění s nitroxem by k přípustnému maximu plicní kyslíkové zátěže nemělo nikdy dojít. Proto pro získání základního stupně není nutno tyto výpočty provádět.

2. Stanovení stupně kyslíkové zátěže plic

V předchozí kapitole bylo řečeno, že existuje metoda ke stanovení stupně kyslíkové zátěže plic. Slouží k tomu především údaje v tabulce V.

$$k_p = [(pO_2\{\text{bar}\} - 0,5) / 0,5]^{0,83} \quad D_p = OTU = t\{\text{minuty}\} \cdot k_p$$

pO ₂ [kPa]	pO ₂ [bar]	<i>k_p</i>	pO ₂ [kPa]	pO ₂ [bar]	<i>k_p</i>
55	0.55	0.15	110	1.10	1.16
60	0.60	0.26	115	1.15	1.24
65	0.65	0.37	120	1.20	1.32
70	0.70	0.47	125	1.25	1.40
75	0.75	0.56	130	1.30	1.48
80	0.80	0.65	135	1.35	1.55
85	0.85	0.74	140	1.40	1.63
90	0.90	0.83	145	1.45	1.70
95	0.95	0.92	150	1.50	1.78
100	1.00	1.00	155	1.55	1.85
105	1.05	1.08	160	1.60	1.93

Tab. V : Faktor *k_p* k výpočtu plicní toxické dávky OTU

K výpočtu toxické dávky lze použít tabelovaných konstant *k_p*, jejichž hodnoty jsou závislé na parciálním tlaku kyslíku (Tab.V). Výpočet celkové dávky *D_p* se provádí dle vztahu

$$D_p = t \cdot k_p,$$

ve kterém *t* je doba expozice v minutách a *k_p* je tabelovaná konstanta příslušná k parciálnímu tlaku kyslíku *p_{O₂}*. Tuto konstantu je možno rovněž vypočítat pomocí vztahu (*p_{O₂}* v barech !):

$$k_p = [(p_{O_2} - 0,5) / 0,5]^{0,83},$$

Maximální přípustná dávka bývá zatím diskutována. Metoda REPEX, uvedená v tab. VI a platná spíše pro extrémní expozice, snižuje maximální denní dávku v průběhu jednotlivých dnů postupně až na

$$D_p^{max} = 300 \text{ OTU.}$$

Techničtí potápěči považují právě hodnotu 300 OTU za maximální přípustnou denní dávku, která sebou poskytuje i určitou rezervu pro případnou kyslíkovou léčbu v komoře. Toto doporučení přijal i Svaz potápěčů ČR. Z porovnání přípustných denních expozic s ohledem na toxicitu CNS s časy pro dosažení 300 OTU plyne, že dodržením přípustných celodenních expozic pro CNS se dodrží i tato podmínka.

Pokud je na dekompresních zastávkách dýchána stejná směs jako v hloubce, zanedbává se i zde (stejně jako u kyslíkového postižení CNS) její příspěvek k plicní toxicitě.

<i>Pořadový den potápění</i>	<i>Přípustná Denní dávka</i>	<i>Celková kumulativní mez</i>
1	850	850
2	700	1400
3	620	1860
4	525	2100
5	460	2300
6	420	2520
7	380	2660
8	350	2800
9	350	2970
10	310	3100
11	300	3300
12	300	3600

Tab. VI. Tabulka REPEX ke stanovení přípustné dávky OTU

Příklad: V průběhu ponoru se směsí Nitrox 36/67 do hloubky 28 m ($p_{O_2} = 380 \text{ kPa} \cdot 0,36 = 136,8 \text{ kPa} \approx 140 \text{ kPa} = 1,4 \text{ bar}$, pak z tabulky V nalezneme $k_p = 1,63$) na dobu 45 minut byl potápěč zatížen plicní kyslíkovou dávkou $D_p = 45 \cdot 1,63 = \underline{73,4 \text{ OTU}}$. Provedl-li výstup dle procedury platné pro vzduch, pak se pro ponor v běžných nadmořských výškách musel zdržet na 9 minut v 6 metrech a na 23 minut ve 3 metrech (v dalším uvidíme, že to nebylo nutné). Pokud by pro vlastní bezpečnost navíc na zastávkách dýchal čistý kyslík, zvýšila by se kyslíková zátěž plic

- v 6 metrech o $9 \cdot 1,93 = \underline{17,4 \text{ OTU}}$ (k_p pro $p_{O_2} = 160 \text{ kPa}$: 1,93)

- ve 3 metrech o $23 \cdot 1,48 = \underline{34,0 \text{ OTU}}$ (k_p pro $p_{O_2} = 130 \text{ kPa}$: 1,48)

a po výstupu by tedy byla celkem rovna 124,8 OTU.

V předchozím příkladu byla zanedbána dávka, kterou by potápěč získal v průběhu výstupu. Ani ta by nijak výrazně nezvýšila vypočtenou dávku, která je vzhledem k maximální přípustné velmi nízká.

Naopak kyslíková zátěž CNS by byla poměrně vysoká :

- v hloubce ($p_{O_2} = 138$ kPa): $45 \text{ min} \cdot 0,64\% / 1 \text{ min} = 28,8 \%$

- v 6 metrech ($p_{O_2} = 160$ kPa): $9 \cdot 2,22 = 19,98 \%$

- ve 3 metrech ($p_{O_2} = 130$ kPa): $23 \cdot 0,56 = 12,88 \%$

a tedy celkem 61,7 % !

III. Míchání směsi metodou parciálních tlaků - výpočty.

Výpočty uvedené v této kapitole předpokládají, že se všechny plněné plyny chovají jako ideální, což pro kyslík, dusík i vzduch při běžných teplotách platí do tlaků okolo 25 MPa. Láhev se kyslíkem naplní (případně doplní) na určitý tlak ze zásobníku kyslíku a pak se doplní vzduchem na požadovaný výsledný tlak. Pro míchání lze nalézt řadu výpočetních programů - jejich základem jsou však následující úvahy, s jejichž výsledkem si lze poradit i pomocí jednoduché kalkulačky.

Výpočet tlaku kyslíku $\Delta p_{O_2}^0$, vtlačeného do **prázdného zásobníku** před plněním vzduchem, se provede následovně :

- zvolí se požadovaný podíl kyslíku k_{O_2} ve směsi. Pak pro výsledný tlak p v zásobníku platí, že tento podíl bude roven podílu celkového parciálního tlaku kyslíku p_{O_2} ve směsi k tlaku p

$$(f_{O_2} =) k_{O_2} / 100 = p_{O_2} / p, \text{ odkud } p_{O_2} = p \cdot k_{O_2} / 100.$$

- přitom uvedený celkový parciální tlak kyslíku p_{O_2} po doplnění zásobníku vzduchem musí být roven součtu tlaku od čistého kyslíku Δp_{O_2} a od kyslíku, který bude dodán ze vzduchu $p_{O_2}^{vzd}$, tedy

$$p_{O_2} = \Delta p_{O_2}^0 + p_{O_2}^{vzd},$$

přičemž na doplněném vzduchu se podílí 21 procenty a tudíž platí

$$p_{O_2}^{vzd} = 0,21 \cdot (p - \Delta p_{O_2}^0),$$

jelikož $(p - \Delta p_{O_2}^0)$ je kompresorem doplňovaný rozdíl tlaků.

- porovnáním s rovnicí z předchozího odstavce dostáváme

$$0,21 \cdot (p - \Delta p_{O_2}^0) = p \cdot k_{O_2} / 100$$

a odtud

$$\Delta p_{O_2}^0 = (k_{O_2} / 100 - 21 / 100) \cdot p / (1 - 21 / 100).$$

Pro procentuální podíly tedy máme

$$\Delta p_{O_2}^0 = (O_2 [\%] - 21) \cdot p / 79,$$

kde je pro zdůraznění provedena záměna $O_2 [\%] = k_{O_2}$.

Tlak lze do tohoto vztahu dosadit v libovolných jednotkách. Do tohoto tlaku (měřeném po vyrovnání teplot) se pomalů naplní zásobník kyslíkem a pak se na požadovaný celkový tlak doplní vzduchem.

Příklad: K namíchání směsi Nitrox 40 / 60 pro výsledný tlak v láhvi 20 MPa (200 bar) je nutno do láhve nejprve napustit kyslík do tlaku $(40[\%] - 21) / 79 \cdot 20 = 19/79 \cdot 20 = 4,8$ MPa (48 bar) a pak ji doplnit (o 15,2 MPa) vzduchem na 20 MPa. (Tím se zvedne parciální tlak kyslíku v láhvi o $0,21 \cdot 15,2$ MPa = 3,2 MPa a jeho celkový parciální tlak v láhvi bude $p_{O_2} = 8$ MPa. Tedy podíl kyslíku ve směsi skutečně bude $8\text{MPa} / 20\text{MPa} \cdot 100 = 40$ %, jak jsme požadovali).

Možné je rovněž **doplnit** láhev, ve které zůstal tlak p_1 o podílu kyslíku $f_{O_2}^1$. Označme zase f_{O_2} požadovaný výsledný podíl kyslíku a nyní $\Delta p_{O_2}^0$ doplněný (tj. hledaný) tlak čistého kyslíku. Přitom předpokládáme doplnění vzduchem do tlaku p .

Pak parciální tlak kyslíku v láhvi $p_{O_2} = f_{O_2} \cdot p$ bude roven součtu několika příspěvků k němu, a sice

- příspěvku od původního tlaku $p_{O_2}^1 = f_{O_2}^1 \cdot p_1$
- příspěvku od připuštěného kyslíku $\Delta p_{O_2}^0$ (ten hledáme)
- příspěvku od doplnění vzduchem $0,21 \cdot \Delta p_{vzd}$, $\Delta p_{vzd} = (p - p_1 - \Delta p_{O_2}^0)$

Provedeme-li to, obdržíme

$$f_{O_2} \cdot p = f_{O_2}^1 \cdot p_1 + \Delta p_{O_2}^0 + 0,21 \cdot (p - p_1 - \Delta p_{O_2}^0)$$

a úpravami

$$\Delta p_{O_2}^0 \cdot (1 - 0,21) = [(f_{O_2} - 0,21) \cdot p - (f_{O_2}^1 - 0,21) \cdot p_1].$$

Výsledek je

$$\Delta p_{O_2}^0 = [(f_{O_2} - 0,21) \cdot p - (f_{O_2}^1 - 0,21) \cdot p_1] / (1 - 0,21),$$

přičemž v lépe zapamatovatelném tvaru (záměna $k_{O_2} \equiv O_2 [\%]$) vypadá následovně :

$$\Delta p_{O_2}^0 = \frac{(O_2 [\%] - 21) \cdot p - (O_2^1 [\%] - 21) \cdot p_1}{79}.$$

Příklad: V láhvi zůstal tlak 7 MPa ($p_1 = 7$) Nitroxu 32/68 ($O_2^1 [\%] = 32$) a potřebujeme Nitrox 36/64 ($O_2 [\%] = 36$) při tlaku 20 MPa ($p = 20$).

Připustíme kyslík o $\Delta p_{O_2}^0 = [(36 - 21) \cdot 20 - (32 - 21) \cdot 7] / 79 = \underline{2,8 \text{ MPa}}$ (tzn. na 7+ 2,8 = 9,8 MPa) a pak přístroj doplníme vzduchem na 20 MPa.

Poznámka 1: Předpokládá se, že dostatečnou zásobu kyslíku (případně vzduchu) s ohledem na plněné objemy je pro potápěče snadné stanovit.

Poznámka 2: Pod pomalým přepouštěním kyslíku se rozumí taková rychlost přepouštění, kdy tlak v plněné láhvi narůstá o maximálně 0,4 MPa (4 bary) za minutu. Přitom se doporučuje nejprve otevřít ventil zásobní láhve s kyslíkem a proces přepouštění regulovat buďto zvláštním ventilem nebo ventilem plněné láhve. Má-li být plněna malá láhev (např. dekompresní), kdy je nesnadné rychlost plnění dodržet, je vhodné namíchat směs nejprve v láhvi větší a pak ji přepustit.

Poznámka 3: Ani doplnění vzduchem by nemělo být příliš rychlé - doporučuje se stoupání tlaku v plněné láhvi 0,7-1,3 MPa / min, (tj. 7-13 barů / min) a je-li k dispozici plnicí kaskáda, je vhodnější jí dát přednost před přímým plněním kompresorem.

Poznámka 4: Po naplnění přístroje, avšak rovněž **před použitím směsi je vždy nutno provést její analýzu !**

Na základě uvedených vztahů byla vytvořena tabulka (Tab. VII a, b), která umožňuje provést míchání bez složitých výpočtů.

% O ₂	tlak [bar]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3
24	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4
25	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
26	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6
27	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8
28	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9
29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11
31	1	3	4	5	6	8	9	10	11	13
32	1	3	4	6	7	8	10	11	13	14
33	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
34	2	3	5	7	8	10	12	13	15	16
35	2	4	5	7	9	11	12	14	16	18
36	2	4	6	8	9	11	13	15	17	19
37	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
38	2	4	6	9	11	13	15	17	19	22
39	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23
40	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24
41	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25
42	3	5	8	11	13	16	19	21	24	27
43	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28
44	3	6	9	12	15	17	20	23	26	29
45	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
46	3	6	9	13	16	19	22	25	28	32
47	3	7	10	13	16	20	23	26	30	33
48	3	7	10	14	17	21	24	27	31	34
49	4	7	11	14	18	21	25	28	32	35
50	4	7	11	15	18	22	26	29	33	37
52	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39
54	4	8	13	17	21	25	29	33	38	42
56	4	9	13	18	22	27	31	35	40	44
58	5	9	14	19	23	28	33	37	42	47
60	5	10	15	20	25	30	35	39	44	49
65	6	11	17	22	28	33	39	45	50	56
70	6	12	19	25	31	37	43	50	56	62
80	7	15	22	30	37	45	52	60	67	75
90	9	17	26	35	44	52	61	70	79	87

Tab. VII a

Tab. VII b										
% O2	120	140	160	180	200	210	220	230	240	250
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
23	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6
24	5	5	6	7	8	8	8	9	9	9
25	6	7	8	9	10	11	11	12	12	13
26	8	9	10	11	13	13	14	15	15	16
27	9	11	12	14	15	16	17	17	18	19
28	11	12	14	16	18	19	19	20	21	22
29	12	14	16	18	20	21	22	23	24	25
30	14	16	18	21	23	24	25	26	27	28
31	15	18	20	23	25	27	28	29	30	32
32	17	19	22	25	28	29	31	32	33	35
33	18	21	24	27	30	32	33	35	36	38
34	20	23	26	30	33	35	36	38	39	41
35	21	25	28	32	35	37	39	41	43	44
36	23	27	30	34	38	40	42	44	46	47
37	24	28	32	36	41	43	45	47	49	51
38	26	30	34	39	43	45	47	49	52	54
39	27	32	36	41	46	48	50	52	55	57
40	29	34	38	43	48	51	53	55	58	60
41	30	35	41	46	51	53	56	58	61	63
42	32	37	43	48	53	56	58	61	64	66
43	33	39	45	50	56	58	61	64	67	70
44	35	41	47	52	58	61	64	67	70	73
45	36	43	49	55	61	64	67	70	73	76
46	38	44	51	57	63	66	70	73	76	79
47	39	46	53	59	66	69	72	76	79	82
48	41	48	55	62	68	72	75	79	82	85
49	43	50	57	64	71	74	78	82	85	89
50	44	51	59	66	73	77	81	84	88	92
52	47	55	63	71	78	82	86	90	94	98
54	50	58	67	75	84	88	92	96	100	104
56	53	62	71	80	89	93	97	102	106	111
58	56	66	75	84	94	98	103	108	112	117
60	59	69	79	89	99	104	109	114	118	123
65	67	78	89	100	111	117	123	128	134	139
70	74	87	99	112	124	130	136	143	149	155
80	90	105	119	134	149	157	164	172	179	187
90	105	122	140	157	175	183	192	201	210	218
100	120	140	160	180	200	210	220	230	240	250

Návod k použití tabulek Tab. VII a, b:

Tabulky slouží ke stanovení tlaku kyslíku, který je potřebný k doplnění láhve na požadovaný obsah kyslíku a tlak. **Tlaky jsou uvedeny v barech.**

1. Změříme původní koncentraci kyslíku $k^0_{O_2}$ a celkový zbytkový tlak p_0 v zásobníku (například $k^0_{O_2} = 32\%$, $p_0 = 50$ barů).
2. Nalezneme v tabulce tlak (číslo) pro tyto údaje (nalezneme $p^B = 7$ barů).
3. V tabulce nalezneme rovněž požadované hodnoty koncentrace $k^T_{O_2}$ a tlaku p^T (např. 40 %, 220 barů).
4. Pro tyto hodnoty nalezneme také tlak ($p^A = 53$ barů).
5. Odečteme $\Delta P_{O_2} = p^A - p^B$ (= 46 barů).

O tuto hodnotu ΔP_{O_2} je nutno láhev doplnit kyslíkem (tedy na tlak $p_0 + \Delta P_{O_2} = 96$ barů) a potom doplnit vzduchem z kompresoru (na 220 barů).

6. Vyjde-li hodnota ΔP_{O_2} záporná, je nutno původní tlak p^0 snížit tak, až vyjde $\Delta P_{O_2} = 0$ a pak přístroj doplnit vzduchem.

Doplnění se provádí podle vztahu:

$$\Delta P_{O_2} = [p^T \cdot (k^T_{O_2} - 21) - p^0 \cdot (k^0_{O_2} - 21)] / 79 = p^A - p^B$$

První v tabulce vyhledaná hodnota je druhý člen v tomto vztahu, kdežto druhá vyhledaná hodnota je první člen v uvedené formuli.

IV. Hloubkové opojení

Dusík, stejně jako většina inertních plynů, vykazuje za zvýšeného parciálního tlaku určité narkotické vlastnosti. Při dýchání vzduchu se projevují již od hloubky 30 metrů, jak ukazuje jedna studie US Navy. V této hloubce se totiž projevilo oproti normálu prodloužení reakční doby o 34 %, snížení zručnosti o 8 % a zhoršení schopnosti koncepčního uvažování o 34 %. I když je nástup tohoto působení interindividuálně variabilní - někteří jednotlivci jsou jen málo ovlivněni v hloubkách blízkých 100 metrům - lze v hloubkách přes 40 metrů těžko od potápěče očekávat správné reakce.

Kromě působení dusíku se projevuje synergický efekt zvýšeného parciálního tlaku kyslíku a hlavně oxidu uhličitého.

Samotné opojení se projevuje stavem blízkým k opojení alkoholovému a nebývá vnímáno nepříjemně. Je jím ovlivněno myšlení, usuzování a rozhodování, schopnost řešit úkoly, vyžadující mentální i motorickou zručnost. Potenciální riziko je však přítomno i při slabém ovlivnění potápěčových schopností.

Nástup opojení je charakterizován zvýšenou bezstarostností a sebevědomím, euforií a sníženou schopností rozlišovat jemnější podněty. Prodlužuje se reakční doba.

Ve větší hloubce pak dochází k chybám i při řešení jednodušších úkolů, a to dokonce i pohybových. Osobní bezpečnost je zanedbávána a doba reakce na vnější podněty je prodloužena.

Další prohloubení opojení vyvolává tělesnou ochablost, výrazné ovlivnění myšlenkových pochodů i neuromuskulární koordinace. Posledním stadiem je pak úplné otupění, bezvědomí a ve větší hloubce i kyslíkové křeče.

Projevy rozjaření, žoviality a družného veselí bylo možno pozorovat v suché barokomoře - pod vodou jsou méně výrazné. V komoře v hloubce 120 m byl pozorován vzrůst reakční doby a počtu chyb, které byly důsledkem snahy o rychlé vyřešení úkolu za cenu zvýšeného rizika. Při pomalém a dobře natrénovaném řešení úkolu, se seřazenými prioritami, docházelo k menšímu chybování.

Celý komplex narkotického působení inertních plynů ještě zdaleka není vysvětlen. Novější modely, vysvětlující zpomalení reakcí při neovlivněném vnímání, nejsou například schopny vysvětlit ztrátu paměti. Potápěč častokrát není schopen si vzpomenout na události pod vodou, a naopak pod vodou zapomíná povrchové instrukce i plán ponoru. Je-li tedy nutno se spolehnout na paměť, pak úkoly musejí být "přeučené" (nadrilované) a doporučuje se použití mnemotechnických pomůcek. To platí obzvláště pro nouzové procedury.

Hloubkové opojení ovlivňuje subjektivní pocity, a ty pak odvracejí pozornost od okolí i úkolu. Navíc i další stresory (chlad, úzkost, únava, hyperkapnie, stav "beztíže", zkreslené vnímání) mohou vliv opojení překrývat nebo k němu přispívat. U nováčků je známé působení očekávání opojení, které se pak dostaví i v malé hloubce. Existuje i určitá „aklimatizace“ na hloubkové opojení (zlepšení reakční doby po častějších expozicích hloubkovému opojení) - ta však přetrvává maximálně 1 týden.

Přispívají rovněž léky, alkohol, drogy, únava, rychlý sestup (!). Přes prožitek sebeuspokojení některých potápěčů je vhodné si uvědomit závažnost rizika a hloubku ponoru včas zmenšit.

V. Dekompresní nemoc (dekompresní syndrom - DCS)

Dekompresní nemoc je vyvolána bublinkami inertního plynu. Ty vznikají ze zárodků při určitém stupni přesycení tkání rozpuštěným plynem a snižování okolního tlaku (při výstupu), a to tehdy, kdy oběhový systém není schopen dopravit plyn v rozpuštěném stavu k plicím a tam jej vyloučit. Jejich vznik a růst závisí sice na více faktorech, jak uvidíme dále, avšak obecně platí,

že jejich počet a velikost jsou úměrné rozdílu mezi jejich parciálním tlakem ve tkáních a tlakem okolí.

Samotné množství rozpuštěného plynu roste s hloubkou (velikostí přetlaku) a dobou pobytu v ní, avšak je závislé i na rozpustnosti plynu ve tkáni a na stupni jejího prokrvení. Obecně totiž platí, že v tuku se rozpustí až pětikrát více dusíku než ve vodě. Proto tkáně, obsahující tuk (nejen podkoží, avšak i mícha či kostní dřevina), pojmu více dusíku a, v závislosti na stupni jejich prokrvení, může jim trvat poněkud déle, než se dusíkem nasatí. Déle však potom trvá i jejich desaturace.

Bublínky mohou vznikat v tkáních samotných (extravaskulárně) stejně jako v oběhovém systému (intravaskulárně). Vyvolané potíže závisejí na místě jejich výskytu a na jejich velikosti. Dopplerovskou sonografií lze například zjistit výskyt bublinek v žilní krvi aniž by se projevíly symptomy DCS. Je rovněž známo, že vznik a intenzita příznaků se liší i mezi potápěči, vystavenými shodným podmínkám.

Vznikem a růstem bublinek plynu je navíc odstartována širší škála změn v krvi: zvýšená srážlivost, shlukování krvinek, změny v chemismu krve aj., jejichž důsledkem bývá tvorba trombů.

Ke vzniku DCS přispívají další faktory: obezita, vyšší věk, fyzická námaha (před, během i po ponoru), horší fyzická kondice, prochlazení, alkohol či drogy a dehydratace aj. Vliv obezity je zřejmý: větší množství rozpuštěného dusíku nestačí krev při výstupu transportovat, vznikají intravaskulární bubliny, jejichž důsledkem je nedostatečné prokrvení a vznik bublin extravaskulárních. Vyšší věk souvisí obvykle se snížením oběhové kapacity.

Fyzická námaha, stejně jako prochlazení, znamenají zvýšenou ventilaci i prokrvení tkání a tím větší dodávku dusíku do organismu. Kromě toho však ke vzniku bublinek přispívá rovněž zvýšená produkce oxidu uhličitého, a to minimálně dvěma mechanismy: difunduje do zárodku bublinky a snižuje povrchové napětí ve tkáni. Zvýšená rychlost krve v cévách, a to hlavně ve zúžených místech, má rovněž za důsledek zvýšenou tvorbu vírů, které usnadňují vznik a růst bublin. Horší fyzická kondice znamená zvýšenou ventilaci i při menší námaze.

Dehydratace (nedostatečnou dodávkou tekutin, močením, dýcháním) snižuje účinnost oběhového systému. Diuréza bývá vyvolána i alkoholem. Proto je vhodné hodně pít, nejlépe izotonické roztoky nebo čistou vodu.

Je třeba si uvědomit, že s uvedenými faktory tabulky většinou nepočítají (kromě fyzické námahy a prochlazení) a plánovat proto výstup značně konzervativně.

Riziko vzniku DCS lze navíc snížit

- dodržováním nulových časů

- dodržováním výstupové rychlosti 10 m / min
- dodržováním bezpečnostní zastávky 3 - 5 minut v hloubce 6 - 3 metrů

1. Příznaky dekompresního syndromu.

Každý potápěč by měl být schopen na svém partnerovi rozpoznat základní příznaky dekompresní nemoci.

Je pravda, že méně závažné (bolestivé) formy DCS se obvykle projeví záhy po vynoření a bývají snáze rozpoznatelné, co se lokalizace (např. klouby a svaly) a průběhu bolesti (neodbytná a postupně zesilující) týče. Pro svou snadnou rozeznatelnost také bývají včas a rychle léčeny a obvykle nezanechávají další problémy.

Závažné formy, a to hlavně postižení nervového systému, však mají pozvolný nástup, častokrát maskovaný potížemi (únava, ospalost, bolest hlavy aj.), které jsou přičítány jiným faktorům, i když právě ony mohou být počátkem dalších obtíží. Potíže, které se zesilují pomalu, bývají přehlédnuty nebo bagatelizovány a jsou častokrát příčinou pozdního zahájení léčby postiženého. Nemalou měrou k tomu ve skupině potápěčů přispívají obavy společenského charakteru, a to obzvlášť tehdy, kdy případný transport do barokomory je nesnadno realizovatelný.

Právě k posouzení závažnosti a rozsahu postižení za účelem následujícího rozhodnutí o zásahu slouží krátký neurologický test, popsany v následujících bodech, který může být proveden i laikem:

Mentální funkce: Položit postiženému několik jednoduchých otázek, např. kdo je, kde se nachází, kolik je hodin a který je den, případně nechat vyřešit jednoduché početní úkony.

Oči: Nechte postiženého sledovat očima pohyb vašeho prstu ze strany na stranu, nahoru a dolů bez pohybu hlavy. Zjistěte, zda se panenky pohybují současně a zda pohyb očí není trhavý. Zjistěte, zda vidí objekty v dálce a zda spočítá vztyčené prsty.

Tvář: Zjistěte, zda je jeho úsměv asymetrický. Podobně při vycenění zubů nebo zamračení, pohybu čelistí. Při jeho zavřených očích projedte prstem po čele, tváři a bradě a zjistěte, zda doteky cítí.

Sluch: Zjistěte, zda neslyší neobvyklé zvuky (šumění, hukot, zvonění). Luskněte prsty u jeho ucha a potom při zavřených očích ve vzdálenosti cca 80 cm a zjistěte, zda zvuk slyšel. Proveďte to u obou uší.

Krk: Nechte postiženého polknout a zjistěte, zda se pohybuje jeho ohryzek nahoru a dolů.

Síla svalů: Porovnejte sílu stisku obou pěstí natažených rukou. Porovnejte velikosti odporu proti vašemu tlaku do obou dlaní a chodidel. Porovnejte reakci na stlačování paží k sobě.

Citlivost na povrchu těla: Podobně jako na tváři projedte prstem po jeho zádech, ramenou, prsou, břichu a končetinách. Zjistěte necitlivá místa a asymetrii jejich rozložení.

Rovnováha a koordinace pohybu: Zjistěte, zda udrží rovnováhu ve stoji spatném, se zavřenými očima a v předpažení či rozpažení. Se zavřenými očima nechte spojit ukazováčky bez ohnutí paže co nejrychleji nad hlavou. Ať se co nejrychleji dotkne špičky vlastního nosu nebo vašeho prstu.

Nenormální výsledek každého z testů nasvědčuje poškození nervového systému a vyžaduje léčení. Za podávání kyslíku dopravit pacienta k barokomoře a zajistit odbornou lékařskou péči.

VI. Dekomprese se zvýšeným obsahem kyslíku.

Již v úvodním kursu nitroxového potápění byl zdůrazněn příznivý vliv dýchání nitroxu se zvýšeným obsahem kyslíku (a tudíž se sníženým obsahem dusíku) v průběhu výstupu. Tak například Nitrox 50/50 může být při dodržení hodnoty $p_{O_2}^{max} = 150 \text{ kPa}$ dýchán v průběhu výstupu již od hloubky 20 metrů. V každém případě lze jen doporučit dýchání nitroxu nebo čistého kyslíku na dekompresních zastávkách, na nichž to parciální tlak kyslíku, a případně již naakumulovaná kyslíková zátěž CNS, dovolují.

V úvodním kursu byl dokonce z cvičných důvodů uveden příklad s využitím dýchání nitroxu se zvýšeným obsahem kyslíku na dekompresní zastávce, ovšem při dodržení doby zastávky určené ze vzduchových, případně nitroxových (nitrox o složení dýchaném na dně) dekompresních tabulek. Tento způsob využití směsi se sníženým (či nulovým) obsahem dusíku, a to i v průběhu prodloužené bezpečnostní zastávky, dodatečně zvyšuje bezpečnost při potápění a je doporučován.

Použití kyslíku, případně nitroxu s vysokým obsahem kyslíku, v průběhu dekomprese může být samozřejmě využito k urychlení procesu nutné dekomprese ve vodě, a tudíž ke zkrácení dekompresních časů.

Dekompresní tabulky a procedury Bühlmann / SUSV 1986 však tyto údaje neobsahují, i když doporučují dýchání kyslíku od hloubky 7 metrů (tedy při $p_{O_2}^{max} = 170 \text{ kPa}$!). Tabulky DCIEM, vydané SPČR v roce 1994, sice umožňují využití kyslíkové dekomprese, avšak na zastávce v 9 metrech, což je také v rozporu s pravidlem o $p_{O_2}^{max}$. Proto zde uvádíme odkazy na

některé tabulky, které tuto dekompresi umožňují. Před jejich případným použitím je samozřejmě nutné se s jejich využíváním důkladně seznámit.

Tabulky IANTD umožňují urychlenou dekompresi jak po ponoru se vzduchem s využitím Nitroxu 75/25 (s tím, že směs musí obsahovat minimálně 75% kyslíku, tudíž lze využít i čistého kyslíku), tak po ponoru s nitroxem (pro různé obsahy kyslíku) s využitím Nitroxu 75/25, případně Nitroxu 78/22. Tabulky vycházejí z algoritmu modelu Bühlmann ZHL-16 a jejich část je pro ilustraci uvedena v příloze I.

Francouzské tabulky MN 90 obsahují běžné tabulky vzduchové a tabulky nitroxové s kyslíkovou zastávkou v hloubce 6 m, platné pro ponory s nitroxovými směsmi v rozmezí od 32% do 40% kyslíku, s jednoduchým nomografickým převodem na EAD. Neumožňují explicitně opakované ponory. Jsou uvedeny v příloze II.

Tabulky Dräger, využívané komerčními potápěči, umožňují rovněž využít zrychlené dekomprese s kyslíkem v 6 metrech, obsahují možnost přejít na dekompresi se vzduchem (v případě nedostatku kyslíku), umožňují přepočítání na nadmořskou výšku a rovněž výpočty pro opakované ponory, ovšem se vzduchem, a k jejich využití je nutno použít koncepce ekvivalentní hloubky. Obsahují rovněž detailní výklad k jejich použití. Jejich podstatná část je uvedena v příloze III.

Na vylučování dusíku z organismu však nemá dýchání čistého kyslíku jen pozitivní vliv. Současně totiž dochází k vazokonstrikci - zúžení cév - a tím ke zmenšení průtoku krve cévami. To má samozřejmě za následek rovněž snížení rychlosti vyplavování dusíku z postižených orgánů. Bohužel jsou mezi těmito orgány právě ty nejdůležitější: mozek a srdce. Bylo zjištěno, že po hodinové expozici čistému tlakovému kyslíku se prokrvení mozku sníží oproti normálu na 79% při $p_{O_2} = 100$ kPa a na 77 % při $p_{O_2} = 150$ kPa. (*Hahn: The effect of hyperoxemia on cerebral blood flow*). To je jeden z důvodů k zavedení přestávek k dýchání směsi chudé na kyslík (tzv. Air Breaks).

Při dlouhotrvající dekompresi za dýchání čistého kyslíku nebo nitroxu, bohatého na kyslík (např. Nitrox 80/20) je vhodné dýchání tohoto media přerušit a nahradit ho směsí na kyslík chudší - obvykle hloubkovou směsí. (Název Air Breaks pochází z přerušování dýchání čistého kyslíku při léčebných postupech v rekompresní komoře). Pro tento postup hovoří více důvodů:

- snížení postupu pulmonární toxicity (OTU, Smithův efekt)
- snížení rizika toxicity CNS (Bertův efekt)
- zlepšení desaturace dusíku (viz předchozí část).

Desaturace probíhá následujícím způsobem:

1. jelikož se v dýchaném médiu (kyslík) nenachází inertní plyn, je tlakový gradient inertního plynu mezi krví a alveolami a tudíž i mezi tkáněmi a krví maximální. Desaturace je nejrychlejší.
2. v důsledku zvýšeného parciálního tlaku kyslíku a následné vazokonstrikci se sníží průtok krve tkáněmi. Přes vysoký tlakový gradient se odstraňování inertního plynu ze tkání sníží - desaturace se zpomalí.
3. při air- breaku se sníží p_{O_2} a cévy se opět roztáhnou na původní průřezy. Prokrvení se zlepší a tím se znovu zlepší i desaturace.

Přestávka, při níž se dýchá na kyslík chudší směs, by měla trvat 5 - 6 minut, v tom se většina autorit shoduje. Je to rozumné i z fyziologického hlediska - za tu dobu krev projde tkáněmi asi 5krát a efekt „nadbytečného“ kyslíku se odbourá. Rozpory bývají v určení periody, po níž by se mělo k přestávkám přistoupit - uvádí se od 6 do 25 minut, nejčastěji 12 - 15 minut pro čistý kyslík a 15 - 20 minut pro Nitrox 80/20. Doporučuje se režim **12 minut / 6 minut pro čistý kyslík**.

Nepřekročí - li však dekomprese na čistém kyslíku 15 minut, není nutno air-break provádět. Doba přestávky by se do času dekomprese neměla započítávat. Na dekompresních zastávkách by se v žádném případě neměla vyvíjet jakákoliv větší fyzická aktivita.

K praktickému využití zvýšeného obsahu kyslíku (>40 %) je nutno dodat, že jak se zásobníkem směsi, tak s další použitou technikou (s ventily a plicní automatikou), je nutno zacházet stejně, jako při využití čistého kyslíku, a musí tedy splňovat nároky na kyslíkovou čistotu a kompatibilitu s kyslíkem.

PŘÍLOHY

Příloha I: Ilustrační příklad tabulek IANTD

Příloha II: Tabulky MN 90

Příloha III: Výstupové tabulky Dräger

Příloha IV: Kurs CMAS Advanced / Confirmed Nitrox Diver

IANTD - DEKOMPRESNÍ TABULKA PRO VZDUCH

COPY RIGHT 1995 IANTD/IAND, Inc REPETITIVE DIVER Inc.

(A)	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	Hloubka (metry)			Opakovací skupina						
	125	75	51	35	25	20	17	14	12	10	9	Bezdeko. limit (minuty)									
(B) ČAS NA DNĚ	19	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6					A	00:00 01:59	02:00	POVRCHOVÉ INTERVALY		
	25	20	17	15	13	12	11	10	9	8	7					B	00:00 00:19	00:20 01:59			
	37	29	25	22	20	18	16	11	10	9	8				C	00:00 00:09	00:10 00:24	00:25 02:59			
	57	41	33	28	24	19	17	14	12	10	9			D	00:00 00:09	00:10 00:14	00:15 00:29	00:30 02:59			
	82	59	44	35	25	20							E	00:00 00:09	00:10 00:14	00:15 00:24	00:25 03:59	00:45 03:59			
	111	65	51										F	00:00 00:19	00:20 00:29	00:30 00:44	00:45 01:14	01:15 01:29		01:30 07:59	
	125	75											G	00:00 00:24	00:25 00:44	00:45 00:59	01:00 01:14	01:15 01:39		01:40 11:59	12:00
													H	00:50 01:04	01:05 01:34	01:35 02:09	02:10 02:59	03:00 03:59	04:00 05:39	05:40 23:59	24:00
													K	03:00 03:59	04:00 04:59	05:00 05:59	06:00 06:59	07:00 07:59	08:00 09:19	09:20 38:59	39:00
													L	06:00 06:59	07:00 08:29	08:30 09:59	10:00 11:59	12:00 13:59	14:00 16:29	16:30 47:59	48:00
(D) OPAK. SKUPINA NA KONCI POVRCH. INTERVALU												G	F	E	D	C	B	A		hl. (m)	
(E) TABULKA OPAKOVANÝCH PONORŮ												137	111	82	57	37	25	19	RNT	12	
												115	88	59	41	29	20	16	RNT	15	
												91	68	44	33	25	17	14	RNT	18	
												72	53	37	28	22	15	12	RNT	21	
												57	42	30	24	20	13	11	RNT	24	
												47	35	26	21	18	12	10	RNT	27	
												40	30	23	19	16	11	9	RNT	30	
												35	27	21	17	14	10	8	RNT	33	
												31	24	19	15	12	9	7	RNT	36	
												27	21	17	14	11	8	7	RNT	39	
												25	19	16	13	10	7	6	RNT	42	
												23	17	14	11	9	7	6	RNT	45	
												21	16	13	10	8	6	6	RNT	48	
20	15	12	9	7	5	5	RNT	51													
ČASOVÁ PŘIRÁŽKA - ZBYTKOVÝ DUSÍK																					

A plánovaná hloubka

B Cas na dně

C křížově nalezte interval pobytu na hladině

D zjistí opakovací skupinu na konci povrch intervalu

E zjistí časovou přírážku pro hloubku násł. ponoru

V těchto tabulkách není zohledněna kondice potápěče, obtížnost ponoru, teplota vody, atp.

Tyto tabulky jsou určeny pro použití vzduchu jako dekompresního plynu. Při použití EAN 50%, či směsi s vyšším obsahem kyslíku jsou nutné zastávky v hladinách 6 a 4,5 metru. Zastávka v 4,5 metrech musí být provedena skutečně v této hloubce. Tyto tabulky vycházejí z algoritmu Buehlmann ZH-L 16 pro ponory v nadmořských výškách 0 - 300 metrů.

IANTD - DEKOMPRESNÍ TABULKA PRO VZDUCH A PRO DEKOMPRESI S EAN 75% A VÍCE

COPY RIGHT 1995 IANTD/IAND, Inc REPETITIVE DIVER Inc.

Hloubka m	čas min	metry								R G			
		air							>75%O2				
		18	15	12	9	6	4,5	6	4,5				
12	150						1		1	G			
15	90						5		3	G			
	120						19		9	H			
18	60						6		4	F			
	70						11		6	G			
	80						16		9	G			
	90						24		12	H			
	100						31		15	H			
	110						37		18	H			
21	120						45		21	H			
	50						10		6	F			
	60						17		9	G			
	70						24		13	H			
	80						35		17	H			
	90						43		22	H			
24	100					1	52	1	24	H			
	110					3	71	2	26	K			
	120					5	87	3	33	K			
	40						11		6	F			
24	50						19		10	G			
	60					1	28	1	14	G			
	70					3	38	2	19	G			
	80					5	46	4	22	H			
	90					7	64	4	26	K			
	100					9	84	5	31	K			
	110					9	101	6	39	K			
	120					12	114	7	45	L			
27	30						9		6	F			
	40						17		10	G			
	50					3	26	2	14	G			
	60					2	4	38	3	18	H		
	70					4	6	47	4	23	H		
	80					7	8	69	5	26	H		
	90					10	9	92	6	34	K		
	100					14	11	108	6	43	K		
27	110					17	14	129	8	49	K		
	120					21	14	151	8	55	L		
	25						9		6	E			
	30						1	12	1	7	F		
	40					1	3	22	2	11	G		
	50					4	4	35	3	16	H		
27	60					7	6	46	4	22	H		
	70					11	8	68	5	26	H		
	80					2	13	10	94	6	36	K	
	90					4	16	13	112	8	44	K	
	100					6	20	14	140	8	52	K	
	110					9	24	14	171	8	60	L	
33	25						1	11	1	7	F		
	30						1	2	16	2	9	G	
	40						4	4	27	3	14	G	
	50						8	6	41	4	20	H	
	60					3	10	8	61	5	26	K	
	70					6	13	9	92	6	34	L	
33	80					9	16	13	113	8	44	L	
	90					12	21	14	143	8	53	L	
	100					2	14	25	14	181	8	63	L
	20						1	9	1	6	E		
36	25						1	2	14	2	7	F	
	30						3	3	18	2	11	G	
	40					1	7	4	34	3	16	G	
	50					4	10	6	48	4	24	H	
	60					7	13	9	83	6	30	H	
	70					2	10	16	12	110	7	43	L
	80					4	12	21	14	142	9	52	L
	90					7	15	25	15	184	9	63	L
100					9	17	29	19	229	10	74	L	

Hloubka m	čas min	metry										R G				
		air								>75%O2						
		21	18	15	12	9	6	4,5	6	4,5						
39	15									1	6	1	4	F		
	20								1	2	11	1	7	F		
	25								3	2	17	2	9	G		
	30							1	4	4	23	3	12	G		
	40							4	7	6	41	4	19	H		
	50						1	7	11	8	66	5	26	H		
	60						4	9	16	10	102	6	39	K		
	70						7	11	20	15	133	9	50	K		
42	80					1	9	15	25	15	178	9	62	L		
	15								2	7	1	5	E			
	20								2	2	12	2	7	F		
	25							1	4	3	18	2	11	G		
	30							3	6	4	26	3	14	G		
	40						2	6	9	6	46	4	23	G		
	50						5	8	13	9	85	6	31	H		
	60						1	7	11	17	14	116	8	46	K	
45	70					3	9	15	24	14	163	8	58	L		
	10									4		3	E			
	15								1	2	8	1	5	E		
	20							1	3	2	15	2	8	F		
	25							3	4	4	22	3	11	G		
	30						1	4	7	4	33	3	16	H		
	40						4	7	10	7	55	5	25	H		
	50						2	6	10	15	11	101	6	39	K	
48	60					5	8	13	22	14	142	8	53	K		
	10									5		4	E			
	15								2	2	10	1	6	F		
	20							2	4	2	17	2	9	F		
	25						1	3	6	4	26	3	13	G		
	30						3	4	8	5	39	3	19	H		
	35						4	7	10	6	48	4	24	H		
	40						2	5	7	12	9	73	6	27	H	
51	50					5	7	11	17	14	113	8	45	K		
	10									1	5	1	3	E		
	15								1	3	1	12	1	7	F	
	20							1	2	4	3	19	2	11	G	
	25							2	4	7	4	30	3	15	G	
	30						1	3	6	8	6	43	4	21	H	
	35						2	5	7	11	8	59	5	26	H	
	40						4	6	9	14	9	89	6	33	K	
54	50					3	5	9	12	21	14	136	8	51	K	
	60					5	8	11	17	28	14	201	8	69	L	
	10									1	1	6	1	4	E	
	15								2	2	3	12	2	7	F	
	20							2	3	4	4	22	3	11	G	
	25						1	3	4	8	4	36	3	17	H	
	30						2	4	7	9	6	48	4	24	H	
	35						1	3	6	8	12	9	76	6	27	K
57	40					2	5	6	10	16	11	102	6	40	K	
	50					6	5	10	15	24	14	156	6	57	K	
	10									2	1	6	1	4	E	
	15								3	3	2	14	2	8	F	
	20								3	3	6	4	25	3	12	G
	25							2	4	5	7	6	40	4	19	H
	30						1	3	5	7	11	7	56	4	26	H
	35						2	5	6	9	14	9	90	6	33	K
60	10									2	2	7	1	5	E	
	15							1	3	3	3	16	2	9	F	
	20							1	3	4	6	4	28	3	14	G
	25						1	2	4	6	9	6	44	4	21	H
	30						2	4	6	7	12	9	70	5	27	K

IANTD DEKOMPRESNÍ TABULKA PRO EAN 32%

COPYRIGHT 1995 IANTD/IAND, Inc REPETITIVE DIVER Inc.

(A)	12	15	18	21	24	27	30	33	36	Hloubka (metry)	Opakovací skupina									
	154	125	75	51	35	25	20	20	17	Bezdeko.limit (minuty)										
(B)	25	19	16	14	12	11	10	10	9		A	00:00 01:59	02:00	POVRCHOVÉ INTERVALY						
	37	25	20	17	15	13	12	12	11		B	00:00 00:19	00:20 01:59							
	55	37	29	25	22	20	18	18	16		C	00:00 00:09	00:10 00:24		00:25 02:59					
	81	57	41	33	28	24	19	19	17		D	00:00 00:09	00:10 00:14		00:15 00:29	00:30 02:59				
	105	82	59	44	35	25	20	20			E	00:00 00:09	00:10 00:14		00:15 00:24	00:25 03:59	00:45 04:00			
	130	111	65	51							F	00:00 00:19	00:20 00:29		00:30 00:44	00:45 01:14	01:15 01:29	01:30 07:59		
	154	125	75								G	00:00 00:24	00:25 00:44		00:45 00:59	01:00 01:14	01:15 01:39	01:40 11:59	02:10 12:00	
											H	00:50 01:04	01:05 01:34		01:35 02:09	02:10 02:59	03:00 03:59	04:00 05:39	05:40 23:59	24:00
											K	03:00 03:59	04:00 04:59		05:00 05:59	06:00 06:59	07:00 07:59	08:00 09:19	09:20 38:59	39:00
											L	06:00 06:59	07:00 08:29		08:30 09:59	10:00 11:59	12:00 13:59	14:00 16:29	16:30 47:59	48:00
(D) OPAK. SK. NA KONCI POVRCH. INTERV.										G	F	E	D	C	B	A		hl. (m)		
(E)	154	130	105	81	55	37	25	RNT	12											
	137	111	82	57	37	25	19	RNT	15											
	115	88	59	41	29	20	16	RNT	18											
	91	68	44	33	25	17	14	RNT	21											
	72	53	37	28	22	15	12	RNT	24											
	57	42	30	24	20	13	11	RNT	27											
	47	35	26	21	18	12	10	RNT	30											
	47	35	26	21	18	12	10	RNT	33											
40	30	23	19	16	11	9	RNT	36												
										ČASOVÁ PŘIRÁŽKA zbytkový čas										

A plánovaná hloubka

B čas na dně

C křížově najdi interval pobytu na hladině

D zjisti opakovací skupinu na konci povrchového intervalu

E zjisti časovou přírážku pro hloubku následujícího ponoru

Tyto tabulky jsou určeny pro použití s EAN32% a dekompresním plynem EAN 32%.
 Nebo pro zrychlenou dekompresi s EAN 75% a více.
 Tyto tabulky mají základ v Buehlmannově ZHL-16 algoritmu pro nadmořskou výšku 0-300 metrů
 Byly vypočteny programem Cybortronix DPA.
 Opakovací skupiny nejsou přenosné do jiných tabulek
 3 minutové bezpečnostní zastávky jsou povinné pro všechny ponory.

IANTD DEKO - TABULKA PRO EAN 32% SE ZRYCHLENOU DEKOMPRESÍ S EAN >=75 %

Hloubka m	čas min	metry						RG
		EAN 32%				>75%O2		
		12	9	6	4,5	6	4,5	
15	150				4		2	G
18	80				2		1	G
	100				7		5	H
21	60				5		3	F
	70				8		5	G
	80				13		8	G
	90				18		10	H
	100				24		14	H
	110				29		17	K
	120				33		21	K
24	40				3		2	E
	50				7		5	F
	60				12		8	G
	70				18		11	H
	80				25		15	H
	90				32		20	H
	100				38		23	K
	110			1	47	1	25	K
	120			2	61	2	30	K
27	30				3		2	E
	40				8		5	F
	50				13		9	G
	60				21		13	G
	70			1	29	1	17	H
	80			3	35	2	21	H
	90			4	41	3	25	K
	100			7	55	5	27	K
	110		2	8	68	5	35	K
	120		4	8	80	6	41	K
130		5	11	89	7	47	K	
30	20				1		1	E
	25				3		3	F
	30				6		5	F
	40				13		9	G
	50			1	20	1	12	G
	60			3	28	3	16	H
	70		1	5	36	4	21	H
	80		3	6	42	4	25	H
	90		5	8	59	5	29	K
	100		8	8	74	6	37	K
	110		10	11	85	7	44	K
	120		13	12	96	8	50	L

Hloubka m	čas min	metry						RG	
		EAN 32%				>75%O2			
		15	12	9	6	4,5	6		4,5
33	20					3		2	E
	30					10		7	F
	40				2	16	1	11	G
	50			1	4	23	3	15	G
	60			4	4	34	3	20	H
	70			6	6	41	4	25	H
	80			9	8	58	5	29	K
	90			13	8	76	5	39	K
	100		2	14	11	88	8	45	K
	110		3	17	13	102	9	51	L
36	20					5		4	E
	30				1	12	1	8	F
	40			2	3	20	2	12	G
	50			5	4	30	3	17	H
	60			8	5	40	4	23	H
	70		2	10	7	55	5	27	K
	80		4	12	8	75	6	38	K
	90		6	15	11	88	8	46	K
	100		8	18	13	105	9	53	L
	39	15					3		3
20						7		5	E
30				1	2	15	2	9	F
40				5	3	23	2	15	G

ZRYCHLENÁ DEKOMPRESI MUSÍ BÝT
VYKONÁNA S POUŽITÍM MINIMÁLNĚ 75 % KYSLÍKU

IANTD RUNTIME TABULKA PRO EAN 31 % A 78 % ZRYCHLENOU DEKOMPRESI

Copyright 1995 IANTD, Inc. Repetitive Diver, Inc.

Hloubka m	čas min	metry			% CNS
		>78%O2			
		9	6	4,5	
24	90			110	46
	100			124	52
	110			137	57
	120		123	152	64
	130		134	168	70
	140		145	185	78
	150		156	200	84
	160		168	215	91
	170		179	230	97
	180		190	244	104
27	70		74	90	42
	80		85	105	48
	90		96	119	56
	100		107	133	63
	110	113	119	151	71
	120	124	130	169	79
	130	135	142	186	88
	140	146	154	202	96
30	150	157	166	218	104
	60		65	81	39
	70	74	77	97	46
	80	85	89	112	54
	90	96	101	127	61
	100	107	113	146	71
	110	119	125	165	80
	120	131	138	183	89
130	142	150	200	97	
140	158	162	217	106	

Hloubka m	čas min	metry					% CNS	
		EAN 31 %		>78%O2				
		15	12	9	6	4,5		
33	50			54	56	70	38	
	60			65	68	87	47	
	70			77	81	104	57	
	80			89	93	119	64	
	90			101	106	139	76	
	100		104	113	119	180	86	
	110		116	126	134	181	96	
	120		128	140	148	200	105	
	36	40			44	47	59	36
		50			56	60	76	47
60				68	73	94	58	
70			74	81	86	112	67	
80			86	94	100	133	78	
90			98	107	115	156	90	
39	100		110	121	130	178	103	
	30			35	36	45	34	
	40			47	49	63	45	
	50		54	60	63	82	57	
	60		66	73	77	102	68	
	70		79	87	93	123	83	
	80		91	101	108	147	97	
	90	94	104	116	124	171	112	

ZRYCHLENÁ DEKOMPRESI MUSÍ BÝT VYKONÁNA ZA POUŽITÍ 75 % NEBO VYŠŠÍHO PODÍLU KYSLÍKL

Run Times jsou vypočteny pro příchozí čas z každé zastávky za použití Cybotronics DPA Software.

Deko časy musí být vykonány za použití EAN78%.

Zvyšování f_{O_2} zvýší kyslíkovou zátěž CNS.

Pro určení RG použijte IANTD tabulky pro zrychlenou dekompresi s EAN 30%

Příloha II. Tabulky MN 90

Vysvětlivky k tabulkám:

1.Tabulka MN 90 Nitrox O2 6M k použití k potápění s nitroxem s podílem kyslíku od 32 % až do 40 % a s dekompresí s kyslíkem na zastávce v hloubce 6 m.

1. sloupec: čas na dně

1. řádek: maximální dosažená hloubka

ostatní řádky: čas na zastávce 6 m v minutách

2.Tabulka MN 90 AIR k použití při potápění se vzduchem a s dekompresí se vzduchem. Rychlost výstupu 15 až 17 metrů za minutu, bezpečnostní zastávka 3 minuty ve 3 metrech.

1. sloupec: čas na dně

1. řádek: maximální dosažená hloubka

ostatní řádky: čas na zastávkách 6 m a 3 m v minutách

3.Nomogramy pro bezpečné potápění s nitroxem (3 směsi)

skutečná hloubka v metrech

nulový čas vztažený k dané hloubce

na konci řádků ekvivalentní vzduchová hloubka EAD

příklad: Nitrox 40/60,skutečná hloubka 29 m, EAD = 20 m.

Pak použít tabulku MN 90 O2 6M nebo MN 90 AIR

Rychlost výstupu 15 až 17 metrů za minutu, bezpečnostní zastávka 3 minuty ve 3 metrech.

Navíc je přiložena tabulka maximálních operačních hloubek pro 3 nitroxy a pro 3 hodnoty přípustného parciálního tlaku O2 (v barech).

Tab.1: Tabulka MN 90 Nitrox O2 6M pro EAN 32% - EAN 36% - EAN 40%

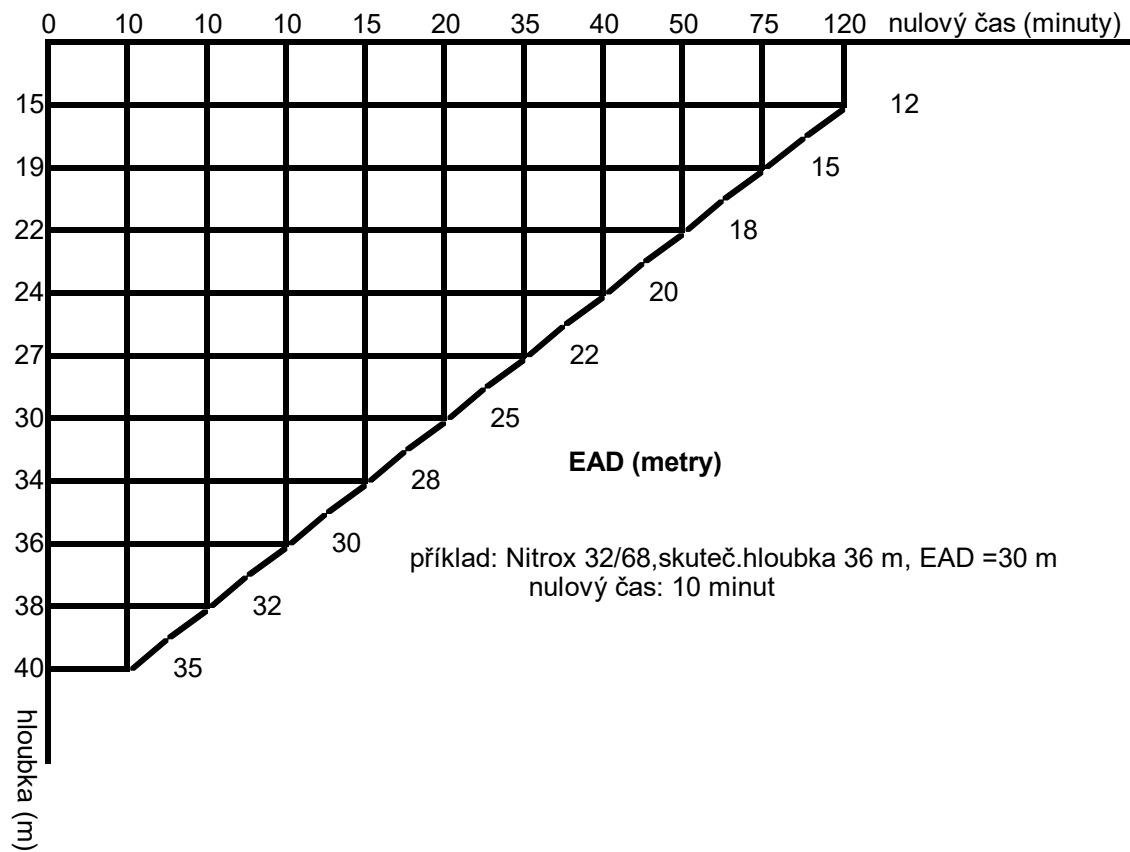
čas na dne (minuty)	maximální dosažená hloubka / čas na zastávce v 6 metrech s dýcháním O2								
	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m
15							1	1	2
20							2	2	4
25						1	3	4	8
30					1	4	6	10	14
35					4	8	12	15	20
40				2	7	13	16	20	26
45			1	5	11	17	22	26	32
50			3	8	14	22	26	31	38
55		1	6	11	18	26	30	36	44
60		4	9	14	22	30	36	41	48
65		6	11	17	25	34	40	45	
70		8	14	20	28	38	44	49	
75		10	16	22	32	42			
80	2	12	18	25	35	45			
85	3	14	20	28	38	49			
90	4	16	23	30	41	53			

Tab.2: Tabulka MN 90 AIR k použití pro potápění a dekompresi se vzduchem.

Rychlost výstupu 15-17 m/min. Bezpečnostní zastávka 3 min ve 3 metrech

čas na dně (minuty)	15 m		18 m		20 m		22 m		25 m		28 m		30 m		32 m		35 m	
	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m	6 m	3 m
10																		
15														1		1		2
20												1		2		3		5
25									1		2		4		6		11	
30									2		6		9		14	1	20	
35									5		12		17		22	2	27	
40							2		10		19		24	1	29	5	34	
45						1	7		16		25	1	31	4	34	9	39	
50						4	12		21		32	3	36	7	39	14	43	
55				1		9	16		27	2	36	6	39	11	43	18	47	
60				5		13	20		32	4	40	10	43	15	46	22	50	
65				8		16	25		37	8	43	14	46	19	48			
70				11		20	29	1	41	11	46	17	48	23	50			
75				14		24	33	4	43	14	48							
80		2		17		27	37	7	45	17	50							
85		4		21		30	41	9	48	20	53							
90		6		23		34	44	11	50	23	56							

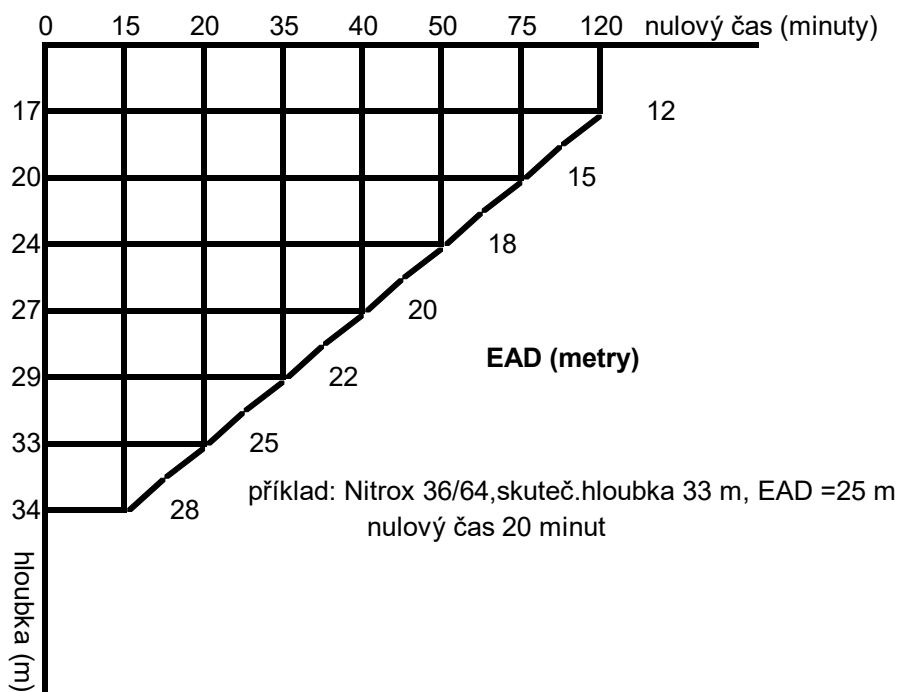
Tab. 3.1: EAD pro NITROX 32 %



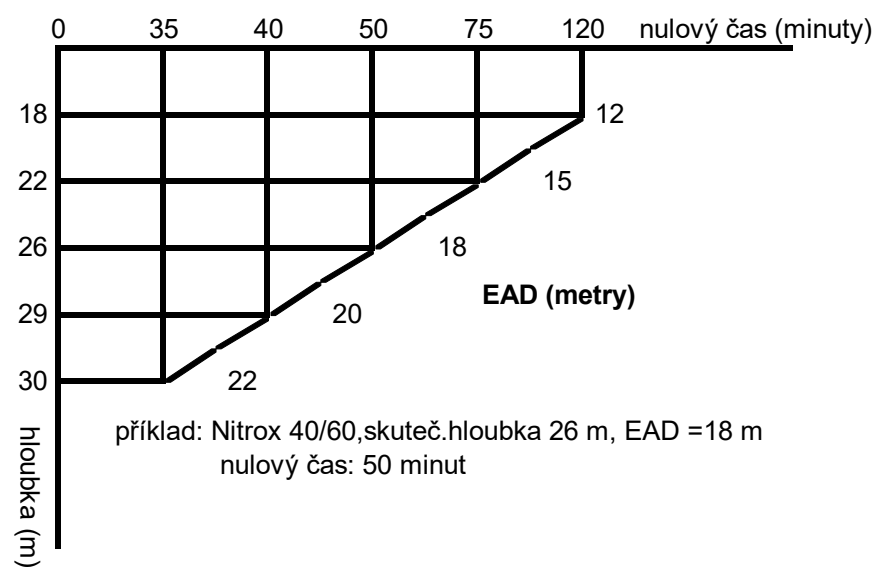
Tab. 4: Stanovení max. operační hloubky

MOD (m)	Nitrox		
$p_{O_2}^{max}$ (bar)	32/68	36/64	40/60
1,4	33	28	25
1,5	36	31	27
1,6	40	34	30

Tab. 3.2: EAD pro NITROX 36 %



Tab. 3.3: EAD pro NITROX 40 %



Příloha III. Výstupové tabulky Dräger

Vysvětlivky k tabulkám:

(tabulky jsou určeny pro pracovní potápění)

1. Všeobecné

V této příloze se nacházejí vybrané tabulky, související s výstupem z hloubky následovně :

Tab. 2: Výstupy s dýcháním vzduchu z hloubek větších než 10,5 m.

Tab. 3: Výstupy s dýcháním kyslíku od dekompresní zastávky 6 m pro ponory do hloubek větších než 10,5 m.

Tab. 5: Korekce hloubky ponoru pro ponory v nadmořských výškách větších než 300 m n.m.

Tab. 6: Časové přirážky pro výstupy po opakovaných ponorech.

Výstup je možno provádět alternativně podle

- Tab. 2: Dýchání vzduchu

nebo

- Tab. 3: Dýchání kyslíku od 6 m,

přičemž z hlediska příznivého fyziologického působení je dle možnosti doporučeno dýchání kyslíku dle Tab. 3.

2. Omezení rozsahu platnosti tabulek 2 a 3.

2.1 Hloubka ponoru

Tabulky platí pro hloubky ponoru v rozmezí 10,6 až 50 metrů - zde jsou omezeny hloubkou 45 metrů.

2.2 Celková doba dekomprese

Celková doba dekomprese pro jeden ponor nesmí překročit tlustší vodorovnou čáru vyznačenou v Tab. 2 a Tab. 3.

2.3. Tlak vzduchu v místě potápění

Hodnoty, uvedené v tabulkách, jsou vypočteny pro tlak v místě potápění rovný 1000 hPa (1bar). Při poklesu tlaku vzduchu pod 970 hPa v důsledku potápění ve větších nadmořských výškách (větších než 300 m n.m.) a v důsledku kolísání atmosférického tlaku (tlaková níže) je zapotřebí vzít v úvahu korekce udané v Tab.5 (viz článek 8).

2.4 Opakované ponory

Časy udané ve výstupových tabulkách Tab. 2 a Tab. 3 platí pouze pro jediný ponor. Ke stanovení výstupových časů po opakovaných ponorech je zapotřebí dbát pokynů uvedených v článku 9.

3. Všeobecné pokyny (k použití)

3.1 Mají-li být konány činnosti v různých hloubkách, je nutno ponor naplánovat tak, aby byly zahájeny v největší hloubce ponoru a aby vždy následující hloubka prováděných činností byla menší než předchozí.

3.2 V průběhu činnosti nesmí potápěč vystoupit do hloubky menší než je stanovená hloubka první dekompresní zastávky.

3.3 Také při pracích v hloubkách do 10,5 m a bez nutnosti dodržení dekompresních zastávek je nutno se vyvarovat opakovaných výstupů a zanoření ("jojo potápění"), jelikož tím znatelně narůstá riziko výskytu dekompresní nehody.

3.4 Při výstupu bez dodržení dekompresních zastávek nesmí být překročena maximální rychlost výstupu 10 m/min. Při výstupech s předepsaným dodržím dekompresních zastávek je nutno dodržet údaje uvedené ve výstupových tabulkách.

3.5 Nedodržel-li potápěč nedopatřením výdrž na dekompresní zastávce, musí se vrátit okamžitě po vynoření zpět na tu zastávku, kterou předčasně opustil jako první. Ke stanovení výdrží na zastávkách je nutno čas (*na dně*) předcházejícího ponoru prodloužit o dobu, za kterou bylo dosaženo nejhlubší předčasně opuštěné zastávky.

3.6 Potápěč, který má být bezprostředně po svém ponoru nasazen jako jisticí potápěč, zásadně nesmí vyčerpat svůj maximální přípustný čas na dně. Navíc musí být po plánovaném ponoru přípustný opakovaný ponor (viz poslední sloupec výstupové tabulky).

4. Použití výstupových tabulek

4.1 Výstupová tabulka slouží k výstupu po středně těžké práci. Byla-li vykonávána těžká tělesná práce, je nutno ke stanovení způsobu výstupu prodloužit skutečný čas na dně o jeden časový stupeň.

4.2 Není-li čas na dně nebo dosažená maximální hloubka přímo uvedena v tabulce, je nutno ke stanovení způsobu dekompresce použít nejbližší větší hodnotu.

4.3 V tabulce udaná výdrž na zastávce zahrnuje čas výstupu na další vyšší zastávku případně na hladinu.

4.4 Není-li možno dodržet čas na zastávce ve 3 metrech (např. kvůli stavu moře nebo proudu), je nutno provést dekompresi na zastávce v hloubce 6 m. Zde je však nutno výdrž, udanou pro zastávku ve 3 m, prodloužit o 10 minut.

5. Výstup s kyslíkem

Při výpadku zařízení pro dodávku kyslíku je nutno provést výstup dle tabulky pro dýchání vzduchu (Tab. 2).

6. Činnost potápěče po dekompresi

6.1 V průběhu dvou hodin po ukončení dekomprese nesmí potápěč vykonávat žádnou těžkou tělesnou práci.

6.2 Do 12 hodin po dekompresi se potápěč musí nacházet v místech umožňujících dosažení provozuschopné dekompresní komory do 3 hodin.

7. Nouzová dekomprese (dekomprese v dekompresní komoře) se používá výlučně v nouzových situacích - tabulka zde není uvedena.

8. Potápění ve výškách větších než 300 m n.m., případně při atmosférickém tlaku vzduchu v místě potápění nižším než 970 hPa

8.1 Při poklesu atmosférického tlaku vzduchu v místě nasazení pod hodnotu 970 hPa je zapotřebí dobu výstupu prodloužit dle Tab. 5. To je obvyklé při nadmořské výšce místa potápění větší než 300 m n.m., avšak v závislosti na kolísání atmosférického tlaku povětrnostními vlivy může být potřebná korekce již dříve nebo později (*v menších či větších nadmořských výškách*).

8.2. Stanovení výpočetní hloubky se provádí následovně:

1. Stanovení skutečné hloubky

2. Stanovení nadmořské výšky místa potápění v metrech nadmořské výšky (m n.m.) příp. atmosférického tlaku vzduchu.

3. Odečet výpočetní hloubky z tabulky 5: výpočetní hloubka je hodnota, nacházející se v průsečíku skutečné hloubky se sloupcem výšky, případně atmosférického tlaku.

Příklad:

Skutečná hloubka: 30 m

Nadmořská výška: 850 m n.m.

Výpočetní hloubka: 36 m.

Hodnota výpočetní hloubky je základem k odečtu výstupových časů (*stanovení způsobu výstupu*) v Tab. 2 příp. Tab. 3.

Výpočetní hloubka může mít hodnotu větší než 50 m. V tabulkách Tab. 2 a Tab. 3 vyznačené maximální přípustné dekompresní časy však nesmějí být překročeny.

9. Opakované ponory

9.1 Po ponorech, označených v Tab. 2 a Tab. 3 v posledním sloupci slovem "**ano**" (původně "ja") je v průběhu 12 hodin přípustný další (opakovaný) ponor.

Po ponorech označených "**ne**" (pův. "nein") není přípustný žádný opakovaný ponor.

Stanovení způsobu výstupu po opakovaném ponoru je možné dle metody uvedené v odstavcích 9.2 a 9.3.

Po opakovaných ponorech do hloubek větších než 7 metrů se doporučuje dle možnosti dodržet zastávku 3 minuty ve 3 metrech, a to i když tabulky žádnou zastávku nepředepisují.

9.2 Ke stanovení dekompresního postupu po opakovaném ponoru se skutečná doba ponoru (*skutečný čas na dně*) opakovaného ponoru prodlouží o časovou přírážku, která se vyhledá v Tab.6. Tato přírážka se odečte v průsečíku sloupce pro povrchový interval a řádku hloubky opakovaného ponoru. Časová přírážka je určena výlučně údaji o opakovaném ponoru, údaj o předchozím ponoru je zohledněn poznámkou v posledním sloupci Tab. 2 příp. Tab. 3.

Výpočetní příklad :

1.ponor: (hloubka ponoru 33 m)

(čas na dně 35 min)

= opakovaný ponor přípustný

Opakovaný ponor: hloubka ponoru 30 m

čas na dně 30 min

povrchový interval 90 min

z Tab.6: časová přírážka 25 min

= výpočetní čas na dně 55 min

z Tab.2: doba výstupu 54:45 min

9.3 Odlišně od odstavce 9.2 je možné stanovení výstupových časů (*dekompresních postupů*) rovněž tak, že oba provedené ponory se spojí do jednoho, přičemž jednotlivé časy se sečtou a použije se největší dosažená hloubka z obou ponorů. Stanovení doby výstupu se provede pomocí Tab. 2 či Tab. 3.

Tab. 2: Tabulky pro potápění a dekompresi se vzduchem

Hloubka ponoru 12 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
165	1:00	-	-	-	-	-	-	1:00	ano
170	0:45	-	-	-	-	-	3	3:45	ano
180	0:45	-	-	-	-	-	5	5:45	ano
210	0:45	-	-	-	-	-	10	10:45	ne
240	0:45	-	-	-	-	-	15	15:45	ne
270	0:45	-	-	-	-	-	25	25:45	ne
300	0:45	-	-	-	-	-	30	30:45	ne
330	0:45	-	-	-	-	-	35	35:45	ne
360	0:45	-	-	-	-	-	40	40:45	ne

Hloubka ponoru 15 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
80	1:15	-	-	-	-	-	-	1:15	ano
90	1:00	-	-	-	-	-	3	4:00	ano
100	1:00	-	-	-	-	-	5	6:00	ano
110	1:00	-	-	-	-	-	7	8:00	ano
120	1:00	-	-	-	-	-	12	13:00	ano
130	1:00	-	-	-	-	-	15	16:00	ano
140	1:00	-	-	-	-	-	20	21:00	ano
150	1:00	-	-	-	-	-	25	26:00	ano
160	1:00	-	-	-	-	-	25	26:00	ne
170	1:00	-	-	-	-	-	30	31:00	ne
180	1:00	-	-	-	-	-	35	36:00	ne
210	1:00	-	-	-	-	-	45	46:00	ne
240	1:00	-	-	-	-	-	60	61:00	ne
270	1:00	-	-	-	-	-	70	71:00	ne

Hloubka ponoru 18 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
50	1:30	-	-	-	-	-	-	1:30	ano
55	1:15	-	-	-	-	-	3	4:15	ano
60	1:15	-	-	-	-	-	5	6:15	ano
70	1:15	-	-	-	-	-	7	8:15	ano
80	1:15	-	-	-	-	-	15	16:15	ano
90	1:15	-	-	-	-	-	20	21:15	ano
100	1:15	-	-	-	-	-	25	26:15	ano
110	1:15	-	-	-	-	-	30	31:15	ano
120	1:15	-	-	-	-	-	25	36:15	ano
130	1:00	-	-	-	-	3	40	44:00	ano
140	1:00	-	-	-	-	5	45	51:00	ano
150	1:00	-	-	-	-	7	50	58:00	ano
160	1:00	-	-	-	-	10	50	61:00	ano
170	1:00	-	-	-	-	12	55	68:00	ano
180	1:00	-	-	-	-	15	60	76:00	ne
210	1:00	-	-	-	-	20	70	91:00	ne

Hloubka ponoru 21 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
35	1:45	-	-	-	-	-	-	1:45	ano
40	1:30	-	-	-	-	-	3	4:30	ano
45	1:30	-	-	-	-	-	5	6:30	ano
50	1:30	-	-	-	-	-	7	8:30	ano
60	1:30	-	-	-	-	-	15	16:30	ano
70	1:30	-	-	-	-	-	20	21:30	ano
80	1:15	-	-	-	-	3	25	29:15	ano
90	1:15	-	-	-	-	5	30	36:15	ano
100	1:15	-	-	-	-	7	35	43:15	ano
110	1:15	-	-	-	-	10	40	51:15	ano
120	1:15	-	-	-	-	15	45	61:15	ano
130	1:15	-	-	-	-	20	50	71:15	ano
140	1:15	-	-	-	-	25	55	81:15	ano
150	1:00	-	-	-	3	25	60	89:00	ne
180	1:00	-	-	-	5	40	75	121:00	ne

Hloubka ponoru 24 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
25	2:00	-	-	-	-	-	-	2:00	ano
30	1:45	-	-	-	-	-	3	4:45	ano
35	1:45	-	-	-	-	-	5	6:45	ano
40	1:45	-	-	-	-	-	7	8:45	ano
45	1:45	-	-	-	-	-	10	11:45	ano
50	1:45	-	-	-	-	-	15	16:45	ano
60	1:30	-	-	-	-	3	20	24:30	ano
70	1:30	-	-	-	-	5	30	36:30	ano
80	1:30	-	-	-	-	10	35	46:30	ano
90	1:30	-	-	-	-	15	40	56:30	ano
100	1:15	-	-	-	3	20	45	69:15	ano
110	1:15	-	-	-	3	25	50	79:15	ano
120	1:15	-	-	-	3	30	60	94:15	ano
130	1:15	-	-	-	5	30	65	101:15	ano
140	1:15	-	-	-	10	35	70	116:15	ne
150	1:15	-	-	-	10	40	75	126:15	ne

Hloubka ponoru 27 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
20	2:15	-	-	-	-	-	-	2:15	ano
25	2:00	-	-	-	-	-	3	5:00	ano
30	2:00	-	-	-	-	-	5	7:00	ano
35	2:00	-	-	-	-	-	10	12:00	ano
40	1:45	-	-	-	-	3	12	16:45	ano
45	1:45	-	-	-	-	3	15	19:45	ano
50	1:45	-	-	-	-	5	20	26:45	ano
60	1:45	-	-	-	-	7	30	38:45	ano
70	1:45	-	-	-	3	12	35	51:45	ano
80	1:30	-	-	-	3	17	40	61:30	ano
90	1:30	-	-	-	5	25	50	81:30	ano
100	1:30	-	-	-	10	30	55	96:30	ano
110	1:30	-	-	-	12	30	65	108:30	ano
120	1:30	-	-	-	15	35	70	121:30	ano
130	1:15	-	-	3	20	40	75	139:15	ne

Hloubka ponoru 30 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
15	2:30	-	-	-	-	-	-	2:30	ano
20	2:15	-	-	-	-	-	3	5:15	ano
25	2:15	-	-	-	-	-	5	7:15	ano
30	2:15	-	-	-	-	-	10	12:15	ano
35	2:00	-	-	-	-	3	12	17:00	ano
40	2:00	-	-	-	-	5	17	24:00	ano
45	2:00	-	-	-	-	7	20	29:00	ano
50	2:00	-	-	-	-	10	25	37:00	ano
60	1:45	-	-	-	3	15	35	54:45	ano
70	1:45	-	-	-	5	20	40	66:45	ano
80	1:45	-	-	-	10	25	50	86:45	ano
90	1:30	-	-	3	12	30	60	106:30	ano
100	1:30	-	-	3	17	35	65	121:30	ano
110	1:30	-	-	3	20	40	75	139:30	ne

Hloubka ponoru 33 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
12	2:45	-	-	-	-	-	-	2:45	ano
15	2:30	-	-	-	-	-	3	5:30	ano
20	2:30	-	-	-	-	-	5	7:30	ano
25	2:15	-	-	-	-	3	7	12:15	ano
30	2:15	-	-	-	-	3	12	17:15	ano
35	2:15	-	-	-	-	5	15	22:15	ano
40	2:00	-	-	-	3	7	20	32:00	ano
45	2:00	-	-	-	3	10	25	40:00	ano
50	2:00	-	-	-	5	15	30	52:00	ano
60	2:00	-	-	-	10	20	40	72:00	ano
70	1:45	-	-	3	12	25	50	91:45	ano
80	1:45	-	-	3	15	30	60	109:45	ano
90	1:45	-	-	5	20	35	65	126:45	ano
100	1:45	-	-	10	25	40	75	151:45	ne

Hloubka ponoru 36 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
10	3:00	-	-	-	-	-	-	3:00	ano
15	2:45	-	-	-	-	-	3	5:45	ano
20	2:45	-	-	-	-	-	7	9:45	ano
25	2:30	-	-	-	-	3	12	17:30	ano
30	2:30	-	-	-	-	5	17	24:30	ano
35	2:15	-	-	-	3	10	20	35:15	ano
40	2:15	-	-	-	3	12	25	42:15	ano
45	2:15	-	-	-	5	15	30	52:15	ano
50	2:00	-	-	3	7	20	35	67:00	ano
60	2:00	-	-	3	12	25	45	87:00	ano
70	2:00	-	-	5	15	30	55	107:00	ano
80	2:00	-	-	7	20	35	65	129:00	ano
90	1:45	-	3	12	25	40	75	156:45	ne

Hloubka ponoru 39 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
8	3:15	-	-	-	-	-	-	3:15	ano
10	3:00	-	-	-	-	-	3	6:00	ano
15	3:00	-	-	-	-	-	5	8:00	ano
20	2:45	-	-	-	-	3	7	12:45	ano
25	2:45	-	-	-	-	5	15	22:45	ano
30	2:30	-	-	-	3	7	20	32:30	ano
35	2:30	-	-	-	5	10	25	42:30	ano
40	2:15	-	-	3	7	15	30	57:15	ano
45	2:15	-	-	3	10	20	35	70:15	ano
50	2:15	-	-	3	10	25	45	85:15	ano
60	2:15	-	-	5	15	30	55	107:15	ano
70	2:00	-	3	10	20	35	65	135:00	ano
80	2:00	-	3	12	25	40	75	157:00	ne

Hloubka ponoru 42 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
7	3:30	-	-	-	-	-	-	3:30	ano
10	3:15	-	-	-	-	-	3	6:15	ano
15	3:00	-	-	-	-	3	5	11:00	ano
20	3:00	-	-	-	-	3	12	18:00	ano
25	2:45	-	-	-	3	7	17	29:45	ano
30	2:45	-	-	-	5	10	25	42:45	ano
35	2:30	-	-	3	7	15	30	57:30	ano
40	2:30	-	-	3	10	20	35	70:30	ano
45	2:30	-	-	5	12	25	40	84:30	ano
50	2:30	-	-	5	15	25	45	92:30	ano
60	2:15	-	3	10	17	30	60	122:15	ano
70	2:15	-	5	12	25	40	75	159:15	ne

Hloubka ponoru 45 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m		
5	3:45	-	-	-	-	-	-	3:45	ano
10	3:30	-	-	-	-	-	3	6:30	ano
15	3:15	-	-	-	-	3	7	13:15	ano
20	3:00	-	-	-	3	5	12	23:00	ano
25	3:00	-	-	-	3	7	20	33:00	ano
30	2:45	-	-	3	5	12	25	47:45	ano
35	2:45	-	-	3	7	15	30	57:45	ano
40	2:45	-	-	5	10	20	40	77:45	ano
45	2:30	-	3	5	12	25	45	92:30	ano
50	2:30	-	3	7	15	30	55	112:30	ano
60	2:15	3	5	12	20	35	65	142:15	ne

Tab. 3: Tabulky pro potápění se vzduchem a dekompresi s kyslíkem

Hloubka ponoru 12 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1.zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekomprese (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
180	0:30	-	-	-	-	-	3	3:30	ano
210	0:30	-	-	-	-	-	5	5:30	ne
240	0:30	-	-	-	-	-	10	10:30	ne
270	0:30	-	-	-	-	-	15	15:30	ne
300	0:30	-	-	-	-	-	20	20:30	ne
330	0:30	-	-	-	-	-	20	20:30	ne
360	0:30	-	-	-	-	-	25	25:30	ne

Hloubka ponoru 15 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekomprese (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
90	0:45	-	-	-	-	-	3	3:45	ano
100	0:45	-	-	-	-	-	3	3:45	ano
110	0:45	-	-	-	-	-	5	5:45	ano
120	0:45	-	-	-	-	-	7	7:45	ano
130	0:45	-	-	-	-	-	7	7:45	ano
140	0:45	-	-	-	-	-	10	10:45	ano
150	0:45	-	-	-	-	-	15	15:45	ano
180	0:45	-	-	-	-	-	20	20:45	ne
210	0:45	-	-	-	-	-	25	25:45	ne
240	0:45	-	-	-	-	-	30	30:45	ne
270	0:45	-	-	-	-	-	35	35:45	ne
300	0:45	-	-	-	-	-	45	45:45	ne

Hloubka ponoru 18 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekomprese (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
60	1:00	-	-	-	-	-	3	4:00	ano
70	1:00	-	-	-	-	-	5	6:00	ano
80	1:00	-	-	-	-	-	7	8:00	ano
90	1:00	-	-	-	-	-	10	11:00	ano
100	1:00	-	-	-	-	-	15	16:00	ano
110	1:00	-	-	-	-	-	15	16:00	ano
120	1:00	-	-	-	-	-	20	21:00	ano
130	1:00	-	-	-	-	-	25	26:00	ano
140	1:00	-	-	-	-	-	30	31:00	ano
150	1:00	-	-	-	-	-	35	36:00	ano
180	1:00	-	-	-	-	-	40	41:00	ne
210	1:00	-	-	-	-	-	50	51:00	ne
240	1:00	-	-	-	-	-	60	61:00	ne

Hloubka ponoru 21 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
40	1:15	-	-	-	-	-	3	4:15	ano
45	1:15	-	-	-	-	-	3	4:15	ano
50	1:15	-	-	-	-	-	5	6:15	ano
60	1:15	-	-	-	-	-	7	8:15	ano
70	1:15	-	-	-	-	-	10	11:15	ano
80	1:15	-	-	-	-	-	15	16:15	ano
90	1:15	-	-	-	-	-	20	21:15	ano
100	1:15	-	-	-	-	-	25	26:15	ano
110	1:15	-	-	-	-	-	25	26:15	ano
120	1:15	-	-	-	-	-	30	31:15	ano
130	1:15	-	-	-	-	-	35	36:15	ano
140	1:15	-	-	-	-	-	40	41:15	ano
150	1:00	-	-	-	-	3	45	49:00	ne
180	1:00	-	-	-	-	5	60	66:00	ne
210	1:00	-	-	-	-	5	70	76:00	ne

Hloubka ponoru 24 m

Čas na dně (min)	1:15	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
30	1:30	-	-	-	-	-	3	4:30	ano
35	1:30	-	-	-	-	-	3	4:30	ano
40	1:30	-	-	-	-	-	5	6:30	ano
45	1:30	-	-	-	-	-	5	6:30	ano
50	1:30	-	-	-	-	-	7	8:30	ano
60	1:30	-	-	-	-	-	15	16:30	ano
70	1:30	-	-	-	-	-	20	21:30	ano
80	1:30	-	-	-	-	-	25	26:30	ano
90	1:30	-	-	-	-	-	30	31:30	ano
100	1:15	-	-	-	-	3	35	39:15	ano
110	1:15	-	-	-	-	3	40	44:15	ano
120	1:15	-	-	-	-	3	45	49:15	ano
130	1:15	-	-	-	-	5	50	56:15	ano
140	1:15	-	-	-	-	10	55	66:15	ne
150	1:15	-	-	-	-	10	60	71:15	ne
180	1:00	-	-	-	3	20	75	99:00	ne

Hloubka ponoru 27 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
25	1:45	-	-	-	-	-	3	4:45	ano
30	1:45	-	-	-	-	-	3	4:45	ano
35	1:45	-	-	-	-	-	5	6:45	ano
40	1:45	-	-	-	-	-	7	8:45	ano
45	1:45	-	-	-	-	-	10	11:45	ano
50	1:45	-	-	-	-	-	15	16:45	ano
60	1:45	-	-	-	-	-	20	21:45	ano
70	1:30	-	-	-	-	3	25	29:30	ano
80	1:30	-	-	-	-	3	30	34:30	ano
90	1:30	-	-	-	-	5	40	46:30	ano
100	1:30	-	-	-	-	10	45	56:30	ano
110	1:30	-	-	-	-	12	50	63:30	ano
120	1:30	-	-	-	-	15	55	71:30	ano
130	1:00	-	-	-	3	20	60	84:00	ne
140	1:00	-	-	-	3	25	65	94:00	ne
150	1:00	-	-	-	3	25	70	99:00	ne

Hloubka ponoru 30 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
20	2:00	-	-	-	-	-	3	5:00	ano
25	2:00	-	-	-	-	-	3	5:00	ano
30	2:00	-	-	-	-	-	5	7:00	ano
35	2:00	-	-	-	-	-	7	9:00	ano
40	2:00	-	-	-	-	-	15	17:00	ano
45	2:00	-	-	-	-	-	15	17:00	ano
50	2:00	-	-	-	-	-	20	22:00	ano
60	1:45	-	-	-	-	3	30	34:45	ano
70	1:45	-	-	-	-	5	35	41:45	ano
80	1:45	-	-	-	-	10	40	51:45	ano
90	1:30	-	-	-	3	12	45	61:30	ano
100	1:30	-	-	-	3	17	50	71:30	ano
110	1:30	-	-	-	3	20	60	84:30	ne
120	1:30	-	-	-	5	25	65	96:30	ne
130	1:30	-	-	-	7	30	70	108:30	ne
140	1:15	-	-	3	10	30	80	124:15	ne

Hloubka ponoru 33 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
15	2:15	-	-	-	-	-	3	5:15	ano
20	2:15	-	-	-	-	-	3	5:15	ano
25	2:15	-	-	-	-	-	5	7:15	ano
30	2:15	-	-	-	-	-	7	9:15	ano
35	2:15	-	-	-	-	-	10	12:15	ano
40	2:00	-	-	-	-	3	15	20:00	ano
45	2:00	-	-	-	-	3	20	25:00	ano
50	2:00	-	-	-	-	5	30	37:00	ano
60	2:00	-	-	-	-	10	35	47:00	ano
70	1:45	-	-	-	3	12	40	56:45	ano
80	1:45	-	-	-	3	15	45	64:45	ano
90	1:45	-	-	-	5	20	50	76:45	ano
100	1:45	-	-	-	10	25	60	96:45	ne
110	1:30	-	-	3	12	25	65	106:30	ne
120	1:30	-	-	3	15	30	75	124:30	ne

Hloubka ponoru 36 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
15	2:30	-	-	-	-	-	3	5:30	ano
20	2:30	-	-	-	-	-	5	7:30	ano
25	2:30	-	-	-	-	-	7	9:30	ano
30	2:30	-	-	-	-	-	15	17:30	ano
35	2:15	-	-	-	-	3	15	20:15	ano
40	2:15	-	-	-	-	3	20	25:15	ano
45	2:15	-	-	-	-	5	30	37:15	ano
50	2:15	-	-	-	3	5	35	45:15	ano
60	2:00	-	-	-	3	12	40	57:00	ano
70	2:00	-	-	-	5	15	45	67:00	ano
80	2:00	-	-	-	7	20	55	84:00	ano
90	1:45	-	-	3	12	25	60	101:45	ne
100	1:45	-	-	3	15	30	70	119:45	ne
110	1:45	-	-	5	20	30	80	136:45	ne

Hloubka ponoru 39 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
10	2:45	-	-	-	-	-	3	5:45	ano
15	2:45	-	-	-	-	-	3	5:45	ano
20	2:45	-	-	-	-	-	7	9:45	ano
25	2:45	-	-	-	-	-	10	12:45	ano
30	2:30	-	-	-	-	3	15	12:30	ano
35	2:30	-	-	-	-	5	20	27:30	ano
40	2:15	-	-	-	3	7	25	37:15	ano
45	2:15	-	-	-	3	10	30	45:15	ano
50	2:15	-	-	-	3	10	35	50:15	ano
60	2:15	-	-	-	5	15	45	67:15	ano
70	2:00	-	-	3	10	20	50	85:00	ano
80	2:00	-	-	3	12	25	60	102:00	ne
90	2:00	-	-	5	15	30	70	122:00	ne
100	1:45	-	3	7	20	30	80	141:45	ne

Hloubka ponoru 42 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
10	3:00	-	-	-	-	-	3	6:00	ano
15	3:00	-	-	-	-	-	5	8:00	ano
20	3:00	-	-	-	-	-	10	13:00	ano
25	2:45	-	-	-	-	3	15	20:45	ano
30	2:45	-	-	-	-	5	20	27:45	ano
35	2:30	-	-	-	3	7	25	37:30	ano
40	2:30	-	-	-	3	10	30	45:30	ano
45	2:30	-	-	-	3	12	35	52:30	ano
50	2:15	-	-	-	5	15	40	62:15	ano
60	2:15	-	-	3	10	17	50	82:15	ano
70	2:15	-	-	5	12	25	60	104:15	ne
80	2:00	-	3	7	15	25	70	122:00	ne
90	2:00	-	3	12	20	30	80	147:00	ne

Hloubka ponoru 45 m

Čas na dně (min)	Výstup k 1. zastávce (min:sec)	Doba výdrží na dekompresních zastávkách (min)						Celková doba dekompresce (min:sec)	Opakovaný ponor možný
		vzduch 21 m	vzduch 18 m	vzduch 15 m	vzduch 12 m	vzduch 9 m	kyslík 6 m		
10	3:15	-	-	-	-	-	3	6:15	ano
15	3:15	-	-	-	-	-	7	10:15	ano
20	3:00	-	-	-	-	3	10	16:00	ano
25	3:00	-	-	-	-	3	15	21:00	ano
30	2:45	-	-	-	3	5	20	30:45	ano
35	2:45	-	-	-	3	7	25	37:45	ano
40	2:45	-	-	-	5	10	35	52:45	ano
45	2:30	-	-	3	5	12	45	67:30	ano
50	2:30	-	-	3	7	15	50	77:30	ano
60	2:15	-	3	5	12	20	55	97:15	ne
70	2:15	-	3	7	15	25	65	117:15	ne
80	2:15	-	3	12	20	30	75	142:15	ne

Tab. 5: Korekční tabulka pro ponory ve výškách nad 300 m n. m.

("výpočetní hloubka") (viz odst.8 vysvětlivek)

Hloubka ponoru	Skutečná nadmořská výška / atmosférický tlak					
	300 - 500 m 950 mbar	500 - 1000 m 900 mbar	1000 - 1500 m 850 mbar	1500 - 2000 m 800 mbar	2000 - 2500 m 750 mbar	2500 - 3000 m 700 mbar
5 m	9 m	9 m	9 m	9 m	12 m	12 m
6 m	9 m	9 m	9 m	12 m	12 m	15 m
7 m	9 m	9 m	12 m	12 m	15 m	15 m
8 m	9 m	12 m	12 m	15 m	15 m	18 m
9 m	12 m	12 m	15 m	15 m	18 m	18 m
10 m	12 m	15 m	15 m	15 m	18 m	21 m
11 m	15 m	15 m	15 m	18 m	18 m	21 m
12 m	15 m	15 m	18 m	18 m	21 m	24 m
13 m	15 m	18 m	18 m	21 m	21 m	24 m
14 m	18 m	18 m	21 m	21 m	24 m	27 m
15 m	18 m	18 m	21 m	24 m	24 m	27 m
16 m	18 m	21 m	21 m	24 m	27 m	30 m
17 m	21 m	21 m	24 m	24 m	27 m	30 m
18 m	21 m	24 m	24 m	27 m	30 m	30 m
19 m	21 m	24 m	27 m	27 m	30 m	33 m
20 m	24 m	24 m	27 m	30 m	33 m	33 m
21 m	24 m	27 m	27 m	30 m	33 m	36 m
22 m	24 m	27 m	30 m	30 m	33 m	36 m
23 m	27 m	27 m	30 m	33 m	36 m	39 m
24 m	27 m	30 m	30 m	33 m	36 m	39 m
25 m	27 m	30 m	33 m	36 m	39 m	42 m
26 m	30 m	30 m	33 m	36 m	39 m	42 m
27 m	30 m	33 m	36 m	39 m	42 m	45 m
28 m	30 m	33 m	36 m	39 m	42 m	45 m
29 m	33 m	36 m	36 m	39 m	45 m	48 m
30 m	33 m	36 m	39 m	42 m	45 m	48 m
31 m	36 m	36 m	39 m	42 m	45 m	51 m
32 m	36 m	39 m	42 m	45 m	48 m	51 m
33 m	36 m	39 m	42 m	45 m	48 m	54 m
34 m	39 m	39 m	42 m	45 m	51 m	54 m
35 m	39 m	42 m	45 m	48 m	51 m	57 m
36 m	39 m	42 m	45 m	48 m	54 m	57 m
37 m	42 m	45 m	48 m	51 m	54 m	60 m
38 m	42 m	45 m	48 m	51 m	54 m	60 m
39 m	42 m	45 m	48 m	54 m	57 m	60 m
40 m	45 m	48 m	51 m	54 m	57 m	
41 m	45 m	48 m	51 m	54 m	60 m	
42 m	45 m	48 m	54 m	57 m	60 m	
43 m	48 m	51 m	54 m	57 m		
44 m	48 m	51 m	54 m	60 m		
45 m	48 m	54 m	57 m	60 m		
46 m	51 m	54 m	57 m	60 m		
47 m	51 m	54 m	60 m			
48 m	54 m	57 m	60 m			
49 m	54 m	57 m	60 m			
50 m	54 m	57 m				

Tab. 6: Časové přírážky pro výstupy po opakovaných ponorech

(viz odstavec 9 vysvětlivek)

Hl. opak. ponoru	Povrchový interval* v minutách / časové přírážky v minutách									
	-30	-45	-60	-90	-120	-180	-240	-300	-360	-720
- 15 m	110	90	80	70	60	50	40	30	20	15
- 18 m	85	70	60	55	50	40	30	20	10	10
- 20 m	65	55	50	45	40	30	25	15	10	10
- 23 m	55	45	45	40	35	25	20	15	10	5
- 26 m	50	40	35	35	25	25	15	15	10	5
- 29 m	45	35	35	30	25	20	15	10	10	5
- 32 m	40	30	30	25	25	20	15	10	10	5
- 35 m	35	30	25	25	20	20	15	10	5	5
- 38 m	30	25	25	20	20	15	15	10	5	5
- 41 m	30	25	25	20	20	15	10	10	5	5
- 44 m	25	25	20	20	15	15	10	10	5	5
- 47 m	25	20	20	20	15	15	10	10	5	5
- 50 m	25	20	20	15	15	15	10	10	5	5

**) povrchový interval je doba mezi ukončením dekompresie po prvním ponoru a zahájením opakovaného ponoru*

Příloha IV.

CMAS pokročilý potápěč s nitroxem - osnovy kursu (CMAS Advanced / Confirmed / Nitrox Diver)

Část I (Standardy a požadavky)

I. Klasifikace kursu (typ a úroveň)

1. Klasifikace

Kvalifikace "CMAS pokročilý potápěč s nitroxem" je speciální kvalifikace.

2. Časová platnost

Platnost této speciální kvalifikace není časově omezena.

3. Práva a povinnosti

Úspěšný absolvent kursu má právo používat nitroxovou směs i čistý kyslík pro účely dekomprese.

II. Cíl a účel kursu

- obeznámit potápěče s technikou potápění a dekomprese s nitroxovou dýchací směsí i čistým kyslíkem.

- seznámit potápěče s dodatečnými fyziologickými problémy, které se mohou vyskytnout při potápění s nitroxovou dýchací směsí a s čistým kyslíkem.

- seznámit potápěče se speciálními postupy při plánování ponoru a dekomprese s nitroxem a čistým kyslíkem.

- seznámit potápěče s problematikou kompatibility výstroje s kyslíkem a s postupy při přípravě dýchací směsi.

- dát potápěči příležitost získat další praktické zkušenosti s potápěním za použití nitroxu.

III. Předpoklady k přijetí do kursu

1. Minimální věk účastníka kursu: 16 let

2. Výcvikový stupeň: potápěč se dvěma hvězdami CMAS s kvalifikací "CMAS potápěč s nitroxem" nebo rovnocennou.

3. Minimální počet ponorů: 50 (z toho alespoň 5 s nitroxem).

4. Lékařské vysvědčení: dle požadavků členské federace CMAS (SPČR: potvrzení o způsobilosti k potápění vystavené praktickým lékařem nebo internistou a ne starší 1 roku).

IV. Maximální poměr účastníků/instruktorů

V souladu s požadavky členské federace CMAS (SPČR: nestanoven)

V. Poměr instruktoři / asistenti

1. Instruktor/vedoucí kursu:

a) výcvikový stupeň: minimálně ekvivalentní CMAS instruktor se 2 hvězdami.

b) speciální stupeň: minimálně CMAS pokročilý instruktor potápění s nitroxem nebo ekvivalentní.

c) zkušenosti: aktivní ve své specializaci dle kritérií členské federace CMAS (alespoň 20 speciálních ponorů).

2. Asistenti

Určeno vedoucím kursu.

VI. Speciální požadavky

1. Obsah kursu: musí být schválen výcvikovou (technickou) komisí členské federace CMAS nebo přímo stanoven touto federací.

2. Uznání kursu: musí být schválen výcvikovou (technickou) komisí členské federace CMAS

3. Místo: musí být k dispozici adekvátní učebna, vyhovující požadavkům kursu a počtu účastníků a běžné prostředí pro ponory.

4. Maximální hloubka: v souladu s kvalifikací jednotlivých potápěčů (jako maximum při nevhodnějších podmínkách) a dle lokality.

5. Minimální doba trvání jednoho ponoru: 15 minut (SPČR 20 minut).

6. Při žádném z ponorů nesmí maximální parciální tlak kyslíku v maximální hloubce překročit hranici 140 kPa (1,4 bar), na dekompresní zastávce 160 kPa (1,6 bar).

7. Organizace: V průběhu celého kursu musí být přítomen alespoň vedoucí kursu.

VII. Učební cíl pro účastníka kursu

Na závěr kursu by měl být účastník kursu schopen

a) TEORIE:

1. posoudit problematiku a výhody potápění a dekompresí s nitroxem a s čistým kyslíkem.

2. vysvětlit fyziologické jevy v souvislosti s nitroxovým a kyslíkovým potápěním.

3. správně zacházet s vybavením pro potápění s nitroxem o obsahu kyslíku větším než 50 % a s čistým kyslíkem.

4. předvést své vědomosti o potápění s nitroxem a kyslíkem.

b) PRAXE:

Vyžadují-li potápěčské zkušenosti účastníků kursu praktické vyhodnocení, musí účastníci předvést své znalosti a schopnosti naplánovat a provést ponor s použitím nitroxu včetně čistého kyslíku k dekompresi.

VIII. Trvání kursu

1. Minimální doba trvání kursu: 2 dny
2. Doporučený počet vyučovacích jednotek: 5
3. Minimální doba výuka teorie: 6 hodin (2 vyučovací jednotky)
4. Minimální počet ponorů: 3. Při jednom z nich je nutno použít k dekompresi čistého kyslíku.

IX. Zajištění kvality

CMAS důrazně doporučuje a radí všem federacím použít adekvátního systému k zajištění kvality. Často používaný systém s uznávanou efektivitou je systém rozeslání dotazníků účastníkům kursu a jejich vyhodnocení po návratu.

Problematické případy mají být lépe prozkoumány a musejí být přijata opatření zabraňující opakování podobných situací v budoucnu.

Část II (Program výcviku)

I.Skladba kursu

1. Doporučený počet vyučovacích bloků: 5 jednotek ve dvou dnech
2. Minimální trvání: teorie 6 hodin (2 jednotky), ponory ve volné vodě 3 hodiny (3 jednotky)
3. Minimum ponorů: 3 ponory s nitroxem, v tom 1 za využití kyslíkové dekomprese
4. Vyučování a témata: viz II.1

II. Obsahové minimum kursu (učební plán)

1. Učební jednotky z teorie

1.1. TH1 (učebna, cca 1,5 h)

a) Úvod, organizační záležitosti

b) Témata: Prohloubení přehledu o fyziologickém působení kyslíku a jeho toxicitě. Metody zabránění nehodám v důsledku toxického působení kyslíku na CNS a na plíce.

1.2. TH2 (učebna, cca 1,5 h)

a) Úvod

b) Témata: Symptomy hloubkového (dusíkového) opojení. Snížení vlivu dusíku použitím vhodné nitroxové směsi v hloubkách. Rozeznání symptomů dekompresní nemoci a poskytnutí první pomoci.

1.3. TH3 (učebna, cca 1,5 h)

a) Úvod

b) Témata: Postupy pro hloubkové potápění do 40 m, včetně volby a konfigurace výstroje. Plánování ponorů s využitím více dýchacích směsí. Prohloubení vědomostí o plánování dekompresních postupů s různými nitroxovými směsmi a s čistým kyslíkem.

1.4. TH4 (učebna, cca 1,5 h)

a) Úvod

b) Témata: Základy bezpečnosti při potápění s nitroxem. Kompatibilita výstroje s nitroxem a s čistým kyslíkem. Barevné značení a rozlišení nálepkami. Požadavky na analýzu plynů a uvedení do metod přípravy dýchací směsi. Plánování spotřeby směsi.

2. Učební jednotky praktické

2.1. PR1 (volná voda, 1 ponor v trvání cca 1 h)

a) Seznámení s prostředím, naplánování ponoru, hloubkový limit, volba směsi.

b) Domluva (briefing) před ponorem, kontrola výstroje včetně analýzy směsi.

c) Ponor ve volné vodě č. 1: cílem je dodržení hloubkových limitů při ponorech s nitroxem.

d) Speciální vybavení: analyzátor kyslíku.

e) Vyhodnocení ponorů.

2.2. PR2 (jako PR1 s použitím nitroxu jako dekompresní směsi)

2.3. PR3 (jako PR1 s použitím kyslíku na dekompresi)

III. Přezkoušení znalostí a posouzení připravenosti (schopností)

1. Teoretické znalosti:

a) doporučený typ: závěrečné přezkoušení

b) doporučená forma: písemná

c) doporučená skladba: 4 tématické okruhy, 5 otázek ke každému okruhu, přípustná doba 45 minut

d) pokládání dotazů: vícenásobné (multiple-choice)

e) povolený pomocný materiál: dekompresní tabulky, tabulky ekvivalentních vzduchových hloubek.

IV. Udělení kvalifikace

Kvalifikaci lze udělit pouze úspěšnému absolventu kursu na závěr kursu. Možné formy diplomů :

- kvalifikační karta
- nástěnný diplom
- odznak.