

# DATABANKY PROFILŮ

## Co jsou databanky profilů?

Databanky profilů jsou rozsáhlé sbírky informací o profilech ponorů a jejich výsledcích. Za účelem vyhodnocení a ověření platnosti tabulek, metrických údajů a software se prostřednictvím různých výpočetních modelů profily a jejich výsledky statisticky porovnávají, aby se zjistilo, do jaké míry se shodují se zavedenými modelovými parametry. Uložené informace o profilech a jejich výsledcích se pak nazývají databankou (DB) a některé z těchto bank již určitě stojí za pozornost, zatímco ostatní se teprve budují a skutečně užitečné budou spíše až v budoucnosti. Důležitost databank roste rychle jak pro oblast technického tak i sportovního potápění – nejen kvůli velkému množství informací, které jsou v nich uloženy, ale také pro jejich využití při výpočtech a odhadech potápěčských rizik a zpřesňování parametrů doporučených pro konkrétní modely.

Jednou z důležitých DB je soubor informací známý pod jménem DAN Project Dive Exploration (PDE) (t.j. Projekt zabývající se výzkumem potápění). Jeho hlavní zaměření je na rekreační potápění se vzduchem a nitroxem, ale obsahuje i informace o potápění technickém, se smíšeným plynem a o dekompresním potápění. V rámci projektu PDE jsou v počítačích uloženy informace o přibližně 87 000 profilech, mezi kterými je zaznamenáno také 97 případů dekompresní nemoci (DCS) a zmíněné informace se týkají rekreačního potápění se vzduchem i s nitroxem. Od roku 1995 je PDE dostupný on-line a spravují jej Dick Vann a Petar Denoble.

Počátkem nového tisíciletí spojil DAN Europe pod vedením Alessandra Marroniho své síly s DAN USA a PDE se značně rozšířil. Evropská část tohoto projektu se nyní nazývá Dive Safe Lab (DSL) (Laboratoř pro bezpečné potápění). DSL přispěla informacemi o přibližně 50 000 profilech s 8 případy DCS. Pro zjednodušení však fungují PDE a DSL společně jako jedna databanka, protože informace se díky počítačům vyměňují rychle a snadno. V současné době se společně v rámci PDE a DSL nachází informace asi o 137 000 profilech se 105 případy DCS, což znamená poměr výskytu zhruba 0,0008. Všeobecně lze říci, že se jedná o rozsáhlou a důležitou databázi informací o potápění.

Další, ale novější DB zaměřenou hlavně na potápění technické, se smíšeným plynem a na dekompresní potápění, je databanka při Národní laboratoři v Los Alamos (Los Alamos National Laboratory – LANL DB). Ta v současnosti obsahuje informace o přibližně 2 900 profilech s 20 případy DCS. Její zakladatelé ji zpřístupnili systémem on-line rovněž krátce po roce 2000. Většina databáze LANL DB jsou informace získané při akcích potápěčského týmu C&C za posledních 20 let. Momentální poměr výskytu případů DCS v databázi LANL DB je 0,0069, což je asi desetinásobně vyšší zlomek procenta než v PDE. Tento vyšší poměr je logický a dal se očekávat, protože LANL DB ukládá a zpracovává informace o profilech se smíšeným plynem a při dekompresním potápění, což jsou riskantnější činnosti s více neznámými prvky.

V obou databázích se shromažďují informace prakticky nepřetržitě a poté se zpracovávají do co nejjednodušší formy – většina z nich se při příchodu z potápěčského počítače porovnává během krátkého časového intervalu (3 – 5 vteřin) s již uloženými informacemi a poté zpracovává do zvládnutelnějšího formátu pro budoucí statistickou analýzu:

1. bottom mix/ppO<sub>2</sub> , hloubka a čas (ekvivalent obdélníkové vlny);
2. rychlost vzestupu a sestupu;
3. úroveň zastávky a dekomprese mix/ppO<sub>2</sub> , hloubky a časy;
4. přestávky na povrchu;
5. čas do letu po potápění;

6. věk potápěče, váha, pohlaví a zdravotní komplikace;
7. výsledek ohodnocený od 1 – 5, t.j. od špatného k dobrému;
8. okolnosti prostředí (teplota, proud, viditelnost, výbava).

Různé databanky shromažďují různé informace, ale shora uvedené parametry se považují za základní a většina databank s nimi (také) pracuje.

### **Proč jsou databanky profilů tak důležité?**

Pravděpodobně nejdiskutovanějším a nejsledovanějším potápěčským tématem jsou zastávky v různých hloubkách. Hloubky, časy, doby, plynové směsi, přepínání, rychlosti výstupu a sestupu, používání systému otevřeného okruhu (OC) nebo rebreatheru (RB) – to je jen několik z mnoha možností, pro které se musí potápěč rozhodnout. Výběrem vzájemných poměrů ze shora uvedeného výčtu existuje téměř nekonečný počet variant, jak se potápěč dostane (nebo nemusí dostat) bezpečně na hladinu.

Proto je otázka existence a dostupnosti informací o ponorech tak důležitá. Mnoho odborníků je přesvědčeno, že porovnávání modelů se získanými informacemi vyžaduje sběr dat z velice širokého spektra potápěčských činností podle pravidla čím více, tím lépe, což je mnohem užitečnější, než organizovat, provádět a vyhodnocovat klinické, ale izolované pokusy/ testy. I když jsou testy prováděné při jednotlivých profilech také užitečné, obvykle je obtížné porovnávat jejich výsledky se všemi ostatními případy, a sice kvůli mnoha dalším okolnostem, jakými jsou např. rozdílné hloubky, směsi plynů, rychlosti výstupů, délky a úrovně zastávek a kombinace toho všeho dohromady, jakož i s dalšími parametry.

Jinými slovy, jednotlivé testy se těžko porovnávají navzájem mezi sebou tak, aby bylo možno na jejich základě učinit jeden společný závěr, proto je k tomuto účelu výhodnější pracovat s co možno nejširším spektrem profilů (výsledků). Navíc je málokdy k dispozici dost peněz a času na to, aby se jednotlivě testovaly např. všechny směsi plynů a profily s dekompresemi při všech typech potápění. Proto se databanky soustřeďují hlavně na shromažďování a zpracovávání informací získaných při skutečném potápění, ne při klinických testech.

Dalším důležitým tématem jsou údaje o zastávkách v hloubkách při potápění s otevřeným okruhem (OC) a s rebreatherem (RB). Haldanovo pravidlo zastávky v mělké vodě se praktikuje již téměř sto let a většina údajů získaných po celá ta léta skutečně odráží praxi takových zastávek (t.j. v mělké vodě) jako hlavní téma, kterým je třeba se zabývat, provádět na ně testy a podle toho plánovat ponory. I když se ví, že jak potápění se zastávkou v hloubce, tak i potápění se zastávkou v mělké vodě s sebou nese téměř stejná rizika, potápění se zastávkou v hloubce je z hlediska časového (t.j. v případě krátké zastávky) účinnější než potápění se stejně dlouhou zastávkou v mělké vodě.

Pro dostatečné vyhodnocení praxe se zastávkami v hloubkách stále ještě není k dispozici dostatek informací, proto se potřebují databanky zapojit do systematického sběru údajů o profilech (a jejich výsledcích) se zastávkami (bublínovými) v hloubkách pro porovnání s údaji o dalších ponorech s bublínovými zastávkami jak v hloubkách, tak i ve vodě mělké. Připomínáme, že modely bublínové vyžadují hlubší dekompresní zastávky než modely s rozpuštěným plynem (podle Haldana).

Nejdůležitější je provádět důkladné porovnání údajů o dekompresi při zastávkách v hloubkách, protože se již prokázalo, že bublínové zastávky v mělké vodě jsou naprosto bezpečnou variantou. Abychom však byli k Haldanovi spravedliví, musíme podotknout, že i on prováděl testy zastávky v hloubkách, a to již před 100 lety, ale z nějakých nepochopitelných důvodů se jejich výsledky nejenže neobjevily v jeho prvních tabulkách, ale ani v pozdějších tabulkách týkajících se rozpuštěného plynu, které sestavili jiní.

### **Co tedy přesně existuje v databankách profilů?**

Obě shora uvedené databanky shromažďují důležité informace o potápění způsobem, jak je souhrnně uvedeno níže. Jsou to základní údaje o profilech ponorů provedených při rekreačním i technickém potápění, s OC i RB, se vzduchem i s plynovými směsmi, při potápění v mělkých vodách i ve vodách hlubokých. To je opravdu velký rozsah. PDE a DSL se zaměřují na nedekompresní potápění, zatímco LANL DB se zabývá hlavně plynovými směsmi, OC a RB a hloubkovým dekompresním potápěním. Samozřejmě, že mezi oběma databankami a jejich databázemi existují určité vzájemné přesahy.

### **Projekt zabývající se výzkumem potápění (PDE) a Laboratoř**

pro bezpečné potápění (DSL) PDE společně s DSL spravuje informace přibližně o 137 000 profilech se 105 případy DCS. Poměr výskytu tohoto zranění je zhruba  $p = 105/137\ 000 = 0,0008$ , což je o hodně méně než 1%. Obě tyto instituce shromažďují informace o ponorech a jejich podmínkách i okolnostech a výsledcích, aby se mohly vyhodnocovat rizikové faktory i výskyt a průběh DSC. Jeden zajímavý výzkum porovnával rizika mezi 3 skupinami potápěčů, přesněji řečeno mezi potápěči v teplé vodě, ve studené vodě a s komorou USN (amerického námořnictva) (s tzv. "mokrým hrncem"). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 1. Hlavní důvod pro zařazení ponorů s komorou byla možnost kalibrace modelu při použití údajů ze všech třech případů. Potápěči s komorou se potápěli a prováděli různá cvičení.

**Tabulka č 1. Vzorek tří skupin**

<b>Skupina potápěčů</b>	<b>Ponory</b>	<b>DCS</b>	<b>Výskyt</b>
Teplá voda	51497	8	0.0002
Studená voda	6527	18	0.0028
Komora USN	2252	70	0.0311

Nejvyšší výskyt postižení se vyskytuje u potápěčů s komorou USN a nejpříznivější výsledek je u potápěčů v teplé vodě. Ale podrobnější analýza tohoto vzorku 3 skupin přináší ještě další důležité informace.

Zatímco riziko potápění s komorou USN je absolutně i relativně vyšší, podrobnější rozbor výsledků ponorů ve studené vodě ukazuje, že potápění ve studené vodě ve Scapa Flow s sebou nese podstatně menší rizika než potápění ve studené vodě někde jinde. Scapa Flow se nachází nad severním pobřežím Skotska u Orknejských ostrovů a je jakýmsi historickým pohřebištem vraků lodí již od doby Vikingů.

Během 1. a 2. světové války bylo Scapa Flow domovským přístavem Královského námořnictva. Je dosti pravděpodobné, že hlavně kvůli teplotním stresům znamenají dlouhé dekompresní ponory pro potápěče USN vyšší rizika než krátké nedekompresní ponory v teplé vodě. Nižší rizika pro potápěče ve Scapa Flow se přičítají hlavně skutečnosti, že tito potápěči používali převážně suché obleky, aby se chránili proti ztrátám tepla a tedy i proti teplotnímu stresu.

Důležitou vedlejší aplikací databáze DSL jsou údaje (Doppler) získané od rekreačních potápěčů (se vzduchem) používajících 1 až 2 hluboké zastávky o délce 2-3 minut bez vystavování se dekompresi. Bennett a Marroni měřili minima bublinek u potápěčů, kteří absolvovali 1 až 2 hluboké zastávky po vystavení se různým hloubkám podobně, jak tomu bylo při dřívějších testech v USN NDL. Srovnávací analýzy s využitím informací o profilech z LANL DB dokazují minimalizaci rizika během stejných časových intervalů (při 1 až 2 hlubokých zastávkách) u případů s bublinkami, ale ne u modelů s přesycením (supersaturation). Naměřené výsledky jsou uvedené v tabulce č. 2. Riziko přesycení roste úměrně s délkou hluboké zastávky. I když lze říci, že riziko je všeobecně celkem nízké, naprosto minimální je (co se týče bublinek) někde mezi 2-3 minutami při 1 až 2 hlubokých zastávkách – podle výsledků naměřených se vzduchem v USN NDL. Následující tabulka ukazuje výsledky, které jsou užitečnou symbiózou hodnot

získaných v DSL a LANL DB.

**Tabulka č. 2. Doppler a minimalizace rizika výskytu bublinek**

hloubka/čas		riziko bublinek				riziko přesycení		
(smv/min)	(m/min)							
		<i>no stop</i>	<i>1 min</i>	<i>2.5 min</i>	<i>4 min</i>	<i>1 min</i>	<i>2.5 min</i>	<i>4 min</i>
80/40	24,4/40	0.0210	0.0193	0.0190	0.0191	0.0212	0.0218	0.0226
90/30	27,4/30	0.0210	0.0187	0.0183	0.0184	0.0213	0.0220	0.0229
100/25	30,5/25	0.0210	0.0174	0.0171	0.0172	0.0215	0.0223	0.0234
110/20	33,5/20	0.0220	0.0165	0.0161	0.0162	0.0224	0.0232	0.0241
120/15	36,6/15	0.0200	0.0150	0.0146	0.0147	0.0210	0.0220	0.0238
130/10	39,6/10	0.0170	0.0129	0.0125	0.0126	0.0178	0.0191	0.0213

Ve všech případech je riziko s přesycením vyšší než riziko bublinek, ale stále je ještě poměrně nízké. Není to žádné překvapení, protože USN NDL se používají bezpečně a úspěšně s bezpečnostními přestávkami i bez nich již mnoho let. Vzhledem ke shora uvedeným údajům lze s jistotou říci, že výsledky s Dopplerem jsou pro všechny potápěče zajímavé i poučné a většina potápěčů by se jistě chtěla potápět tak, aby jejich hodnoty byly co nejnižší.

### Databanka LANL

V databance LANL se v současné době nachází informace o 2 879 profilech, z toho je tam zaznamenáno 20 případů DCS. Znamená to výskyt v poměru  $p = 20/2879 = 0,0069$ , tedy méně než 1%. Sledované profily byly do hloubek od 150 stop mořské vody (smv)(t.j. 45,7 m) až do 840 smv (256 m), přičemž většina z nich se uskutečnila do hloubky nižší než 350 smv 106,7 m). Všechny údaje sdělené jejich autory ( t.j. potápěči) o profilech a jejich výsledcích se filtrují.

Následující přehled znázorňuje údaje o výskytu DCS typu bends:

1. OC, hluboké reverzní profily s nitroxem - 5 případů (3 DCS I, 2 DCS II)
2. OC, hluboký s nitroxem - 3 případy (2 DCS I, 1 DCS II)
3. OC, hluboký reverzní profily s trimixem - 2 případy (1 DCS II, 1 DCS III)
4. OC, hluboký s trimixem - 2 případy (1 DCS I, 1 DCS III)
5. OC, hluboký s helioxem - 2 případy (2 DCS II)
6. RB, hluboký s nitroxem - 2 případy (1 DCS I, 1 DCS II)
7. RB, hluboký s trimixem - 2 případy (1 DCS I, 1 DCS III)
8. RB, hluboký s helioxem - 2 případy (1 DCS I, 1 DCS II)

DCS I zamená zasažení končetin - tzv. svalově kosterní forma DCS odborně zvaná bends, DCS II označuje poruchy ústřední nervové soustavy a DCS III signalizuje potíže středního ucha (což se vyskytuje většinou při použití směsi s héliem). DCS II a DCS III jsou dosti závažná onemocnění, DCS I je onemocnění lehčího rázu. Shora uvedený termín hluboký s nitroxem znamená ponor pod 150 smv (45,7m), hluboký s trimixem znamená ponor pod 200 smv (61 m) a hluboký s helioxem znamená ponor pod 250 smv (76,2).

Zkratka OC znamená otevřený okruh, RB je označení pro rebreather. Výrazem reverzní profily se označuje

situace, kdy potápěč provedl ponory, při kterých byl pozdější ponor uskutečněn do větší hloubky než ponor předcházející. Nitrox znamená směs kyslíku a dusíku (včetně vzduchu), trimixem se označuje dýchací směs složená z dusíku, hélia a kyslíku a heliox je dýchací směs obsahující hélium a kyslík. Žádný z případů s trimixem a helioxem nezahrnoval směsi obohacené kyslíkem za použití OC a případy zaznamenané s RB se nestaly při použití parciálního tlaku kyslíku vyššího než 1,4 atm. Přepnutí plynné směsi obsahující dusík na směs s héliem (z těžké na lehkou) se provedlo ve 4 případech, čímž se porušila pravidla izobarické protisměrné difuze (ICD).

Izobarickou protisměrnou difuzí se označuje jev, při kterém se dva inertní plyny (zpravidla dusík a hélium) pohybují v tělesných tkáních a v krvi opačnými směry. Když se tlaky plynů sečtou (t.j. parciální tlaky), může to vést k přesycení a k možnosti tvorby bublinek.

V žádném případě nedošlo ke kyslíkové toxicitě (oxtox) celého těla nebo ústřední nervové soustavy. Všech 20 případů DCS bylo léčeno v hyperbarické komoře a v databázi jsou uloženy také tomu odpovídající údaje. Výsledky profilů pocházely jak z ponorů provedených zkušenými potápěči, tak i ze širšího spektra různých testů. Potápěči získávali údaje odčítáním ze zápěšťových dekompresních tabulek v kombinaci s počítačovou podporou.

Většina profilů se k nám dostala stažením přímo do počítače a takto získané informace jsme ihned převedli do potřebného formátu. Tímto způsobem (přímým stažením do počítače) vzniklo asi 88% celé databáze LANL DB.

Údaje o DCS uvedené v souhrnu shora jsou poměrně hrubé, což znemožňuje provedení důkladnějšího statistického rozboru. Vyskyt DCS z celkového počtu sledovaných profilů je poměrně malý, v řádu nižším než 1%. Určitě tedy stálo za to provést nějaký podrobnější rozbor, a proto jsme tyto údaje roztřídili ještě do kategorií podle plynů (nitrox, heliox, trimix). Toto rozdělení ukazuje následující tabulka č.3.

**Tabulka č. 3. Profily a výskyt DCS ve vztahu k použitým plynům**

směs	profily celkem	DCS	výskyt
OC nitrox	344	8	0.0232
RB nitrox	550	2	0.0017
all nitrox	894	10	0.0112
OC trimix	656	4	0.0061
RB trimix	754	2	0.0027
all trimix	1410	6	0.0042
OC heliox	116	2	0.0172
RB heliox	459	2	0.0044
all heliox	575	4	0.0070
<b>celkem</b>	<b>2879</b>	<b>20</b>	<b>0.0069</b>

Poměr výskytu DCS při použití nitroxu je vyšší, ale v tomto (celkem nerozsáhlém) souhrnu není statisticky významný. Údaje v nejnižším řádku zahrnují použití všech směsí při součtu všech profilů dohromady. Do

této množiny patří ještě 35 zvláštních případů, kdy sice DCS nebyla diagnostikována, ale potápěči se po vypořádání cítili špatně. Takové případy však většina odborníků nezařazuje do kategorie DCS.

Zajímavé je také přidat do hořejší souhrnné tabulky i profily ponorů provedených se smíšeným plynem do hloubky 100 smv (30,5 m), i když se o takových profilech statistiky zpravidla nevedou. Navíc je zřejmé, že hloubka něco pod 500 smv (152,4 m) je pro statistiku maximem, které má ještě smysl ještě sledovat. Z tohoto důvodu limitujeme aplikace algoritmu LANL na maximální hloubku 540 smv (164,6 m).

**Tabulka č. 4. Souhrn profilů znázorňující hloubky a použité plyny**

	<b>100 až 199 smv (30 a 60 m)</b>	<b>200 až 299 smv (61 až 90 m)</b>	<b>300 až 399 smv (90 až 120 m)</b>	<b>400 až 499 smv (121 až 150 m)</b>	<b>500 až 599 smv (151 až 180 m)</b>	<b>600+ smv (181+ m)</b>	<b>celkem</b>
OC nitrox	268	76					344
RB nitrox	213	246	91				550
OC trimix	10	388	226	26	4	2	656
RB trimix	22	358	226	108			754
OC heliox		42	49	25			116
RB heliox	12	195	143	107	2		459
<b>celkem</b>	<b>525</b>	<b>1305</b>	<b>775</b>	<b>266</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2879</b>

Následující tabulka č. 5 ukazuje výskyt DCS při profilech ponorů znázorněných v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 5. Souhrn profilů znázorňující hloubky, plyny a výskyt DCS**

	<b>100 až 199 smv (30 až 60)</b>	<b>200 až 299 smv (61 až 90 m)</b>	<b>300 až 399 smv (90 až 120 m)</b>	<b>400 až 499 smv (121 až 150 m)</b>	<b>500 až 599 smv (151 až 180 m)</b>	<b>600+ smv (181+ m)</b>	<b>celkem</b>
OC nitrox	5	3					8
RB nitrox		1	1				2
OC trimix		2		1		1	4
RB trimix			1	1			2
OC heliox			2				2
RB heliox			1	1			2
<b>celkem</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>20</b>

Profily pocházejí z technického potápění, zásadně s plynými směsmi, s dekompresí, ale také z extrémního potápění. Do této statistiky se nezahrnuly údaje o profilech z rekreačního potápění, pokud se nejednalo o extrémní použití vzduchu nebo nitroxu (mnoho opakovaných ponorů, hlouběji než 150 smv (45,7 m),

vystavení se výškám atd.). Poměrně malý výskyt DSC ztěžuje statistické vyhodnocení, a proto používáme k definici rizika obecně takovou metodu, že upravujeme model podle postupně získávaných informací s využitím maximální pravděpodobnosti. Tato maximální pravděpodobnost se přímo shoduje s binomální pravděpodobností výskytu DCS u potápěčů a letců. Věříme, že několik níže uvedených poznámek postačí k vysvětlení matematického postupu používaného pro vytváření a upravování modelu na základě postupně získávaných údajů až k dosažení veličiny nazývané maximální pravděpodobnost.

Tento postup se prosadil a v současnosti je při zpracovávání údajů souvisejících s potápěním naprosto běžný.

### **Jak analyzujeme údaje v databankách profilů?**

Při analýze rizika se musí pracovat s tzv. estimátorem (t.j. odhadcem) rizika, který se použije pro vyhodnocení získaných údajů. Dva nejoblíbenější estimátory jsou funkce rizika ve vztahu k přesycení a k nárůstu bublinek.

Podrobně je to vysvětleno např. v díle Fyzika potápění se zaměřením na mechaniku bublinek a teorii dekomprese. Pro laiky lze tyto dva estimátory vysvětlit následovně:

1. estimátor (poměr) rizika podle přesycení = rozdíl mezi celkovým napětím inertního plynu a okolním tlakem děleno okolním tlakem = měřítko rizika;
2. estimátor (poměr) rizika podle bublinek = nárůst bublinek v určitém čase děleno původním objemem bublinek vyvolaných kompresí-dekompresí = měřítko rizika.

Matematické výrazy a předem stanovené parametry se pak přiřadí k získaným údajům a provede se výpočet maximální pravděpodobnosti, čímž se získá pravděpodobnost pro všechny potápěčské profily a výsledky uložené v databance (ovšem týkající se profilů s co nejpodobnějšími parametry a výsledky).

Pro přiřazování parametrů k výsledkům je zapotřebí vysokorychlostních počítačů a poměrně sofistikovaného matematického software. V LANL jsou v současné době k dispozici největší a nejrychlejší superpočítače pro práci v paralelním režimu a díky tomu trvá zpracování (t.j. proces přiřazování) poměrně krátkou dobu.

V mnoha výzkumech nekoreluje funkce rizika podle přesycení s údaji ze zastávky v hloubce, avšak funkce rizika podle

bublinek zpravidla odpovídají jak údajům ze zastávek v hloubce, tak i v mělké vodě. Funkce rizika podle bublinek, kterou

používáme my, je odvozena od bublinkového modelu používaného v LANL (RGBM) a podle dosavadních výsledků se osvědčuje jako velmi užitečná při mnoha druzích potápění při nejrůznějších aplikacích. Ale můžeme (s potěšením) podotknout, že i mnoho dalších moderních bublinkových modelů je stejně nebo podobně užitečných, a to na rozdíl od modelů s rozpuštěným plynem.

### **Čemu jsme se naučili z databank profilů?**

Tento článek by mohl pokračovat ještě dlouho, ale prozatím postačí, když se zamyslíte nad následujícími závěry: Projekt zabývající se výzkumem potápění (PDE) a Laboratoř pro bezpečné potápění (DSL) Rozsáhlé analýzy údajů uložených v PDE a SDL přinesly některé zajímavé poznatky:

1. modely nepokrývají všechny možnosti, a to v případech, kdy získané údaje překračují hraniční hodnoty;
2. techniky stanovení pravděpodobnosti ve spojení s reálnými modely jsou užitečnými nástroji pro stanovení potápěčských rizik;
3. podmínky při potápění (environmentální stresy) mohou značně zvyšovat riziko;

4. index tělesné hmotnosti (BMI) často souvisí s rizikem DCS, zvláště u starších potápěčů a u potápěčů s nadváhou;
5. věk, pohlaví a stupeň certifikace ovlivňují pravděpodobnost úmrtí nebo těžkého postižení souvisejícího s potápěním;
6. hlavními příčinami zranění a úmrtí při potápění jsou utonutí, téměř utonutí, barotrauma během výstupu a DCS;
7. pouze 2% rekreačních potápěčů používá tabulky při plánování ponorů, ostatní se spoléhají na potápěčský počítač;
8. v oblasti rekreačního potápění se rychle rozšiřuje používání nitroxu.

### **Databanka LANL**

Databanka LANL provedla analýzu profilů a porovnávala výsledky získané měřeními podle rozpuštěného plynu oproti výsledkům získaným měřeními bublinek a došla k těmto závěrům:

1. Nové údaje ze zastávek v hloubkách se podstatně liší od údajů z minulosti, protože starší údaje vycházely převážně ze zastávek v mělké vodě, což mělo samozřejmě dopad na plánování ponorů;
2. údaje ze zastávek v hluboké i mělké vodě vykazují stejné odhady rizika pro potápění nominální, v mělké vodě a způsobem nonstop, protože bublinkové modely a modely s rozpuštěným plynem se téměř shodují;
3. jestliže se pro analýzy používají pouze údaje ze zastávek v mělké vodě, jsou odhady rizika podle rozpuštěného plynu vyšší než odhady vypočtené při použití údajů ze zastávek v hloubce;
4. v zóně 20 smv (6 m) jsou standardními "přepínacími" plyny čistý O<sub>2</sub> nebo EAN80;
5. při používání plyných směsí se standardně používají přestávky v hloubce a problémy s DCS se téměř nevyskytují;
6. techničtí potápěči nepraktikují hloubkové přepínání ze směsí s héliem na směsi s dusíkem, namísto toho zvyšují podíl kyslíku snížením podílu hélia;
7. při zastávkách v hloubce se v naprosté většině používají potápěčské počítače s tabulkami a speciálním softwarem pro plánování ponorů se zastávkami v hloubce;
8. při používání tabulek, metrických údajů a software pro zastávky v hloubce neexistují žádné odkazy na nějaká nebezpečí DCS v souvislosti s plynovou směsí, dekompresí a hloubkovým potápěním;
9. výskyt DCS je vyšší u potápění technického než u rekreačního, ale přesto nízký;
10. u všech druhů potápění se zvyšuje používání RB;
11. zápěstové potápěčské počítače disponují takovou čipovou rychlostí, která umožňuje spolehlivé vyhodnocení i nejrozsáhlejších bublinkových modelů;
12. údaje získané z technického potápění jsou nejdůležitější zdroje informací pro korelaci modelů se získanými údaji;
13. techničtí potápěči nepoužívají vzduch, hlavně ne v hloubkách; při výpravách do hloubek volí hlavně trimix nebo heliox;
14. tabulky, metrické údaje a software pro hloubkové zastávky se těší velké oblibě i u profesionálních potápěčů;
15. technické potápění se vyvíjí ohromným tempem a díky údajům, které se při něm získávají (a používaným přístrojům i počítačům), se stávají důležité informace přístupnými pro celou potápěčskou veřejnost.

### **Poděkování**

Dick Vann, Petar Denoble, Peter Bennett a Alessandro Marroni poskytli mnoho informací o PDE a DSL a my



jim touto cestou děkujeme za jejich příspěvek i pomoc. Také jim patří dík za zpřístupnění první databanky profilů způsobem on-line. Zvláštní poděkování patří všem členům týmu v Národní laboratoři v Los Alamos. Doslova neuvěřitelná výpočetní technika v této laboratoři urychluje práci na velmi složitých problémech. Rovněž děkujeme mnoha školícím institucím (NAUI, ANDI, GUE, IDF, FDF), Meter Vendors (Suunto, Mares, Dacor, HydroSpace, Atomic Aquatics, UTC, Plexus, Zeagle, Steam Machines) a dodavatelům software (GAP, ABYSS, HydroSpace) za poskytování statistických výsledků a údajů o používání školicích programů RGBM, tabulek a metrických údajů.