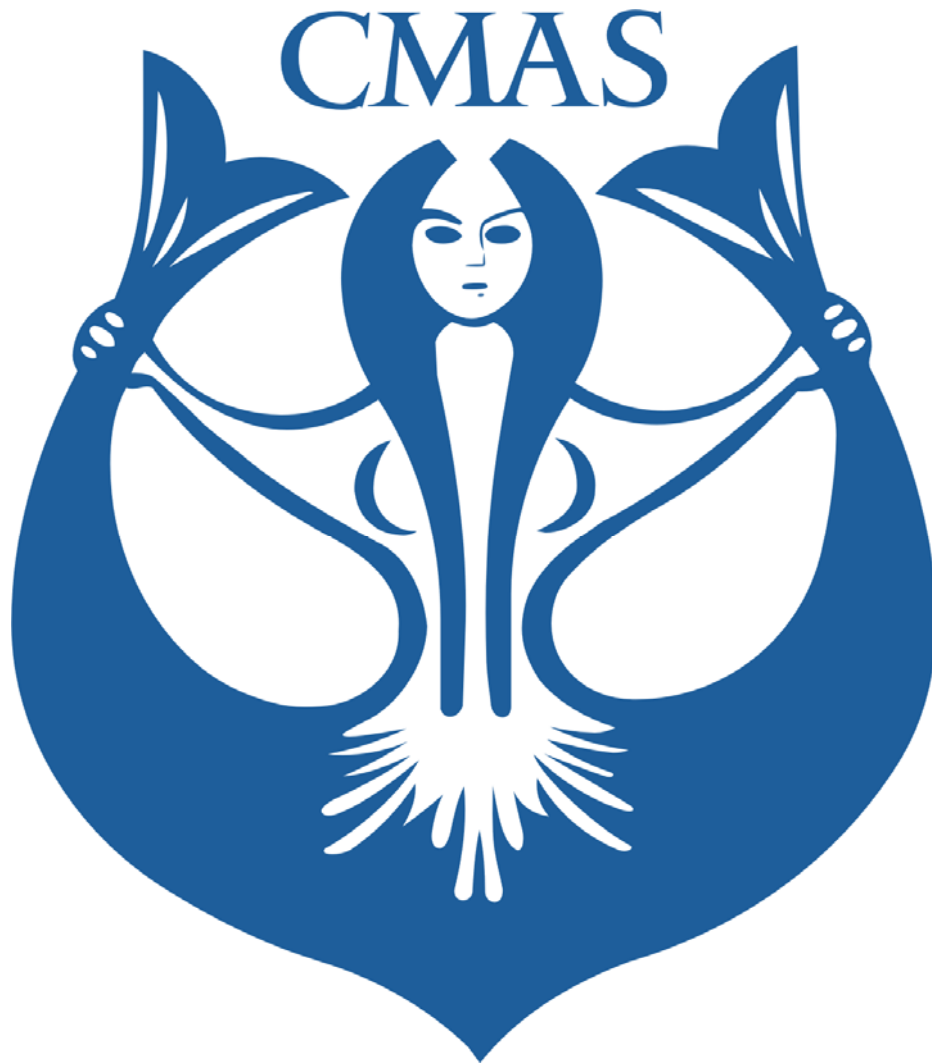


**Confédération Mondiale des Activités  
Subaquatiques**

**Búvár Világszövetség**



**KEZDŐ NITROX BÚVÁR**

*Készítette: Clement Károly és Zelenák József*

## **BEVEZETÉS**

Napjainkban a sportbúvárkodást dinamikus fejlődés jellemzi. Egyre szélesebb tömeg számára válik elérhetővé, mind több ember szenteli szabadidejének egy részét búvármerülésre.

Az intenzív fejlődés részeként, a szabadidős búvárkodás számos - korábban kizárólag a professzionális búvárok kiváltságát jelentő - hasznos technikát illesztett oktatási rendszerébe.

A NITROX, mint a gázkeverékes merülések első lépcsője, az egyik ezek közül. Ma már azt is mondhatjuk, hogy az alapfokú NITROX képzés, szinte elengedhetetlen részét kell, hogy képezze a búvárok oktatásának.

Bevezetőnk végén álljon itt a *Búvár Világszövetség*, vonatkozó szabályzata.

### **CMAS KEVERTGÁZOS MERÜLESEKRE VONATKOZÓ MERÜLÉSI SZABÁLYOK**

Mivel a kevertgázos merülés a búvárkodás egy haladó formája, s mint ilyen a hagyományos búvármerüléseknél magasabb kockázattal és felelősséggel jár, a CMAS a következő kötelezettségeket, és felelősséget állapítja meg a kevert gázzal merülő búvárokra vonatkozóan.

- A CMAS kevertgázos búvárnak folyamatosan bizonyítania kell a rátermettségét azáltal, hogy követi a búvártechnikában elfogadott irányelveket és kész a biztonságos kevertgázos merülésekhez szükséges készségek folyamatos fejlesztésére.
- A CMAS kevertgázos búvár folyamatosan fejleszti fizikai állóképességét. Tudatában van a túlzott dohányzás, a drogok, az alkohol, az elhízás, valamint a nem megfelelő pszichés és fizikai állóképesség búvárkodásra gyakorolt kedvezőtlen hatásaival.
- A CMAS kevertgázos búvár mindig gondját viseli a légzőkészülékének és sohasem kezd meg anélkül egy merülést, hogy nem bizonyosodott meg arról, hogy a felszerelése tökéletesen működő állapotban van.
- A CMAS kevertgázos búvár folyamatosan igyekszik fejleszteni tudását a merülési technikák és felszerelések területén.
- A CMAS kevertgázos búvár sohasem fog megfelelő képzettséggel nem rendelkező személyt kevertgázos merülésre beszervezni vagy ösztönözni. Ha ilyen személy megkeresi, a megfelelő oktatási szervezethez irányítja.
- A CMAS kevertgázos búvár mindent megtesz annak érdekében, hogy tudását a kezdő kevertgázos búvároknak és felkérésre a búvártársadalomnak átadja, ez lehet akár formális oktatás, kérdések megválaszolása vagy kiadványokban, újságokban, könyvekben megjelenő publikáció.

## 1. MI A NITROX, NITROX TÖRTÉNELEM

Mi a NITROX?

A minket körülvevő levegő, amelyet belélegzünk két fő összetevőből áll 78% nitrogénből és 21% oxigénből, valamint 1% egyéb gázból. Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban a levegő összetételét 79% nitrogénnek és 21% oxigénnek tekintjük.

A NITROX az általános megnevezése az olyan légzőgáznak, amelyben a levegőtől eltérő az oxigén részaránya és ez a részarány 21%-nál nagyobb.

Használunk még egy másik angol kifejezést is az ilyen légzőgáz megnevezésére, ez pedig az „**ENRICHED AIR NITROX**” ami magyarra talán úgy fordítható, hogy Dúsított Levegő NITROX. Ez a megnevezés onnan származik, hogy a NITROX legáltalánosabb előállítási módszere, hogy a levegőhöz tiszta oxigént adnak, tehát feldúsítják a normál levegőt oxigénnel. Későbbiek során még bővebben lesz szó a NITROX előállítási módszereiről.

A bűvár gyakorlatban tehát a NITROX szokásos megnevezése az „**ENRICHED AIR NITROX**” (Dúsított levegő NITROX), rövidítve **EAN**, amit a keverékben lévő oxigén %-os részarányának jelölése követ. Ennek értelmében egy 28%-os oxigéntartalommal rendelkező gázkeverék jelölése, megnevezése tehát EAN 28, egy 36%-os oxigéntartalmú keveréke, pedig EAN 36.

Amikor általánosságban beszélünk a NITROX-ról vagy a keverék oxigéntartalma ismeretlen akkor az EAN<sub>x</sub>, jelölést használjuk, ahol „x” egy tetszőleges számot jelent. Néhányan egyszerűen csak EAN jelölést használnak ilyenkor.

Ha ismerjük az oxigéntartalmat, soha ne használjuk az „x”-et a kifejezésben tehát vagy EAN<sub>x</sub> vagy EAN30, olyan nincs, hogy EAN<sub>x</sub>30.

Szokásos jelölés még a nitrogénből és oxigénből álló gázkeverékekre a két gáz százalékos részarányára utaló jelölés a „**NITROX A/B**”, ahol „A” az oxigén %-át, a „B” pedig a nitrogén %-át, jelöli. Példa: a NITROX 40/60, 40% oxigént és 60% nitrogént tartalmaz.

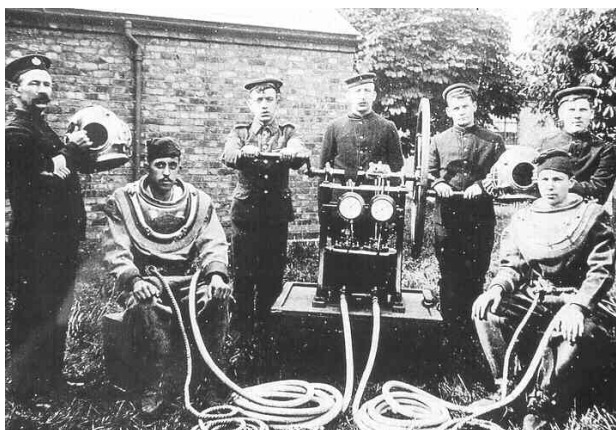
### Most, hogy már tudjuk mi a NITROX, tekintsük át röviden a történetét.

Nézőpont kérdése, de mondhatjuk azt, hogy a NITROX régebben van jelen a bűvárokodásban, mint a nyíltrendszerű automatikus szabályzású bűvár légzőkészülék. Az 1800-as években használt első „újra légzők” leírásában már

találkozhatunk a NITROX-al, mint lézgőgázzal. A NITROX történelme valójában, az oxigénmérgezéssel kapcsolatos kutatásokkal kezdődött.

1878-ban *Paul Bert* (később még hallunk róla) publikált kutatási eredményeket melyben azt bizonyította, hogy a magas oxigén parciális nyomás a közvetlen oka a merülő bűvároknál tapasztalt görcsöknek.

*Loran Smith* 1899-ben tette közzé kutatásainak eredményét, melyben rámutatott hogy azok az állatok, amelyek megemelt parciális nyomású oxigént tartalmazó lézgőgázt lélegeztek be hosszabb időn keresztül, tüdő és légzési problémák jelentkeznek.



1910 és 1912 között különböző kísérleteket hajtottak végre NITROX-szal, pl. egy kerékpáros kísérletet EAN 10 légzésével, valamint egy 30 méteres merülést felszíni gázellátással, 50/50 nitrogén/oxigén részarányú lézgőgázzal. Ezek voltak talán a legkorábbi, a NITROX hatásaira vonatkozó kísérletek. Természetesen a katonai felhasználásról elég kevés az

információ, de sejthető, hogy ezen a területen is már elég korán megkezdődött a NITROX használata.

Egy nagy lépés volt a NITROX szélesebb körben való elterjedésében, amikor a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), az USA Nemzeti Tenger és Légkörkutató Hivatala 1970 kezdett el foglalkozni a NITROX felhasználásával a tudományos kutató merülések során. Nagyrészt a NOAA döntésének köszönhető, hogy manapság a sportbúvárokodásban használhatunk NITROX-ot. Az 1979-ben kiadott NOAA *Búvár Kézikönyvben* jelent meg először egy teljes technikai leírás a NITROX búvárokodás előnyeiről és a gáz előállításának módszereiről.

Meg kell említeni *Dick Rutkowski*, nevét, aki a NOAA helyettes búvár igazgatója volt. Ő hozta létre 1985-ben az IAND (*International Association of Nitrox Divers*) szervezetet melynek célja, hogy a NITROX használatát a sport búvárok számára oktassa.

A 90-es évektől kezdődően már az összes jelentős szabadidős búvárokodást oktató szervezet végez NITROX oktatást.



Meg kell még említeni, hogy a NOAA kitalált/kidolgozott két szabványos gázkeveréket, az „NITROX I” és a „NITROX II” (EAN I, EAN II), ezek 32% és

36% oxigéntartalommal rendelkeznek. A fent említett kézikönyvben ezekre a gázokra a levegős, no-dekompresziós táblázatokhoz hasonló táblázatokat dolgozott ki.

A Búvár Világszövetség, a **CMAS**, az **1993-as ciprusi tanácskozásán** fogalmazta meg a kevertgázos merülésekre vonatkozó irányelveit:

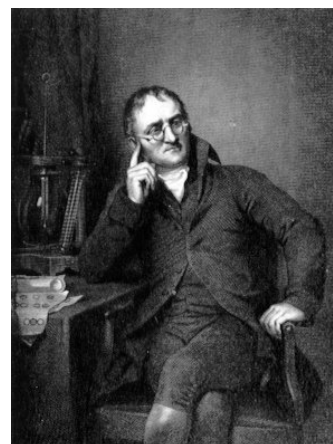


- *A NITROX használata különös veszélyeket és kockázatokat hordoz. Csak az a búvár, vállalkozhat erre, aki megfelelő szervezett szakoktatásában részesült.*
- *A NITROX használatának gyakorlati előnyei vannak. Meghatározott mélységben, fenékgázként, a NITROX alkalmas a dekompressziós idő csökkentésére. Dekompressziós gázként, a NITROX (ideértve a tiszta oxigént is) rövidebb biztonságosabb dekompressziót tesz lehetővé.*
- *Levegős dekompressziós táblázatok és számítógépek használata esetén a NITROX használata tovább növeli a biztonsági sávot.*
- *Csak helyesen megjelölt felszereléssel lehet NITROX merülést végrehajtani. A szabályos NITROX azonosítóval ellátott palackok, tartalmát a merülés előtt a búvárnak saját magának kell ellenőriznie.*

## 2. FIZIKAI ISMERETEK

Mielőtt továbblépnénk, ismételjünk át (reméljük, hogy csak ismeret felfrissítésről beszélünk) néhány, a kevertgázos búvárkodás elméletéhez kapcsolódó fizikai ismertet.

A gázkeveréket alkotó gázok arányát parciális nyomásuk határozza meg. Gázkeverékek esetében **parciális nyomásnak** nevezzük azt a nyomást, amit akkor mérnénk, ha az adott alkotó (frakció) gáz a rendelkezésre álló térfogatot egyedül töltene ki.



**John Dalton**, brit tudós az 1800-as évek elején írta le egyik törvényét, melynek értelmében:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$$

ahol,

$p$  a gázkeverék nyomása

$p_1, p_2, p_3, p_n$  a gázkeveréket alkotó gázok parciális nyomása

azaz, bármely gázkeveréket alkotó gázok rész (parciális) nyomásainak összege, megegyezik a gázkeverék nyomásával.

$$p_n = f_n \cdot p$$

$p$	gázkeverék nyomása
$f_n$	alkotó (frakció) részaránya (koncentrációja)
$p_n$	frakció parciális nyomása

Bármely frakció parciális nyomása egyenlő az adott frakció koncentrációjának és a gázkeverék nyomásának szorzatával. A koncentráció a frakció térfogatszázalékának század része.

**A gázkeverékek fiziológiai hatásai a keveréket alkotó gázok parciális nyomásától függenek.**

### 3. AZ OXIGÉN ÉLETTANI HATÁSAI

Ahogy az élet más területein, itt is mindennek meg van az ára. Csak úgy, mint ahogy a bűvármerülések során a túl sok nitrogén (dekompresszió), a túl sok oxigén is gondot okoz.

A legegyszerűbb dolog, ha úgy tekintjük a különböző gázokat, mintha gyógyszerek, orvosságok lennének. Ha csak egy kis adagot veszünk be az orvosságból, akkor azt jól tűri a szervezetünk és nincs vele problémánk, ha azonban túl nagy adagot juttatunk a szervezetünkbe, az komoly következményekkel járhat.



A NITROX-ban lecsökkentettük a „nitrogén tablettá” arányát a levegőhöz képest, szóval most egy időre a nitrogént elhanyagolhatjuk, a másik oldalról azonban megnöveltük az „oxigén tablettá” arányát, tehát meg kell néznünk, hogy ez a változás hogyan hat a testünkre.

Túl nagy adagban, csak úgy, mint bármi más az életben, az oxigén, mérgező hatással van az emberi szervezetre. Kétféle oxigénmérgezést különböztetünk meg; az egyik a **Központi Idegrendszerre** ható oxigénmérgezés, idegen szóval **CNS**, (Central Nervous System Toxicity) mérgezés.

Ezzel kapcsolatos kutatásainak eredményét *Paul Bert* már 1878-ban publikálta.

A másik az ún. tüdőre ható, vagy tüdei (helytelenül testre ható) vagy **pulmonáris** oxigénmérgezés. Amit *Loran Smith* effektusnak is nevezünk. Nemzetközi mértékegysége az OTU vagy UPTD.

1OTU = 1UPTD, ami 1bar környezeti nyomáson 100% O<sub>2</sub>, 1 percig történő belégzését jelenti.

A sportbúvár gyakorlatban a tüdei oxigénmérgezéssel merüléseink során nem fogunk találkozni. Ennek ellenére ismernünk kell a hogy, tisztában legyünk az oxigén szervezetünkre gyakorolt hatásával. A **pulmonáris** oxigénmérgezéssel közvetlen kapcsolatba esetleg egy dekompresziós kamrában, magas nyomású oxigén kezelés esetén (HBO Kezelés) kerülhetünk, de ilyenkor már amúgy is a keszoronvos kezében vagyunk.

### **Figyelem, ha az oxigént rosszul használjuk, akkor életveszélyes!**

Ha a testünk túl magas oxigén parciális nyomásnak van kitéve, akkor a központi idegrendszeri (a továbbiakban **CNS**) oxigénmérgezés igen reális veszélyével kerülünk szembe. Ebből kifolyólag a merülések során megengedhető maximális oxigén parciális nyomást **1.6bar**-ban limitálták (**pO<sub>2</sub>=max.1,6bar**). Ez semmilyen értelemben sem egy „bűvös szám”, de egy több százezer merülés által, jól megalapozott tapasztalat eredménye.

Mivel jelen pillanatban úgy tekintünk az oxigénre, mint gyógyszerre, így szükséges még egy tényező bevezetése, ez pedig az „idő”. Gyógyszerből az ember szedhet egy kis adagot hosszú időn keresztül vagy egy nagy adagot rövid ideig akár, mondjuk csak egy alkalommal.

Az **oxigén** megengedett legnagyobb **parciális nyomása 1,6bar** lehet, ehhez a „gyógyszer dózishoz” **45 perces** időhatárt határoztak meg. Az oxigén nyomásának csökkentésével hosszabb ideig terhelhetjük vele a szervezetünket. **1,5bar pO<sub>2</sub>** esetén nagy növekedés tapasztalunk a megengedett időben; az **120 perc**-re változik, **1,4bar pO<sub>2</sub>** esetén a megengedett idő, pedig már **150 perc**. Ezek a számok a szabványos **NOAA** táblázatokban találhatóak.



Ne feledjük, nem ismeretesek olyan módszerek vagy feltételek, amelyek lehetővé teszik a táblázat megkerülését, felülbíráltását vagy a határok átlépését. Léteznek olyan táblázatok, amelyek ennél magasabb parciális nyomásokat, vagy hosszabb időket tartalmaznak, de ezek az ún. „kivételes terhelések” táblázata. Ez az USA Haditengerészetnél (*US Navy*) szokásos kifejezés, ami annyit jelent, hogy a biztonságot nem garantálják.

**A tankönyvben található táblázatoktól eltérő táblázatok használata életveszélyes és tilos!**

## OXIGÉNNYOMÁS és IDŐHATÁROK (PERC)

$p_{O_2}$ (bar)	Egyszeri merülés	CNS% / Perc	Napi
1,6	45	2,22	150
1,5	120	0,83	180
1,4	150	0,67	180
1,3	180	0,56	210
1,2	210	0,48	240
1,1	240	0,42	270
1,0	300	0,33	300
0,9	360	0,28	360
0,8	450	0,22	450
0,7	570	0,18	570
0,6	720	0,14	720

A NITROX merülésekkel kapcsolatban el kell fogadnunk és magunkra nézve kötelezőnek kell tekintenünk, hogy **a táblázat értékeit nem lehet áthágni!** Ezt nem lehet eléggé hangsúlyozni.

A búvár **nincs nagyobb biztonságban** 1,4bar  $p_{O_2}$  estén, mint 1,6bar  $p_{O_2}$  esetén, **ha megsérti a táblázat időhatárát.**

Ez nem hasonlítható össze azzal, ahogy mondjuk „lejjebb csúszunk” 1-2 métert a normál levegős merülések esetén az oktató által meghatározott, tervezett legnagyobb mélységnél. (Bár ezt sem tudjuk helyeselni!) Egyszerűen be kell tartani a fenti táblázatot, mert ez működik.

Nézzük meg, mi történik, ha túl nagy oxigénterhelésnek tesszük ki magunkat, azaz ha a megengedettnél nagyobb parciális nyomáson lélegezzük be az oxigént, illetve, ha a megengedettnél hosszabb ideig lélegezzük be a még megfelelő parciálisnyomású oxigént.

Nagyon sokat lehet olvasni az oxigénmérgezés tüneteiről akár egészen orvosi diploma szintű mélységben is a különböző könyvekben. Biztosan van, aki már



találkozott a **ConVENTID** kifejezéssel. Ez az oxigénmérgezés tüneteinek az angol elnevezéséből származó rövidítéseiből összerakott mozaikszó.

<b>Con</b>	=	<b>Convulsion</b>	- görcs
<b>V</b>	=	<b>Vision</b>	- látás
<b>E</b>	=	<b>Euphoria</b>	- eufória
<b>N</b>	=	<b>Nausea</b>	- hányinger, émelygés
<b>T</b>	=	<b>Tinitus</b>	- fülcsengés, fülzúgás
<b>I</b>	=	<b>Irritability</b>	- ingerlékenység
<b>D</b>	=	<b>Dizziness</b>	- szédülés

Valamennyi a CNS Oxigénmérgezés tünete. Legyünk őszinték, a „görcs” kivételével (ami egyébként nem is tünet), mind jellemzője a nitrogén narkózisnak, valamint egy csomó más bűvárproblémának is, például a közönséges tengeribetegségnek is. Azaz egyszerű igazság az, hogy a maga a bűvár a legrosszabb személy egy adott bűvárprobléma saját magán való diagnosztizálására, beazonosítására. Van egy nagyon egyszerű szabály a „búvárnayavalyák” különböző tüneteinek fellépése esetén.

### **Ha úgy tűnik, hogy valami nincs rendben, akkor az nincs rendben! Azonnal kezd meg a szabályos felemelkedést!**

Amikor NITROX használatával merülünk a mélység nem a barátunk. Kezdjük meg a felszín felé emelkedést. Ha a tünetek hirtelen megszűnnek valószínűleg nitrogén narkózisunk volt; a merülés folytatása lehetséges a sekélyebb vizekben. Sokkal jobb, a hajón ülve rájönni, hogy csak egy kisebb problémával volt dolgunk, mint a tengerfenéken, ronda állapotban azon keseregni, hogy hibásan azt gondoltuk, hogy ez csak egy jelentéktelen probléma. A merülő társaknak folyamatosan figyelemmel kell kísérniük egymást észben tartva, hogy a problémával küzdő bűvár nem valószínű, hogy észreveszi a problémát, legyen az a nitrogén narkózis vagy bármi más.

Tények: A bűvárkodás történetében senki semmilyen tünetet nem észlelt időben ahhoz, hogy megelőzhesse a bajt, CNS oxigénmérgezés esetén.

**A CNS oxigén görcs minden különösebb előjel nélkül is jelentkezhet.**

**Azok, akiknek oxigénmérgezéses problémájuk volt, mind áthágták a táblázat határait.**

Még egyszer:

## Kövessd a táblázatot!

Emlékezz az elsődleges szabályra:

### **Ha úgy tűnik, hogy valami nincs rendben, akkor az nincs rendben! Azonnal kezd meg a szabályos felemelkedést!**

Tételezzük fel, hogy a merülés során egyszer csak túl mélyen találsz magad, - ami nem fordulhat elő - vagy észreveszed, hogy átlépted az időhatárt néhány perccel – ami szintén nem fordulhat elő. Az irányelv egyszerű, nyugodtan feljebb kell emelkedni, de semmi esetre se ess pánikba!

Léteznek-e esetleg olyan tényezők, amelyek az növelik oxigénmérgezés kialakulásának valószínűségét?

A kutatások azt mutatják, hogy különösen a **fárasztó, megerőltető merülések** és a **hidegvízi merülések** növelhetik az oxigénmérgezés esélyét. A megterhelés és a stressz a legrosszabb tényezők. Ha nehéz munkavégzéssel terhelt merülést tervezünk, okos dolog nem feszegetni a táblázat határait.

Számításba kell venni ezen kívül a különböző **gyógyszerek** és élvezeti cikkek hatásait. A gyógyszerek mellékhatásait nem tesztelik nagy nyomású, magas oxigéntartalmú körülmények között, tehát, ha valamilyen gyógyszert szedsz az ember és nincs tökéletesen tisztában az oxigénnel kapcsolatos mellékhatásaival, ne merüljön magas oxigéntartalmú keverékkel! Még inkább, egyáltalán ne merüljön! A koffein, kávé és egyéb stimuláló szerek különösen megnövelik az oxigénmérgezés kockázatát.

A NITROX búvárok a merüléseiket úgy tervezik, hogy ne lépjék túl az **1.4bar pO<sub>2</sub> nyomást** és megjegyzik az **1,6bar pO<sub>2</sub>** nyomáshoz tartozó mélységhatárt, ezt mintegy puffer **biztonsági zónaként** használják.

**A merülések tervezésénél mi is ezt az 1.4bar-os parciális nyomást tekintjük határértéknek.**



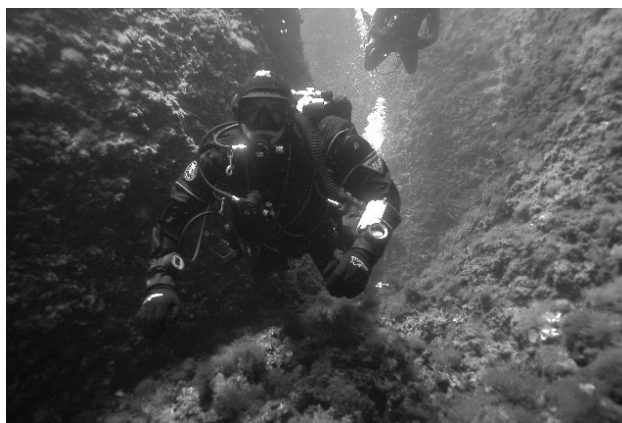
Ugyanakkor meg kell jegyeznünk azt is, hogy a túl kevés oxigén is problémát jelent. Ha a belélegzett gázban az oxigén parciális nyomása kisebb, mint **0,16bar**, akkor ez nem elegendő a szervezet normál anyagcsere funkcióinak fenntartásához és oxigén hiányos állapotba kerülünk. Ezt nevezzük **hypoxiának**.

Ha a parciális nyomás **0,1bar** alá kerül, teljes oxigén hiányról, azaz **anoxiáról** beszélünk.

Ezzel a problémával akkor találkozhatunk, ha NITROX palackunkat hanyagságból nem megfelelő gázzal töltötték fel. Ezért is rendkívül fontos, hogy NITROX merülés előtt mindig ellenőrizzük a gázkeverék összetételét. Erről a későbbiekben még beszélni fogunk.

Van egy régi mondás, ami nagyon igaz a napjainkban rohamosan terjedő NITROX bűvárkodás idején is:

### **Tervezd meg a merülésed és merüld a tervedet!**



Ezen a két egyszerű szabály betartásával elkerülhető minden oxigénnel kapcsolatos probléma.

## **4. MIÉRT JÓ NEKÜNK A NITROX? A NITROX HASZNÁLATÁNAK ELŐNYEI**

Ahhoz, hogy erre a kérdésre kielégítő választ adhassunk, vizsgáljuk meg a nitrogén hatását a szervezetre.

A nitrogén a szervezetben elméletileg semleges (un. inert) gáz, ami **nem vesz részt a szervezet anyagcseréjében**. Korábbi bűvártanulmányainkból azonban tudhatjuk, hogy a bűvármérülések során legtöbb probléma forrása a nitrogén.

A nitrogén a nyomásváltozás következtében, szöveteinkbe történő elnyelődése miatt kell dekompessziót végrehajtani, valamint bizonyos mélység alatt

**narkotikus hatását** is figyelembe kell vennünk. Mindezen hatások a belélegzett nitrogén parciális nyomásának, vagy ha tetszik, a nitrogén részaránya légzőgázban és a környezeti nyomás (merülés mélysége) függvénye.

A nitrogén a környezeti nyomás növekedése miatt, elnyelődik, beoldódik testünk szöveteibe (*szaturáció*). Az elnyelődés (*Henry-törvénye alapján*) adott hőmérsékleten, valamely folyadékban egyenesen arányos a nitrogén parciális nyomásával és oldhatósági tulajdonságaival.

Normál légköri nyomáson a beoldódás és a visszaoldódás (*deszaturáció*) egyensúlyban van. A környezeti nyomás növekedésével lemerüléskor arányosan növekszik a nitrogén parciális nyomása, így egyre több gáz oldódik be a vérén keresztül a többi testszövetünkbe.

A környezeti nyomás csökkenésével az elnyelődött nitrogén megpróbál távozni a szöveteinkből. Ha a nyomásváltozás túlságosan gyors, gázbuborék formájában jelenik meg szöveteinkben. A gázbuborékok fizikai tulajdonságaiból következően számtalan veszélyes hatást gyakorolhatnak szervezetünkre, elzárhatják a véredényeket gátolva a szövetek anyagcseréjét, **dekompressziós betegséget (DCS)** okoznak.

Ugyanez következhet be akkor is, ha átlépjük az emelkedési sebesség megengedett értékét, illetve ha és dekompressziós merülés esetén a dekompressziós megállókat nem tartjuk be.

A **nitrogén narkózis** - vagy más néven, megtévesztően mélységi mámor - tünetei egyes búvároknál már **3,2bar** nitrogén parciális nyomáson jelentkeznek, **4,0bar** fölött azonban ezeket már szinte kivétel nélkül mindenki megtapasztalhatja. A 3,2bar nitrogén parciális nyomása a 30 méteres mélységnek, míg a 4,0bar a 40 méteres mélységnek megfelelő abszolút nyomáson történő levegő légzésénél áll fenn.

A fentiek alapján arra a következtetésre juthatunk, hogyha kevesebb nitrogén van a légzőgázban, azaz kisebb a nitrogén részaránya és így a parciális nyomása adott mélységben, akkor a fent említett jól ismert hatások is kevésbé jelentkeznek.

Tehát a témaindító kérdésére az lehet a válasz, hogy azért jó nekünk a **NITROX mert a belélegzett gázban kisebb a nitrogén részaránya, mint a levegőben** így a nitrogénnel összefüggő „káros” hatások kevésbé jelentkeznek egy adott mélységben a levegővel összehasonlítva, vagy mondhatjuk, hogy ugyanazok a hatások csak mélyebben vagy hosszabb idő elteltével jelentkeznek.

Mindezen jó tulajdonságoknak azonban (mint minden jónak az életben) megvan az ára, amelyekről a későbbiek folyamán még részletesen lesz szó.

NITROX használatával tehát adott mélységben több **időt tölthetünk el** dekompressziós megálló kötelezettsége nélkül, vagy ha betartjuk a levegős

határokat, akkor egy **nagyobb biztonsági sávot** hozunk ezzel létre a merülésünk során.

A NITROX további jó tulajdonsága, hogy a búvárok kevésbé érzik magukat fáradtnak, kimerültnek, mint egy hasonló levegős merülés után. Hiszen a merülések utáni fáradtságérzést is a szöveteinkből még ki nem ürült nitrogén, jelenléte okozza.

A témával kapcsolatos bővebb ismeretek a haladó NITROX ill. más technikai búvártanfolyamok anyagába tartoznak.

### **Nézzünk akkor egy pár konkrét előnyt:**

**Hosszabb no-dekompresziós megálló nélküli fenékidők.**

**Dekompressziós merülés esetén, rövidebb és kisebb mélységű dekompressziós megállók**

**Alacsonyabb narkotikus hatás**

**Rövidebb felszíni idő után kevesebb maradék nitrogén a szervezetben**

### **Néhány járulékos előny:**

**Kevésbé fáradt a búvár a merülés után**

**Az esetlegesen bekövetkező dekompressziós problémák hatása kisebb**

Lehetne még sorolni a NITROX különböző előnyeit, de minden visszavezethető arra az egy dologra, hogy **kevesebb nitrogént lélegzünk be.**

A NITROX alapvető tulajdonsága, hogy ez a kis mélységek, legfeljebb 40 méteres merülések, légzőgáza. Ez következik a megnövelt oxigéntartalomtól. Tehát az első dolog, amit a NITROX előnyeiért meg kell fizetnünk, az hogy sokkal szigorúbbak a NITROX merülés során a mélységhatárok.

Ezzel lassan át is kerülünk egy későbbi témába, a NITROX merülések során alkalmazott merülési és merülés tervezési eljárásokba.

## **5. A LEGFELJEBB 40%-OS OXIGÉN TARTALMÚ NITROX MERÜLÉSEKRE VONATKOZÓ SZABÁLYOK**

Az előzőekben láttuk, hogy a NITROX merülések során is van mélység-, valamint időhatár. A mélységhatárt az 1.6bar oxigén parciális nyomás jelenti. Az idő korlátot pedig, vagy az adott oxigén parciális nyomáshoz tartozó időlimit,

vagy - akárcsak a levegős merülések esetén – a légző gáz nitrogén tartamából következő dekompressziós határ adja.

Gondolkodjunk el, hogyan is lehetne egy NITROX merülést a legegyszerűbben, a legkevesebb új dolog bevezetésével, felhasználásával megtervezni.

Levegős merülést „profi módon” tudunk tervezni, megvannak hozzá a táblázataink és a különböző számítási eljárásokat is jól ismerjük. Jó lenne tehát, ha a tervezett NITROX merülésünket valamilyen egyszerű módszerrel át tudnánk alakítani levegős merüléssé, és máris megoldottuk a problémát.

A jó hír, hogy ez lehetséges, mégpedig úgy hogy a NITROX keverékben lévő nitrogén részarányának megfelelő levegős merülésre tudjuk átszámolni a merülést, és máris használhatjuk a régóta jól bevált levegős módszereket.

Ehhez egyetlen új fogalom megismerésére van szükség. Ez az **Ekvivalens** vagy **Egyenértékű Levegős Mélység**. Ez a magyar megfelelője az angol **Equivalent Air Depth (EAD)** kifejezésnek. A továbbiakban az **EAD** rövidítést használjuk.

További jó hír, hogy nagyon jól használható táblázatok készültek az Egyenértékű Levegős Mélység meghatározására, így még számolnunk sem nagyon kell.

Van még egy új fogalom, mellyel a NITROX merülések tervezése, végrehajtása kapcsán meg kell ismerkednünk, ez a **Maximális Használati** vagy más néven **Operációs Mélység**. Az angol **Maximum Operating Depth (MOD)** kifejezés magyar megfelelője. Továbbiakban erre a **MOD** rövidítést használjuk.

**A Maximális Működési Mélység az a mélység, ahol az adott NITROX keverékben az oxigén parciálisnyomása eléri az 1.6bar-t.**

Használatos még az ún. **Normál Használati Mélység (Normal Operating Depth,)** röviden **NOD** kifejezés, ez azt a mélységet jelenti, ahol az adott NITROX keverékben az oxigén parciális nyomása **1,4 bar**.

A tervezés során attól függően, hogy milyenek a rendelkezésre álló feltételek, két úton indulhatunk el.

Ez egyik út esetében megvan a rendelkezésre álló NITROX keverékünk, tudjuk, hogy mennyi az oxigén részaránya és ismerjük a palack méreteit, a töltési nyomást.

Tehát ezekhez az adott feltételekhez tervezzük a merülést.

Elővesszük a „jó kis” táblázatainkat, ezekből meghatározzuk az adott keverék maximális vagy normál működési mélységét. Ez alapján és a felszíni levegőfogyasztásunk ismeretében ki tudjuk számolni, hogy az adott gázmennyiség mennyi időre lesz elég az adott mélységbe való merülésre. A

másik táblázatunkból meghatározzuk az adott mélység és keverék alapján az egyenértékű levegős mélységet.

A levegős, ún. no-dekompresziós táblázatból le tudjuk olvasni a dekompressziós megálló nélküli fenékidőkhöz tartozó limitidőnket. A két idő összehasonlításával, pedig meghatározhatjuk, hogy mennyi időt tölthetünk az adott mélységben. Végül a rövidebb idő alapján leolvashatjuk a maradék nitrogén csoportunkat is.

A másik út az, hogy tudjuk, hogy milyen mélyre szeretnénk merülni, és módunk van meghatározni, hogy milyen NITROX keveréket készítsenek nekünk a merüléshez.

Ekkor a tervezést azzal kezdjük, hogy meghatározzuk az adott mélységhez és az 1.4bar parciális oxigénnyomás határhoz tartozó ún. **legjobb keveréket** (angolul **Best Mix**) majd a tervezést innen folytatjuk az EAD és a többi paraméter meghatározásával.

**Mielőtt megismerkednénk a táblázatokkal, nézzük meg, hogyan lehet kiszámolni az egyenértékű levegős mélységet.**

A számolás alapja a nitrogén parciális nyomása.

Tehát adott a NITROX keverék, amivel merülni szeretnénk, tudjuk a mélységet, ahova merülni szeretnénk, azt szeretnénk tudni, hogy levegővel milyen mélységbe kellene lemerülni ahhoz, hogy ugyanolyan nitrogén parciális nyomást érijünk el.

Azt már sejthetjük előre, hogy mivel a levegőben több a nitrogén részaránya így ugyanazt a nitrogén parciálisnyomást hamarabb, azaz kisebb mélységben fogjuk elérni levegővel.

Tehát ha a végén mélyebb Egyenértékű Levegős Mélység jött ki, akkor tudjuk, hogy valamit rosszul számoltunk.

### **Példa:**

**Legyen a keverékünk EAN36 és merüljünk 30 méterre.**

**1. Mekkora lesz itt a nitrogén parciális nyomása, azaz a  $p_{N_2}$ ?**

Az EAN36-ban mekkora a nitrogén részaránya?

100% -36% = 64%

Tehát a nitrogén részaránya 64%

**2. Mekkora a teljes nyomás 30 méteren?**

$p = 4 \text{ bar}$ .

3. Mennyi a nitrogén parciális nyomása 4 bar abszolút nyomáson 64% nitrogén részarány esetén.

$4 \times 0,64 = \underline{2,56 \text{ bar}}$

Számoljuk ezt át Egyenértékű Levegős Mélységre.

**4. Mekkora az abszolút nyomás, ha az abszolút nyomás 79%-a 2,56 bar? (A levegőben a nitrogén részaránya 79%)**

$2,56 / 0,79 = \underline{3,24 \text{ bar}}$

Tehát a teljes nyomás 3,24 bar.

5. Ez mekkora mélységnek felel meg?

22.4 méter

Tehát az Egyenértékű Levegős Mélységünk 22.4 méter, kerekítve 23 méter. Ezzel a mélységgel számolhatjuk a no-dekompressziós időnket és a maradék nitrogén időnket.

Írjuk fel, az **Egyenértékű Levegős Mélység kiszámításának általános képletét** néhány jelölés bevezetése és egyszerűsítése után:

A keverékben lévő nitrogén részarányát tizedes törtben kifejezve jelöljük:  $f_{N_2}$ -vel

$$\mathbf{EAD = [f_{N_2} / 0.79 (\text{mélység} + 10)] - 10}$$

Nem is olyan bonyolult!

**Most nézzük meg, hogyan működik ez táblázatok segítségével.**

Az alábbi táblázat alapján egyszerűen meghatározhatjuk az EAD-t.

Nézzük a fenti példát:

EAN36, 30 méter. Kérdés mi az EAD?

A táblázat legfelső sorában keressük meg a 36%-os oxigén tartalmú NITROX vonatkozó oszlopot.



Ezen oszlopban keressük meg a 30 méteres mélységhez tartozó sort, illetve mivel ilyen nincs a következő nagyobb mélységet, ami a mi esetünkben 31,9 méter.

Ha a megtalált soron bal felé indulunk, a táblázat bal szélén találjuk az adott mélységhez tartozó Egyenértékű Levegős Mélységet, esetünkben ez 24 méter. Ez még sokkal egyszerűbb, mint számolgatni.

### A tervezés egy másik fontos lépése a használt gáz **Maximális Működési Mélységének (MOD) meghatározása.**

Kérdés, hogy 36%-os oxigén tartalom esetén milyen mélységben éri el az oxigén parciális nyomása az 1,6bar illetve az 1,4bar-t?

Matematikailag a kérdés az, hogy mekkora abszolút nyomásnak a 36%-a 1,4bar ill. 1,6bar?

Teljes nyomás =  $1,4/0,36 = 3,9\text{bar}$ , ami megfelel 29 méteres mélységnek

Teljes nyomás =  $1,6/0,36 = 4,4\text{bar}$ , ami megfelel 34 méteres mélységnek

### Válaszoljuk meg a kérdést táblázat segítségével is:

Keressük meg a  $p_{O_2}$  táblázat első sorában a 36% oxigénnek megfelelő oszlopot 0.36

Keressük meg a táblázat első oszlopában az 1.4bar és az 1.6bar oxigén parciális nyomáshoz tartozó sort.

Az oszlop és a sorok metszéspontjában leolvashatjuk a megfelelő mélységet.

A  $p_{O_2}$  táblázat segítségével azt is meg tudjuk mondani, hogy adott NITROX keverékkel adott mélységben mekkora lesz az oxigén parciális nyomása, és mennyi ott az oxigén limitidőnk.

Például:

EAN32 használatával és 33 méterre szeretnénk merülni.

A kérdés: Mekkora lesz az oxigén parciális nyomása és mennyi az oxigén limitidő?

A  $p_{O_2}$  táblázat első sorában megkeressük a 32%-os oxigéntartalomhoz tartozó oszlopot (0,32), majd az oszlopban lefelé megkeressük a mélységet esetünkben a 33 métert, mivel ilyen nincs, így a következő nagyobb mélységet, 33,7 métert, ezen a soron a táblázat bal szélén megtaláljuk az oxigén parciális nyomását, esetünkben 1,4bar, és a hozzátartozó oxigén limitidőt, ami 150 perc.

Még egy dolog, amire nagyon jól használható a táblázatunk.

## **A Legjobb keverék (Best Mix) meghatározása.**

Mi is a Legjobb Keverék?

Tudjuk, milyen mélyre akarunk merülni, tudjuk, hogy nem akarjuk túllépni az 1,4bar oxigén parciális nyomáshatárt.

**A legjobb keverék az, amelyben az oxigén százalékos aránya annyi, hogy a tervezett mélységben a keverékkel az oxigén parciális nyomása éppen 1,4 bar.**

Hogyan tudjuk ezt kiszámolni?

Ki kell számolnunk, hogy az adott mélységhez tartozó teljes nyomásnak hány százaléka az 1,4bar, és máris megkaptuk, hogy mekkora legyen a keverékben az oxigén részaránya.

$O_2$  részarány =  $1,4\text{bar}$ , osztva az abszolút nyomással.

30 méteren (4bar környezeti nyomás) a legjobb keverék.  $1,4/4 = \underline{0.35}$

Vagyis, 30 méteren a legjobb NITROX keverékben az oxigén részaránya 35%

Tehát EAN35 kell használnunk!



## Egyenértékű Levegős Mélység (EAD) Táblázat / Levegő - EAN40 / Mélység méterben

Levegő mélység	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
<b>9</b>	9.0	9.2	9.4	9.7	10.0	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	15.0
<b>12</b>	12.0	12.2	12.5	12.8	13.1	13.4	13.8	14.1	14.4	14.8	15.2	15.5	15.9	16.3	16.7	17.1	17.6	18.0	18.4	18.9
<b>15</b>	15.0	15.3	15.6	15.9	16.3	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3	22.9
<b>18</b>	18.0	18.3	18.7	19.1	19.5	19.8	20.3	20.7	21.1	21.6	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.1	25.6	26.2	26.8
<b>21</b>	21.0	21.4	21.7	22.2	22.6	23.0	23.5	24.0	24.4	24.9	25.5	26.0	26.5	27.1	27.6	28.2	28.8	29.4	30.1	<b>30.8</b>
<b>24</b>	24.0	24.4	24.8	25.3	25.8	26.2	26.7	27.3	27.8	28.3	28.9	29.4	30.0	30.7	31.3	31.9	32.6	<b>33.3</b>	<b>34.0</b>	
<b>27</b>	27.0	27.4	27.9	28.4	28.9	29.4	30.0	30.6	31.1	31.7	32.3	32.9	33.6	34.3	34.9	<b>35.6</b>	<b>36.4</b>			
<b>30</b>	30.0	30.5	31.0	31.5	32.1	32.6	33.2	33.9	34.4	35.1	35.8	36.4	37.1	<b>37.9</b>	<b>38.6</b>					
<b>33</b>	33.0	33.5	34.1	34.6	35.3	35.8	36.5	37.2	37.8	38.5	39.2	39.9	<b>40.7</b>							
<b>36</b>	36.0	36.6	37.1	37.8	38.4	39.0	39.7	40.4	41.1	41.9	<b>42.6</b>									
<b>39</b>	39.0	39.6	40.2	40.9	41.6	42.2	43.0	43.7	44.5	<b>45.3</b>										
<b>42</b>	42.0	42.6	43.3	44.0	44.7	45.4	46.2	47.0	<b>47.8</b>											
<b>MOD</b>																				
<b>1.4</b>	56.6	53.6	50.8	48.3	46.0	43.8	41.8	40.0	38.2	36.6	35.1	33.7	32.4	31.1	30.0	28.8	27.8	26.8	25.8	25.0
<b>1.6</b>	66.1	62.7	59.5	56.6	54.0	51.5	49.2	47.1	45.1	43.3	41.6	40.0	38.4	37.0	35.7	34.4	33.2	32.1	31.0	30.0

**MÉLYSÉG, GÁZKEVERÉK ÉS PO<sub>2</sub> TÁBLÁZAT**

<b>pO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub> Idő</b>	<b>.21</b>	<b>.22</b>	<b>.23</b>	<b>.24</b>	<b>.25</b>	<b>.26</b>	<b>.27</b>	<b>.28</b>	<b>.29</b>	<b>.30</b>	<b>.31</b>	<b>.32</b>	<b>.33</b>	<b>.34</b>	<b>.35</b>	<b>.36</b>	<b>.37</b>	<b>.38</b>	<b>.39</b>	<b>.40</b>
<b>1,0</b>	300	37.6	35.4	33.4	31.6	30.0	28.4	27.0	25.7	24.4	23.3	22.2	21.2	20.3	19.4	18.5	17.7	17.0	16.3	15.6	15.0
<b>1,1</b>	240	42.3	40.0	37.8	35.8	34.0	32.3	30.7	29.2	27.9	26.6	25.4	24.3	23.3	22.3	21.4	20.5	19.7	18.9	18.2	17.5
<b>1,2</b>	210	47.1	44.5	42.1	40.0	38.0	36.1	34.4	32.8	31.3	30.0	28.7	27.5	26.3	25.2	24.2	23.3	22.4	21.5	20.7	20.0
<b>1,3</b>	180	51.9	49.0	46.5	44.1	42.0	40.0	38.1	36.4	34.8	33.3	31.9	30.6	29.3	28.2	27.1	26.1	25.1	24.2	23.3	22.5
<b>1,4</b>	150	56.6	53.6	50.8	48.3	46.0	43.8	41.8	40.0	38.2	36.6	35.1	33.7	32.4	31.1	30.0	28.8	27.8	26.8	25.8	25.0
<b>1,5</b>	120	61.4	58.1	55.2	52.5	50.0	47.6	45.5	43.5	41.7	40.0	38.3	36.8	35.4	34.1	32.8	31.6	30.5	29.4	28.4	27.5
<b>1,6</b>	45	66.1	62.7	59.5	56.6	54.0	51.5	49.2	47.1	45.1	43.3	41.6	40.0	38.4	37.0	35.7	34.4	33.2	32.1	31.0	30.0

## Hogyan működik ez táblázattal?

A  $p_{O_2}$  táblázatunk első oszlopában megkeressük az 1.4bar nyomáshoz tartozó sort, majd ezen a soron elindulunk jobb felé addig, amíg meg nem találjuk a keresett mélységet, jelen esetben a 30 métert, a mélységhez tartozó oszlop tetején, pedig leolvashatjuk az adott mélységhez és nyomáshoz tartozó legjobb keverék oxigén részarányát. Ennyi az egész!

A táblázatok használatának megtanulása és begyakorlása leggyorsabban és legegyszerűbben feladatok megoldásán keresztül lehetséges, ezért lássunk most néhány példát:

### 1. példa

40 méterre akarunk merülni EAN32-vel.

#### Kérdések:

Mi a MOD?

Mennyi az EAD?

Mekkora az oxigén parciálisnyomása?

Mennyi a CNS oxigén időhatár?

A MOD 40 méter, pontosan az 1,6 bar megengedett maximális oxigén parciálisnyomáson vagyunk. Az oxigén időhatárunk tehát 45 perc. Az egyenértékű levegős mélységünk (EAD) pedig 33 méter.

Ha elővesszük a levegős dekompressziós táblázatainkat, és megkeressük a 33 méteres mélységhez tartozó legnagyobb no-dekompressziós időt, akkor észrevehetjük, hogy még a „legliberálisabb” táblázat sem enged 20 percnél hosszabb fenékidőt.

Ebből is látszik, hogy a NITROX előnyeit igazán csak mérsékelt mélységekben, 30 méter fölött tudjuk kihasználni.

### 2. példa

21 méterre akarunk merülni.

Mi a legjobb használható gázkeverék?

Mekkora lesz az oxigén parciális nyomás?

Mi lesz az EAD?

Mennyi ideig merülhetünk?

Ez egy nagyon jó példa arra, hogy lássuk milyen könnyű is a táblázatok használata.

Nem szeretnék, hogy az oxigén parciális nyomása magasabb legyen 1,4bar-nál.

A  $p_{O_2}$  táblázat bal oldalán keressük meg az 1,4bar oxigén parciálisnyomást, majd kövessük a sort jobb felé, amíg meg nem találjuk a 21 méteres vagy a következő mélyebb mélységet.

Úgy tűnik kifutottunk a táblázatból, ez azt jelenti, hogy a legjobb keverék az EAN40.

Most induljunk el az EAN40 oszlopában felfelé és keressük meg a 21 métert vagy az eggyel mélyebb mélységet, ez 22.5 méter. Most induljunk el ezen a soron balra a táblázat bal széléhez és olvassuk le az oxigén parciális nyomását, 1,3bar.

Most lépünk át az Egyenértékű Levegős Mélység táblázat EAN40-es oszlopába. Keressük meg, a 21 méteres vagy eggyel mélyebb mélységet, ebben az esetben 22,9 méter, induljunk el bal felé a táblázat bal szélére és olvassuk le az Egyenértékű Levegős Mélységünket, EAD = 15 méter.

Ezek után, elővehetjük a levegős, no-dekompresziós merülési táblázatunkat, és meghatározhatjuk a maximális merülési időt.

### **3. Példa**

EAN36-os keverék áll rendelkezésünkre keressük meg, hogy milyen mélyre tudunk merülni (MOD)?

Mi lesz az EAD,

Mennyi ideig maradhatunk?

EAN36 esetén, ha  $p_{O_2} = 1,4\text{bar}$  akkor 28,8 méter a NOD, 1,6bar esetén pedig 34,4 méter. Tehát mondhatjuk, hogy 30 méterre merülünk, és még van egy néhány méteres biztonsági tartalékunk is vészhelyzet esetére

A 30 méterhez tartozó EAD 24 méter. Tehát a levegős táblázatunkban ezzel a mélységgel kereshetjük meg a maximális merülési időt

### **4. példa**

17 méterre akarunk merülni. Milyen gázt használjunk, és mik lesznek a merülés határai?

Úgy tűnik megint csak az EAN40 a legjobb választás.

Az oxigén parciális nyomása 1,1bar lesz, 240 perces oxigén behatási időhatárral.

Az EAD pedig 12 méter.

Ha levegővel merülnénk, a *Bühlmann* táblázat szerint csak 44 perc lenne a fenékidőnk, így azonban 142 perc no-dekompresziós idő áll rendelkezésünkre úgy, hogy semmilyen korlátot még csak meg sem közelítünk.

### **5. példa**

Béla, „egyszeri bűvár”, szeretne egy kis biztonsági sávot beiktatni a merüléseibe. Sohasem merül mélyebbre, mint 36-37 méter. Nem akar NITROX komputert venni, vagy a már megszokottól eltérő táblázatokat használni.

Mit gondoltok, Bélának van lehetősége a NITROX használatára?

Természetesen van. Annyit kell csak tennie, hogy EAN35 NITROX-ot használ a merüléseikhez, és úgy merül, mintha levegőt használna, a normál levegős táblázatok vagy komputer alapján tervezi a merüléseit és soha nem lépi túl a 30 méteres mélységhatárt.

Vagy EAN28 használatával nem lépi át a 40 méteres merülési mélységét. Így ki tudja használni a NITROX nyújtotta élettani előnyöket anélkül, hogy a merülési szokásain bármit is változtatna.

## **4. A DECO'92 NITROX TÁBLÁZATOK ÉS HASZNÁLATUK**

A népszerű és széles körben használt, Dr. Max Hahn, professzor által készített DECO'92 táblázatok is használhatjuk a merülések tervezésére.

Talán van, aki most találkoznak először ezzel a dekompressziós merülések megtervezésére is alkalmas táblázattal. Nézzük, hogyan is működik!

Táblázatunk három fő részből áll.

Az 1. részben találjuk az adott mélységekhez tartozó 'no-dekompresziós' fenékidőket, valamint az adott fenékidőkhöz tartozó csökkenő zsilipelési szinteken végrehajtandó megálló idõtartamát, és ismételt merülések esetére az ismétlési nitrogén csoportunkat.

A második rész ismételt merülések esetére, a korábbi merülés ismétlési csoportjához tartozó különböző felszíni idõket tartalmazza.


A 3. rész a felszíni idõkből származtatott pótidõk táblázata, mely idõket az 1. rész tervezett fenékidejéhez kell hozzáadnunk ismételt merülés esetén.

A jegyzet a legáltalánosabban használt, „EAN32”, és „EAN36” táblázatokat tartalmazza

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc			Ismétlési csoport
		6	3		
12 416'	20				B
	30				C
	40				D
	60				E
	80				F
	100				F
15 167'	12				B
	20				C
	30				D
	40				E
	55				E
	70				F
18 90'	10				B
	16				C
	22				D
	32				E
	48				F
	64				F
21 57'	9				B
	14				C
	19				D
	27				E
	42				F
	57				F
24 40'	9				B
	12				C
	20				D
	30				E
	40				F
	50			3	F
27 30'	6				B
	12				C
	18				D
	24				E
	30				E
	36			2	F
30 24'	6				B
	9				C
	12				D
	18				E
	24				E
	30			3	F
33 19'	5				B
	9				C
	14				D
	19				E
	24			2	F
	29			5	F
36 16'	4				B
	8				C
	12				D
	16				E
	20			2	E
	24			5	F
39 14'	4				B
	6				C
	10				D
	14				E
	18			3	E
	22			1	5 F
416'	20				B
	30				C
	40				D
	60				E
	80				F
	100				F
167'	12				B
	20				C
	30				D
	40				E
	55				E
	70				F
90'	10				B
	16				C
	22				D
	32				E
	48				F
	64				F
57'	9				B
	14				C
	19				D
	27				E
	42				F
	57				F
40'	9				B
	12				C
	20				D
	30				E
	40				F
	50			3	F
30'	6				B
	12				C
	18				D
	24				E
	30				E
	36			2	F
16'	4				B
	8				C
	12				D
	16				E
	20			2	E
	24			5	F
14'	4				B
	6				C
	10				D
	14				E
	18			3	E
	22			1	5 F
0-700 m magasságig Emelkedési sebesség:10 m/perc	20				B
	30				C
	40				D
	60				E
	80				F
	100				F

**DECO '92**  
NITROX  
EAN 32  
Dr. Max Hahn nyomán

0-700 m magasságig  
Emelkedési sebesség:10 m/perc

Felszínen eltöltött idő (óra,perc)												
Ismétlési csoport	G	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	36 h
	F	0.30	1.00	1.30	2.15	3.00	3.45	4.30	5.30	6.30	10.00	30 h
	E			0.30	1.00	1.30	2.00	2.30	3.00	3.30	8.00	24 h
	D					0.30	.045	1.00	1.30	2.00	6.00	18 h
	C							0.10	0.20	0.30	4.00	12 h
	B								0.10	0.20	2.00	6 h
Ismételt merülés mélysége (m)	15	70	63	56	49	43	37	31	26	21		
	18	56	51	45	40	34	29	25	21	17		
	21	46	42	38	33	29	24	21	17	14		
	24	40	36	32	28	24	21	18	15	12		
	27	35	31	28	25	21	18	15	13	11		
	30	31	28	25	22	19	16	14	11	9		
	33	27	25	22	19	17	14	12	10	8		
	36	25	22	20	18	15	13	11	9	8		
	39	23	21	18	16	14	12	10	8	7		
	42	21	19	17	15	13	11	9	8	6		
	45	19	17	16	14	12	10	9	7	6		
<b>Nitrogén idő az alapidőhöz (perc)</b>												

**DECO '92**  
NITROX  
EAN 32



MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc		Ismétlési csoport
		6	3	
12	20			B
	30			C
	40			D
	60			E
	80			F
75'	100			F

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc			Ismétlési csoport
		9	6	3	
21	12				B
	18				C
	24				D
	36				E
	48				F
76'	60				F

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc				Ismétlési csoport
		12	9	6	3	
30	7					B
	11					C
	17					D
	23					E
	29					F
	35				2	F
	41				5	F
	29'					

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc				Ismétlési csoport
		12	9	6	3	
15	15					B
	25					C
	37					D
	49					E
	61					F
	73					F
	85					F
251'						

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc			Ismétlési csoport
		9	6	3	
24	10				B
	15				C
	22				D
	32				E
	42				F
52'	52				F

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc				Ismétlési csoport
		12	9	6	3	
18	14					B
	22					C
	30					D
	40					E
	50					F
	60					F
126'	70					F


  

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc			Ismétlési csoport
		9	6	3	
27	9				B
	14				C
	20				D
	26				E
	32				E
	38				F
	44			2	F
50			4	G	
38'					

MÉLYSÉG (m) "0" Deco idő (perc)	Merült idő (perc)	Deco idő mélység/perc				Ismétlési csoport
		12	9	6	3	
33	6					B
	9					C
	14					D
	19					E
	24					E
	29				2	F
	34				5	F
39				7	G	
24'						

**DECO '92**  
**NITROX EAN 36**  
 0-700 m magasságig  
 Emelkedési sebesség:10 m/perc  
 Dr.Max Hahn nyomán

Felszínen eltöltött idő (óra,perc)												
Ismétlési csoport	G	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	36 h
	F	0.30	1.00	1.30	2.15	3.00	3.45	4.30	5.30	6.30	10.00	30 h
	E			0.30	1.00	1.30	2.00	2.30	3.00	3.30	8.00	24 h
	D					0.30	.045	1.00	1.30	2.00	6.00	18 h
	C							0.10	0.20	0.30	4.00	12 h
	B								0.10	0.20	2.00	6 h

Ismételt merülés mélysége (m)	18	63	57	51	45	39	33	28	23	19
	21	52	47	42	37	32	27	23	19	16
	24	44	40	36	31	27	23	20	16	14
	27	38	35	31	27	23	20	17	14	12
	30	34	30	27	24	21	18	15	13	10
	33	30	27	24	21	18	16	13	11	9
	36	27	25	22	19	17	14	12	10	8
	39	25	22	20	18	15	13	11	9	8

**Nitrogén idő az alapidőhöz (perc)**

**DECO '92**  
**NITROX**  
**EAN 36**

## HOGYAN TUDJUK HASZNÁLNI A DECO'92 TÁBLÁZATOT!

1. Használjuk az „EAN36” táblázatot. Tervezzük merülésünket 28 m-re és a fenékidőnk legyen 40 min.

Az 1. rész kis táblázatainak mélység oszlopai közül kiválasztjuk a 28 m-hez legközelebb eső mélyebb értéket (30 m).

Megkeressük a 40 min fenékidőhöz tartozó legközelebbi, magasabb értéket (41 min).

Látjuk, hogy a táblázat ebben az esetben egyetlen zsilipelési szinten, 3 m-en, ír elő 5 perces megállót.

Amikor elhagyjuk a vizet 'F' ismétlési csoportba kerülünk.

Mit kell tennünk, ha szeretnénk, mondjuk, 4 óra múlva egy második merülést végrehajtani 25 m –re, 30 min fenékidővel?

Akkor a táblázat második részében az 'F' ismétlési csoport sorában megkeressük a 4 óra felszíni időhöz tartozó legközelebbi, kisebb időértéket (3.45 min) és az oszlopot záró vonal mentén függőlegesen lefelé haladva megtaláljuk a pótidőnköt.

Kiválasztjuk a 25 méterhez tartozó legközelebbi nagyobb mélységet (27m). Ennek sorában és a felszíni idő oszlopát záró vonal által meghatározott oszlopban találjuk a tervezett merülés fenékidejéhez hozzáadandó pótidőt (20 min).

A virtuális fenékidőnk így (30+20 perc) 50 perc lesz.

Visszatérünk az 1. részhez és az első merülésnél leírt módon kiválasztjuk a megfelelő kistáblát (27 m).

Itt a virtuális fenékidőnk figyelembevételével látjuk, hogy második merülésünkhöz is tartozik egy 3 méteren 4 perces dekompresszió.

Természetesen merülésünk fenékidejének tényleges időtartama 30 perc.

**Fontos** tudnunk, hogy a táblázat megalkotója felemelkedéskor legfeljebb **10m/perc**, emelkedési, és legfeljebb **20m/perc**, merülési sebességet tart elfogadhatónak.

A táblázatban található fenékidő értékek, az adott mélységben eltöltött időt tartalmazzák.

A táblázat második része tartalmazza az adott ismétlési csoportokhoz tartozó repüléstilalmi időket is.

Emlékezz, a táblázatokban nem lehet „csalni”, csak azért, mert úgy gondolod, hogy rád nem lesz hatással.

**Rendkívül fontos szabály, hogy a kevertgázzal merülő búvárnak legalább két, egymástól független mélység és időmérésére alkalmas műszerrel kell rendelkeznie.**

### **NITROX COMPUTEREK**

Természetesen ma már számtalan típusú **búvárkomputert** is használhatunk a NITROX merülések során. Akinek NITROX használatára alkalmas búvárkomputere van, annak először igen figyelmesen tanulmányoznia kell a használati útmutatót, a komputer programozására és a vele való merülés tervezésre vonatkozó utasítások pontos megismerése miatt.



Általánosságban elmondható a kereskedelmi forgalomban kapható búvárkomputerekről, hogy a legfontosabb teendőnk a használni kívánt NITROX keverék oxigén % beállítása.



A második szokásosan választható paraméter a maximális parciális nyomás kiválasztása. (Egyes típusok legfeljebb 1,4 bar-t engedélyeznek.)

Természetesen, ha „levegőkalibrált” búvárkomputerral merülünk NITROX légzőgáz használatával, akkor is be kell tartanunk a komputer előírásait. Így tehát azt az előnyt, hogy hosszabb dekompreszió nélküli idő áll rendelkezésünkre, ill. rövidebb dekompresziót kell végeznünk, nem tudjuk

kihasználni.

Viszont jelentősen nagyobb biztonsággal végezzük merülésünket, ha betartjuk a mélység-, és időhatárokat.

**Figyelem! Merülés előtt mindig ellenőrizd a helyes beállítást!**

**Ne várj a komputer használatának megtanulásával a merülési helyre való indulás pillanatáig!**

**Ha levegős merülések során megszoktad, hogy megszeged a szabályokat, akkor ne merülj NITROX keverékkel!**

## **5. FELSZERELÉS ISMERETEK, A NITROX HASZNÁLATÁRA VONATKOZÓ ALAPVETŐ BIZTONSÁGI SZABÁLYOK** **(OXIGÉN KOMPATIBILITÁS, JELÖLÉSEK, ANALIZÁLÁS ÉS ELLENŐRZÉS, BEVEZETÉS A GÁZKEVERÉSI ELJÁRÁSOKBA)**

Talán már megfogalmazódott bennetek a kérdés, hogy miért van a használatra vonatkozóan ez a 40%-os oxigén részarány határ. A sokéves katonai, ipari és tudományos NITROX felhasználási tapasztalatok azt mutatják, hogy a normál búvárfelszerelések minden különösebb **speciális tisztítási vagy kezelési procedúra nélkül használhatók egészen 40%-os oxigén** tartalomig.



Tehát a búvárok nyugodtan használhatják a levegős merülésekhez használt felszerelésüket NITROX merüléshez is.

Ez alól egyetlen **kivétel** van, az pedig, **a búvárpalack és a palackon lévő szelep.**

**A palacknak és a palackszelepnek 100% oxigén használatára alkalmas állapotban kell lennie.**

Nézzük miért.

Gondolom, mindnyájan tudjátok vagy legalábbis már hallottatok róla, hogy a tiszta oxigén kémiai igen aktív gáz. Táplálja, serkenti az égést és zsírokkal, egyéb anyagokkal közvetlenül érintkezve nagyon könnyen az anyag gyulladását, öngyulladását idézi elő.

Ez fokozottan érvényes nagy nyomáson. Ezért a tiszta oxigén kezelésére különleges szabályok vonatkoznak. Bizonyos anyagok nem kerülhetnek közvetlen érintkezésbe nagynyomású tiszta oxigénnel.

Ezért az olyan eszközöknek, amiket nagynyomású tiszta oxigén kezelésére tárolására használnak, **„oxigén tisztának”** kell lenniük, és **„oxigén kompatibilis”** anyagból kell készülniük.

Miért érdekes ez számunkra?

NITROX keverékeket úgy a legegyszerűbb előállítani, hogy veszünk a gázgyárból tiszta oxigént. Az gázgyári oxigénpalackból egy



kismennyiségű (a kívánt keveréknek megfelelő) tiszta oxigént átfajtunk/átengedünk a búvárpalackba, majd levegővel töltjük fel a palackot.

Ezt a NITROX előállítási módszert **parciális nyomáson alapuló keverésnek** hívjuk.



Dr. Robert Korim, a gázkeverőnél

Mint láthatjátok itt az oxigéntároló palack, az átfajtó eszközök, valamint a búvárpalack csapja és maga a palack is kapcsolatba kerül nagy nyomású tiszta oxigénnel így ezen eszközök mindegyikének, ki kell elégítenie a nagy nyomású tiszta oxigén kezelésére vonatkozó biztonsági előírásokat.

Ebben az esetben természetesen a sűrített levegőnek is sokkal szigorúbb követelményeknek kell megfelelnie, hiszen oxigén tiszta palackba kerül betöltésre, amit ha kiürült újra fel szeretnénk használni tiszta oxigénhez.

Tehát nem megfelelő az utoljára tíz éve karbantartott palack, vagy a klubtól vagy havertól kölcsön kapott kompresszorból származó levegő, aminek a szűrőjét ki tudja mikor cserélték utoljára.

Ilyenkor a kompresszor levegőjét is többszöri speciális szűrésnek kell alávetni, hogy a zsírok, olaj vagy más szennyezőanyagok palackba való jutását megakadályozzuk.

Természetesen léteznek más keverési eljárások is.

Egy másik módszer az, amikor megfelelő szűrők alkalmazásával nitrogént vonnak ki a levegőből a sűrítés folyamán, így növelve a létrejött gáz oxigéntartalmát. Ebben az esetben a rendszer elemei nem kerülnek kapcsolatba nagy nyomású tiszta oxigénnel, így itt nincs szükség a különleges biztonsági előírások betartására.

Ez egy úgynevezett **membrán- vagy molekulaszűrő alkalmazásával történő NITROX előállításnak** nevezzük.



A kívánt összetételű kisnyomású keveréket olajmentes oxigén kompatibilis kompresszor segítségével nyomják palackokba.

A módszer azonban viszonylag drága és a nitrogén kiszűrése

nagyon lassú folyamat.

Ezt a módszerrel legfeljebb 50% oxigéntartalmú keverék előállítása lehetséges.

Van még egy említésre méltó módszer, ami egyre nagyobb mértékben terjed. Nem túl drága és a különleges biztonsági előírásokat is csak jóval szűkebb körben kell betartani.

Ez a **folyamatos keverés** módszer, ami a következő módon működik.

A kompresszor szívócsöve elé tesznek egy különleges keverő berendezést, amihez egy oxigénpalack csatlakozik. Ahogy a kompresszor szívja a levegőt a keverő berendezésen beállítható, hogy mennyi oxigént keverjen a beszívott levegőhöz.

Pontosabban a keverés után keletkezett NITROX oxigéntartalma határozható meg.



Egy műszeren be lehet állítani, hogy milyen NITROX keveréket szeretnék, a keverő berendezés annyi oxigént kever a beszívott levegőhöz, hogy a berendezésből kilépő NITROX pontosan a beállított legyen az oxigéntartalma.

Így 40%-os oxigéntartalomig nincs speciális követelmény a búvárfelszerelésekkel szemben, még a palack is lehet a normál palack.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy mindegy hogy milyen keverési módszert használunk annak, aki a gázokat keveri, előállítja, vagy ilyen eljárásban részt vesz, külön képzésben kell részesülnie, melynek során megismerkedik a különböző keverési eljárásokkal, az alkalmazandó, betartandó biztonsági előírásokkal stb.

## **Ne próbálkozzon meg senki otthon házilagosan NITROX előállításával!**

Mivel a parciális nyomáson alapuló keverés még mindig a legelterjedtebb NITROX előállítási módszer, a búvárpalackoknak, amelyeket NITROX merülésekhez akarunk használni, speciális tisztítási procedúrán kell keresztülmennie. Ez azért szükséges, mert a gázkeverés során nagynyomású tiszta oxigént fognak a palackba engedni.

Miután a palackot kitisztították, a szelepet megtisztították, az O gyűrűket megfelelő anyagúakra cserélték, és minden szükséges egyéb eljárást megtörtént, a palackot meg kell jelölni annak érdekében, hogy egyértelmű legyen, hogy NITROX töltésre alkalmas.

A CMAS szabályai szerint az alábbi jelölésnek, címkének, matricának kell a palack vállán körbefutnia, **zöld mezőben sárga felirattal**:



A jelölésnek a következő információkat kell tartalmaznia:

- A gázkeverék típusa (NITROX, TRIMIX, HELIOX)
- A palackban lévő gáz nyomását.
- A valós mért oxigén százalékot.
- A legnagyobb használati mélységet
- Az ellenőrzést végző személy neve



A jelölés azért szükséges, hogy a búvárok ne keverjék össze a speciálisan NITROX merülésekre használt palackokat a normál palackokkal, így megelőzve ez ebből esetleg adódó baleseteket.

Bármilyen körülmények között **ellenőrizni kell a palack tartalmát** annak biztosítása érdekében, hogy a búvár azt kapja, amit kért. A gázkeverő személy felelőssége a megfelelő keverék előállítása és töltése a palackba, de az már a **búvár felelőssége**, hogy **ellenőrizze**, hogy a légzőgáz a megfelelő arányban tartalmazza az oxigént.

**Merülésre készülő NITROX búvárok**

Erre az ellenőrzési feladatra mindig rendelkezésre áll egy kis kézi **oxigén analizátor**. Az analizátor általában egy kis digitális kijelzőből, egy ehhez csatlakozó érzékelő fejből és valamiféle átfolyás szabályzóból áll.



**Oxigén analizátor**

Sokszor lehet látni, hogy a bűvárok finoman megnyitják a palackot, és az oxigénszenzort a kifolyó gáz útjába tartják, ez azonban nem megfelelő módszer.

Az oxigén analizátor érzékelője a nyílásánál jelenlévő oxigén mennyiségét érzékeli. Az **oxigén nyomásától függő** kicsiny feszültséget állít elő.

Valóban a nyomástól függ a feszültség nagysága. Még akkor is, ha a kijelzőn százalékban olvashatjuk le az értéket, valójában az oxigén nyomása az, amit az érzékelő érzékel. Ez azért lehetséges, mert itt a felszínen 1bar a nyomás és az oxigén felszíni nyomása pontosan megegyezik oxigén százalékos részarányával.

Mivel tehát az érzékelő a nyomást érzékeli vigyázni kell, hogy az ellenőrzés során a szenzor környezetében ne növekedjen meg a nyomás. A nyomásnövekedés hibát fog eredményezni a mérésben és a valóstól eltérő (nagyobb vagy kisebb) oxigén részarányt fogunk mérni.

Ugyanilyen fontos, hogy a környező levegő zavaró hatását is kizárjuk a mérésből.

Ezeknek a követelményeknek a biztosítása érdekében általában egy a nyomáscsökkentő középnyomású inflátor csövéhez csatlakoztatható átfolyás szabályzó eszközt szoktak alkalmazni.

Az analizátort használat előtt kalibrálni kell. A kalibrálást normál levegőn végezzük, az analizátor kis kalibráló gombját addig állítjuk, amíg a 21% (20.9%) értéket nem mutat.



**Az analízálás helyes módszere**



Az analizátorok nagy többségének mérési pontossága +/- 1% így mondhatjuk, hogy a decimális pont utáni számoknak nincs jelentőségük.

Az analizálásnak mindig közvetlenül a merülés megkezdése előtt kell megtörténni, amikor már biztos, hogy semmi esély arra, hogy a palack tartalma megváltozzon.



Analizálás után azonnal írjuk fel a palackra a megkívánt információkat tiszta, egyértelmű formában. (O<sub>2</sub>%, MOD, stb.)

Minden töltőállomásnak van egy ún. **töltési naplója**, amelybe a palackok töltésének, használatának adatait rögzítsek.

Általában megkövetelik, hogy az ellenőrzést végző bűvár ebbe is vezesse fel a megkívánt adatokat, és aláírásával hitelesítse azt, a későbbi esetleges vitás kérdések elkerülése érdekében.

#### Kalibrálási eljárás

A napló tartalmazza a palack azonosítóját, a névleges és a ténylegesen mért töltési nyomást, a névleges és a tényleges mért oxigén százalékot, az ellenőrző bűvár aláírását, minősítését és a minősítés számát.

Akik azt tervezik, hogy gyakran fognak NITROX keverékekkel merülni, azoknak érdemes megfontolni egy személyes saját használatú oxigén analizátor beszerzését. Aki a későbbiekben komolyan foglalkozik a technikai bűvárkodás gondolatával, azok számára az egy igen jövedelmező befektetés.

Aki ilyet vásárol, szerezzen megfelelő információkat a készülék helyes használatáról a helyes mérési technikákról. Számítson arra, hogy az érzékelőt rendszeres időközönként cserélni kell, mert elhasználódik. Tudja meg az adott érzékelő pontos élettartalmát. Ne felejtse el megfelelő átfolyás szabályozó eszközt is beszerezni az oxigén analizátor mellé, hogy biztosítsa a mérés pontosságát.



**Fontos, ezért újra hangsúlyozzuk, a merülés előtt közvetlenül ellenőrizni, analizálni kell a palack tartalmát, és ezután már ne veszítsük szem, elől a palackot!**

**A bűvár felelősség, hogy milyen gázt lélegzik!**

## **6. Összefoglalás**

A NITROX használatával kapcsolatos alapvető ismeretek elsajátítása szélesítheti „búvártudásunkat”. Ha a szabályokat minden esetben szigorúan betartjuk a NITROX használata, növelheti merüléseink biztonságát.

Ezek az ismeretek alapját képezhetik további, a kevertgázos merülésekkel kapcsolatos magasabb szintű bűvár minősítések megszerzésének. További NITROX merülések után lehetőség van „**Haladó Nitrox Bűvár**” tanfolyamra, való jelentkezésre.

***Mindenkinek biztonságos merüléseket kívánnak a szerzők!***

