

## A VÍZ ALATTI VILÁG MEGHÓDÍTÁSÁNAK RÖVID TÖRTÉNETE

Az ember érdeklődő és találékony élőlény. Története során az életfeltételeit nem feltétlenül támogató környezete is folyamatosan érdekelte, és félelmei ellenére kíváncsisága mindig a számára biztonságot nyújtó szárazföld elhagyására készítette – ha ideiglenesen is. Így alakult ki a hajózás, a repülés – később az űrhajózás – és az újabban nagy divatnak örvendő búvárkodás.

Hogyan is kezdődött az ember víz alatti tevékenysége?

Ismeretes, hogy a dél-tengeri vizeken az igazgyöngyök halászata, begyűjtése ősidők óta folyik, talán nem is dokumentálható a kezdet. Tudjuk, hogy fiatal nők gyakorlatilag technikai segítség nélkül végezték, illetve végzik ezt az egyáltalán nem veszélytelen munkát.

A búvárkodás első ábrázolása egy i. e. 885-ből származó asszír domborművön található, de az első abszolút hiteles leírás Hérodotosz művében olvasható, aki Szküliszz görög bűvár történetét meséli el, őt Xerxész perzsa király víz alatti kutatásra fogadta fel az i. e. V. században.

Arisztotelész leírása alapján Titus Lívius bűvárok felfogadásával már kincset keresett i. e. 350 körül, majd Nagy Sándor tengeri akadályok elhárítására alkalmazott bűvárokat mielőtt megostromolta Türosz kikötőjét. Állítólag maga Nagy Sándor is vízbe merült egy bűvárhang segítségével, amikor elsüllyedt hajókat kellett eltávolítani a kikötőből i. e. 332-ben.

Hogyan lehetne tovább maradni a víz alatt, mint amennyire az emberi tüdő levegőtároló kapacitásából futja? – ez a kérdés a kezdetektől fogva nyugtalanította a bűvárokat. Először üreges nádszálakat használtak, de így csak akkora mélységbe merülhettek, amennyit a nádszál hossza megengedett. Főként hadviseléskor alkalmazták ezt a módszert, amikor a katonáknak észrevétlenül kellett átkelniük egy folyón. Próbálkoztak hosszabb csövekkel is, amelyeknek a végére néha bűvársisakot erősítettek kezdetleges adagolószeleppel, így elméletileg a bűvár szabadon lélegezhetett. Arról azonban nem találhatók feljegyzések, hogy ezek az eszközök beváltak-e a gyakorlatban. Eléggé valószínűtlen, hogy a korai bűvároknak rendelkezésére álltak volna a víz alatti nyomással összefüggő gondok leküzdéséhez szükséges anyagok és eszközök. A bűvár tüdejére már sekély vízben (0,3 méter mélyen) is akkora nyomás nehezedik, ami akadályozza a normális légzést.

Kezdjük a történeti áttekintést először egy lokálpatrióta szemmel hozzánk közelebb álló, majd egy világviszonylatban is jelentősebb személy megemlékezésével.

### Zotmund, a Bűvár Kund

Érdeemes megemlékeznünk az első magyar bűvárról is.

Az történelmi tény, hogy hazánkat 1051-ben, majd 1052-ben megtámadta III. Henrik német-római császár, a „teutonok királya”. Tény az is, hogy Henrik hadai és hajóhada Po-

zsonyt hosszan ostromolta, majd a hajóhad váratlanul elsüllyedt, így utánpótlása megszűnt, és kénytelen volt kivonulni Magyarországról. A legenda úgy tartja, hogy Henrik hajóinak pusztulását az I. András magyar király seregében szolgáló, Zotmund (Zothmund) nevű katonája okozta. S hogyan? A XIV. századból fennmaradt Képes Krónika mint hitelesnek tekinthető forrás az alábbiakban számol be az eseményről:

„...Ekkor a várbéli magyarok találtak egy Zothmund nevű, úszni igen jól tudó férfit, akit elküldtek az éj csendjében a császár hajóihoz. A víz alatt jutott oda, megfúrta az összes hajókat, és ezek hirtelen megteltek vízzel...”

**Leonardo da Vinci** (1452. április 15.–1519. május 2.)

Az igazán dokumentálható jelzések az ember korai víz alatti tevékenységéről Leonardo da Vincitől, a „reneszánsz ember”-től, a minden területen zseniális személy őstípusától, polihisztortól származnak. Annak ellenére, hogy valószínűleg sok tevékenységet nem űzött azokból, amelyekben figyelemre méltó technikai újdonságokat képzelt el és tervezett, mai szemmel nézve igazi korszakalkotó találmányokat hozott létre. Ezeket a terveket napjainkban az eredeti rajzok alapján modellméretben megvalósították, és a Leonardo da Vinci múzeumban őrzik.



# Leonardo

Leonardo Gallery  
The Life of Leonardo  
**Machines**  
Manuscripts  
Leonardo on the Net

1. ábra: A Leonardo da Vinci Tudomány és Technológia Nemzeti Múzeum honlapja

A kornak megfelelően a hadiipari találmányok igen jelentősek voltak. Ehhez kapcsolódóan eszközöket tervezett a „búvárok” számára, az ellenséges hajók elsüllyesztésére, például hajótörzs megfúrására, annak átszakítására.



2-3. ábra: Hajópaláinktörő rajza és modellje



4. ábra: Automata hajópaláinktörő modellje



5. ábra: Búvárruha rajza

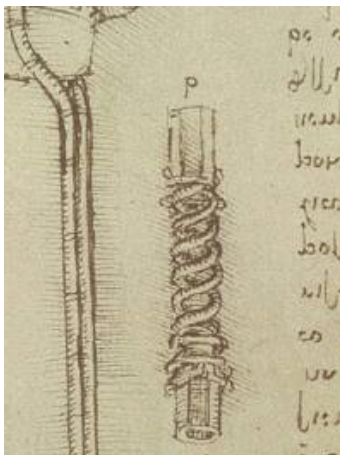


6. ábra: Búvárharang modellje

A bűvártévékenységhez való további technikai segédeszköz terve volt az abban a korban műszakilag nehéz kivitelezhetősége miatt sokáig elfeledett „mélytengeri” búvárruha és a hozzá kapcsolódó, levegőt biztosító búvárharang. Az ekkor tervezett búvárruha és a századokkal később használt nehézbúvár-ruha technikai megvalósítása között rengeteg hasonlóságot lehet felfedezni, beleértve a ruha kialakítását és a bűvárt a felszínnel összekötő flexibilis tömlőt, amely nádszálból és belülről spirállal kitémasztott, bőrből kialakított csőcsatlakozásokból állt.



7. ábra: Búvárharang rajza



8. ábra: Flexibilis tömlő rajza

Leonardo elképzelése szerint a tömlő a búvart, illetve a ruháját, valamint a vízfelszínen úszó búvárharangot kötötte össze, és ezáltal tette lehetővé a búvár légzését. Ez alapozta meg a nehéz-búvároknál kialakított rendszert, amelyben a víz alatt tevékenykedő búvár ruháját és a felszínen elhelyezett kézi, esetleg motoros levegőszivattyút rugalmas (esetleg acélspirállal kitámasztott, általában gumi-) tömlő köti össze.

Érdekesség még a Leonardo által tervezett, a búvár mozgását elősegítő „úszóhártás” kesztyű elképzelése is, amely akár a jelen korban használt és a lábon elhelyezett uszony korai elődjének is tekinthető, és a természetben végzett kiváló megfigyelőképességéről tesz tanúbizonyságot.

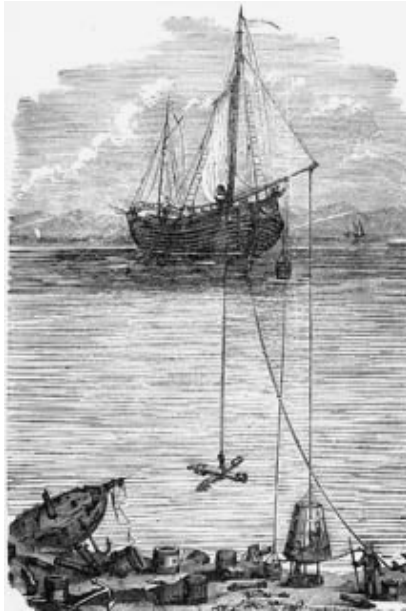


9. ábra: Úszóhártás kesztyű modellje



10. ábra: Búvárruha modellje búvárharanggal

## A bűvárharang



11. ábra: Búvármunka bűvárharanggal  
1691-ben

Leonardo terveinek felhasználásával, továbbfejlesztésével a XVII. században ismét feltalálták és alkalmazni kezdték a bűvárharangot. Többnyire elsüllyedt hajók felkutatására használták ezeket, erősen korlátozott lehetőségekkel.

1691-ben Halley három személy befogadására alkalmas, levegőfrissítésű bűvárharangot fejlesztett, amit a gyakorlatban is alkalmaztak. A bűvárharang volt lényegében az első olyan búvárfelszerelés, amelyben hosszabb időt lehetett eltölteni a víz alatt.

A 1788-ban John Smeaton a bűvárharang tetejére szerelt légszivattyú segítségével tömlőn keresztül levegőt juttatott a bűvárharangba a bűvár víz alatti munkájának meghosszabbítása érdekében. A légszivattyút később csónakra szerelték, és a levegőt tömlőn keresztül jutatták a harangba. Ahhoz, hogy tömlőszakadás esetén ne kerüljön víz a harangba, visszacsapószelepet szereltek a tömlő végére. Ekkor már ipari tevékenységekre is alkalmazták, például a Szajnában kikötő építése során.

Közvetveleg érdemes megemlíteni a XVIII. század elején egy orosz ember által fahordóból kialakított búvársisakot.

### Az ipari forradalom hatása

1819-ben Henry Fleuss létrehozta az első zárt gumiruhát, amelyet oxigénpalackkal szerelt fel, 1829-ben az orosz Gauze a nehézbúvár elmaradhatatlan ismertetőjelét, rézsisakot, valamint vízhatlan ruhát és kézzel hajtott légszivattyút tervezett.

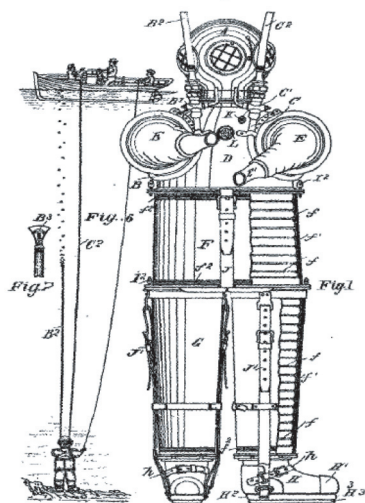
A XIX. század közepén alakult ki a ma is ismert nehézbúvárruhához hasonló felszerelés, amelyet Angliában hadiipari célokra is jól alkalmaztak. Ekkortájt 18-20 méter mély vízben már 6-7 órát is lehetett dolgozni. Ekkor találtak először a keszonbetegség jeleivel.

Megjelentek az első ipari búvárok, akiknek öltözéke többek között annyiban tért el Leonardo da Vinci öltözékétől, hogy a fejrész, a zárt búvársisak fémből (általában rézből) készült, gömb alakú volt és vízhatlan módon rögzítették az ugyancsak vízhatlan ruhához. A levegőt a felszínről szivattyúval, flexibilis tömlőn keresztül juttatták a sisakba.

1871-ben publikálták könyv formájában Jules Verne vízióit a tenger alatti világról (Nemo kapitány, Húszezer mérföld a tenger alatt).

A XIX. század végén, a XX. század első felében a technikai fejlődés kikényszerítette a víz alatti ipari tevékenység (hidak, kikötők építése) elterjedését is. Ekkor már szabadalmak is tükrözték a búvártevékenység fejlődését.

1881-ben az orosz A. Kotinszky kidolgozta a teljesen önálló búvárruha elvét, amely sok később elkészült, zárt rendszerű búvárruha alapját képezte. 1893-ban L. Bouton elkészítette az első víz alatti fotót.



12. ábra: Búvárruha 1894-ből

Példaként álljon itt 1894-ből a GB189414672 számú angol szabadalmi leírás Lohn Buchanantól és Alexander Gordontól, amely szerint közel harminc méter mélységnek megfelelő nyomású levegőt tudtak a búvárhoz lejuttatni.

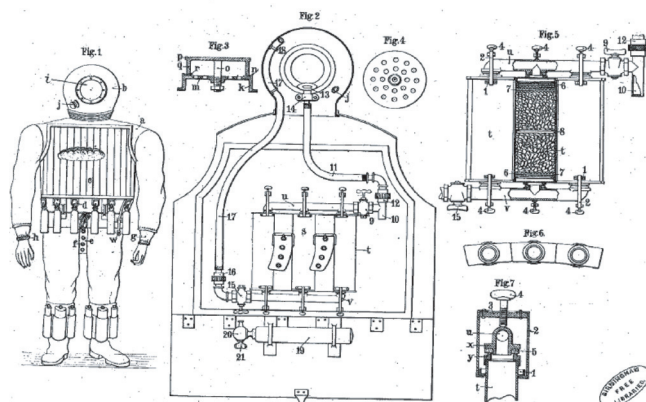
1902-ben egy GB190214136 számú, ugyancsak angol szabadalom szerint vezetékes telefonon már kommunikálni is lehetett a víz alatt dolgozó búvárral.

Az 1907-ben az Egyesült Államokban és később az Egyesült Királyságban is megadott szabadalommal (GB190724685) védett találmány szerint Lawrence York Spear és Frank Taylor Cable már vegyi úton oxigént állított elő a búvár számára. Az oxigént a következő vegyi összetételű keverékből állították elő:



Az oxigén fejlesztése a kilélegzett levegő szén-dioxid- és páratartalmának a fenti készítménnyel való reakciójával történt:  $\text{K}_2\text{O}_4 + \text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{O}_2$ .

A kilélegzett levegő páratartalmát a képződő nátrium-karbonát nyelte el az ábrán látható felszerelésben illetve készülékben. Ezzel tulajdonképpen megjelentek a zárt rendszerű, oxigénes búvárruhák.



13. ábra: Oxigénes búvárfelszerelés 1907-ben

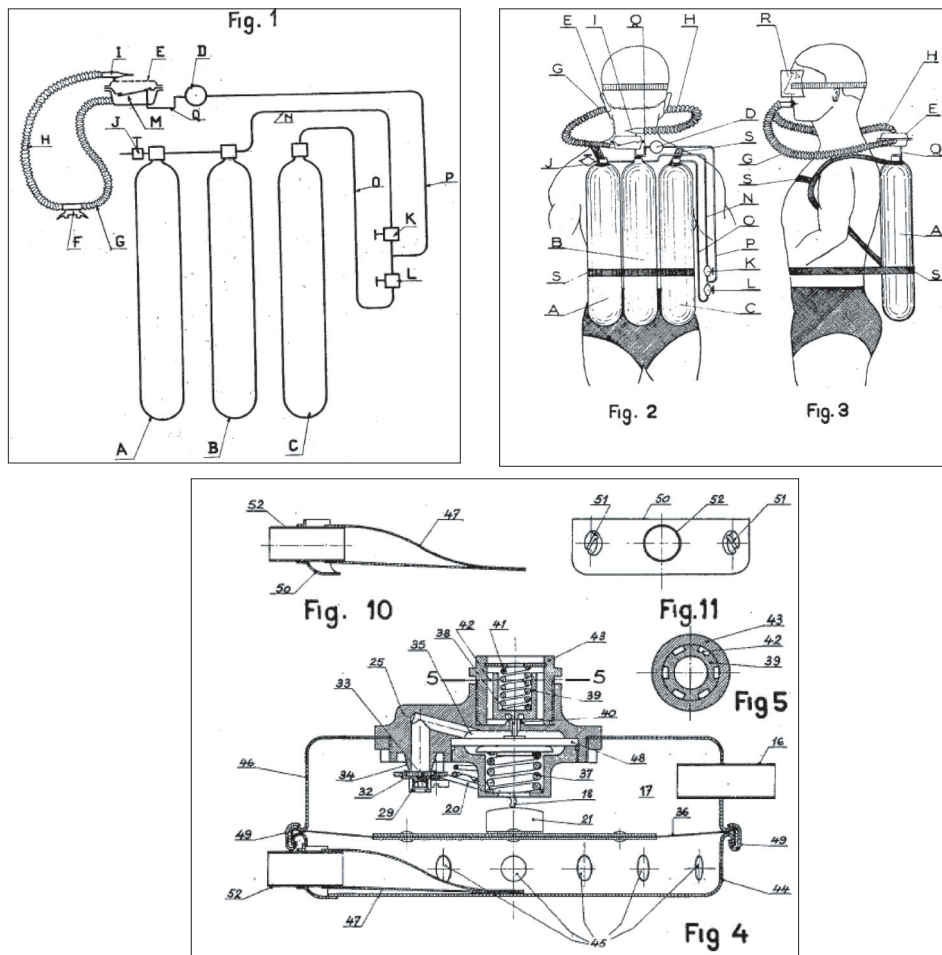
### A könnyűbúvárkodás kezdete

A búvárfelszerelések fejlesztésében az 1900-as évek elejétől új elképzelés érvényesült. A fejlesztők megpróbálták a búvárt függetleníteni a felszíni úszóegységtől: olyan készülékeket igyekeztek létrehozni, amelyekhez nem kellett felszíni levegőt szolgáltató egység és levegőtömlő. Különböző elgondolások és műszaki megoldások alapján megvalósult, vagy sokszor csak tervként megalkotott búvárfelszerelések láttak napvilágot, pontosabban segítettek a víz alatti világba munkát végezni vagy annak titkait kikémleni induló búvárokat. A búvárfelszerelések fejlődésének egyik kiemelkedő jelentőségű állomása volt Yves Le Prieur a felszíntől független, de még nem automatikus működésű, sűrített levegős légzőkészüléke. Az új szerkezet egy sűrített levegős palackból és az ahhoz csatlakoztatott nyomáscsökkentőből állt. A folyamatosan ömlő levegő szabályozása kézzel történt, a szelep állításával. Le Prieur az évek során készülékét többször átalakította, fejlesztette. Alkalmazott arcmaszkot, majd elhagyta azt, készülékét ellátta palacknyomásjelzővel, s a palackot a búvár oldaláról a maihoz hasonlóan a hátra helyezte át. Akkoriban ezekkel a készülékekkel már nagyon sokan hódoltak a búvárkodás szenvedélyének, és 1934-ben Franciaországban megalakult az első búvárklub is.

Hans Hass nemcsak az akkor már divatossá váló szabadtüdőes búvárkodást, a víz alatti vadászatot tanulta meg, hanem 1938-ban az első víz alatti karib-tengeri vadászexpedíció során fotózni is kezdett. Ez nagyban elősegítette a búvárkodás későbbi népszerűvé válását.

A minden külső berendezéstől és segítségtől független szabad búvárkodás kialakulásában az igazi áttörés azonban akkor következett be, amikor 1943-ban Jacques-Yves Cousteau kapitány és Émile Gagnan mérnök kifejlesztette az első biztonságos és kiváló hatásfokkal, automatikusan működő, nyílt rendszerű, önálló könnyűbúvár-légzőkészüléket. Így született meg az első Aqua-Lung – akvalung (vízi tüdő) –, amellyel Cousteau sikeresen merült le 60 méter mélyre anélkül, hogy bármilyen káros utóhatást tapasztalt volna. Az 1943. július 8-án búvárberendezésre, légzőautomatára benyújtott találmányra a két feltaláló 1948-ban Franciaországban FR937032 számon és 1949-ben az Egyesült Államokban „Diving Unit” címmel, US2485039 lajstromszámon szabadalmat is kapott.

A berendezés megtervezését Émile Gagnan francia mérnök gépkocsik üzemanyag-adagolásához használt, világítógáz-nyomáscsökkentő/-adagolójának kifejlesztésénél szerzett tapasztalata segítette. A berendezés a kipróbálások során biztonságosnak tűnt, ezt később számos sikeres merülés is bizonyította. Cousteau megalapította a La Spirotechnique céget, amely kimondottan búvárfelszerelések fejlesztésével foglalkozott, és amely napjainkig a világ különböző országaiban 184 szabadalmi bejelentést tett. Ez számos légzéstechnikai segéd-eszközt és a búvárok testi épségét is védő felszerelést, segédeszközt is jelent. Cousteau maga is körülbelül 60 szabadalmi bejelentést tett, részben feltalálótársával, Émile Gagnannal.



14-16. ábra: Cousteau búvárfelszerelése

A biztonságos búvár-légzőautomaták kétlépcsős rendszerűek. Ez azt jelenti, hogy a sűrített levegőt tároló nagynyomású (2-300 bar) palackból a levegő az első lépcsőn keresztül egy kisebb, de állandó nyomásra (általában kb. 10 bar) csökken, és ezt a kisebb nyomású levegőt egy, a víz nyomásának közvetlenül kitett membrán a búvár levegővételével szabályozott módon mindig olyan nyomásra csökkenti, amilyen a víz nyomása. Ennek következtében a légzéshez nem kell különösebb erőt kifejteni. Kezdetben (lásd a fenti US2485039 számú szabadalmat) a háton hordott palackon egy házban helyezkedett el az első és a közvetlenül hozzá kapcsolódó második lépcső. Ez az elrendezés a víz alatti fényképezéshez különösen előnyös, hiszen a légzőautomatából eltávozó, kilélegzett levegőbuborékok a fej mögött szállnak fel, és így nem zavarják a fényképezést. Azonban miután a membrán és a tüdő, külö-



nösen úszó helyzetben, nem azonos mélységben helyezkedik el (a membrános vezérlés néhány centiméteres vízmélységkülönbséget is érzékel), ez azzal a hátránnyal jár, hogy hasonlóan a membrán kisebb nyomású (jobbá kell belélegezni), hátán úszva nagyobb nyomású levegőt biztosít (túladagol), továbbá a bűvár szájához két viszonylag vastag cső vezet. Később és a jelenleg elterjedtebb megoldás szerint a két lépcsőt különböztetve, a kisebb, állandó nyomására csökkentő első lépcsőt a palackra erősítik, és innen egy közel 10 bar nyomású levegőnek ellenálló, vékony gumicsövön keresztül a második lépcső csatorán át közvetlenül a szájhoz kapcsolják.

És ezzel hódító útjára indult az oly sok embernek örömet szerző víz alatti csend világának igazi meghódítása.

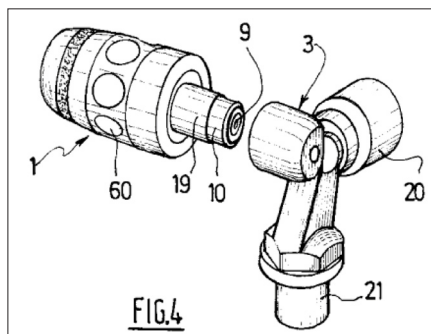
### Búvárkodás napjainkban



17. ábra: Nehéz búvársisak

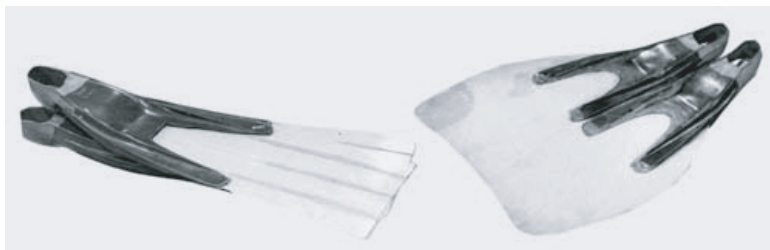
Természetesen manapság a búvárkodás az élet számos területére specializálódott. Különbült az amatőr hobbibúvárkodás a profi kutatóbúvárkodástól, az ipari búvárkodástól, valamint a hadiipari tevékenységtől, és még sorolhatnánk a különböző ágazatokat. Az ipari búvártevékenység számos területen előfordul; a tengeri olajkitermeléseknél (sokszor 100 méternél jóval nagyobb mélységekben), hidak és egyéb létesítmények építésénél az előkészítő, kiegészítő munkáknál, valamint többek között hajóroncsok kiemelésénél, hajók víz alatti javításánál, festésénél.

Cousteau és Gagnan óta a búvártevékenységeket elősegítő berendezések, eszközök rohamos fejlődésnek indultak. Számos, a merülések során fellépő probléma megszüntetésére szolgáló eszközt, berendezést fejlesztettek ki azóta. Gondoljunk csak a mélyebb merüléseknél fellépő keszonbetegség megelőzésére. Korábban táblázatokkal, manapság ún. deko-komputerekkel segítik elő a mind szélesebb körben elterjedő búvárkodás biztonságát. Megemlíthetjük a mélymerüléseket is, ahol a sűrített levegő használata teszi veszélyessé a 40 méternél mélyebb és lehetetlenné a 100 méter alatti biztonságos merüléseket. Részben a nitrogén okozta fiziológiai nehézségek (mélységi mámor), részben az oxigén parciális nyomásának veszélyes megnövekedése (a megnövekedett oxidációképesség miatt) okozzák az életveszélyt. Ennek kiküszöbölésére alkalmaznak gázkeverékeket. Újabban a kisebb mélységű (a biztonságos 40 méternél kisebb mélységű) merülések esetén a keszonbetegség elkerülésére szolgáló kizsilipelés időtartamának lecsökkentésére és még biztonságosabbá tételére fejlesztették ki az úgynevezett nitrox gázkeverékeket. Ezek a fejlesztések jelenleg rendkívül tudatosan, nagy cégek befektetéseinek vagy hadiipari intézetek fejlesztéseinek eredményeként, az egyre szélesedő piac által vezérelve vagy a divat által is diktálva alakulnak ki.



18. ábra: EP1681232 – Korszerű első lépcső a palackra szerelhető csappal

Miután természetesen a sportban is elterjedt a búvárkodás, meg kell említenünk a tájékozódási búvárúszás (underwater orienteering) körében a sportolók által történt fejlesztéseket is, amelyek a szabadalmi irodalomban nem jelennek meg, de jelentős és valódi innovációt tükröznek. Ilyen például a víz alatti tájékozódást elősegítő műszerek, a kis (régebben sportrepülőkből kiselejtezett) gömbiránytűk és a kis propellerrel hajtott számlálószervek használata a versenyző által maga előtt tolt palackra rászerveelve, vagy az uszonyok látványos átalakulása mono- vagy delfinuszonyokká.



19. ábra: Versenyuszonyok

#### Irodalom:

Alan Mountain: Búvárok kézikönyve. Park Könyvkiadó Kft., 2001  
[http://www.magyarbuvar.hu/pages/tortenelem\\_page.htm](http://www.magyarbuvar.hu/pages/tortenelem_page.htm)  
<http://www.buvarinfo.hu>  
<http://www.museoscienza.org/english/leonardo/manoscritti.asp>