

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športna vzgoja

**ZGODOVINSKI PREGLED RAZVOJA AVTONOMNEGA
POTAPLJANJA**

DIPLOMSKO DELO

MENTORICA:

izr. prof. dr. Tanja Kajtna, univ. dipl. psih.

RECENZENT:

prof. dr. Stojan Burnik, prof. šp. vzg.

Avtor dela
Dejan Žujić

Ljubljana, 2014

Posvetilo:

Na prvem mestu bi se zahvalil družini in teti Mili, ki so mi s svojo moralno in finančno pomočjo omogočili, da sem na Fakulteti za šport uspešno dokončal dodiplomski študij.

Zahvala gre tudi mojemu dekletu Jani, ki me je vsa ta leta podpirala in mi pomagala pri študiju. Hvala tudi za pomoč pri slogovnem oblikovanju diplomske naloge.

Najlepša hvala dr. Tanji Kajtna, ki me je kljub moji pozni odločitvi sprejela pod svoje mentorstvo in me ves čas nastajanja diplome usmerjala. Zahvaljujem se tudi obema z dr. Stojanom Burnikom, da sta me s svojim kvalitetnim in prijaznim delom nadvse navdušila nad avtonomnim potapljanjem in se zaradi njiju vedno rad in z občutkom varnosti odpravim v globine.

Hvala!

Ključne besede: avtonomno potapljanje, zgodovina, potapljaški zvon, skafander, Jacques-Yves Cousteau, enostopenjski hidrostatični regulator, Kuščerjeva »pumpa«.

NASLOV DIPLOMSKEGA DELA

Zgodovinski pregled razvoja avtonomnega potapljanja

Dejan Žujić

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2014

Športna vzgoja

POVZETEK

V diplomskem delu bom predstavil zgodovinski potek razvoja avtonomnega potapljanja. Začel bom s prvimi stiki človeka in podmorskega sveta v prazgodovini ter razlogi za začetek te dejavnosti. Poizvedel bom tudi, kako so naši predniki razvijali načine za podaljšanje časa bivanja pod vodno gladino. Tako pridemo do prvih potapljaških pripomočkov in naprav. Nekatere so bile neučinkovite, druge učinkovite, zato njihove nadgradnje uporabljamo še dandanes. Namen moje diplomske naloge je zbrati čim več zgodovinskih podatkov o avtonomnem potapljanju na enem mestu in jih predstaviti v smiselnem zaporedju. Nato sem na koncu naredil še podroben pregled razvoja avtonomnega potapljanja na naših tleh in ga primerjal s tekočim razvojem drugje po svetu. Ugotovil sem, da so naši pionirji potapljanja bili prav tako revolucionarni kot tuji izumitelji, čeprav so razlogi za ukvarjanje s potapljanjem v tistem obdobju bili povsem različni. Interes večjih držav je bil predvsem gospodarski in vojaški, kar pa pri nas ni prišlo v upoštevanje. Zato se kljub majhni finančni podpori lahko pohvalimo s Kuščerjevo »pumpo« kot funkcionalno, zanesljivo in varno potapljaško napravo, ki je dokaj omogočala svobodno gibanje potapljača in nam je še dolga leta pripomogla k raziskovanju dna ter usposabljanju potapljaškega kadra.

Key words: scuba diving, history, diving bell, scafander, Jacques-Yves Cousteau, single-stage hydrostatic regulator, Kuščer's air pump.

TITLE

Historical overview of scuba diving development.

Dejan Žujić

University of Ljubljana, Faculty of Sports, 2014

Sports education

ABSTRACT

In my thesis I present the chronological development of scuba diving. I begin with first encounters of humans and the undersea world in prehistoric times and the reasons which prompted this activity. I explore how our predecessors developed ways for prolonging the time spent underwater. This leads to the prototypical diving accessories and equipment. Some of the equipment was ineffective and some was effective, which was upgraded and is used today. The purpose of my diploma thesis is to collect as much historical data about scuba diving and present it in sensible sequence. At the end I inspect the development of scuba diving in Slovenia and compared it to the global development of scuba diving. I find out that our diving pioneers were as revolutionary as the foreign inventors even though the reasons for diving were completely different at that time. The interest of bigger countries was mainly economic and militaristic, which was not the case in our country. Despite our small budget we can pride ourselves on Kuščerjeva "pumpa" (Kuščer's air pump). This diving equipment was functional, reliable and safe. It helped the divers to move quite freely, explore the bottom of the waters and train the divers.

Kazalo vsebine

1 UVOD	7
2 JEDRO	9
2.1 Potapljanje v obdobju pred našim štetjem.....	9
2.1.1. Prvi potapljaški zvon.....	10
2.2 Razvoj potapljanja v času antike	12
2.3 Potapljanje in srednji vek	12
2.4 Nova pomlad v razvoju potapljanja (od 15. stoletja naprej)	14
2.4.1 Prvi čvrsti skafander.....	16
2.4.2 Prvi keson.....	17
2.4.3 Klasični (mehki) skafander	17
2.5 Prvi koraki avtonomnega potapljanja (19. stoletje).....	18
2.5.1 Pojav potapljaških tablic	20
2.5.2 Prvič uporabljena trda obleka.....	21
2.5.3 Batisfera	21
2.5.4 SCUBA.....	23
2.6 Jacques-Yves Cousteau in obdobje po njem	24
2.7 Razvoj avtonomnega potapljanja na naših tleh	27
2.8 Zadnje pridobitve na področju potapljaške opreme	31
3 SKLEP.....	32
4 VIRI.....	34

Kazalo slik

<i>Slika 1.</i> Del asirskega reliefa s potapljačem iz leta 885 pr. n. št (Soldo idr., 2013).....	10
<i>Slika 2.</i> Prikaz Aleksanda Velikega v Aristotlovem potapljaškem zvonu (Soldo idr., 2013). 11	
<i>Slika 3.</i> Ama potapljačice pri "lovu" na bisere (Potočnik, 2000).....	13
<i>Slika 4.</i> Da Vincijeva kompletna potapljaška oprema z avtonomnim rezervoarjem za zrak na prsih (levo) ter plavut za roko (desno) (Gošović, 1986)	14
<i>Slika 5.</i> Črvsti skafander Johna Lethbridgea iz leta 1715 (Davis, 1955, v Gošović, 1986)....	16
<i>Slika 6.</i> Klasični (mehki) skafander Augusta Siebeja iz leta 1837 (Soldo idr., 2013)	18
<i>Slika 7.</i> Aparat Henryja Fleussa z zaprtim krogom dihanja iz leta 1876 (Gošović, 1986)	19
<i>Slika 8.</i> Prva trda obleka Hansa Neufeldta in Karla Kuhnkeja (Soldo idr., 2013).....	21
<i>Slika 9.</i> Batisfera Williama Beebeja (Jugoslavenski leksikografski zavod, 1977, v Verdnik 1999).....	22
<i>Slika 10.</i> SCUBA aparat Christiana Jamesa Lambertsena (Soldo idr., 2013).....	23
<i>Slika 11.</i> Shema delovanja aparata z odprtim krogom (Gošović, 1986)	26
<i>Slika 12.</i> Couesteau s svojim Aqualungom (Soldo idr., 2013).....	26
<i>Slika 13.</i> Načrt - kroj za izdelavo maske, narejene iz avtomobilske zračnice. Kroj in opis izdelave maske so v razmerju 1/1 mladi potapljači objavili tudi v prirodoslovni reviji Proteus in s tem omogočili sovrstnikom, da si naredijo potapljaško masko tudi sami (Potočnik, 2000).	28
<i>Slika 14.</i> Kuščerjeva "lahka" oprema za potapljanje (Potočnik, 2000).....	29

1 UVOD

S potapljanjem so se ljudje začeli ukvarjati zaradi želje po novih odkritjih v okolju, ki je še dandanes v veliki meri neraziskano. In prav tako se tudi danes večina tistih, ki se ukvarjamo s to dejavnostjo, odpravlja v podvodni svet z neizmerno željo po raziskovanju in spoznavanju nečesa novega. Potapljanje posamezniku predstavlja tudi sprostitvev v tihem in spokojnem okolju, občasno pa pride do adrenalinskih trenutkov, ki nas spremljajo ob nevarnejših potopih. Poznamo več vrst potapljanja. Ena izmed delitev je delitev na rekreativno in športno potapljanje. Z besedo rekreativno potapljanje je označena aktivnost potapljačev, ki se odvija v prostem času ter ne vsebuje tekmovalnih komponent za razliko od športnega potapljanja, pri katerem so v večji ali manjši meri izraženi tudi povečan fizični in psihični napor ter tekmovalnost. V praksi skorajda ne poudarjamo razlik med rekreativnim in športnim potapljanjem, med potapljači se pogosteje uporablja izraz športno potapljanje (Verdnik, 1995). Kot drugo pa poznamo delitev na prosto potapljanje oz. potapljanje na vdih (apnea ali freediving) in avtonomno potapljanje (scuba diving).

Pojem potapljanje na vdih ozančuje vsako bivanje ali telesno aktivnosti, ki jo človek izvaja pod vodno gladino, tako da pri tem zadržuje dah in pri čemer je oskrba njegovega telesa s kisikom omejena samo na en, predhodno izveden, vdih na površini (Soldo, Valić, Glavičić, Jurman in Drviš, 2013). Pistotnik (1994) piše, da prosto potapljanje sodi med nevarnejše športne aktivnosti, kjer človek pomeni sam sebi največjo nevarnost (neznanje, precenjevanje lastnih sposobnosti, pretiravanje, nespoštovanje pravil prostega potapljanja itn.). Logično je, da je potapljanje na vdih v zgodovini predstavljalo ljudem primarno in najenostavnejšo možnost za ukvarjanje s potapljanjem in da je obstajalo že stoletja prej kot druge oblike potapljanja. Jacques Mayol, prvi človek na svetu, ki se je leta 1976 na dah spustil do globine 100 m, v svoji knjigi *HOMO DELPHINUS – The Dolphin within Man* meni, da začetki podvodne apneje segajo že v prazgodovino. Ob Baltiku so namreč odkrili ostanke ljudstva, ki je tem živelo pred 7000 do 10000 leti. Poimenovali so jih Kjukkenmodinger, kar bi prevedeno iz danskega jezika pomenilo jedci školjk. Ti naj bi razvili poseben način podvodnega lova na školjke, ki so živele na globini do 20 m. Zanimivost pobiralcev školjk, ki se je ohranila vse do začetka 20. stoletja, pa je ta, da so si pred potopom v usta natočili olje, ki so ga kasneje v globini izpljunili, vanj pomolili oči in si tako zbistрили pogled pod vodo, kot če bi imeli masko (»PP – Prosto potapljanje (apnea)«), 2014). Dandanes pa celotni svetovni populaciji prosto potapljanje predstavlja precej popularen šport. Soldo idr. (2013) so navedli vse tekmovalne discipline potapljanja na vdih, ki se delijo na bazenske in globinske discipline.

Bazenske tekmovalne discipline:

- statika (maksimalno zadrževanje zraka v mirovanju – STA)
- dinamika s plavutmi (največja preplavana dolžina pod vodo – DYN)
- dinamika brez plavuti (DNF)
- podvodni hokej
- podvodni ragbi

Globinske tekmovalne discipline:

- potapljanje s konstantno obremenitvjo (CWT)
- potapljanje s konstantno obremenitvjo brez plavuti (CNF)
- svoboden potop – free immersion (FIM)
- dinamika na globini 10 m – jump blue (JB)
- podvodni ribolov

- podvodna fotografija
- potapljanje s spremenljivo obremenitvijo (VWT)
- potapljanje brez omejitev – no limit (NLT)

Potapljanje na vdih se od avtonomnega potapljanja razlikuje v več kriterijih. Eden izmed njih je dobra telesna pripravljenost. Čeprav je dobra telesna pripravljenost zelo zaželenja tudi pri avtonomnem potapljanju, ima pri potapljanju na vdih večji pomen. Uspeh pri prostem potapljanju je v veliki meri odvisen od potapljačeve duševnosti. Zato moramo poleg telesne pripravljenosti pri odločitvi za prosto potapljanje upoštevati tudi intelektualno in splošno psihično zrelost oseb, ki se želijo ukvarjati s tem športom (Pistotnik, 1994). Ker pri avtonomnem potapljanju dihamo zrak pod povečanim pritiskom, lahko pride do dekompresijske bolezni. Dekompresijska ali kesonska bolezen (keson je s stisnjenim zrakom napolnjen potapljaški pogreznik, ki se je prej uporabljal za podvodna dela in je spodaj odprt) se je prvič pojavila pri podvodnih delih, če so se delavci vračali na površje iz svojega delovnega prostora, ki je pod tlakom, brez postopnega izenačevanja pritiska (dekompresije) (Potočnik in Smole, 1997). Pri potapljanju na vdih pa imamo ves čas potopa v pljučih zrak s površja, ki je bil vdihnut pod normalnim tlakom, zato do dekompresijske bolezni ne pride. Prav tako se razlikuje tudi oprema za avtonomno potapljanje in potapljanje na vdih. Pri prostem potapljanju ne potrebujemo drugega kot ABC opremo (maska, dihalka, plavuti), v primeru, da uporabljamo tudi potapljaško obleko, ki se zaradi prožnosti ravno tako nekoliko razlikuje od obleke za avtonomno potapljanje, pa si nadenemo tudi pas z utežmi. Glavna razlika med obema opremama je, da pri avtonomnem potapljanju potapljač uporablja sistem za preskrbo z zrakom. Sistem za preskrbo z zrakom je sestavljen iz (Open Water Diver, 2008):

- jeklenke, ki vsebuje pod visokim tlakom stisnjen in prečiščen zrak,
- prve stopnje regulatorja, ki zmanjša visok tlak zraka na vmesni tlak in
- druge stopnje regulatorja, ki zmanjšuje vmesni tlak zraka na tlak okolice, zaradi česar lahko normalno dihamo.

Poleg sistema za preskrbo z zrakom pa se pri avtonomnem potapljanju uporablja še kompenzator plovnosti (jopič, s katerim potapljač med potopom uravnava nevtralno plovnost), potapljaška obleka, pas z utežmi, maska, plavuti, dihalka, potapljaški čevlji in rokavice, manometer (naprava, ki nam kaže količino zraka v jeklenki) in globinomer, ki pa ga je danes v praksi zamenjal potapljaški računalnik.

Zasluge za to, da imamo danes tako izpopolnjeno potapljaško opremo, da se nanjo praktično vsakdo hitro privadi in da poznamo načine, kako se varno potapljati, gredo ljudem, ki so že pred mnogimi leti raziskovali podvodni svet in iskali načine, kako čim dlje časa zdržati v njem.

Namen moje diplomske naloge je pokukati daleč nazaj v čase, ko je človeštvo prvič prišlo v stik s podvodnim svetom, odkriti razloge, zakaj smo se vedno znova in globlje vračali tja, ter vas skozi vso zgodovino potapljanja popeljati preko pomembnih odkritij in prelomnic, ki so narekovale razvoj potapljanja vse do danes. Tako bom v tej diplomski nalogi poskušal čim bolj natančno ugotoviti, kdaj so ljudje prvič uporabili pripomočke za daljše bivanje pod vodo, navedel bom glavne prelomnice, ki so se zgodile v razvoju avtonomnega potapljanja, opisal razvoj opreme za avtonomno potapljanje in vzporedno z razvojem opreme tudi razvoj tehnike avtonomnega potapljanja. Ker me zanima tudi, v kolikšni meri so bili takratni raziskovalci morja na naših tleh v koraku s časom, bom primerjal razvoj avtonomnega potapljanja na naših tleh oz. v naših vodah z razvojem avtonomnega potapljanja drugje po svetu. Ker je jasno, da

se pri nas potapljanje ni razvilo zaradi raznih vojaških ali gospodarskih koristi, me zanima pravi razlog za začetek potapljanja pri nas. Na koncu pa bom navedel še razlike med prvim uradnim avtonomnim potapljaški aparatom (Cousteau) in današnjo napravo za avtonomno potapljanje.

2 JEDRO

2.1 Potapljanje v obdobju pred našim štetjem

Naš planet je v kar dveh tretjinah prekrit z vodo, zato je jasno, da se je človeštvo zaradi možnosti preživetja in obstoja moralo že davno podati vanjo. Glede na to, da so se ljudje enkrat morali naučiti plavati in da je prvi stik z vodo bolj podoben potopu kot uspešnem ohranjanju telesa nad vodno gladino, so se bili prisiljeni naučiti, kako zadržati dah, kar pa je predpogoj za uspešno potapljanje. Po tem sodeč lahko rečemo, da sta se ti dve znanji v neki meri razvijali istočasno. Človek je pod vodno gladino prodrl že v prazgodovini. Motivov za to je imel dovolj. Morje, jezera, reke pomenijo bogat izvor hrane (Bučar in ostali, 1986). Gošović (1989) poleg hrane kot razloga za začetek potapljanja navaja tudi umik pred nevarnostjo in način, kako presenetiti sovražnika. Bizantinski pisec Mauricius v svojem delu »Strategicon« piše, da so se stari Slovani tisočletja skrivali pred sovražnikom, tako da so s hrbtom naprej legli v vodo, pri tem pa so dihali skozi votle trske (Gošović, 1989). Že v uvodu sem omenil jedce školjk, ki naj bi se v Baltiku potapljali v tem obdobju. Soldo idr. (2013) so zapisali, da obstajajo dokazi, da se je potapljanje kot organizirana aktivnost izvajala že 5000 let pred našim štetjem. V nekaterih egipčanskih piramidah, ki so bile zgrajene okoli leta 4500 pred našim štetjem, pa so našli dekoracije iz biserov školjk (Gošović, 1989). Takšni oz. podobni okrasji pa niso bili najdeni samo v Egiptu, ampak skoraj pri vseh starih civilizacijah. Gošović (1989) je zapisal tudi, da so imeli biserni okrasji še posebno vrednost v času VI. dinastije na Kitajskem. O tem govori prastar spomenik iz leta 2250 pr. n. št., ki kaže divja plemena, kako z biseri plačujejo davek carju Ju.

Poleg biserov in hrane pa so ljudje takrat cenili tudi druga morska bogastva. Kretska civilizacija v stari Grčiji (3000 do 1400 pr. n. št.) je iz morja nabirala spužve in polže (murex), iz katerih so delali viljoličasto barvo, ki so jo lahko na svojih oblačilih nosili le kralji in plemiči. Potapljači Sredozemlja so se borili za pravico nabiranja vrednih črnih koral in drugega dragocenega tovara s potopljenih ladij (Ostoić, 2000). Potočnik (2000) je zapisal, da so se od Minojcev (prebivalcev, ki so takrat živeli na Kreti) učili potapljati Grki, in sicer predvsem v vojaške namene. Kot naslednjega izmed razlogov za ukvarjanje s potapljanjem navaja Lampič (1992) v povezavi s plovbo in vodnimi potmi. V to je človeka je prisilila potreba po dvigovanju potopljenih predmetov, nuja vzdrževanja ladij in pozneje gradnja plovnih prekopov.

Kakorkoli, prvi pravi materialni dokaz, ki priča o potapljanju naših prednikov, je asirski relief iz leta 885 pred našim štetjem, katerega danes hranijo v muzeju v Londonu. Na njem so prikazani vojaki, ki plavajo pod vodno gladino reke s pomočjo koriščenja rezerv zraka, shranjenega v napihnjenem kozjem mehu, ki ga imajo pritrjenega na trupu. Prav tako je to prvi dokaz o tem, kako so ljudje že takrat razmišljali o načinih, s pomočjo katerih bi lahko pod vodo zdržali čim dlje (Soldo idr., 2013).



Slika 1. Del asirskega reliefa s potapljačem iz leta 885 pr. n. št (Soldo idr., 2013).

V Homerjevi *Iliadi*, ki izvira iz 750. leta pred Kristusom, najdemo citate o potapljanju: »Potapljač se potaplja, da bi iz morja prinesel hrano.« (Ostoić, 2000, str. 12). Soldo idr. (2013) pa so zapisali, da je v *Iliadi* omenjena tudi dejavnost grških potapljačev v trojanski vojni. Prav tako isti avtorji pišejo tudi o tem, da je 300 let kasneje Herodot, oče povesti, poimenoval prvega znanega potapljača Scylliasa, Grka iz Scione. Ta naj bi delal pod prisilo za perzijskega kralja Kserksa pri dvigovanju blaga in ostalih materialnih dobrin iz potopljenega ladjevja. Scyllias je nato med nevihto pobegnil iz perzijskega ujetništva. Perzijci so predpostavljali, da se je utopil, on pa je s pomočjo votle trske, ki mu je služila kot dihalka, prerezal sidrne vrvi perzijskega ladjevja, ki se je zaradi močnega vetra razbilo ob grški obali. Kasneje sicer zgodba govori, da je pod vodo preplaval 15 km, v kar je tudi Herodot močno dvomil, ampak pomemben podatek v tej zgodbi je, da se kasneje prvič pojavi tudi ženska v vlogi potapljačice – Scylliasova hčer Hydna (Cyana).

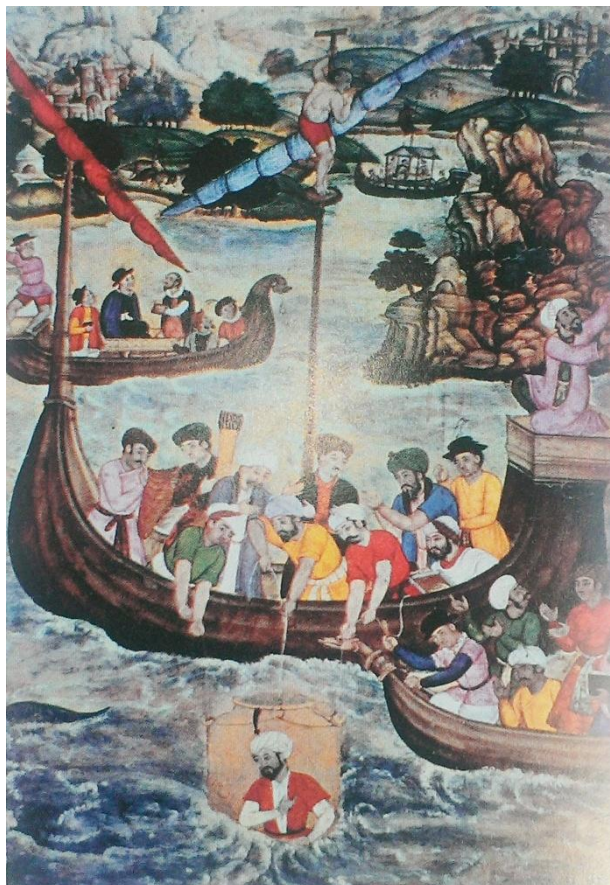
Potapljanje se je uporabljalo tudi za vojaške operacije v peloponeški vojni (431–404 pred Kristusom). Tukidid, grški zgodovinar iz tega obdobja, piše o tem, da ko so bili Špartanci napadeni na otoku Spachteria, so jim potapljači s celine mimo atenske blokade prinašali hrano in ostale potrebščine (»Adventures in Greek and Roman diving«, 2012).

2.1.1. Prvi potapljaški zvon

Potapljaški zvon je imel velik pomen za razvoj potapljanja, saj predstavlja najstarejše pomagalo, s pomočjo katerega se je človek lahko potopil in ostal pod vodo relativno dolgo časa. Prvi opisuje potapljaški zvon že Aristotel (384–322 pr. n. št.), ki opisuje tehnične podrobnosti zvona in njegovo uporabo pri nabiralcih spužv. Na kraju nabiranja spužv so potopili navzdol obrnjeno vedro – sod. Potapljači so splavali pod sod, kjer so se nadihali in nadaljevali s potopom, ne da bi prišli na površino (Potočnik, 2000).

Pojavili pa so se drugi fiziološki problemi, pritisk vode na uho – bobnič. Aristotel opisuje, da so potapljači, lovci spužev to reševali, tako da so ušesa zamašili s spužvo, natopljeno v olje (»Razvoj potapljaške opreme«, 2009). Danes seveda poznamo veliko bolj varen in hkrati enostavnejši način za izenačevanje pritiska v ušesih – kompenzacijo. Soldo idr. (2013) pišejo, da je Aristotel pri razvoju tehnike pogosto sodeloval s takratnim vladarjem Aleksandrom Velikim, ki ga je ideja o dihanju pod vodo tako močno privlačila, da jo je želel osebno

preizkusiti. Po potopu v luksuzno opremljenem steklenem zvonu je bil Aleksander Veliki tako navdušen nad to izkušnjo, da je potapljaški zvon postala naprava za množično uporabo v Aleksandrovi vojski, namenjena vojnim operacijam. Ena takšnih in najbolj poznanih operacij je bila 332. leta pr.n.št. po okupaciji mesta Tir v današnjem Libanonu, kjer je bil potapljaški zvon uporabljen za čiščenje podvodnih prepek znotraj luke.



Slika 2. Prikaz Aleksandra Velikega v Aristotelovem potapljaškem zvonu (Soldo idr., 2013).

Ostoić (2000) pa je med viri o potapljanju iz tega obdobja navedla, da je Antonij, slavni rimski vojskovodja iz tega obdobja, plačal potapljača, da mu je med tekmovanjem v ribolovu na trnek na skrivaj natikal ribe. S tem naj bi pridobil pozornost lepe kraljice Kleopatre.

Iz vseh zgoraj navedenih virov je razvidno, da so ljudje že v obdobju pred našim štetjem potapljanju pripisali velik pomen. S primarne potrebe po iskanju hrane, skrivanju pred sovražnikom in taktike napada so prešli na trgovanje z dragocenimi dobrinami, ki jim jih je ponudilo morje. Poznali so že nekaj osnovnih fizikalnih zakonov, na podlagi katerih jim je uspelo razviti opremo, ki je še 2000 let kasneje ostala nespremenjena. Že takrat se je prvič pojavilo tudi poklicno potapljanje. Lahko rečemo, da so v obdobju pred našim štetjem živeli pionirji področja razvoja potapljanja, ki so nam dali dragoceno zapuščino, ki je vsekakor pripomogla k temu, da se je potapljanje do danes uspelo razviti do te mere, kot jo poznamo mi.

2.2 Razvoj potapljanja v času antike

V antiki je bil razvoj potapljanja nekoliko omejen zaradi pomanjkanja opreme, ki bi pripomogla k raziskovanju, plavanju in lovljenju rib (Ostoić, 2000). V tem obdobju so še naprej organizirali potapljače za vojaške namene, vse bolj pa so do izraza prišli potapljači, ki jim je potapljanje služilo za ustvarjanje osebnega dohodka. Tako so bili v tem obdobju (že od prvega stoletja p. n. št.) zelo cenjeni potapljači, ki so s potopljenih ladij reševali materialne dobrine. Že takrat so imeli potapljači pravico obdržati okrog 10 % vrednosti dvignjenega tovora. Za hitrejši potop so uporabljali kamenje kot uteži, s površino pa so bili povezani z vrvjo. Po podatkih so se potopi odvijali na globini med 22 in 31 m, potapljači pa niso uporabljali nikakršnih aparatov, ampak so bili vsi potopi izvedeni izključno na vdih (Soldo in ostali, 2013). Ti potapljači naj bi se v času Rimljanov imenovali »urinatori«. Ostoić (2000) je v svoji knjigi zapisala, da naj bi tudi urinatorji svoja usta napolnili z olivnim oljem, nato pa bi ga po kapljicah spuščali pod vodo, da bi si izostrili vidljivost. Prav takšen način izboljšanja vidljivosti pod vodo pa so uporabljali tudi jedci školjk iz Baltika, o katerih sem nekaj malega napisal že v uvodu. Ime rimljanskih potapljačev pa izhaja iz latinske besede *urinare*, ki pomeni potopiti se v vodo, tako da njihovo ime nima ravno povezave z urinom in uriniranjem, čeprav se sliši tako. Sem pa v internetnem prispevku »The Strangest Jobs in History« (2010) zasledil delček, ki je omenil urinatorje. Zanimiva je bila predvsem razlaga, da naj bi bilo njihovo ime povezano tudi z uriniranjem. Globoki potopi, ki so jih opravljali, so povzročali povečan pritisk na njihove mehurje, zato naj bi nadpovprečno urinirali. Je bilo pa delo urinatorjev dobro plačano, zato so veljali tudi za zelo premožne člane rimske družbe.

V eni od kasnejših izdaj Vegetiusovih del (rimski klasik Flavius Vegetius Renatus, 375) je prav tako prikazan podvodni borec, ki kaže na bogastvo domišljije (oprema potapljača) neznanega slikarja (Gošović, 1986).

Čeprav se dandanes zdi, da v Sredozemskem morju ni ravno veliko nevarnih plenilcev, stari zgodovinarji trdijo, da so morski psi prav gotovo predstavljali velik problem takratnim potapljačem, zato so ti neprestano iskali razne načine, kako se zavarovati pred mesojedimi živalmi. Na primer rimski zgodovinar Aelian, ki je živel v poznem 2. stoletju, je v svoji knjigi *De Natura Animalium* (o naravi živali) zapisal, da naj bi si takratni potapljači počrnili roke in noge, kar pa naj bi pripomoglo k preprečitvi izgube udov ob napadu morskih psov. Zelo zanimivo je, da od takrat naprej pa vse do danes velja prepričanje, da morske pse odbijajo temne barve. Plinij, starejši rimski filozof in avtor iz 1. stoletja, je ugotovil nekaj, kar tudi sodobni potapljači dobro vedo, in sicer, da morskega psa lahko prestrašimo in prisilimo k umiku s plavanjem direktno proti njemu (»Adventures of Greek and Roman diving«, 2012).

Ostoić (2000) pa piše, da so posebno opravilo, ki naj bi odganjala morske pse, nosile tudi korejske Hae-Nyo potapljačice (sicer kasneje, v 19. stoletju). Ta je bila bele barve, kar se mi zdi popolnoma v nasprotju s prepričanjem potapljačev starega Rima, pa vendarle naj bi zadeva prav tako funkcionirala.

2.3 Potapljanje in srednji vek

Ob prihodu srednjega veka se je razvoj potapljanja upočasnil, tako da lahko to obdobje tudi na področju potapljanja imenuje mračno obdobje. Takrat je morje veljalo za skrivnostno in nevarno silo, zato je interes za potapljanje skoraj popolnoma upadel. Iz tega obdobja je zelo malo podatkov o kakšnih novitetah iz, razen za Perzijce se ve, da so začeli uporabljati neko

vrsto potapljaških mask, ki je bila narejena iz spoliranega oklepa, danes zaščitene vrste, želv (Soldo idr., 2013).

Isti avtorji so napisali tudi, da se je na vzhodnem delu planeta potapljanje zaradi slabe komunikacije razvijalo povsem neodvisno od ostalega sveta. Na Japonskem se je izoblikovala posebna skupina žensk – Ama potapljačice, ki so se začele potapljati zaradi iskanja hrane v morju, kasneje pa so se specializirale za iskanje biserov. Ama v Japonščini pomeni ženska morja in je omenjena že v japonski poeziji *Man'yōshū* iz leta 750. Te ženske naj bi se štiri ure dnevno, v hladni vodi, na vdih potapljale popolnoma gole (le okrog pasu so imele kratko krilo iz levjega krzna) nekje do globine desetih metrov, pod vodo pa so znale zdržati tudi več kot dve minuti (Gakuran, 2013).

Ostojić (2000) navaja, da so tudi potapljačice Ama uporabljale primitivne maske iz rogov ali oklepov želv. S pomočjo pare so rogove ali oklepe obdelovale toliko časa, dokler niso postali popolnoma prozorni. Nato so prozorno stvar vstavile v okvir iz bambusa.

Soldo idr. (2013) pravijo, da so imele ženske na Japonskem že od samega začetka v potapljanju prednost pred moškimi, ker se je smatralo, da so zaradi svoje fizične predispozicije pri tem v prednosti. To so pojasnjevali z enakomerno razporeditvijo maščobnega tkiva pri ženskah, kar omogoča daljši čas potopa v hladnih vodah. Potapljačice Ama so se s potapljanjem ukvarjale vse do pozne starosti, saj so starejše ženske lahko pod vodno gladino ostale dalj časa kot mlajše. Te potapljačice so se na Japonskem ohranile vse do danes. Čeprav število eksponentno pada, Gakuran (2013) piše, da so jih še leta 2010 na Japonskem zabeležili 2174.

V tem, da so Japonci pri potapljanju dajali prednost ženskam, so bili vsekakor zelo drugačni od ostale svetovne populacije. Drugje po svetu je potapljanje veljalo še v mnogo poznejšem obdobju za izrazito moški šport, ženske so bile v tem »poslu« le izjema. Verjetno je bilo to pogojeno tudi z opremo, ki je v začetnih fazah razvoja potapljanja bila zelo težka in okorna in je zahtevala veliko moči in potapljačeve energije pri samem potopu. Danes razlik med spoloma v potapljanju ni več opaziti. Butara (2013) to pripisuje temu, da je danes potapljaška oprema veliko bolj »prijazna«, predvsem pa lažja za uporabo.



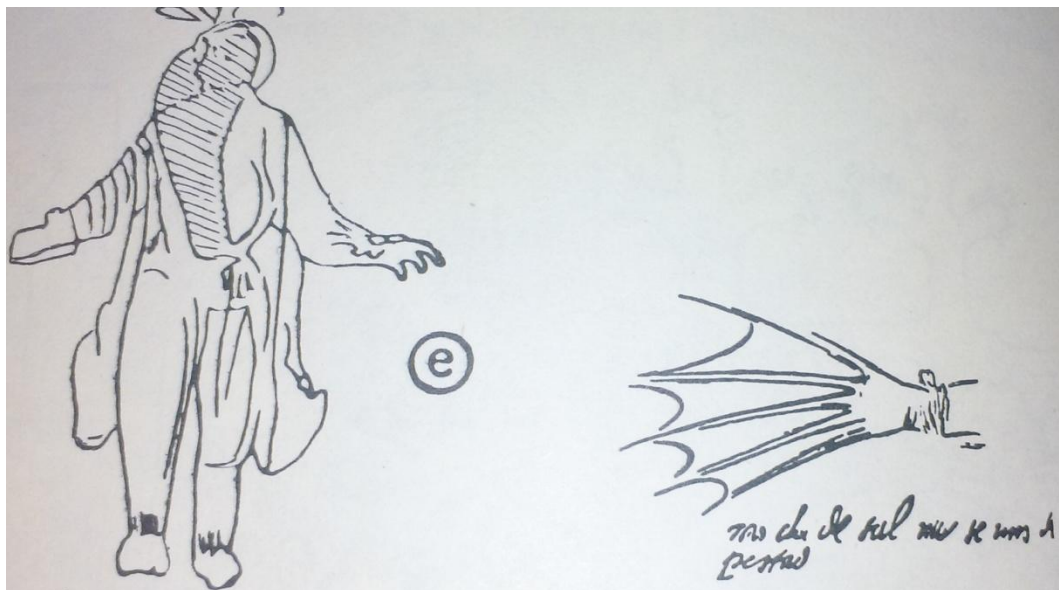
Slika 3. Ama potapljačice pri "lovu" na bisere (Potočnik, 2000).

Noviteta iz srednjega veka, ki je do danes prerasla v šport, je podvodni ribolov. Ostoić (2000) je zapisala, da se je podvodni ribolov pojavil okoli leta 900, ko so ljudje za lov v plitki vodi začeli uporabljati lok in puščice. Potapljači so dodelali puščice tako, da so na vrh pričvrstili zob, narejen iz kosti, zob morskega leva ali iz školjk, da jim ulov ni mogel zdrsniti s puščice.

2.4 Nova pomlad v razvoju potapljanja (od 15. stoletja naprej)

V 15. stoletju človeštvo naredi pomemben korak v razvoju potapljanja. Soldo idr. (2013) so zapisali, da je nov začetek v razvoju naredil eden od najbolj vsestranskih ljudi vseh časov. Seveda govorimo o Leonardu da Vinciju, italijanskem arhitektu, slikarju, kiparju, inženirju in izumitelju iz tega obdobja, ki je prvi potapljaški opremi dodal plavuti. Namesto plavuti za noge je Leonardo dobil zamisel, da bi potapljačem prav prišle plavuti za roke (Ostoić, 2000). Gošović (1986) je omenil tudi Da Vincijev sistem za potapljanje v plitvih vodah, po katerem se atmosferski zrak diha skozi cev, ki je pritrjena na plovec na površini. Danes vemo, da se tako ni mogoče potapljati, saj so pljuča človeka prešibka, da bi premagala silo vzgona, ki jo ustvarja razlika med specifično težo zraka in specifično težo vode ter še hidrostatični pritisk, ki pritiska na prsni koš potapljača (Verdnik, 1995).

Leonardo je za seboj pustil vrsto skic potapljaške opreme, a ena izmed najbolj poznanih se nahaja v njegovem *Atlantskem kodeksu* in prikazuje načrt aparata, s pomočjo katerega bi človek nekaj časa lahko preživel pod vodo. Da Vinci je bil mnenja, da bi ljudje tovrstne naprave uporabljali za krive namene, na primer za potapljanje čolnov in ubijanje ljudi, zato jih ni opisal zelo podrobno. (Soldo idr., 2013).



Slika 4. Da Vincijeva kompletna potapljaška oprema z avtonomnim rezervoarjem za zrak na prsih (levo) ter plavut za roko (desno) (Gošović, 1986).

S pomočjo popolnoma novih idej, ki so vključevale razvoj dihalke, maske in potapljaške sprejemnike zraka, je Leonardo razmišljal o izpopolnitvi potapljaških zvonov, ki so takrat bili v uporabi. Na osnovi Da Vincijeve skice zvona ter verjetno tudi Aristotelovih zapisov je Guglielmo Lorena, italijanski fizik, naredil potapljaški zvon, ki so ga leta 1531 uporabili za potopa na dve potopljeni ladji rimskega cesarja Kaligule. Potop v italijanskem jezeru Nemi, kjer sta ladji bili potopljeni, predstavlja prvi preverjeni podatek o uporabi tega potapljaškega

zvona. Zvon je izgledal kot sod, ki je zaobjel glavo in zgornji del telesa potapljača, s pomočjo takšnega zvona pa je bilo na dnu mogoče ostati eno celo uro (Soldo in ostali, 2013).

Isti avtorji (2013) navajajo, da je nemški pisatelj Tasinier pisal o dogajanju iz leta 1538, ko naj bi dva Grka na dvoru Karla V. v Toledu pokazala svoj izum potapljaškega zvona, s katerim se lahko naenkrat potopita kar dve osebi. Čeprav ne vemo, če je bil narejen na osnovi Lorenove ideje, se je novica o izumu razširila po celotni Evropi in mnogi so poskušali narediti čim bolj inovativne in funkcionalne potapljaške zvonove.

Leta 1616 je Franz Kessler skonstruiral večji potapljaški zvon, ki je imel tudi rezervno zalogo zraka (Ostoić, 2000). Lahko bi rekli, da je potapljaški zvon v teh letih doživel svojo drugo revolucijo. Poznati mislec iz tega obdobja Francis Bacon je v svojem delu *Novum organum* 1620. leta potapljaški zvon opisal kot aparat, ki potapljačem omogoča potope na potopljene ladje, tako da se vanj vračajo dihati zrak in si na ta način podaljšajo čas bivanja pod vodo. Potapljaški zvonovi so v teh časih bili široko koriščeni. Uporabili so ga tudi pri dvigovanju topov iz švedskega Vasa, ki je potonil leta 1628 (Soldo idr., 2013).

Prav tako kot razvoju potapljaškega zvona so ljudje v teh časih veliko pozornosti namenili tudi drugim podmorskim novitetam. Tako je leta 1620 Cornelius Drebbel pri razvoju podmornice iskal rešitev za absorbcijo ogljikovega dioksida, zato je izdelal napravo, ki jo lahko imenujemo kot predhodnico potapljaškega aparata z zaprtim (krožnim) dihalnim sistemom (rebreather). 1650. leta pa je Otto von Guericke razvil prvo učinkovito zračno črpalko, ki jo je uporabljal tudi Robert Boyle, tvorec Boylovega zakona, za eksperimentiranje s kompresijo in dekompresijo na živalih. S temi raziskavami je Boyle leta 1667 opazil spremembo volumna mehurčka v kačjem očesu, kar pa predstavlja tudi prvi dokaz dekompresijske bolezni in začetek razvoja podvodne medicine (Soldo idr., 2013).

Potočnik (2000) je na temo podvodne medicine zapisal, da je britanski zdravnik Henslow leta 1662 skonstruiral komoro, v katero je tlačil zrak s pomočjo dveh orgelskih mehov. V takšni komori pa je pod povišanim tlakom zdravil različna obolenja.

Gošović (1986) pravi, da je v povezavi s prej omenjenimi skicami naprav Leonarda da Vinci, z dodajanjem podrobnosti svoje predloge leta 1680 narisal tudi italijanski fizik in matematik Giovanni Borelli. Ena izmed ohranjenih skic njegove zbirke o potapljaški opremi kaže, da je bila sestavljena iz čelade, naprave za regeneriranje zraka, usnjene kombinezone, plavuti in naprave za reguliranje plovnosti. Usnjena čelada s steklenim oknom na sprednji strani, ki je bila spremenljivega volumna, je bila spojena z neprepustnim kombinezonom iz usnja. V čelado je prihajal zrak pod normalnim tlakom, izdihan zrak pa je potoval v razširjeno cev, v kateri naj bi se z ohlajanjem in vpijanjem vlage moral regenerirati. Po zamislih Borellija naj bi se potem ta zrak ponovno vrnil v čelado. Čeprav je takšna naprava s fiziološkega stališča neizvedljiva, je z zgodovinskega pogleda zadeva precej zanimiva. Naprava omenja regeneracijo zraka v času, ko o kisiku še nihče ni nič vedel, prikazuje plavuti za noge in poseben valj, s katerim naj bi potapljač po želji reguliral plovnost. Borellijev sistem za kompenzacijo plovnosti je kasneje uporabil Cambel pri prvih podmornicah.

Čeprav je zračna črpalka obstajala že nekaj desetletij, je šele leta 1689 Denis Papin priporočal, da bi potapljaški zvon oskrbovali z dodatnim zrakom s površine, v zvon pa bi ga dovajala prav ta črpalka (Soldo idr., 2013).

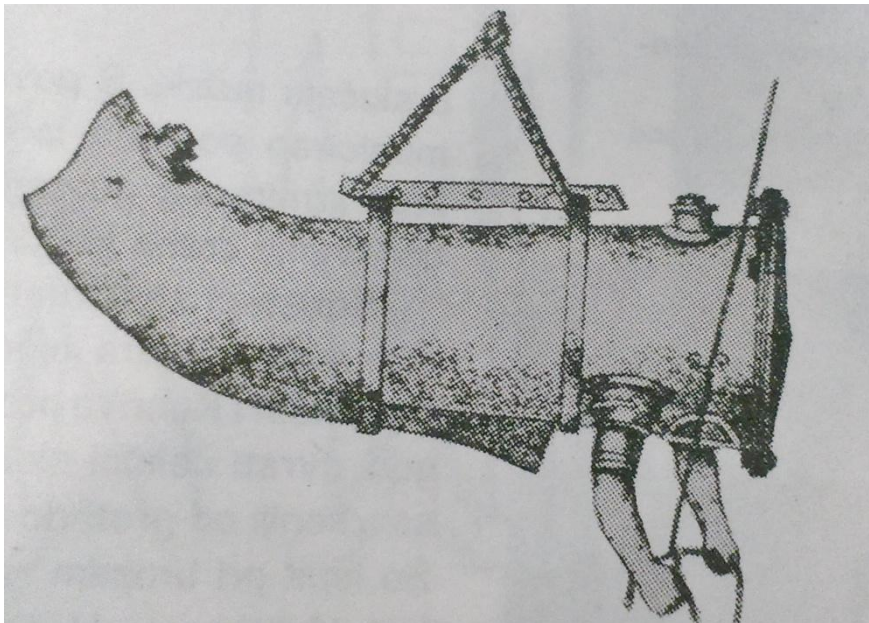
Soldo idr. (2013) so zapisali, da je 1691. leta astronom in fizik Edmund Halley, po katerem se imenuje Halleyev komet, dokončal svojo verzijo potapljaškega zvona, pri katerem se je zrak s površja dovajal v obteženih sodih. Njegov izum je takrat veljal za najbolj funkcionalen

potapljaški zvon. Za demonstracijo svojega dela so se Halley in pet njegovih prijateljev potopili v reko Temzo na globino 18 m, tam pa so ostali več kot uro in pol. Halley je nato zvon še nekoliko izpopolnil, tako da je potem čas bivanja pod vodo znašal kar štiri ure, v zvon pa je vgradil tudi okno, da so ga lahko uporabljali za podvodna raziskovanja.

V 18. stoletju vzporedno z razvojem potapljaškega zvona raste tudi interes za odkrivanje drugih novosti, namenjenih potapljačem. Leta 1715 je francoski plemič Pierre Rémy de Beauve izdelal eno izmed najstarejših potapljaških oblek. Opremljena je bila s kovinsko čelado z dvema odprtinama. Skozi eno je prihajal svež zrak, druga pa je odvajala porabljenega (Soldo idr., 2013).

2.4.1 Prvi čvrsti skafander

Na začetku 18. stoletja je bil skonstruiran prvi čvrsti skafander, svoj vrhunec pa je dosegel v dvajsetih letih 19. stoletja, ko so se z njim potapljali tudi do 200 m globoko (Ostoić, 2000). Gošović (1986) pravi, da prvi primer čvrstega skafandra predstavlja naprava Angleža Johna Lethbridgea iz leta 1715. Sestavljen je bil iz vodotesnega sode, na katerem sta bili vgrajeni dve okni za opazovanje in dva usnjena rokava, ki sta bila na koncu čvrsto stisnjena, da ne bi voda prihajala v skafander. Na površini je zrak v skafandru krožil skozi dve odprtini, nato pa so jih pred potopom zaprli.



Slika 5. Čvrsti skafander Johna Lethbridgea iz leta 1715 (Davis, 1955, v Gošović, 1986).

Čeprav je bil Lethbridgov skafander v takšni obliki zelo dolgo v uporabi, so v kasnejšem obdobju na njem naredili razne modifikacije. W. H. Taylor mu je leta 1838 dodal gibljive »skele« za lažje premikanje okončin ter dovod zraka s površine preko posebne cevi (Gošović, 1986). Temu pa je Američan Philpis leta 1856 dodal še ščipalke na koncu rok za lažje prijemanje reči (Soldo idr., 2013). Imel je tudi balastni tank in gumijast balon, ki je omogočal avtonomen dvig v kritičnih situacijah. S površjem je potapljač komuniciral preko verige in cevi za dodajanje zraka (Gošović, 1986).

Soldo in soavtorji (2013) so zapisali, da je leta 1772 francoski doktor Sieur Freminet izvedel potop na globino 15 m v usnjenem kombinezonu in bakreni čeladi. Pod vodo je preživel nekaj minut. Mnogi trdijo, da je bil to potop prvega pravega potapljača, ker je imel na svojem hrbtu

bakreni rezervoar z zrakom, ki je bil s čelado spojen preko cevi. Po podatkih se je ta naprava, ki jo je Freminet imenoval *Machine Hydrostatergatique*, še desetletja uspešno uporabljala v francoskih lukah Le Havre in Brest za opravljanje različnih podvodnih del. Na žalost je Sieur Freminet prav tako kot izumitelj postal žrtev svoje potapljaške naprave, saj se nekega dne ni več vrnil s potopa.

2.4.2 Prvi keson

Potočnik (2000) pravi, da je prvi keson skonstruiral in v praksi uporabil angleški inženir Johan Smeaton leta 1788. Za popravilo temeljev mostu pri Hexamu je skonstruiral keson, v katerega so tlačili iz površine (po zamisli že prej omenjenega francoskega fizika Papina, 1647–1714) zrak pod nekoliko višjim tlakom od okolice, kjer se je nahajal keson. Smeatonov keson je bil model za nastajanje vse večjih kesonov.

Nato je 1797. leta Karl Heinrich Klingert razvil potapljaško obleko s prvim sistemom prostega pretoka zraka. Mehanik iz Napoleonove mornarice Sieur Touboulic je leta 1808 prijavil patent prvega dihalnega aparata z zaprtim krogom, ki je bil zasnovan na absorpciji ogljikovega dioksida, imel pa je poseben rezervoar čistega kisika, katerega naj bi potapljač med potopom doziral sam. Touboulic je svoj izum imenoval *Ichthioandre* (po grško človek-riba), vendar ni dokazano, da je bila ta naprava v praksi kdaj koli uporabljena (Soldo idr., 2013).

1823. leto je značilno za razvoj potapljanja, saj je takrat Charles Anthony Deane patentiral dimno čelado, ki so jo uporabljali gasilci v požarih. Ker so se zanjo zanimali tudi potapljači, je Deane s svojim bratom začel s komercialno proizvodnjo potapljaškega kombinezona in čelade. Vendar je imela ta obleka veliko težavo. Čelada ni bila neposredno spojena s kombinezonom, ampak je bila prišita nanj, zato je obstajala nevarnost utopitve potapljača. Kasneje, leta 1836, C. A. Dean izda verjetno prvi potapljaški priročnik na svetu (Soldo idr., 2013).

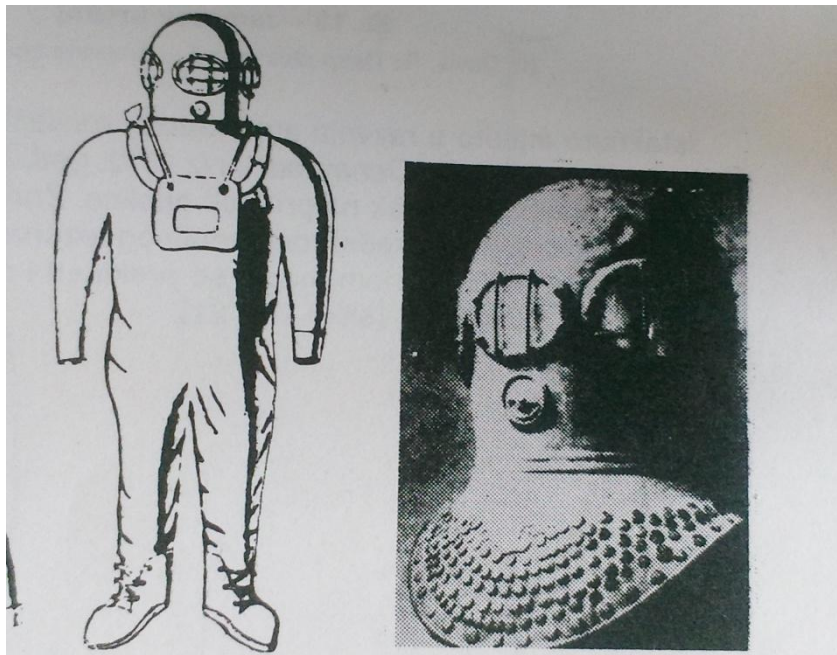
Prav tako kot že prej omenjeni Sieur Freminet, je tudi William James leta 1825 naredil avtonomno potapljaško napravo. Soldo idr. (2013) kot posebnost Jamesovega aparata navajajo, da je potapljač v kovinskem cilindričnem pasu nosil zaloge zraka (pod pritiskom 30 barov (Gošović, 1986)) približno 7 minut. Ta način potapljanja pa se ni prijel, saj je bila v tem času popularnejša naprava bratov Deane. Nato sta brata leta 1830 kontaktirala nemškega inženirja Augusta Siebeta in ga prosila, naj naredi modifikacijo njune čelade za potapljaške potrebe. Siebe pa je poleg modifikacije Deanove čelade delal tudi na lastnem oblikovanju potapljaške opreme, zaradi katere so ga kasneje upravičeno imenovali za očeta potapljanja.

2.4.3 Klasični (mehki) skafander

Gošović (1986) je zapisal da je nemški inženir August Siebe leta 1819 skonstruiral odprto suho obleko, ki je bila predhodnica danes najbolj prepoznavne klasične potapljaške opreme, mehkega skafandra. Sestavljen je bil iz težke kovinske čelade, s katere je visela vodotesna »srajca«, ki je segala do potapljačevega pasu. Zrak je s pomočjo črpalke po cevi prihajal v čelado pod nekoliko višjim tlakom od tlaka, na katerem se je nahajal potapljač. Višek zraka pa je pod robovi »srajce« stekel ven. Slabost te obleke je bila, da je delovala po principu potapljaškega zvona, saj je omogočala delo izključno v pokončnem položaju, ker bi ob vsakršnjem nagibu zrak zapustil obleko. Druga negativna stran te opreme je bila velika potrošnja zraka, zato je Siebe leta 1837 namesto »srajce« proizvedel popolnoma zaprt kombinezon iz gumiranega platna. Ta obleka je dobila tisto značilno obliko, na katero še

danes vsakdo pomisli ob imenu skafander. Siebejev skafander je povzročil nagel razvoj potapljaštva.

Siebejev skafander je postal precej priljubljen in mnogi potapljači so ga začeli uporabljati, a pravo popularnost je doživel, ko so ga leta 1839 začeli uporabljati angleški kraljevi inženirji za reševanje potopljene angleške ladje HMS Royal George. Reševalna akcija je trajala vse do leta 1843, na podlagi pridobljenih izkušenj te akcije pa angleška kraljeva mornarica ustanovi prvo potapljaško šolo na svetu. Takrat so zapisali tudi prve bolezni potapljačev, ki so delali pri reševanju, a so jih zapisali kot znake revme in prehladov, ker jih takrat še niso pripisovali fiziološkim problemom, ki so se pojavljali med potapljanjem oz. po potapljanju (Soldo idr., 2013).



Slika 6. Klasični (mehki) skafander Augusta Siebeta iz leta 1837 (Soldo idr., 2013).

2.5 Prvi koraki avtonomnega potapljanja (19. stoletje)

Že prej sem omenil, da sta Sieur Fernet leta 1772 in William James leta 1825 zasnovala prve potapljaške obleke v kombinaciji z rezervoarji zraka, ki so potapljaču omogočali do nekaj minut dolg potop, zato ju lahko imenujemo kot pionirja v razvoju avtonomne potapljaške opreme. Predstavila sta prvi napravi, pri katerih potapljač ni bil odvisen od dovajanja zraka s površja, kasneje pa so tudi drugi izumitelji čedalje bolj stremeli v to smer.

Istega leta (1843), kot se je začela reševalna akcija na potopljeni angleški ladji HMS Royal George, sta Kanadčana James Eliot in Alexander McAvity prijavila patent, imenovan potapljaški rezervoar s kisikom. Po njunem osebni opisu je to bila naprava, ki je shranjevala količino stisnjene kisika ali navadnega atmosferskega zraka glede na globino in čas, ki se ga namerava prebiti pod vodo. Prvi pravi patent za potapljaški aparat z zaprtim (krožnim) sistemom na osnovi ločenega rezervoarja s čistim kisikom, za katerega obstaja dokaz, pripada Francozu Pierru Aimablu De Saint Simon Sicardu. Napravo je prijavil in naredil leta 1849, pet let kasneje pa je njene sposobnosti tudi demonstriral na manifestaciji v Londonu. Leta 1853 pa so želeli De Saint Simon Sicardovo napravo še bolj izpopolniti, zato je istega leta v

Belgiji fiziolog Theodore Schwann izdelal napravo, v kateri je bil čisti kisik stisnjen na 13,3 bare, za filtriranje nastalega ogljikovega dioksida pa je uporabil spužve, prepojene z natrijevim hidroksidom (Soldo idr., 2013).

Gošović (1986) piše, da sta bila v tem času pri razvoju avtonomnih potapljaških naprav zelo aktivna še dva Francoza. Leta 1872 sta inženir Benoit Rouquaryol in mornariški oficir Auguste Denayrouze razvila enostaven in praktičen regulator, ki je reduciral zrak glede na pritisk okolice. S površine je zrak prihajal do potapljača po gumijasti cevi do kovinskega rezervoarja s hidrostatičnim regulatorjem. Tudi če se je povezava zraka s površjem prekinila, je potapljač s pomočjo rezervoarja lahko nadaljeval svoj potop. Soldo idr. (2013) so navedli, da je bil v rezervoarju Rouquaryol-Denayeouzove naprave zrak shranjen pod pritiskom 30 barov in je omogočal potop, dolg do trideset minut na globini desetih metrov. Kot zanimivost so navedli, da je ta patent pri pisanju svoje knjige *Dvajset tisoč milj pod morjem* uporabil tudi pisatelj Jules Verne. To je bil prvi regulator, ki je potapljaču dovajal zrak na zahtevo, in to vedno pod globini primernim tlakom.

Nekoliko drugačno verzijo takšne naprava, pri kateri se je za filtriranje ogljikovega dioksida uporabljala vrv, prepojena s kalijevim hidroksidom, je leta 1876 patentiral Henry Fleuss. Aparat je zajemal gumijasto masko in bakreno posodo, v kateri je bil kisik za dihanje shranjen pod pritiskom 30 barov. Potapljanje na ta način je lahko trajalo tudi do 3 ure (Soldo idr., 2013). Gošović (1986) pa je napisal, da je H. A. Fleuss realiziral prvi aparat na stisnjen kisik, ki je deloval po principu izdihnjenega zraka, ter da sta kasneje ta aparat skupaj z R. H. Davisom izpopolnila za delo v zastrupljeni atmosferi in za reševanje podmornic.



Slika 7. Aparat Henryja Fleussa z zaprtim krogom dihanja iz leta 1876 (Gošović, 1986).

Kasneje, med obema svetovnima vojnama, so velike vojne mornarice za reševanje iz potopljenih podmornic izdelovale potapljaške aparate, ki so delovali na podoben način. V času 2. svetovne vojne so bili Italijani prvi, ki so začeli pri napadalnih akcijah na sovražnikovo ladjeve uporabljati avtonomne potapljaške aparate na stisnjen kisik. Danes takšne naprave v osnovi predstavljajo vojni potapljaški aparat, ki so ga uporabljali podvodni borci, tako imenovani ljudje-žabe (Gošović, 1986).

Soldo in ostali (2013) pravijo, da je v tem obdobju (leta 1873) doktor Andrew Smith prvi uporabil izraz kesonska bolezen, ki je opisovala 110 primerov dekompresijske bolezni. Slednje je Smith kot zdravnik preučeval pri gradnji Brooklynskega mostu, kjer so masovno uporabljali kesone. Na podlagi tega leta 1878 Paul Bert v svojem delu *La Pression barométrique* prvi objasni delovanje in vzroke dekompresijske bolezni. V istem delu tudi svetuje počasen dvig potapljača iz globine, na osnovi njegovih trditev pa je bila narejena prva barokomora, ki je bila več kot učinkovita pri gradnji tunela pod reko Hudson, saj je bilo število bolnikov z dekompresijsko boleznijo bistveno manjše.

Čeprav je bil v Evropi največji napredek, ga je bilo v razvoju potapljanja mogoče opaziti tudi na bolj oddaljenih območjih. Ruski viri pričajo, da so bili v času Petra Velikega potapljaški zvonovi v široki uporabi za izgradnjo mostov. Z razvojem potapljaške opreme se je tudi Rusija oskrbovala z najnovejšimi tehnološkimi dosežki. Leta 1882 so ustanovili Kornstadt – potapljaško šolo za vojne in civilne potapljače. Tečaj je trajal leto dni, velik del vaj pa se je izvajal v posebnem bazenu, ki je bil najverjetneje prvi narejeni bazen, namenjen potapljanju (Soldo idr., 2013).

Že prej sem omenil korejske Hae-Nyo potapljačice. Soldo idr. (2013) pravijo, da naj bi v Južni Koreji vse do 19. stoletja potapljaška dela opravljali moški. Nato je nastopila doba žensk, poznanih pod imenom Hae-Nyo, kar v prevodu pomeni morska ženska. Potapljale so se do globine 20 m in na površje prinašale alge, morske ježke, školjke, polže, hobotnice in ostale morske organizme za prehrano. V šestdesetih letih 20. stoletja je bilo na otokih Jeju in Udo aktivnih več kot 30.000 potapljačic, danes pa jih je nekoliko manj od 5000.

2.5.1 Pojav potapljaških tablic

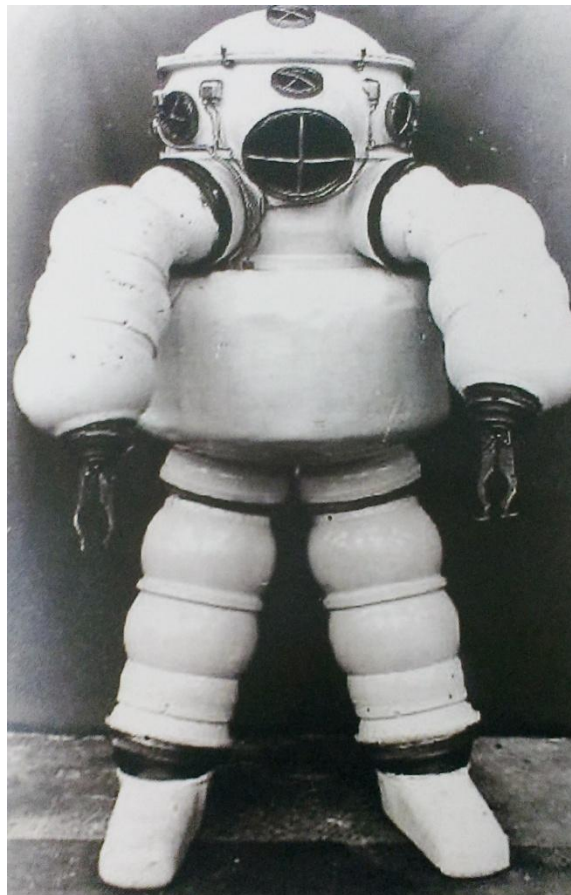
Z začetkom 20. stoletja je škotski fiziolog John Scott Haldane izvajal eksperimente s potapljači Kraljeve mornarice. Ugotovil je, da je bila eden izmed največjih problemov pri potapljanju premajhna ventilacija čelade, zato je prihajalo do porasta koncentracije ogljikovega dioksida. Haldane je na podlagi poskusov priporočil stalno hitrost dovoda zraka. V nadaljevanju svojih raziskav je Haldane leta 1908 s soavtorjema Arthurjem Boycottom in Guybonom Damantom izdal knjigo *The Prevention of Compressed-Air Illness*, ki je podrobno opisovala vzroke in simptome dekompresijske bolezni. Na osnovi knjige je nato izdelal prve potapljaške tablice z dekompresijskimi postanki za preprečevanje nastanka dekompresijske bolezni. Haldanovi eksperimenti oz. potapljaške tablice so postale osnova za vse potapljače. Doživele so razcvet in se razširile po vsem svetu, leta 1912 pa jih Ameriška mornarica razglasi kot obvezno opremo svojih potapljačev. Zahvaljujoč potapljaškim tablicam potapljanje hitro napreduje v do takrat nepredstavljljive globine morja, in sicer se vse standardne operacije odvijajo globlje od 60 m (Soldo idr., 2013).

Soldo idr. (2013) pišejo, da je leta 1912, ko potapljaške tablice postanejo obvezni del opreme za potapljače Ameriške mornarice, nemška tovarna Dräger začela komercialno proizvodnjo naprav za potapljanje z zaprtim dihalnim krogom. Ta naprava je funkcionirala tako v kombinaciji s potapljaško čelado, kot tudi v kombinaciji z masko, razvil pa jo je njihov

inženir Hermann Stelzner leta 1908. Drägerjeve naprave so kasneje še dodatno razvili, uporabljala pa jih je nemška mornarica, še posebej v 2. svetovni vojni.

2.5.2 Prvič uporabljena trda obleka

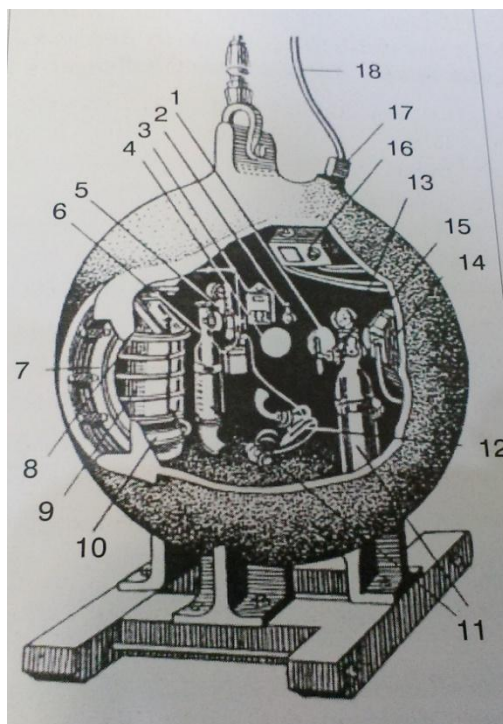
Prvo pravo funkcionalno trdo obleko, narejeno za delo v velikih globinah, ki je v svoji notranjosti uspela zadrževati drugačno atmosfero od tlaka okolice, je leta 1915 izdelala nemška tovarna Neufeldt und Kuhnke, poimenovana po ustanoviteljima Hansu Neufeldtu in Karlu Kuhnketu. Svoje zlato obdobje je doživela po uspešni uporabi v operaciji reševanja zlata in srebra s potopljene ladje SS Egipt, ki je potonila leta 1922. Potapljač je v obleki, ki je delovala kot nekakšna »mala podmornica«, dihal zrak, obogaten s kisikom, iz rezervoarja na hrbtu, višek ogljikovega dioksida pa se je absorbiral s sistemom absorpcije kar znotraj same obleke. Kasneje se je trda obleka še nekoliko razvila. Ena izmed njih, imenovana Tritonia, ki jo je razvil izumitelj Salim Joseph Peressa, se je uporabljala pri raziskovanju potopljene ladje Lusitanije (Soldo idr., 2013).



Slika 8. Prva trda obleka Hansa Neufeldta in Karla Kuhnkeja (Soldo idr., 2013).

2.5.3 Batisfera

Batisfera je bila potapljaška naprava v obliki jeklene krogle, ki se je v morje spuščala po jekleni vrvi z ladje. Verdnik (1999) je napisal, da je prvo batisfero naredil Anglež J. E. Williamson leta 1915, kasneje pa je William Beebe odpravil nekatere njene pomanjkljivosti in leta 1930 z batisfero dosegel globino 908 m.



Slika 9. Batisfera Williama Beebeja (Jugoslavenski leksikografski zavod, 1977, v Verdnik 1999).

Francoski pionir podvodne fotografije Louis Boutan je v želji po čim enostavnejšem potapljanju in fotografiranju hkrati naredil avtonomni aparat za potapljanje z rezervoarjem, v katerem je zrak stlačen na 200 barov. Zelo zanimivo je, da v Evropi ni mogel najti finančnega podpornika, zato ga je na Japonskem patentiral pod imenom *Ohgushi's Peerless Respirator* (Soldo idr., 2013).

Isti avtorji (2013) pišejo, da je Francoz Maurice Fernez, izumitelj plavalnih očal leta 1920, pet let kasneje v Parizu predstavljal svoj aparat za potapljanje s površinsko dobavo zraka. Istočasno je deloval tudi Yves Le Prieur, ki je zaradi navdušenja nad njegovo napravo obiskal Ferneza in mu predlagal transformacijo naprave v avtonomni potapljaški aparat na ročno upravljanje. Leto dni kasneje sta predstavila svoj izdelek. Naprava je navdušila Francosko mornarico, zato so jo vključili v svojo standardno opremo. Gošović (1986) pa o tej napravi navaja še naslednje značilnosti. Pravi, da je doziranje stisnjenega zraka iz kovinskega rezervoarja, pod nekoliko višjim pritiskom od okolice, teklo neprestano. Zrak je potapljač dobival skozi ustnik ali pa kar masko, ki je zajemala celoten obraz, višek zraka pa je izstopal skozi robove maske ali ventil na ustniku. Slaba stran te naprave je bila prevelika potrošnja zraka. Soldo idr. (2013) pa so omenili, da je Yves Le Prieur v tem obdobju ustanovil tudi prvo potapljaško društvo na svetu, imenovano Klub potapljačev in podvodnega življenja.

Ostoić (2000) pa v svoji knjigi piše, da se v teh letih v Evropi prvič začne razmišljati in govoriti o novi veji potapljanja, in sicer o športnem potapljanju. Potočnik (2000) pravi, da začetki športnega potapljanja s tehničnimi sredstvi segajo v obdobje po prvi svetovni vojni, ko se je vse več ljudi začelo ukvarjati s konstruiranjem poenostavljenih potapljaških naprav.

V tridesetih letih 20. stoletja se je z razvojem podvodnega ribolova posebej v Sredozemlju zgodila prava revolucija v smislu razvoja potapljaških plavuti, dihalk in mask. Guy Gilpatric preoblikuje Fernezova plavalna očala v potapljaško masko, njegov ruski prijatelj Karamarenko pa naredi prvo potapljaško masko z enojnim steklom. Prvo dihalko je patentiral

Anglež Steve Butler, prve potapljaške plavuti iz gume pa Francoz Louis de Corlieu (Soldo idr., 2013).

Istočasno, leta 1937, pa s podobnim ciljem kot Le Prieur, razvija svojo potapljaško napravo tudi Francoz Georges Conneinhes, in sicer mu uspe narediti prvi popolnoma avtomatski regulator, spojen na masko za celoten obraz. Naprava je imela dva rezervoarja, v katerih je bil zrak pod pritiskom 150 barov. Kasneje, po dodatnem razvoju leta 1942, ga predstavi pod imenom GC42 (imenuje ga po svojih začetnicah in letu predstavitve na trgu) (Soldo idr., 2013).

2.5.4 SCUBA

Soldo idr. (2013) pa so zapisali, da je leta 1939 po pobudi s strani Ameriške mornarice Christian James Lambertsen izdelal strogo tajno potapljaško napravo, ki jo je imenoval SCUBA - *Self Contained Underwater Breathing Apparatus*, kar v prevodu pomeni avtonomni potapljaški aparat. Od takrat naprej se avtonomno potapljanje imenuje tudi scuba potapljanje oz. scuba diving. Lamberstenova naprava je bila mišljena samo za potapljanje v plitkih vodah, saj zaradi uporabe kisika in njegovega toksičnega delovanja pod povišanim tlakom potapljači niso mogli iti v večje globine.



Slika 10. SCUBA aparat Christiana Jamesa Lambertsena (Soldo idr., 2013).

Ostoić (2000) pravi, da so bili v začetku štiridesetih let 20. stoletja posneti tudi prvi podvodni filmi. Hans Hass je v grških vodah posnel dokumentarec o morskih psih, leto kasneje pa sta Cousteau in Dumas posnela legendarni film o potapljanju z imenom *Svet tišine*.

2.6 Jacques-Yves Cousteau in obdobje po njem

»Pogledal sem v morje, z enakim občutkom nedovoljenega vdiranja v tuj prostor, kot sem ga imel na vsakem potopu. Pred menoj se je odpiral skromen kanjon, poln temno zelenih trav, črnih morskih ježkov in belih alg, ki so spominjale na cvetove. Male ribice so plavale nad tem travnikom. Pesek se je spuščal navzdol, v kristalno modro neskončnost. Sonce je bilo tako močno, da sem moral mežikati. Z rokama ob telesu, sem rahlo zamahnil s plavutmi in zdrsnil globlje, vse hitreje izgubljajoč podobo za seboj. Prenehal sem plavati in za trenutek doživel čudovit občutek lebdenja.« (Jacques Cousteau ob svojem prvem potopu s potapljaškim aparatom, leta 1943, v Open Water Diver, 2008).

Jacques-Yves Cousteau se je rodil leta 1910 v St. André de Cubzacu. Šolal se je v New Yorku, končal pomorsko akademijo v Brestu in postal pomorski artilerijski oficir Francoske vojaške mornarice. Za potapljanje se je navdušil leta 1936, ko si je prvič nadel vodna očala tipa Fernez, ki mu jih je na kopališču blizu Toluna posodil njegov prijatelj Philippe Taillez. V svoji knjigi *Svet tišine* Cousteau navaja, da so podobna očala poleg polinezijskih in japonskih lovcev na bisere že v 16. stoletju uporabljali v Sredozemskem morju nabiralci koral. V vodi globine enega metra je prvič užival v podmorskem svetu (Potočnik, 2000).

Od takrat naprej je Cousteau s svojimi prijatelji veliko časa preživel v morju, kjer so se potapljali in lovili ribe. Potočnik (2000) je zapisal, da je bil Cousteau zelo občutljiv na mraz v vodi, zato je veliko časa namenil za izdelavo ustrezne potapljaške obleke. Sam navaja, da je bil v prvi potapljaški obleki bolj podoben Don Kihotu in da je njegova mokra potapljaška obleka dobila končno podobo šele leta 1946.

Prav tako kot drugi izumitelji pred njim, jo tudi on iskal načine, kako čim dalj časa zdržati pod vodo. Predvsem sta ga navdušili inovaciji La Prieura in Conmeinhesa, zato je Cousteau začel izdelovati svoj tip avtonomno potapljaškega aparata, katerega cilj je bil avtomatsko delovanje (Soldo in ostali, 2013). Začetki so bili težki in nevarni. Potočnik (2000) je zapisal, da je Cousteau na globini 15 metrov dvakrat doživel hujšo zastrupitev s kisikom (nezavest). Nato je leta 1942 odšel v Pariz, kjer je srečal Emila Gagnana, inženirja v tovarni za industrijsko pridobivanje plinov, in mu povedal za svoje težave pri prvih poskusih potapljanja. Gagnan naj bi takoj pokazal na malo napravo iz bakelita in rekel: »To potrebujete!«. Ta majhna naprava je predstavljala Gagnajev ventil za dovajanje zraka v bencinski motor, ki je po prilagoditvi na vodo dobila ime enostopenjski hidrostatični regulator.

Gošović (1986) pravi, da je to bila to revolucionarna prelomnica v razvoju avtonomnih potapljaških aparatov »odprtega kroga« z rezervoarjem stisnjenega zraka zaradi izboljšane, enostopenjskega hidrostatičnega regulatorja, ki je deloval »na zahtevo« potapljača. Naloga hidrostatičnega regulatorja je, da zanesljivo in samo v času vdiha potapljaču dozira potrebno količino zraka pod pritiskom, ki vlada na površini membrane hidrostatičnega regulatorja. Glede na konstrukcijske karakteristike se hidrostatični regulatorji delijo po L. Deloiru v tri skupine:

- enostopenjske hidrostatične regulatorje,
- dvostopenjske hidrostatične regulatorje v skupnem ohišju,
- dvostopenjske hidrostatične regulatorje z ločenima stopnjama.

Isti avtor pa deli hidrostatične regulatorje tudi glede na položaj jeklenke (Gošović, 1986):

- regulatorji, ki so popolnoma pritrjeni na jeklenki,
- »ustni« dvostopenjski regulatorji, pri katerih je prva stopnja montirana na jeklenki, druga pa je v nastavku z ustnikom.

Slednja oblika dvostopenjskih hidrostatičnih regulatorjev je tista, ki se še dandanes najpogosteje uporablja pri avtonomnem potapljanju.

Gošović (1986) meni, da je hidrostatični regulator »duša« in najpomembnejši del avtonomnih potapljaških aparatov z odprtim krogom dihanja, sicer pa je avtonomni potapljaški aparat zgrajen iz:

- hidrostatičnega regulatorja,
- jeklenke s stisnjenim zrakom z glavnim in rezervnim ventilom,
- naramnic,
- narebrenih cevi z ustnikom in ventilom.

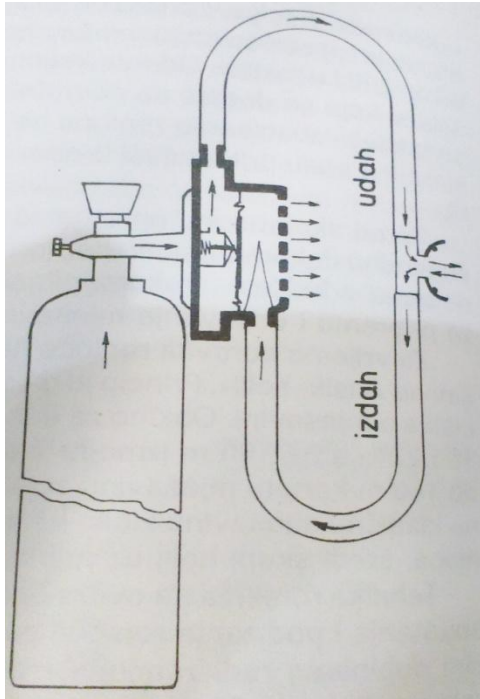
Soldo idr. (2013) pravijo, da sta francoska izumitelja njuno nov sistem poimenovala Aqualung, z njim pa se je začela nova doba potapljanja, saj je bil mnogo enostavnejši od prejšnjih, zato se je iz vojaških in gradbenih namenov avtonomno potapljanje razširilo na celotno populacijo in začelo postajati eno izmed najbolj razširjenih in najpopularnejših vodnih športov na svetu. K uresničitvi projekta, ki sta si ga zadala Jacques-Yves Cousteau in njegov kolega Emile Gagnan, so veliko pripomogla že odkritja njunih prednikov s tega področja. Gošović (1986) mednje šteje naprave Aérophore Rouquaryol-Denayrouzea iz leta 1872, le Prieurov avtonomni potapljaški aparat na stisnjeni zrak iz leta 1926 in podobno napravo Commeinhesa iz leta 1937. Prav tako pravi, da se je prav zaradi svoje enostavnosti in zanesljivosti delovanja inovacija Cousteau-Gagnan v povojnem obdobju tako hitro uspela razširiti in povečati število podvodnih aktivnosti po celem svetu.

Potočnik (2000) piše, da je med potapljanjem z Aqualungom na globini 62 metrov Cousteaujev prijatelj Dumas prvi doživel dušikovo narkozo, ki jo je Jacques Cousteau poimenoval pijanost velikih globin. Tako so se leta 1947 z najboljšimi potapljači, ki so jih izšolali v mornariški skupini za podvodna raziskovanja, lotili raziskovati pijanost velikih globin. Na vrvi, ob kateri se so potapljali, so na vsakih 5 metrov privezali belo tablo s »tintnim« svinčnikom. Na table so potapljači zapisovali stavek in se pod njim podpisali. Do globine 65 metrov je vseh šest potapljačev preizkus uspešno prestalo, zato so morali s poskusi še vedno nadaljevati. Po besedah Potočnika (2000) je bil naslednji poskus izveden do globine 90 metrov, kjer nihče od potapljačev ni bil več sposoben napisati smiselne stavka. Po tem poskusu so Cousteau, Dumas in Taillez čutili bolečine v sklepih, mišicah in glavi, le Moris Fargues je trdil, da na globini 90 metrov ni čutil oslabiljenosti. Zato mu je pri naslednjem poskusu, potopu do globine 120 metrov, pripadala čast, da se je do tam spustil prvi. Ker se s te globine ni več vrnil živ, ko so ga potegnili ven, v ustih ni imel regulatorja, je Cousteau določil globino 90 metrov za skrajno mejo potapljanja z njegovim aparatom, za amaterje pa je predlagal potope do globine 40 metrov.

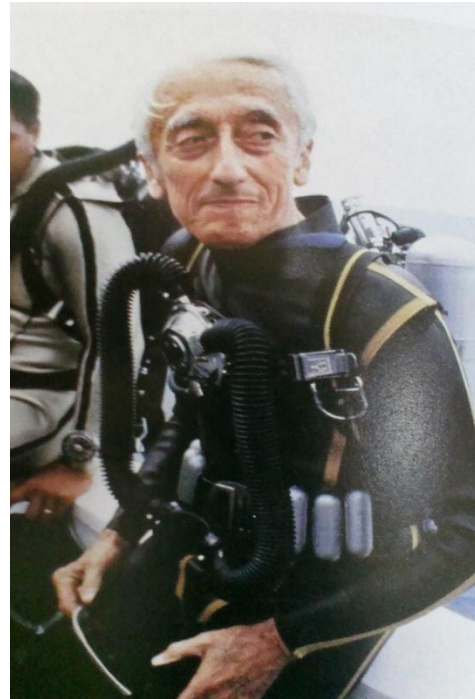
Je pa Potočnik (2000) tudi zapisal, da je postalo avtonomno športno potapljanje popularno in doživelo velik razvoj, ko je zahodni svet prvič videl Cousteaujevo napravo v filmu *Epaves* (Potopljene ladje), ki je bil posnet leta 1943. Film je bil prvič prikazan leta 1944. Popolno afirmacijo pa je doživelo avtonomno potapljanje z izidom Cousteaujeve prve knjige leta 1953 in filmom z istim naslovom *La Monde du Silence* (Svet tišine), ki sem ga omenil že nekoliko prej. Cousteau je pozneje napisal še vrsto drugih del o potovanjih in proučevanjih s svojo

raziskovalno ladjo Calypso. Po 1951. letu pa je bilo težišče Cousteaujevega delovanja usmerjeno v preučevanje oceanografije in morskega življenja v podvodnem svetu.

Torej, Cousteaujev Aqualung je bil avtonomni potapljaški aparat z odprtim krogom dihanja. Gošović (1986) navaja, da se z lahкими aparati odprtega kroga diha kot v normalnih pogojih, ker se vdihani zrak pod pritiskom okolice izdihne v okoliško vodo. Zanje je značilna zanesljivost delovanja, velika poraba zraka in s tem tudi omejena avtonomija na velikih globinah. Sodobni tipi avtonomnih potapljaških aparatov odprtega kroga vsi temeljijo na Cousteaujevem Aqualungu.



Slika 11. Shema delovanja aparata z odprtim krogom (Gošović, 1986).



Slika 12. Cousteau s svojim Aqualungom (Soldo idr., 2013).

Ker je Cousteaujev avtonomni potapljaški aparat v tem obdobju predstavljal največjo revolucijo na področju avtonomnega potapljanja do globine 90 metrov, so nekateri za globlje raziskovanje podvodnega sveta še vedno uporabljali starejše metode. Verdnik (1995) je zapisal, da je Otis Barton leta 1948 zgradil batisfero, ki jo je imenoval bentoskop. S to napravo je dosegel globino 1500 metrov. Ker pa so bile batisfere precej nevarne, zibanje ladje je namreč povzročalo nevarne trzljaje, so se konstruktorji usmerili v izdelovanje avtonomnih potapljaških naprav, podmornic in batiskafov, ki so jih poznali že od prej, pred drugo svetovno vojno. V sodelovanju s Cousteaujem je švicarski fizik Auguste Piccard s podporo Belgijskega nacionalnega fonda za znanstvena raziskovanja, po katerem je prvi batiskaf tudi dobil ime, pričel graditi FNRS I. Zaradi vojne ga ni dokončal in je zato po vojni zgradil FNRS II. Toda šele FNRS III, ki ga je zgradil Francoz Pierre Willm, potem ko je Belgijski nacionalni fond FNRS II predal francoski mornarici, je leta 1954 v Atlantskem oceanu dosegel globino 4050 metrov.

Potočnik (2000) navaja, da je leta 1957 Jacques Cousteau v želji po preučevanju globljega sveta razvil svojo prvo mini podmornico, t. i. Podvodni krožnik, s katero se je lahko potopil do 300 metrov globine, a jim je ušla na 600 metrov globine, zato so leta 1960 zgradili drugo, s katero so se v zalivu Ajaccia na Korziki potopili 300 metrov globoko.

V lovu za prestižem so Italijani v sodelovanju s Piccardom in njegovim sinom Jacquesom izgradili batiskaf Trieste (Trst), s katerim je bilo 23. 1. 1960 doseženo morsko dno v Tihem oceanu (Marijanski jarek), torej največja možna globina na svetu, to je 11033 metrov, po nekaterih podatkih pa celo 11521 metrov. Globina 11033 metrov je bila do danes že večkrat dosežena s pomočjo sodobnih francoskih in ameriških batiskafov v projektu raziskovanja morja, imenovanem Challenger – v prevodu izzivalec (Verdnik, 1995). Kar se mi pri tem zdi precej zanimivo, je to, da so bili tisti, ki so prvi dosegli dno sveta, le nekaj kilometrov oddaljeni od naših tal oz. naših podvodnih raziskovalcev, hkrati pa tudi ime Trst predstavlja nekdanje ozemlje naše države.

Potočnik (2000) pravi, da je Švicar Hans Keller leta 1961 pri potopu z običajno potapljaško opremo prvi uporabil plinsko mešanico kisik-helij (heliox) in se potopil do globine 162 metrov. Helij (He) je interen (nereaktiven) plin brez okusa, ki ga uporabljamo, da v celoti ali deloma nadomestimo dušik in delno kisik, s čimer se izognemo omamnemu učinku dušika v večjih globinah. Vendar popači glas, odvaja telesno toploto hitreje od kisika in zahteva upoštevanje posebnih dekompresijskih tablic (Jackson, 2005). Pri vračanju na površino ni delal dekompresijskih postankov. Keller se je s sopotapljačem leta 1962 potopil do globine 300 metrov, pri čemer je partner izgubil življenje (Potočnik, 2000).

Potočnik (2000) pa je zapisal tudi, da sta Kellerjev podvig in rešitev prihajanja in odhajanja v podvodno bivališče, ki ga je leta 1962 izumil Cousteau (7-dnevno bivanje dveh Cousteajevih potapljačev v podvodni postaji na 10 metrih in odhajanje na peturno delo na globino 20 metrov), vzbudila izredno zanimanje pri multinacionalnih gospodarskih družbah, ki so se ukvarjale z izkoriščanjem nafte in rudnih bogastev iz morskega dna in porabljale veliko sredstev za razvijanje okorne in drage opreme za »težke potapljače«. Cousteau je po prvem opravil še vrsto poskusov na večjih globinah. Poskusi so se opravljali v okviru znanega projekta »Precontinente«, ki ga je vodil Cousteau.

Rešitev, ki sta jo ponudila Keller in Cousteau, je na stežaj odprla vrata razvoju saturacijskega potapljanja in s tem učinkovitega opravljanja podvodnih del na naftnih nahajališčih. Financiranje razvoja avtonomnega potapljanja z zrakom in umetnimi plinskimi mešanicami je tako postala domena multinacionalnih naftnih družb in vse bolj porajajoče se industrije za turizem (Potočnik, 2000).

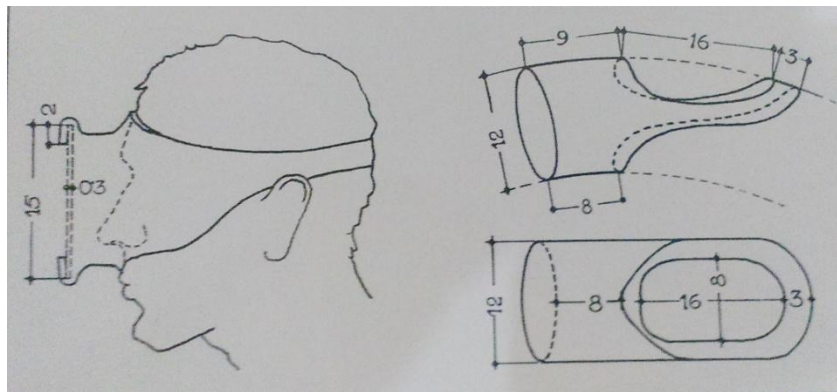
2.7 Razvoj avtonomnega potapljanja na naših tleh

Vzporedno z razvojem potapljanja drugje po svetu se konec 19. stoletja in v začetku 20. stoletja na podoben način začne razvijati tudi potapljanje v Jadranskem morju, saj so vse nove potapljaške naprave in ostalo tehniko uporabljali za komercialne, znanstvene in vojaške potrebe. Avstro-ogrsko mornarica, ki je v tem času gospodarila na vzhodni obali Jadranskega morja, je imela v svojih vrstah tudi potapljače, o čemer priča stara fotografija, posneta na ladji Szent Istvan. SMS Szent Istvan je bila avstro-ogrsko bojna ladja, imenovana po prvem madžarskem krščanskem kralju, Szent Istvanu (Sveti Štefan). Leta 1918, v času 1. svetovne vojne, so jo potopili italijanski torpedni čolni blizu otoka Premude. Danes se nahaja na globini 66 metrov in je ena od najbolj poznanih razbitin Jadrana (Soldo idr., 2013).

Gošović (1986) je zapisal, da ima profesionalno potapljanje pri nas relativno dolgo tradicijo. Krapanski spužvarji so se že leta 1893 potapljali s klasičnim skafandrom. Prav tako so naši potapljači v času Avstro-ogrske gradili luke, še posebej je poznana gradnja puljskega valobrana.

Precej pa smo bili na tekočem z razvojem športnega potapljanja pri nas. Med nestorje športnega potapljanja pri nas lahko štejemo brata Kuščer, ki sta se s svojo »avtomobilsko pumpo« in cevjo prva začela športno potapljati v Jadranskem morju. Potočnik (2000) je zapisal, da jim je odločilno pobudo za izdelavo potapljaške opreme, s katero sta se začela s prijatelji potapljati že leta 1937, dal njun oče, profesor naravoslovja, ki jim je prinesel knjigo *Half a Mile Down* W. Beebeja in jih posebej opozoril na preprosto potapljaško opremo, ki je bila opisana v knjigi.

S potapljanjem v apneji sta se brata Kuščer začela ukvarjati že kot dijaka ljubljanske realke. Ko sta poleti odhajala s prijatelji na morje, sta najprej opazovala podmorski svet skozi okno, ki so ga uporabljali ribiči pri lovu z ostmi. Navdušeni nad svetom, ki so ga opazovali le z vrha, so si mladostniki sami naredili masko – »okno v podmorski svet« (Potočnik, 2000).



Slika 13. Načrt – kroj za izdelavo maske, narejene iz avtomobilske zračnice. Kroj in opis izdelave maske so v razmerju 1/1 mladi potapljači objavili tudi v prirodoslovni reviji *Proteus* in s tem omogočili sovrstnikom, da si naredijo potapljaško masko tudi sami (Potočnik, 2000).

Potočnik (2000) je prav tako zapisal, da je pri snovanju načrtov za izdelavo in uporabo potapljaške opreme mlade potapljače spodbujal prof. Fran Dolžan, navdušenec za delo z mladino in nad spoznavanjem narave, saj je vodil tudi prirodoslovni krožek na ljubljanski realki. Zapisal je, da so bili mladi raziskovalci brata Ivan in Dušan Kuščer, Drago Leskovšek in Marko Zalokar očarani nad potapljanjem in preprosto potapljaško opremo, zato so prišli na idejo, da si s pomočjo opisa Williama Beebeja naredijo podobno, zahtevnejšo opremo tudi sami.

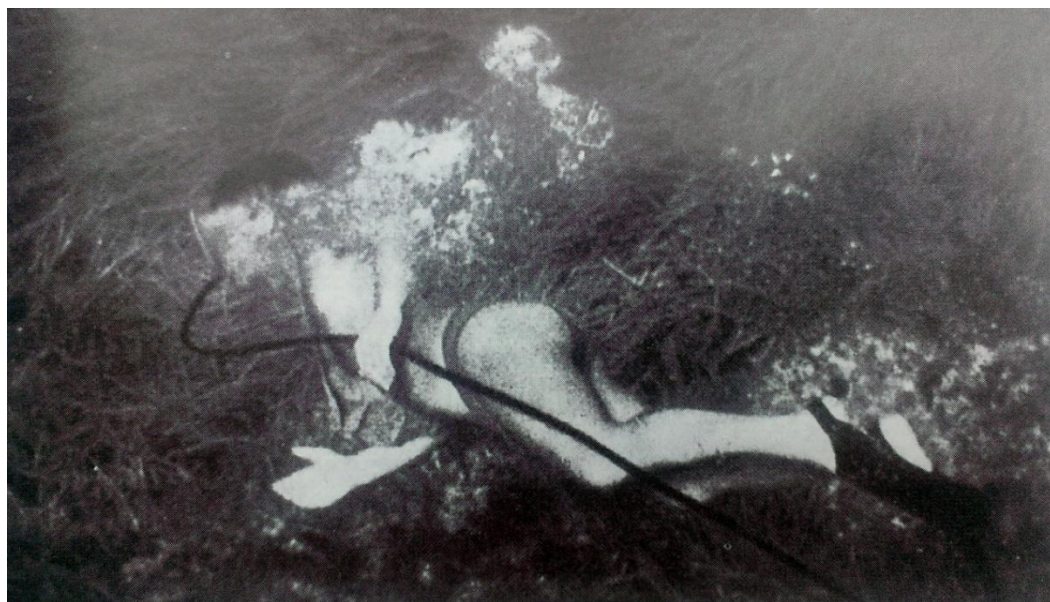
Nato je skupina dijakov po Beebejevem opisu naredila potapljaško čelado, ki jim je, kot opisuje Ivan Kuščer, na stečaj odprla vrata v podmorski svet. Gošović (1986) je opisal čelado kot napravo, v katero so tlačili zrak s prilagojeno črpalko z nepovratnim ventilom, štirikrat večjega pretoka od tistih, s katerimi se polnijo avtomobilske gume. Po zapisih Potočnika (2000) naj bi Kuščerjeva potapljaška čelada tehtala kar 18 kilogramov (skupaj z utežmi v »ušesih«), na desnem robu pa je imela posebno cevko – globinomer. S takšno čelado so se mladi raziskovalci lahko potapljali do globine 15 metrov, pod vodno gladino pa so lahko ostali tudi četrt ure in dlje.

Leta 1938 (še pred slavnim Cousteaujem in istega letam kot je Hans Hass naredil prve podmorske fotografije v Jadranskem morju) se je na Rači pod Velebitom rodila prva slovenska podvodna fotografija (»Zgodovina - Podvodna fotografija, film in televizija v Sloveniji od prazgodovine do osamosvojitve«, 2014). Prve podvodne fotografije so posneli s preprostim, doma narejenim ohišjem, ki je bil nekakšen poveznik z odprtino na spodnji strani, skozi katero so vpihovali zrak (»Zgodovina«, 2014).

S pomočjo čelade in »avtomobilske pumpe« sta se brata Kuščer s svojimi prijatelji potapljala dve leti. Čelada je bila zelo okorna, potapljač je moral biti vedno v pokončnem položaju. Če je želel pobrati kaj s tal, pa je moral najprej poklekniti. Zaradi okornosti in omejenosti gibanja pri uporabi čelade so mladi potapljači razmišljali, kako izpopolniti svojo okorno potapljaško opremo. Nekje so prebrali o francoskih raziskovalcih, ki se potapljajo z maskami in nosijo jeklenke s kisikom. Jeklenk si niso mogli privoščiti, zato so zadržali »pumpo« in cev. Omislili so si gumijasti meh s posebnimi ventili, ki naj bi služil kot rezervoar, iz katerega bi po potrebi zajemali zrak. Meha praktično niso nikoli uporabili (Potočnik, 2000).

Potočnik (2000) je navedel tudi citat iz Kuščerjeve knjige *Sprehodi pod morjem*, v kateri pove, da jim je pri novi pridobitvi zopet pomagal njun oče, ko je napol zares, napol za šalo vprašal: »Čemu pa vam bo meh? Ali pljuča niso dovolj? Zakaj pa ne pihate s pumpo direktno v usta?« Čeprav se je mladim raziskovalcem sprva zdelo, da je to neizvedljivo, se je kasneje pokazalo za učinkovito metodo potapljanja. Tako se je leta 1939 tehnika njihovega potapljanja povsem spremenila. Kot spremembo tehnike je Potočnik (2000) opisal, da so prej okorni »sprehodi pod morjem« postali neverjetni izleti v »brezštežnem« okolju, kjer se je lahko potapljač s pomočjo plavuti in močnih pomočnikov, ki so mu tlačili zrak iz površine, spustil za kratek čas tudi do 20 metrov globine. Trajanje in velikost terena potapljanja sta bila omejena z dolžino cevi in vzdržljivosti pomočnikov, ki so oskrbovali potapljača z zrakom iz obale, splava ali čolna.

Prav tako je Potočnik (2000) zapisal, da način potapljanja, ki sta ga razvila brata Kuščer, predstavlja primat v svetovnem merilu (dovajanje zraka s pomočjo zračne tlačilke in cevi direktno v potapljačeva usta in pljuča) in ju zato upravičeno štejemo med nestorje športnega potapljanja. Zagnanost bratov Kuščer in njunih prijateljev ter objavljanje pustolovskih zapisov o potapljanju s »pumpo« v prirodoslovni reviji *Proteus* je pripomoglo, da se je krog ljubiteljev potapljanja med mladimi v Sloveniji po drugi svetovni vojni hitro širil.



Slika 14. Kuščerjeva »lahka« oprema za potapljanje (Potočnik, 2000).

Leta 1949 se je rodilo Prirodoslovno društvo Slovenije in Ivan Kuščer je leta 1950 v Kraljevici in na bližnjem otoku Sv. Marko organiziral prvi potapljaški tečaj za potapljanje s Kuščerjevo pumpo (»Zgodovina«, 2014). Tečaj je bil namenjen vsem aktivnim članom prirodoslovnih krožkov iz Slovenije, ki so bili organizirani na večini slovenskih gimnazij.

Nastajanje krožkov je spodbujala tudi že prej omenjena prirodoslovna revija Proteus (Potočnik, 2000).

V Ljubljani so leta 1951 navdušenci, ki so se naučili potapljati s Kuščerjevo pumpo in podvodni lovci ustanovili prvo potapljaško društvo na takratnih jugoslovanskih tleh. Ime društva je bilo: Društvo za podvodna raziskovanja Neptun. Dve leti kasneje je bila ustanovljena še Zveza športno-ribolovnih društev na Jadranu. Razvoj podvodnih dejavnosti v svetu in pri nas je pripomogel k organizaciji jugoslovanske zveze (Potočnik, 2000). Prav tako Potočnik (2000) pravi, da je v teh letih naše kraje obšel tudi že prej omenjeni Cousteaujev film *Svet tišine*, ki je vplival na našo industrijo, da je začela izdelovati potapljaško opremo tudi v civilne namene. Ustanovitev zveze za športni ribolov in podvodne dejavnosti Jugoslavije je dala osnovo za nastanek večjega števila potapljaških društev v državi. Tako ne preseneča podatek, da je bilo v DRM (Društvo za raziskovanje morja) Ljubljana že leta 1960 1000 članov, saj so bili v veliki večini člani društev ljudje, ki so se v prostem času, v času dopustov ali počitnic ukvarjali s podvodnim ribolovom in jim je članstvo v potapljaškem društvu omogočilo nakup cenene sezonske dovolilnice za športni ribolov na Jadranu. Le del članstva, ki je deloval v centru za podvodna raziskovanja, se je ukvarjal s potapljanjem s tehničnimi sredstvi. Potapljači, izšolani v potapljaških enotah jugoslovanske mornarice, ki je v svoje programe na področju potapljanja začela uvajati avtonomno potapljanje po letu 1950, so v novo ustanovljene klube prinašali nova znanja s področja avtonomnega potapljanja. V potapljaških društvih oziroma klubih so prvič organizirali tečaje potapljanja leta 1957, ko je bil pri IEV (industrija za elektrovezje) v Ljubljani v okviru programa razvoja podvodne televizijske kamere ustanovljen potapljaški klub Društvo za znanstveno raziskovanje morja in podvodno tehniko. Prvi tečaji so se izvajali pod vodstvom Jožeta Štirna, ki je pozneje ustanovil Republiški center za podvodna raziskovanja ter Zavod za raziskovanje morja v Portorožu.

Potočnik (2000) pravi, da so na Slovenskem iz Kuščerjeve pumpe v dobršni meri razvili nargilo, ki jo sestavlja tlačilka ali nizkotlačni kompresor z bencinskim ali dizelskim motorjem in 30 do 40 metrov dolga gumijasta cev, ovita s platnom. Namesto cevi pa si da potapljač v usta »drugo stopnjo« hidrostatičnega regulatorja in tako lahko diha na enak način kot pri potopu z avtonomnim potapljaškim aparatom. Na takšen način naj bi se pri nas potapljali nekje do leta 1965.

Z nastopom šestdesetih let 20. stoletja pa se tudi v Sloveniji začno izvajati prvi potapljaški tečaji z avtonomno potapljaško opremo. Prvega je po Potočnikovih (2000) zapisih organiziralo DRM Ljubljana, in sicer že v zimskih mesecih leta 1961. V Ljubljani sta bila teoretični del in praktični del tečaja izvedena v takratnem zimskem kopališču Plavalnega kluba Ilirija. Prvič pa so se v morje podali leta 1962, in sicer v Fiesi pod vodstvom Jožeta Štirna. Tečaja so se udeležili tudi pripadniki gasilske brigade iz Ljubljane. V istem letu se je ponovilo tudi še več novih tečajev, ki jih je vodil Tine Valentinčič, ki je kasneje postal tudi prvi predsednik Slovenske potapljaške zveze. Ker so imeli udeleženci prvih tečajev na razpolago le nekaj kosov avtonomno potapljaške opreme, so si pri izvedbi pomagali tudi z dobro staro Kuščerjevo pumpo.

Nadaljnji razvoj potapljanja je narekoval ustanovitev potapljaških šol. Tako je bil leta 1963 na Dunaju ustanovljen CMAS (Confederation mondiale des activites subaquatiques) – Svetovno združenje (avtonomnih) potapljačev, prvi predsednik je bil J.Y. Cousteau (Potočnik, 2000).

Leta 1971 je bil teoretični del tečaja izveden v Ljubljani, praktični del pa je potekal v zveznem centru v Kostreni na Reki, kjer je bila na razpolago potapljaška oprema, dobljena od jugoslovanske vojaške mornarice. Leto kasneje, po ustanovitvi SPZ in usposobitvi prvega

inštruktorskega kadra v Sloveniji, so začela potapljaška društva samostojno šolati potapljače (Potočnik, 2000).

V knjigi Potočnika (2000) je zapisano, da je leta 1965 na Visoki šoli za telesno kulturo (danes Fakulteti za šport) uvedel predmet avtonomno potapljanje profesor Krešimir Petrović. V okviru predmeta so bili za študente organizirani tečaji v poletnem taboru Visoke šole za telesno kulturo v Rovinju, in sicer v dveh delih. V prvem delu je tečaj zajemal potapljanje v apneji in podvodni ribolov, v drugem delu pa so se študentje učili potapljanja s Kuščerjevo pumpo, nargilo in avtonomno potapljaško opremo. Žal je bilo potapljanje na Visoki šoli za šport leta 1974 ukinjeno. Od takrat naprej, pa vse do leta 1996 se je bilo tam mogoče naučiti le potapljanje v apneji.

Prav tako Potočnik (2000) navaja ostale, v Sloveniji prisotne potapljaške šole, poleg CMAS-a, ki je deloval pod okriljem Slovenske potapljaške zveze, naslednje:

- PADI (Professional Association of Diving Instructors) od leta 1993,
- SSI (Scuba Schools International) od leta 1995,
- UDI (Underwater Diving Instructors) od leta 1996,
- HSA (Handicaped Scuba Association) od leta 1997.

Na temo potapljanja je bilo v zadnjem obdobju v Sloveniji napisanih tudi nekaj knjig oz. učbenikov. Leta 1969 je profesor Krešimir Petrović napisal knjigo *Potapljanje in podvodni športi* (soavtorja knjige sta bila Tine Valentinčič, prvi predsednik Slovenske potapljaške zveze in doktorica Ljubica Vučetić-Zavernik), ki predstavlja še sedaj najkompleksnejši učbenik o športnem potapljanju v Sloveniji (Potočnik, 2000). Leta 1986 je Zveza osnovnih telesno-kulturnih organizacij Slovenije izdala knjigo Boruta Bučarja *Športni potapljač*, leta 1994 je profesor Borut Pistotnik na Fakulteti za šport izdal knjigo *Potapljanje za vsakogar*. Leto dni kasneje je Vladimir Verdnik v samozaložbi izdal knjigo *Potop v modro*. Zadnjo knjigo, ki obravnava avtonomno potapljanje v slovenskem jeziku, pa je napisal Slavko Potočnik leta 2000 in se imenuje *Fizikalne in fiziološke osnove potapljanja*. Poleg teh štirih knjig obstajajo tudi drugi, krajši priročniki o potapljanju, napisani v slovenščini. Z naštetimi knjigami, vse od Bučarja naprej, sem si pri pisanju te diplomske naloge pomagal tudi sam.

Že prej sem omenil, da je bilo na takratni Visoki šoli za šport leta 1974 avtonomno potapljanje kot izbirni predmet ukinjeno, zato pa ga je po Potočnikovih (2000) besedah leta 1996 s pomočjo sodelavcev na Fakulteti za šport v Ljubljani ponovno uvedel dr. Stojan Burnik, SSI inštruktor potapljanja. Prvi usmerjevalci programa podvodnih športov so leta 1998 postali tudi prva generacija inštruktorjev potapljanja, izšolana na Fakulteti za šport.

2.8 Zadnje pridobitve na področju potapljaške opreme

Po besedah Potočnika (2000) je avtonomno potapljanje kot rekreacijsko-športna oblika v osemdesetih letih v svetu, predvsem pa v Združenih državah Amerike, doživelo izreden razvoj in razmah, ki je bil posledica nenehnega razvoja in izpopolnjevanja potapljaške opreme. Predvsem pa je bil **kompensator plovnosti** (pri nas ga prvič opazimo pri nemških turistih po letu 1980) tisti, ki je približal potapljanje vsem, ne glede na starost in telesno pripravljenost. Pri slovenskih potapljačih je kompensator plovnosti postal obvezni del opreme leta 1992, ko je SPZ kot članica CMAS-a sprejela standard o obvezni uporabi kompensatorja plovnosti na potapljaških tečajih.

Namesto uporabe dekompresijskih tablic danes potapljači v veliki večini uporabljajo **potapljaški računalnik**, katerega naloga je, da spremlja globino in čas potopa ter izračuna teoretično vrednost količine dušika v krvi (Open Watere Diver, 2008). Prvi analogni potapljaški računalnik, namenjen rekreativnim potapljačem, je bil narejen leta 1959 v Italiji v tovarni SOS, ki je takrat izdelovala globinometre, vendar je ta naprava izredno slabo delovala. Od takrat naprej so mnogi poskušali narediti še nekaj podobnih izdelkov, ampak kljub vsemu je šele leta 1983 računalnik DecoBrain Hansa Hassa postal prvi dekompresijski računalnik, ki je prikazoval informacije na isti način kot tudi današnji potapljaški računalniki («Dive computer», 2014).

Danes pri potapljanju v hladnih vodah (bolj mrzlih od 15 stopinj Celzija) potapljači uporabljajo **suho obleko**. Za potapljanje s suho obleko je potrebno narediti specializiran tečaj potapljanja, saj zahteva nekoliko več znanja, prav tako kot kompenzator plovnosti je vanjo potrebno dodajati zrak oz. spuščati zrak iz nje. Potapljači se po navadi obtežijo tudi okoli nog, saj obstaja nevarnost, da se zrak ujame v delu nog in potapljača obrne na glavo, kar pa lahko privede tudi do smrti. Naslednji del opreme, brez katerega se danes ne potopimo v globino, je t. i. **oktopus** – rezervna stopnja dvostopenjskega hidrostatičnega regulatorja. Ta deluje po istem principu kot primarni hidrostatični regulator, po navadi je rumene barve, ima prav tako dve stopnji. Oktopus uporabljamo v primeru, če pride do napake na primarnem regulatorju oz. za pomoč partnerju, če mu zmanjka zraka. Dandanes so za različne vrste potapljanja značilne tudi različne **maske in plavuti**. Pri potapljanju na vdih običajno uporabljamo daljše in tanjše plavuti ter maske z manjšo prostornino, medtem ko so za avtonomno potapljanje zelo značilne plavuti z odprto peto in nekoliko večje maske. Poleg zgoraj naštetih delov opreme pa danes vsakdo, ki se odpravi na potop, vzame še razne druge, manjše dodatke opreme.

3 SKLEP

V skladu s cilji svoje diplomske naloge sem ugotovil, da so prve pripomočke za podaljšanje časa bivanja pod vodo uporabljali že stari Slovani, čeprav je prvi materialni dokaz asirski relief iz leta 885 pred Kristusom, ki upodablja vojaka – potapljača, ki pod vodo diha zrak iz meha. Ker se mi je porodilo vprašanje, kako naj bi v tistem času ljudje spravili zrak pod pritiskom v meh in ker trska predstavlja bolj enostavno rešitev, njen enostaven sistem pa je še dandanes v najširši uporabi (dihalka), se mi jo zdi logično označiti za prvi obstoječi potapljaški pripomoček na svetu.

Kot prvo in glavno prelomnico v razvoju avtonomnega potapljanja bi označil izum potapljaškega zvona (4. stoletje pred Kristusom). Z uporabo potapljaškega zvona je človek res lahko občutno podaljšal svoj čas bivanja pod vodno gladino. Prav tako je potapljaški zvon tudi predhodnik vsem drugim, kasnejšim potapljaškim napravam. Pomembne za razvoj na področju potapljanja so bile tudi Da Vincijeve skice, na podlagi katerih so nastale prve maske, in plavuti. Vse ostale prelomnice v razvoju avtonomnega potapljanja sem v svojem delu označil s 3-številčnimi podnaslovi. Omenil bi le še glavno odkritje, prav tako revolucionarno kot potapljaški zvon, Cousteaujev avtonomni potapljaški aparat oz. njegov hidrostatični regulator. Ta izum je še do danes v dokaj veliki meri ostal nespremenjen in predstavlja tisto, pod čemer je nam avtonomno potapljanje poznano danes.

Cousteaujev avtonomni potapljaški aparat je prav tako kot tisti, ki jih uporabljamo danes, zajemal jeklenko, polnjeno z zrakom pod podobnim pritiskom kot danes (takrat 150 barov, danes 200 barov). Prav tako je potapljač dihal zrak »na zahtevo« skozi hidrostatični regulator. Razlika med regulatorjema je le število stopenj. Cousteaujev aparat je imel le eno stopnjo, pritrjeno na jeklenko, od tam naprej pa je vodila cev neposredno v potapljačeva usta. Danes imajo regulatorji po dve stopnji. Prva je na istem mestu kot pri Cousteaujevi napravi, drugo pa ima potapljač v ustih. Res je, da imajo danes potapljaški aparati dodan še rezervni regulator in kompenzator plovnosti, vendar naloga je slednje ga le uravnati plovnost in nima neposredne povezave s sistemom dihanja. Če za primarni cilj povzamemo podaljšanje časa bivanja pod vodo, lahko rečemo, da se poleg dodane druge stopnje današnji avtonomni potapljaški aparat bistveno ne razlikuje od Cousteaujevega.

Na vprašanje o vzporednem razvoju tehnike in opreme lahko odgovorimo, da je čedalje lažja potapljaška oprema omogočala čedalje svobodnejšo tehniko potapljanja. Ko so se potapljači znebili težkih čelad in podobnih naprav, potapljanje v izključno vertikalnem položaju ni bilo več potrebno in od takrat naprej se potapljamo v večinoma ležečem položaju.

Drugje po svetu so po drugi svetovni vojni v potapljanje začele vlagati izključno gospodarske in vojaške organizacije. Ker naše morje ni primerno za naftna črpališča in ker naša država ni vojaška velesila, kakšne velike finančne podpore za razvoj potapljanja naši pionirji niso imeli. Po besedah Ivana Kuščerja, nestorja športnega potapljanja pri nas, so mladi raziskovalci vlagali v razvoj potapljanja izključno iz ljubezni do raziskovanja narave podvodnega sveta. Res je, da v času velikih potapljaških zvonov in skafandrov ter drugih oblek na našem ozemlju nismo bili aktivni. Ampak kljub vsemu lahko rečemo, da smo v igro stopili ravno ob pravem trenutku z napravami, ki so bile v koraku s časom. Leta 1939 so se brata Kuščer in njuni prijatelji že kot dijaki s svojimi idejami lahko primerjali s svetovnimi izumitelji. Najprej so naredili »težko« potapljaško opremo, čelado, v katero so s črpalko neprestano dovajali zrak. Ko so ugotovili, da teža čelade omejuje gibanje pod vodo, so izdelali še »lahko« potapljaško opremo – neposredno dihanje skozi cev, ki je postala revolucionaren izum, značilen samo za našo deželo. Čeprav je bila Kuščerjeva pumpa drugače zgrajena od Cousteaujevega Aqualunga, je potapljaču prav tako dopuščala ogromno svobode gibanja. Še bolj so se približali Cousteaujevemu izumu, ko so na »pumpo« dodali hidrostatični regulator in razvili nargilo. To napravo so na potapljaških tečajih še dolga leta uporabljali skupaj z avtonomnim dihalnim aparatom.

Čeprav smo bili v primerjavi z razvojem aktualne potapljaške opreme drugje po svetu vedno v rahlem zaostanku, lahko zaključimo, da nam je uspelo narediti zelo funkcionalno napravo, ki je omogočala kvalitetno in varno potapljanje.

4 VIRI

- Adventures of Greek and Roman diving.* (26.6.2012). Dive into history: The history of diving museum collections blog. Pridobljeno iz <http://historyofdivingmuseum.blogspot.com/2012/06/adventures-in-greek-and-roman-diving.html>
- Bučar, B., Bregar, J., Favai, T., Ferlan, D., Jakopin, J., Orožen Adamič, M., Svete, J., Vidmar, S. (1986). *Športni potapljač*. Ljubljana: Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije.
- Butara, U. (2013). *Nekateri psihološki vidiki avtonomnega potapljanja* (Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport). Pridobljeno iz <http://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Diplome/Diploma22100184ButaraUrska.pdf>
- Dive computer* (2014). Wikipedia. The Free Encyclopedia. Pridobljeno iz http://en.wikipedia.org/wiki/Dive_computer
- Gakuran, M. (5.11.2013). *Ama – The Pearl Diving Mermaids of Japan*. Gakuranman. Pridobljeno iz <http://gakuran.com/ama-the-pearl-diving-mermaids-of-japan/>
- Gošovič, S. (1989). *Ronjenje u sigurnosti*. Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada.
- Jackson, J. (2005). *Priročnik za potapljanje z avtonomnim dihalnim aparatom*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Lampič, T. (1992). *Potapljanje*. Ljubljana: Športna zveza Slovenije.
- Open Water Diver, SSI. (2008). Rijeka: SSI Adria.
- Ostoić, I. (2000). *Zaronite u Hrvatskoj*. Zagreb: IQ, Blue bubble edition.
- Pistotnik, B. (1994). *Potapljanje za vsakogar*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Fakulteta za šport.
- Potočnik, S. (2000). *Fizikalne in fiziološke osnove potapljanja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Potočnik, Š. in Smole, L. (1997). *Pravilno potapljanje*. Medvode: Športno društvo DUEM.
- PP – Prosto potapljanje (apnea)*. (25.8.2014). Slovenska potapljaška zveza. Pridobljeno iz <http://www.spz.si/?p=1071>
- Razvoj potapljaške opreme*. (7.4.2009). Zveza inštruktorjev potapljanja Slovenije. Pridobljeno iz <http://www.zips.si/?id=164>
- Soldo, A., Valić, Z., Glavičić, I., Jurman, B., Drviš, I. (2013). *Ronjenje*. Split: Sveučilište u Splitu. Hrvatska olimpijska akademija (HOA).
- The Strangest Jobs in History*. (25.10.2010). It Thing. Pridobljeno iz <http://itthing.com/the-strangest-jobs-in-history>
- Verdnik, V. (1995). *Potop v modro*. Ljubljana: Slovenska potapljaška zveza; Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje.

Zgodovina (11.9.2014). Slovenska potapljaška zveza. Pridobljeno iz
<http://www.spz.si/?p=842>

Zgodovina – Podvodna fotografija, film in televizija v Sloveniji od prazgodovine do osamosvojitve (11.9.2014). Produkcija cicfilm. Pridobljeno iz
<http://www.cicfilm.com/zgodovina>