

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Metody a postupy podvodní archeologie

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. David Vondrášek

Vypracoval:

Václav Polata

Praha, srpen 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Děkuji Mgr. Davidu Vondráškovi za vedení mé bakalářské práce. Za to, že mi pomohl s výběrem tématu této práce a v neposlední řadě také za jeho pozitivní přístup a ochotu mi pomoci. Dále bych rád poděkoval Mgr. Barboře Machové za informace k tématu.

Abstrakt

Název: Metody a postupy podvodní archeologie

Cíle: Cílem této práce je vytvořit metodickou příručku pro technické a technologické postupy při podvodní archeologii s přihlédnutím na podmínky České republiky.

Metody: Jako hlavní metoda byla využita kompilace informací z dostupné odborné literatury, která se zabývá podvodní archeologií. Využity také byly neformální rozhovory s odborníky.

Výsledky: Soubor popsaných postupů, které využívají potápěči při podvodní archeologii.

Klíčová slova: potápění, podvodní archeologie, technické postupy

Abstract

Title: Methods and procedures of underwater archeology

Objectives: The aim of this work is to create a methodological manual for technical and technological procedures in underwater archeology, taking into account the conditions of the Czech Republic.

Methods: As the main method was used compilation of information from available scientific literature dealing with underwater archeology and also was used consultation with an expert.

Results: A set of described procedures which are used by divers in underwater archeology.

Keywords: diving, underwater archeology, technical procedures

Obsah

1 Úvod	10
2 Současný stav bádání.....	11
2.1 Průzkum před začátkem kopání	11
2.2 Průzkum před porušením povrchu	11
2.3 Testovací jámy: Průzkumné příkopy	11
2.4 Praktické přístupy k vykopávání	11
2.5 Systém mřížky.....	12
2.6 Mřížka z pevného materiálu.....	12
2.7 Mřížka z měkkého (poddajného) materiálu	13
2.8 Vykopávání bez mřížky (Vzhledem k špatným podmínkám prostředí).....	15
2.9 Sondování.....	15
2.10 Pevná tyčová sonda.....	16
2.11 Vodní a vzduchové sondy	16
2.12 Válcová sonda (core sampler).....	17
2.13 Shot line	17
2.14 Uvolnění nebo odstranění sedimentu	18
2.15 Airlifts	19
2.16 Water dredges	21
2.17 Water jet.....	23
2.18 Airlift, emulsion nebo mammut pump	24
2.18.1 Obecné úvahy.....	24
2.18.2 Aplikace	25
2.18.3 Přenosný airlift.....	25
2.18.4 Přívod vzduchu	25
2.18.5 Instalace.....	26

2.19 Inspekce a odvoz vyzvednutého materiálu.....	26
2.20 Propad materiálu	27
2.21 Adaptace pro mělkou vodu	27
2.22 Manipulace.....	28
2.23 Způsob vyzvedávání	28
2.24 Koše pro vyzvedávání	29
2.25 Nástroje	29
2.26 Mechanický pohon potápěče (skútr)	30
2.27 Tažné sáně.....	30
2.28 Bóje	30
3 Cíle, úkoly a metodika práce	32
3.1 Cíl.....	32
3.2 Metody	32
4 Metodická příručka	33
4.1 Právní zabezpečení – oprávnění k archeologickému výzkumu.....	33
4.2 Před samotným hledáním a průzkumem lokality	34
4.3 Nedestruktivní průzkum.....	34
4.3.1 Sonar	34
4.3.2 Magnetometr	34
4.3.3 Side scan sonar.....	35
4.3.4 Letecké snímky	35
4.4 Zaměření lokality	35
4.4.1 Teodolit / Totální stanice	36
4.4.2 GPS	36
4.4.3 3D Point cloud.....	37
4.5 Hledání (průzkum)	37
4.5.1 Plavání v linii	37
4.5.2 Koridor.....	38

4.5.3 Využití mřížky	39
4.5.4 Kruhové hledání	39
4.6 Destruktivní výzkumné metody	40
4.6.1 Sondování.....	40
4.6.2 Kopání.....	41
4.6.2.1 Ruce	41
4.6.2.2 Zednická lžíce, špachtle	41
4.6.2.3 Kramle.....	42
4.6.2.4 Štětec	42
4.6.2.5 Jiné nástroje.....	42
4.6.2.6 Vrstvy při kopání.....	43
4.6.2.7 Nakládání s vykopávanými objekty	43
4.6.2.8 Samotné kopání.....	44
4.6.2.9 Airlift.....	44
4.6.2.10 Water dredge	45
4.6.2.11 Water jet.....	46
4.6.2.12 Výběr mezi water dredgem a airliftem.....	46
4.7 Vyzvedávání nalezených předmětů.....	47
5 Závěr	48
Seznam použité literatury	49
Elektronické zdroje.....	49

1 Úvod

Podvodní archeologie je vcelku mladá vědní disciplína, jejíž začátky spadají do 30. let 20. století. Tehdy se ovšem ještě používaly skafandry. Průlom přišel po 2. světové válce, kdy Emile Gagnan a Jacques - Yves Cousteau vyvinuli přístroj na potápění v podobě, ve které je známý dnes a podmořský svět se stal snáze přístupným. Díky tomu bylo v mořích a oceánech celého světa nalezeno mnoho starých vraků a podmořská podvodní archeologie učinila řadu významných objevů. Vedle ní existuje i podvodní archeologie, ve které se provádějí archeologické výzkumy ve sladké vodě.

Tato práce se bude zabývat metodami a postupy, které jsou využívány v podvodní archeologii. Zejména se zaměřením na manuální práci potápěčů pod vodou. Cílem je vytvořit metodickou příručku pro podmínky, které panují v České republice.

Česká republika je bohatá na historická místa a lidé, žijící v této oblasti se odjakživa pohybovali okolo vodních toků. Z čehož vyplývá, že tito dávní lidé mohli přijít o některé ze svých předmětů či cenností následkem ztráty, změny toku řeky, potopení lodi, zátopení oblasti či dolu nebo i rituální obětinou do vody a tyto nálezy jsou dnes pro archeology zajímavé.

V Česku je podvodní archeologie okrajovou záležitostí, které se věnuje jen málo archeologů (potápěčů). Jejich metody vycházejí z postupů, jež jsou využívány na dně moří a oceánů.

Motivací pro vytvoření metodické příručky pro postupy, které se využívají v podmínkách České republiky je, neexistence psaného manuálu v českém jazyce, který by se tímto tématem zabýval.

Ani v zahraniční literatuře, není toto téma příliš rozpracováno a neexistuje mnoho zdrojů. Proto může být tato práce přínosem nejen pro podvodní archeologii v České republice, ale i v dalších zemích, které mají podobné přírodní a historické podmínky.

Zásadní rozdíly mezi prací v moři a prací v řekách či nádržích je teplota vody, viditelnost a v některých případech i hloubka. V České republice bude jednoznačně viditelnost pod vodou horší, hloubka nalezených předmětů bude ve většině případů menší než v moři a teplota vody se může i rovnat, to záleží podle toho, v jakém moři či oceánu potápěči pracují.

2 Současný stav bádání

2.1 Průzkum před začátkem kopání

Odkrývání vraku je dlouhá a nákladná záležitost. Archeologové pracující na souši mohou namítat, že se jedná o malou oblast, kde se vrak nachází, ale práce pod vodou není jednoduchá. Vykopávání velkých lodí vyžaduje odstranění obrovského množství materiálu. Například potopená římská obchodní loď představuje 400 tun předmětů smíšených s 200 tunami písku, což je 600 tun materiálu na loď. Odkrytí vraku metodou obkopání obvodu vraku (s přihlédnutím ke sklonu a následné rovnováze písku) znamená odstranit znovu stejnou váhu, celkem tedy přibližně 1200 tun (Dumas, 1962, s. 16).

2.2 Průzkum před porušením povrchu

Tento průzkum se vždy provádí před začátkem výkopových prací. Primárním důvodem tohoto průzkumu je pochopení archeologického významu místa. Tento průzkum také umožňuje porozumět oblasti, kde se práce provádí, výšce nadloží, stavu objektů a rozsahu archeologického materiálu (Richards, 2001).

2.3 Testovací jámy: Průzkumné příkopy

Po prvotním ohledání naleziště může následovat kopání průzkumných příkopů (1 m x 1 m nebo větší). Jsou to zkušební jámy / příkopy, které slouží k potvrzení rozsahu lokality, hloubky a materiálové rozmanitosti archeologického ložiska. Tyto zkušební jámy se mohou nacházet na konkrétních místech, jako je příď, zád' nebo dokonce i ve středové oblasti vraku, což umožňuje při kopání využít konstrukci lodi jako vodítka. Výše popsáný způsob je výhodnější než náhodný mřížkový systém. Takto získané informace tvoří základ pro komplexní a strategické plánování dalšího postupu tedy stanovení rozpočtu, délky průzkumných prací a způsobu skladování, konzervace nalezených předmětů (Atkinson a Nash, 1991, s. 17-24).

2.4 Praktické přístupy k vykopávání

Green (2004, s. 237) uvádí, že existují dva jednoduché přístupy k vykopávání. Jedním z nich je vykopávat velké plochy naleziště, vrstvu po vrstvě a druhým je pracovat na jednom místě v malých úsecích (mřížka nebo příkop), vrstvu po vrstvě a takto pracovat

v opakujících se úsecích přes celé naleziště. Zatímco Greenova tvrzení by mohla znamenat, že celé stanoviště bude vždy vykopáno, dnes je častější používat druhou techniku a to kopání pouze v malých oblastech a dostávat tak odpovědi na stručné otázky výzkumu.

2.5 Systém mřížky

Mřížka může být neohebná, například z kovového lešení nebo ohebná a to například z plastu nebo lana. Může pokrývat celé místo vykopávek nebo může zahrnovat menší oblasti, po kterých budou mřížky rozmístěné. Všechny mají stejný účel a to rozdělit lokalitu na oblasti, které poskytují orientaci a definují sektory. Na místech, kde je konstrukce ponechána, může být konstrukce hlavním prvkem pro definování pracovních oblastí. Zaznamenání, kde se mřížka nachází je velmi důležité. Logisticky je mnohem jednodušší a spolehlivější využít mřížkový systém v rámci menších oblastí než vytvářet mřížku pro celou oblast, což je časově a finančně velmi náročné. Green (2004, s. 238) uvádí, že použití konkrétního mřížkového systému na daném místě musí být pečlivě uváženo. Existují výhody i nevýhody pevných a ohebných systémů, které závisí na životním prostředí, konstrukci, zkušenostech pracovníků (potápěčů) a znalosti místa výkopu (Unesco, 2012, s. 250).

2.6 Mřížka z pevného materiálu

Mřížky jsou obvykle přesně zaměřeny v plánu lokality a poloha nálezů a fragmentů je přibližně zaznamenána do systému mřížky. Umístění důležitějších objektů a struktur je zaznamenáno přesněji (Unesco, 2012, s. 250).

Výhody pevné mřížky:

- Umožňuje orientaci na místě výkopu a definuje pracovní oblasti, což je obzvláště užitečné při nízké viditelnosti.
- Nabízí podporu pro potápěče, kteří pracují na odkrývání naleziště, aby se předešlo jeho zničení a zmenšuje potenciální nedostatečnou kontrolu nad potápěči (Unesco, 2012, s. 251).

Nevýhody pevné mřížky:

- Pevné mřížkové rámy mohou potenciálně poškodit artefakty, ačkoli pytle s pískem umístěné pod patkami mřížky mohou pomoci utlumit její dopad.
- Její konstrukce, instalace a údržba je drahá.
- Nohy mřížkového systému mohou být ovlivněny odstraněním sedimentu během výkopu a odnosem materiálu v důsledku silných proudů.
- Pevná mřížka je náchylná k posunutí nebo zničení rybolovem nebo bagrováním materiálu a může být porušena potápěči (Unesco, 2012, s. 251).
- Green (2004, s. 241) konstatuje, že rámy z pevných materiálů mohou při výkopu způsobit praktické potíže a doporučuje použití velké mřížky o rozměrech 4 m², které by vyrovnaly potenciální problémy.



Obrázek 1: Potápěč v mřížce z pevného materiálu

Zdroj: (Jeremy Green, Unesco, 2012, s.250)

2.7 Mřížka z měkkého (poddajného) materiálu

Alternativou k pevnému rámu je systém mřížky z měkkého materiálu, který je také zakreslen v plánu naleziště. Na místě je položena řada paralelních šňůr nebo tyčí. Šňůry označující mřížku lze zaměřit tak, že je možné určit relativní pozici (Unesco, 2012, s. 251).

Výhody mřížky z měkkého materiálu:

- Zkušený tým může kopat rychle a efektivně.
- Green (2004, s. 243) uvádí, že složité struktury mohou být vykopány v jednom kuse, tj. Mřížkové linie mohou být snadno nastaveny, aby umožnily výkop celého objektu.
- Pro udržení výkopu na správném místě může být použita laťka nebo páska.
- Příkopy, které byly vykopány dříve, mohou být lehce zasypány.
- Dobrá metoda pro výkopy s malou vertikální vrstvou. (Green, 2004, s. 243-244)
(Unesco, 2012, s. 252).

Nevýhody mřížky z měkkého materiálu:

- Celá lokalita výkopu se nikdy neukáže úplně vykopaná (ačkoli se foto mozaika může vytvářet část po části).
- Umístění systému mřížky z podajného materiálu a vzájemné propojení těchto systémů je obtížnější.
- Přesné zaznamenání polohy objektů během výkopu je obtížné.
- Je těžší řídit výkop bez ráků (Unesco, 2012, s. 252).



Obrázek 2: Mřížka z měkkého materiálu

Zdroj: (Jeremy Green, Unesco, 2012, s.251)

2.8 Vykopávání bez mřížky (Vzhledem k špatným podmínkám prostředí)

Na místech, kde jsou silné podmořské proudy nebo intenzivní vlny, je používání mřížek jakéhokoliv druhu mnohem obtížnější. Některá naleziště jsou ohrožena dopady rybolovu nebo blízkostí bagrování, a to může mít za následek posunutí nebo poškození mřížky. Dodatečný čas, který je nutný k pravidelnému vracení nebo rekonstrukci mřížky v důsledku výše uvedených faktorů, činí používání mřížky nepraktické a nákladné. Za takových podmínek je pravděpodobné, že hlavním průvodcem nebo referencí pro archeology je samotný vrak. Dá se zvážit použití známých bodů na konstrukci vraku pro vedení vlastního výkopu. Kontrolní body mohou být umístěny na samotné konstrukci nebo v závislosti na podkladu, mohou být sloupky umístěny na mořském dně kolem místa výkopu. Dočasné výchozí body mohou být umístěny také mezi kontrolními body pro vedení práce (Unesco, 2012, s. 252).

2.9 Sondování

Na souši je možné vykopat úzký výkop s kolmými stěnami. Podobný pokus o sondu na mořském dně by mohl mít za následek vznik jámy ve tvaru mělkého obráceného kužele a to ztrácí význam. Nepřiměřené množství nálezů by bylo zničeno za účelem prozkoumání možných pár centimetrů dřeva pod povrchem. Neškodné malé sondy mohou být vytvářeny rukou, pouze pokud je vrak rozprostřen v tenké vrstvě a nezasahuje hlouběji do vrstvy písku. Řešením tohoto problému je válcová sonda. Oceánografové znají tento nástroj již nějaký čas. Geologové ji používají k nacházení nafty pod mořským dnem. Výběr odpovídající sondy závisí na typu dna, které má být sondováno. Záleží, zda je to skála, bahno nebo písek. Písek je nejhorším materiálem pro získávání vzorků (Dumas, 1962, s. 17-18).



Obrázek 3: Použití sondy

Zdroj: (Andrew J. Viduka, Unesco, 2012, s.256)

Sondování je fyzický pokus o nalezení struktur pod povrchem a je obvykle prováděno systematickým způsobem (podél linie v určitých vzdálenostech), aby bylo možné pochopit rozsah místa a hloubku pohřbeného artefaktu. Výsledky průzkumu jsou závislé na pocitu a je obtížné provádět přesná měření (Unesco, 2012, s. 256).

Před zavedením nedestruktivních postupů dálkového snímání, jako je profilování pod dnem, (které neruší archeologické vrstvy), bylo v minulosti využíváno sondování, protože jde o jednoduchou a relativně účinnou techniku. Dnes by však tato technika měla být používána s opatrností kvůli potenciálnímu poškození artefaktů. Dvě otázky, na jejichž zodpovězení lze využít tuto techniku, jsou: V jaké hloubce se struktura nachází? A kde struktura začíná a končí (Unesco, 2012, s. 256)?

2.10 Pevná tyčová sonda

Pevná sonda vyžaduje tyč, která je dostatečně silná, aby se neohýbala a dostatečně tenká, aby mohla být zasunuta do sedimentu. I když jsou archeologové opatrní, je známo, že sondování s pevnou tyčí způsobuje poškození hledaných předmětů (Unesco, 2012, s. 256).

2.11 Vodní a vzduchové sondy

Vodní sondy se skládají z úzké duté trubky, do níž lze čerpat nízkotlakou vodu nebo vzduch. Vodní a vzduchové sondy jsou schopny pronikat sedimenty mnohem rychleji než pevná tyčová sonda, ale mohou zejména v případě vodních sond snadno poškodit

organický archeologický materiál. Cílem je cítit kontakt s objektem (Unesco, 2012, s. 256).

Green (2004, s. 259) uvádí, že zkušený uživatelé mohou zjistit rozdíl mezi keramikou, dřevem nebo kovem, podle zvuku při kontaktu.

2.12 Válcová sonda (core sampler)

Válcová sonda je trubka s ostřím na jednom konci. Vniká do země buď svou vlastní kinetickou energií (když se spouští přes bok lodi), výbušným nábojem, nebo silou, která je generována pomocí stroje. Trubka vyřízne válec (jádro) ze dna a vyzvedne ho. Tam, kde je písek (může být smíchaný s keramikou), musí trubka řezat pomocí rotace nebo vibrace. Tato akce musí být generována vestavěným mechanismem, poháněným hydraulicky, elektřinou nebo stlačeným vzduchem. Samotná trubka by měla mít délku tři nebo čtyři metry a vnitřní průměr třicet pět až čtyřicet milimetrů. Napájení je generováno nad hladinou a je přenášeno elektrickým kabelem nebo hadicí. Když je sonda poháněná stlačeným vzduchem, je možné vyrobit samostatnou jednotku tak, že se využije vzduchová láhev, kterou používají potápěči (Sverdrup, Johnson a Fleming, 1949; Kudunov, 1957).

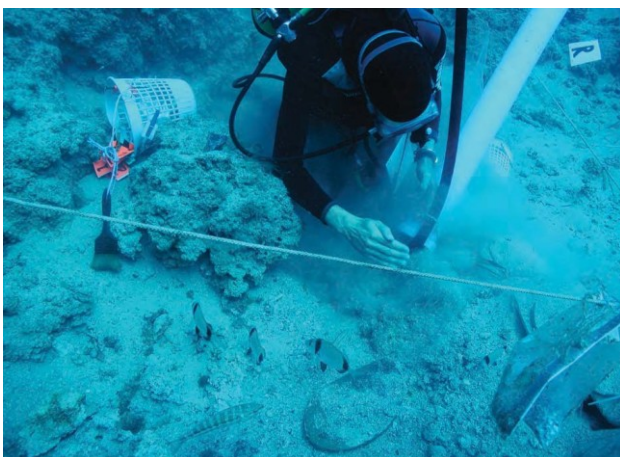
2.13 Shot line

Potápěčům by měla být poskytnuta šňůra, která bude natažena mezi lodí a místem, kde se pracuje. Toto opatření ušetří čas při výstupech a sestupech potápěčů a dále se využije jako stabilní místo, kde se potápěči zastaví a provedou dekompresi. Když se v místě práce vyskytuje proud, je tato šňůra nepostradatelná. SCUBA potápěči mají na dně výhodu nad potápěči, kteří používají skafandr (dnes spíše dodávku dýchaného média z hladiny). Potápěč se skafandrem, který pracuje v proudu, je vystaven neustálému odtahování od hadice se vzduchem a záchranné šňůry. Blíže hladině je situace obrácená. Zde se ze SCUBA potápěče stává pouze plavec, který je bržděn závažím a může být smeten proudem. Zatímco potápěč vybaven skafandrem je připojen k lodi hadicí se vzduchem. Shot line musí být upevněna ke kameni nebo závaží v centrální části lodi a na hladině k bóji. Bóje je každé ráno po zakotvení lodi vyzdvížena na loď (Dumas, 1962, s. 33)

2.14 Uvolnění nebo odstranění sedimentu

Volba mezi využitím airliftu (water dredge), rukou nebo jiných nástrojů, jako například lopatek nebo zednických lžic závisí na povaze sedimentů pokrývajících určitou lokalitu a na stavu a typu materiálu, z kterého jsou vyhotoveny vykopávané objekty. Protože cílem archeologického vykopávání je pečlivě vykopávat a dokumentovat artefakty, není potřeba sediment rychle odstranit. Většina námořních archeologů souhlasí s tím, že ruka je nejcitlivější výkopový nástroj. Ruční odstraňování sedimentu ve spojení s vodním bagrem (water dredge) nebo airliftem umožňuje řízené odstranění mnoha sedimentů, které pokrývají místo výkopu. Kromě velmi studené vody (méně než 10 stupňů), by potápeč neměl mít na ruce rukavice. Například při výkopu HMS Swift v Argentině měli archeologové rukavice s odříznutými prsty, aby měli v rukou cit, který je ve většině situací nezbytný. Tam, kde se stává nepraktické odstranění sedimentu pomocí kombinace ručního ovívání a bagrování nebo využití airliftu, mohou být použity i jiné nástroje. Tyto nástroje se obecně používají specificky pro daný úkol (Unesco, 2012, s. 260).

Při výkopu lodi Skuldelev (kesonové vykopávání) si archeologové přinesli sbírku kuchyňských špachtlí a dětských lopatek, které pomohly při vykopávání lodí namísto běžných archeologických nástrojů. Ty byly rychle nahrazeny zahradními hadicemi s tryskou (Crumlin-Pederson a Olsen, 2002, str. 34).



Obrázek 4: Odsávání sedimentu

Zdroj: (Jeremy Green, Unesco, 2012, s.260)

2.15 Airlifts

Airlifty mohou být konstruovány různými způsoby. Společným rysem je dlouhé výtokové potrubí (obvykle z PVC nebo hliníku) s vypínačem ovládaným potápěčem. Tento vypínač lze také použít k regulaci průtoku vzduchu a síly sání. Regulace průtoku vzduchu může být alternativně ovládána z hladiny, což však vyžaduje dobrou komunikaci mezi potápěčem a palubou. Existují i jiné variace airliftu. Martijn R. Manders (osobně, 2012) uvádí, že v Nizozemsku vyvinuli airlift, který může být regulován na ústí, což je flexibilní trubka, která jde vodorovně nad mořským dnem a je zasunuta do výkopu. Samotná trubka je mimo jámu. Se zvláštním systémem je možné otevřít a zavřít strany trubky, a tak může být síla sání upravována (Unesco, 2012, s. 263).

Efektivita airliftu se zvyšuje s hloubkou, protože vzduch při svém výstupu na hladinu zvětšuje svůj objem. Praktická výhrada k tomuto tvrzení existuje v tom smyslu, že pro dosažení vyšší účinnosti musí vypouštěcí potrubí dosáhnout hladiny a s větší hloubkou dochází ke snížení tlaku vzduchu třením v přírodní hadici (Unesco, 2012, s. 264). To potvrzuje i David Vondrášek, kdy byl svědkem případu, že při výkopu ve 40 metrové hloubce nefungoval airlift po zapnutí kompresoru a to z důvodu nedostatku tlaku. Airlifty jsou méně účinné v hloubce menší než 5 m (Unesco, 2012, s. 264).

Velikost hlavice potrubí airliftu, určeného pro archeologické účely, se může pohybovat v rozmezí přibližně 10 až 15 cm v průměru. Airlifty s větším průměrem by vyžadovaly mnohem větší výkon, což zvyšuje nebezpečí rychlého výstupu nástroje k hladině, pokud dojde k jeho zablokování. Jak se velikost airliftů zvětšuje, tak se jejich ovládání stává těžším pro jednoho potápěče. Preferované velikosti jednotlivých otvorů airliftů se odvíjí od zadaných úkolů. Pokud neexistuje žádné nebezpečí pro lokalitu výkopu, může být preferováno použití většího průměru potrubí, zejména pokud odstraňujete nadloží nebo zásypy nad artefakty. Při odkrývání malých a křehkých artefaktů je upřednostňován menší otvor airliftu (Unesco, 2012, s. 264).

Potápěči by měli odkrývat artefakty tak, že opatrně odstraňují sedimenty (zajišťují, že je kontext zaznamenán) rukou, ovíváním prsty nebo rukou v lehkých sedimentech nebo pomocí jiného vhodného nástroje např. štětec, který je vhodný použít pro křehké organické materiály. Malé zednické lžíce mohou být použity pro robustnější

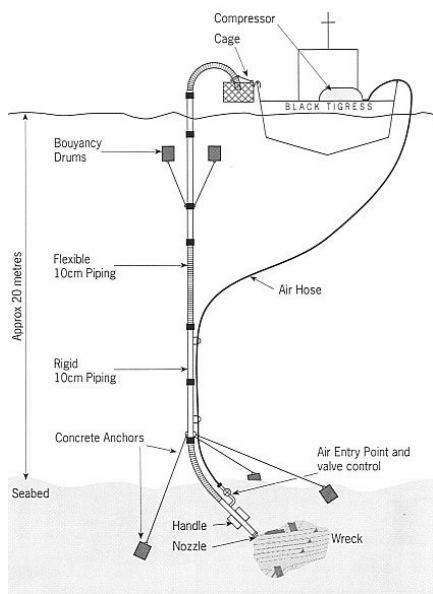
anorganické materiály. Je nutné, aby obsluha airliftu byla při práci v blízkosti artefaktů. Lehce narušený sedimentární materiál vstupuje do vodního sloupce a sání airliftu pak vtáhne volné sedimenty do potrubí a odstraní je z oblasti výkopu. Airlift není sám o sobě nástrojem pro kopání, ale funguje obdobně jako kolečko na souši, které přesouvá vykopaný materiál. Řízená regulace průtoku vzduchu, vzdálenost ústí potrubí od vyhloubeného prostoru a řízené ruční ovívání snižuje možnost, že do potrubí budou nasávány křehké organické materiály nebo lehké předměty. Ovšem i zkušení potápěči mohou příležitostně přijít o artefakty vysátím. Při výkopu HMS Pandora bylo v hromadě odsátého materiálu nalezeno několik velmi malých artefaktů, a proto je důležité, aby byly hromady odsátého materiálu sledovány a kontrolovány. Někteří odborníci doporučují mít koš nebo síto na druhém konci roury (Unesco, 2012, s. 264).

Nejčastějším problémem s airlifty je to, že velké úlomky korálu, podloží nebo šterku mohou být vtaženy do ústí potrubí a při odsávání zde uvíznou. Pokud se airlift jen částečně zablokuje, začne se vznášet. Kříž z drátu umístěný před začátek nasávací části roury zabrání většině zablokováním. Tomuto nebezpečnému vznášení airliftu může být zabráněno ukotvením airliftu na dně, ale to částečně sníží jeho mobilitu a je třeba věnovat pozornost tomu, aby se kotvy neumístily na citlivé archeologické oblasti (Unesco, 2012, s. 264).

Výkon sání je také závislý na rozdílu tlaku mezi horní a dolní částí trubky a množstvím vhaněného vzduchu. Velikost kompresoru závisí na počtu používaných airliftů, na hloubce místa prováděného výkopu a na průměru nasávací trubice. Velké kompresory potřebují větší platformy pro práci (Unesco, 2012, s. 264).

Podobně jako u water dredges může vypouštěný materiál ovlivnit viditelnost, ledaže by přílivové proudění bylo použito k odnášení jemných sedimentů pryč od místa výkopu (Unesco, 2012, s. 264).

Airlifty mohou představovat hrozbu v tom, že potápěč může být neúmyslně vynesena rychle vzhůru, pokud je airlift blokován artefaktem nebo vybavením potápěče. Výhodou airliftu je to, že vynáší materiál vysoko nad místo prováděné práce a při využití proudu může být suť odnesena pryč. Nevýhodou je však to, že hromada vysátého materiálu je rozptýlena v širším okolí a proto je obtížnější ji zkontrolovat kvůli ztraceným artefaktům (Unesco, 2012, s. 264).



Zdroj: (Jennifer Gunn, Seven seas search & Salvage)

Obrázek 5: Plánek airliftu

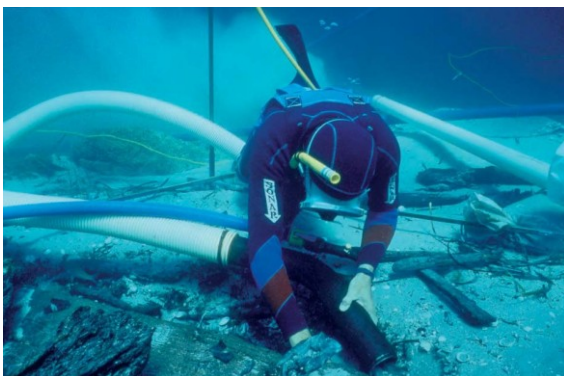
2.16 Water dredges

Water dredges pracují na principu Venturiho efektu. Tento nástroj je navržen s 90° ohybem, který se nachází v blízkosti sacího nebo vypouštěcího konce, což umožňuje, aby čerpaná voda vstoupila do water dredge s omezením a vytvořila tak Venturiho efekt. Průtok vody se zvyšuje s rychlostí, jak voda prochází skrz ohyb, a to odpovídá poklesu tlaku. Praktický účinek je závislý na poloze a velikosti omezovacího ventilu a na pracovní hlavici nástroje. Může být vytvořeno silné sání, které vede k přívodu vody nebo ostatního materiálu do nástroje (Unesco, 2012, s. 265).

Water dredges mohou být vyrobeny z řady materiálů, nicméně komerční modely mají tendenci mít odsávací trysku a systém pro snadné ovládání (rameno a nastavitelná rukojeť) z nerezové oceli. Výfukové potrubí může být vyrobeno z ohebných hadic nebo PVC trubek a může se pohybovat v délce do cca 15 m. Ohebné hadice se snadno skládají a přepravují a jsou pravděpodobně častěji využívány. Průměr water dredge může být v rozmezí od 7 cm do 15 cm. Hadice z nízkotlakého a velkoobjemového vodního čerpadla na hladině je připevněna k Venturiho kolenové spojení. Stejně jako při využití airliftu je materiál nasáván do potrubí a na konci potrubí je vykládán. Využití této výkopové techniky je ideální v mělkých vodách, ale je také použitelná v hloubkách přibližně 50 m, ačkoli ztráty tlaku způsobené třením v hadici mohou snížit výkon

přístroje. Jednou z výhod water dredges je to, že jsou bezpečnější než airlifty, protože u nich neexistuje riziko rychlého zvýšení vztlaku. Water dredges jsou také dobrým nástrojem pro mělké lokality a byly použity efektivně v hloubkách od 30 do 35 m. Vodní čerpadla jsou také obecně menší a lehčí než ekvivalentní vzduchový kompresor. (Unesco, 2012, s. 266).

Water dredges však mají také řadu nevýhod. Jednou z největších je, že nemají přirozený vztlak a tím pádem dokáží unavit jejich obsluhu. Únavě obsluhy se dá předejít využitím kontejnerů naplněných vzduchem, které jsou připojeny k pevné trubce, umožňují snadnější manipulaci a toto ukotvení water dredge zabrání tomu, aby se silou způsobenou vypouštěním vody dostal přístroj dopředu. Stejně jako u airliftů, krátká délka hadice (trubky) znamená, že vypuštěný materiál z procesu bagrování může snížit viditelnost a tím pádem jsou přílivové proudy potřebné k odnosu materiálu. Green (2004, s. 258) konstatuje, že water dredges nefungují správně, když jsou nakloněny směrem nahoru (i když to může být vyřešeno tím, že se do výkopu nasměruje ohebná trubka) a že schopnost dredge vypouštět materiál 5 - 10 m za místem výkopu se středně velkým čerpadlem může způsobit problémy při výkopu velkého naleziště. Toto omezení na základě velikosti čerpadla vyžaduje pečlivé plánování (Unesco, 2012, s. 266).



Obrázek 6: Práce s water dredgem

Zdroj: (Parks and Wildlife Service Tasmania, Unesco, 2012, s.266)



Obrázek 7: Water dredge

Zdroj: (Christopher J. Underwood, Unesco, 2012, s.265)

2.17 Water jet

Kopání pomocí water jetu vyžaduje čerpadlo, hadici a kuželovou trysku. Konstantní množství vody, které je přiváděno malou dírou v kuželové trysce, způsobuje zrychlení vodních částic, což dává vodě řeznou schopnost. Různé průmyslové odvětví využívají extrémně výkonné tlakové vodní trysky pro řezání materiálů, včetně kovu (Unesco, 2012, s. 267).

Pro archeologické účely se používají poměrně nízkotlaká čerpadla (5,5 HP - koňská síla) s hadicí dlouhou přibližně 1,5 násobkem pracovní hloubky a kuželovou tryskou. Délka hadice závisí na síle proudů, což také významně přispívá k přetahování hadice a zvyšuje potřebu ukotvení hadice ke dnu. Nastavením průtoku buď na čerpadle, nebo pomocí ovládání zapnout/vypnout lze řídit jemný tok vody, který indukuje lokalizovaný proud přes oblast výkopu nebo na plný výkon, kdy je proud vody dostatečně silný, aby se prořezal a odstranil tvrdý jíla a písek (Unesco, 2012, s. 267).

Jeho použití jako hloubícího nástroje v archeologii je omezeno na situace, kdy vodní paprsek nepoškozuje artefakty ani integritu archeologických ložisek, předtím než budou zmapovány. Vodní paprsek byl široce používán při přípravě na obnovu trupu Mary Rose, aby se odřezal sediment pod trupem. Pokud se použije celý výkon water jetu, tryska by měla mít malé otvory, které by umožnily zpětný proud vody. To eliminuje zpětný ráz a umožňuje obsluhu stabilizovat hadici. (Unesco, 2012, s. 267).

Navzdory těmto výhodám Jeremy Green (2004, s. 259) shledává omezení water jetu k archeologickému použití pod vodou kvůli sklonu vytvářet nulovou viditelnost. V těchto podmínkách by jeho další používání mělo zjevně značný vliv na poškození lokality výkopu. Green poznamenává, že s water jetem je i zábava, jelikož vodní paprsek (bez reverzního tahu k vyvážení zpětné síly trysky) může způsobit, že se potápěč pohybuje "náhodným, nekontrolovaným a velkolepým způsobem kolem místa práce" (Unesco, 2012, s. 267).



Zdroj: : (F. Bass, 1968, s. 7)

Obrázek 8: Práce s water jetem

2.18 Airlift, emulsion nebo mammut pump

2.18.1 Obecné úvahy

Tento nástroj (airlift) přemísťuje bahno, písek nebo štěrk a neprodává se na trhu. Lokální požadavky se tolik mění, že je nutné sestavovat odpovídající pumpu individuálně pro jednotlivá naleziště. Tyto přístroje jsou v podstatě vytvářeny pro vyzvednutí kapaliny s nebo bez přímísených pevných částí do určité výšky nad hladinou. Airlifty byly rozšířeny již dlouho před tím. Potápěči na nádech je využívali na starověkých vracích. Neměli ovšem žádný manuál nebo průvodce, který by jim umožnil přizpůsobit se archeologickým požadavkům, proto není překvapivé, že narazili na problémy (Dumas, 1962, s. 33).

2.18.2 Aplikace

Airlift se skládá z pevné nebo polohebné a polohebné roury, do které je na dolním konci zaveden stlačený vzduch. Rychlost bublin, které stoupají v roure, se zvyšuje v poměru k jejímu průměru. Příliš úzká roura bude mít za následek mimo jiné nedostatečný výkon. Vezměme průměr 120-150 mm. Průměr musí zůstat konstantní po celé délce roury, nejmenší zúžení způsobí zablokování. Vertikální část airliftu může být vyrobena z ocelového potrubí. Ocelové potrubí má vynikající výsledky, jeho jedinou nevýhodou je tendence k reznutí. Spodní část musí být ohebná a může být například vyrobena z vyztužené gumy a na konci bude mít tuhý náustek. Kameny a drť mají tendenci uvíznout v trysce a je obtížné je ručně vytáhnout. Proto je vhodné připevnit obrubu, která je v průměru o něco menší a je zavěšena na trysku a může být otevírána a zavírána pomocí páčky. Toto zařízení omezuje velikost vysátých předmětů a přepnutím páčky se větší objekty nedostanou do přístroje (Dumas, 1962, s. 35-36).

2.18.3 Přenosný airlift

Přenosný airlift je nejužitečnější pro jemnou práci nebo drobné sondování. Je vyroben z jediné tuhé roury o délce 4-5 metrů a průměru 80-100 mm. Potápěč drží tuto rouru co nejvíce ve svislé poloze opřenou o rameno (Dumas, 1962, s. 36).

2.18.4 Přívod vzduchu

Kompresor s výkonem přibližně 120 m³ vzduchu za hodinu pod tlakem 9 kg na čtvereční centimetr je určen k práci s airliftem o průměru 120-150 mm. Je-li loď příliš malá na to, aby se na ní vešel takto velký přístroj, lze několik přenosných kompresorů spojit a využívat dohromady. Samozřejmě ty stojí více než jeden standardní kompresor. Hadice, která přivádí stlačený vzduch do roury, musí mít dostatečný průměr, aby ztráta účinnosti po celé vzdálenosti nebyla tak velká, aby ovlivnila výkon. V praxi to znamená průměr 20-30 mm. Spojení mezi touto hadicí a ústím airliftu na konci ohebného prodloužení velké roury se provádí pomocí kohoutku, který umožňuje potápěči pracujícímu na dně, aby si omezil nebo vypnul přívod vzduchu (Dumas, 1962, s. 36-37).

2.18.5 Instalace

Výkonný airlift je neohrabaný a těžký, proto jeho ústí musí být přesně ovládáno. Je lepší vytvořit polostálé nastavení, než dávat každé ráno zařízení do vody. Toto se provádí připevněním nejvrchnějšího konce neohebné roury ke kovovému plováku (to může být například barel o objemu 200 litrů). Na spodní straně musí být otvor, aby mohl být naplněn vzduchem, a na horní části musí být kohoutek, aby se mohl uvolnit přebytek vzduchu, pokud je airlift příliš lehký. Dvě závaží o hmotnosti 100 až 200 kilogramů se umístí na část mořského dna, které má být vyčištěno a airlift je ukotven mezi nimi šňůrami 6 až 10 metrů nad ústím. Regulací těchto šňůr může být nástroj posunut podél linie mezi závažími. Celková délka roury je vypočtena tak, že nejvyšší horní část, kterou drží plovák, musí být alespoň 2 metry pod hladinou a relativně chráněna před pohybem vln. Hmotnost airliftu ve vodě může být nastavena regulováním množství vzduchu v plováku, přičemž vždy se ujistěte, že nástroj během používání má neutrální vztlak. Úhel neohebných trubek by měl být co nejbližší svislému bodu, nikdy nepřesahujícímu úhel 15 až 20 stupňů (protože sediment by se vzpříčil na stěnách trubek a zablokoval nástroj.). Plovák je obvykle postačující k tomu, aby stroj držel na místě, ale pokud je proud silný, musí být roury drženy lanem, upevněny na čtyři závaží na dně (Dumas, 1962, s. 37).

2.19 Inspekce a odvoz vyzvednutého materiálu

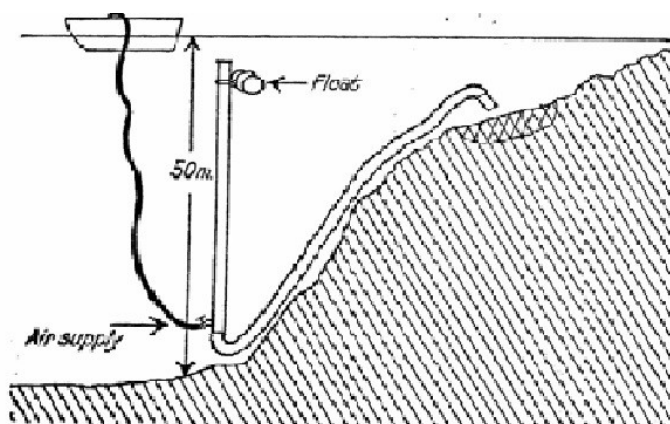
Někdy může nastat potřeba zkontrolovat materiál pocházející z periferního výkopu. Existují dva způsoby, jak to udělat: vysátý materiál může být buď zachycen v kovovém koši pod vodou, nebo vyložen na lodi, kde je kontrolován ručně jako při práci na nalezištích na souši. To se uskutečňuje připojením ohebného dílu trubice k horní části neohebné roury. Ohebná trubka je držena na hladině řadou plováků a její výstup je připevněn na palubě lodi. Nevýhodou tohoto uspořádání je to, že horizontální prodloužení roury na hladinu zvyšuje pravděpodobnost zablokování. Když materiál opouští svislou rouru, je vynášen ve formě pěny. Na hladině mají částice tendenci k padání a přilnutí ke stěnám roury, což nakonec vede k poruchám a ztrátě času. Jak bylo uvedeno výše, hlavní obtíž je vyzvednout materiál do určité výšky nad hladinu, což je problém, jenž se zřídka týká práce na odkrývání vraku, kdy dochází k vypouštění materiálu na hladině (Dumas, 1962, s. 37-38).

2.20 Propad materiálu

Když se airlift zanoří do vody nad potápěčem, lze předpokládat, že materiál bude klesat zpět a kalit oblast, kde se pracuje. K tomuto ale dochází jen zřídka. Lehké bahno totiž tvoří suspenzi a vytváří mrak na hladině. Pomalu padající písek je unášen téměř nepostřehnutelným proudem, zatímco pevná tělesa, jako jsou skořápky, jsou čisté, takže při jejich přistání na dně neovlivňují viditelnost. Mnohem vážnější je oblak bahna, který se vytvoří jakýmkoli pohybem na dně samotném, a pak zde zůstává ve formě suspenze. Lze jej vyčistit tím, že se airlift drží 1 stopu (cca 30 cm) nade dnem, aby se mrak bahna odsál. V podmínkách absolutního klidu lze předpokládat, že vykládání zhora může na dně vytvářet mrak. V tomto případě navrhuji prodloužení ohebných rour ze spodní části pevné trubky, s tím, že vstup pro vzuch se bude nacházet u konce pevné, svislé roury. Potápěč je pak mimo dosah vertikálního spadu materiálu, přičemž nebezpečí zablokování spojené s horizontálními rozšířeními bude minimalizováno, poněvadž ve spodní části se materiál pohybuje podél roury silným proudem vody předtím, než začne jeho výstup v pístu z bublin (Dumas, 1962, s. 39-40).

2.21 Adaptace pro mělkou vodu

Prodloužení z ohebné roury napojující se na konec pevné roury může být v určitých případech úprava pro použití v mělké vodě. Takové výkopy zahrnují zcela odlišné problémy, ale někdy může být nutné použít airlift v třímetrové hloubce nebo i v menší. Jestliže je spodní část svahu strmá, pak je to možné. Pevná roura je ukotvena v hloubce, zatímco ústí na konci ohebného prodloužení se využívá výše (Dumas, 1962, s. 40).



Zdroj: (Dumas, 1962, s. 40)

Obrázek 9: Airlift v mělké vodě

2.22 Manipulace

Potápěči by si měli při manipulaci s airliftem přidat více závaží na opasek. Pracují buď na kolenou, nebo ve dřepu a je doporučeno pracovat čelem k proudu, aby se nezkalená voda nacházela před nimi. V blízkosti vraku se ústí airliftu drží několik centimetrů ode dna, tím pádem potápěči vidí, co vysávají. Sání bude při vykopávání silnější, pokud bude ústí v kontaktu s pískem. Stroj tak reaguje na překážku, protože se sníží přívod vody, zatímco přívod vzduchu je přiměřeně zvětšen. Emulze se stane lehčí a sání zesílí. Airlift vysaje vše: šterk, písek nebo kypré bahno a to v těžko představitelné míře. Pouze určité kompaktní formy bahna vysátí odolají (Dumas, 1962, s. 41).

2.23 Způsob vyzvedávání

Standardní zařízení určené pro vyzvedávání nepotřebuje žádnou úpravu pro archeologické účely. Za zmínku však stojí typ plastového vaku, který je připevněn k předmětu, jenž má být vyzvednut a je naplněn stlačeným vzduchem. Tyto vaky se prodávají na komerčním trhu. Existují různé velikosti, které mohou vyzvednout objekty od 100 kilogramů až do 1 tuny. Vaky tvaru hrušky, mají otvor v úzké základně, ke kterému je připevněna řada popruhů, ke kterým se předměty přiváží. Stlačený vzduch se vhání do otvoru, odkud vzduch automaticky uniká, tak jak se při výstupu postupně rozpíná. K dispozici je také na horní části vaku kohoutek, který umožňuje potápěči regulovat vztlak. Tento ovládací prvek lze použít pouze tehdy, když je vak statický. Váhu těžkých objektů můžeme anulovat, objekt tím pádem lze zvednout ručně a je možné prozkoumat jeho spodní stranu. Poté se podle potřeby může objekt znovu usadit na dno nebo vynést k hladině. Přiměřená velikost vaku je určena odhadem hmotnosti předmětu, který má být vyzvednut a výpočtem ekvivalentní objemové kapacity vaku. Vak začíná svůj vzestup napůl prázdný, je-li příliš velký, rozpínající vzduch vyplní celý prostor předtím, než je vak vytlačen k hladině. Rychlost vzestupu je kumulativní, vak shromažďuje hybnost, a když je rychlost výstupu příliš vysoká, pak vak vystoupá z vody, vzduch se z něj vypustí a znovu se pod zátěží potopí. Pokud je nutné použít velký vak, je možné zabránit problémům, tím že se k němu připevnění vodící lano, kterým může potápeč na dně regulovat rychlost výstupu (Dumas, 1962, s. 41-42).



Obrázek 10: Vyzvedávání, manipulace pomocí vaků

Zdroj: (Kelley, 2012)

2.24 Koše pro vyzvedávání

Nejužitečnější typ koše se skládá z kvádrové železné konstrukce, pokryté z pěti stran hrubým drátěným pletivem. Dvě smyčky lana, přivázané k rohům, slouží jako rukojeti a jsou připojeny ke kabelu, který vede k výložníku nebo jeřábu nad hladinou. V těchto kovových kontejnerech (koších) jsou křehké předměty přepravovány uvnitř běžných košů z rákosu. Velmi křehké nálezy nebo organický materiál ze samotné lodi, musí být chráněn před pohybem vody, zejména na hladině. Tyto objekty musí být umístěny do pevných kovových nebo plastových nádob, které mohou být uzavřeny, čímž se zabrání poškození, které vznikají při pohybu vody. V určitých případech, jako je oddělení malých, značených nálezů se využívají plastové sáčky, které se následně vloží do košů z rákosí (Dumas, 1962, s. 42).

2.25 Nástroje

Většina malých nástrojů funguje pod vodou stejně dobře, jako na zemi, ale některé nástroje je lepší přizpůsobit vodnímu elementu. Rýč vždy bude sloužit ke kopání, ale pod vodou ztrácí účinnost, tam je písek lehký a jednoduše odletí. Řešením je vytvořit hlubší a více uzavřený rýč, podobný uhelné lopatě, který bude mít vytvořené okraje pro ochranu obsahu. Nástroje, jako jsou kladiva, v závislosti na rychlosti pohybu, ztrácejí energii, takže je lepší mít tyto nástroje těžší než pro podobnou práci na souši. Pro kladiva je také dobré využít dlouhé, úzké hlavy a rukojeti oválného tvaru. Tyto vlastnosti nabízejí menší odpor vody. Potápěči by neměli zapomenout, že vzhledem k tomu, že hustota je jednou z hlavních charakteristik vody, může být sama voda využita.

Může přesouvat kilogramy písku nebo může vykopat díru okolo zasypaných objektů. Navíc se potápěč, který využívá sílu vody, naučí přesouvat písek nebo bahno a současně jediným pohybem udržovat viditelnost tím, že si udrží proud čisté vody před maskou (Dumas, 1962, s. 42-43).

2.26 Mechanický pohon potápěče (skútr)

Na trhu jsou k dispozici skútry poháněné elektromotory ve vodotěsných kontejnerech. Skútry mohou potápěče dopravovat rychleji, než jsou schopni plavat a to bez jejich vyčerpání, to vše při průměrné rychlosti 2 uzly (Dumas, 1962, s. 43).

2.27 Tažné sáně

Prívěsy tažené za lodí se také prodávají v obchodech. Jsou navrženy tak, aby umožnily potápěči regulovat jejich hloubku a udržovat dno ve viditelné vzdálenosti. Nejjednodušší je malá deska, která má smyčku připevněnou ke konci a další připevněnou uprostřed k tažnému lanu. Několik rukojetí na konci desky stačí k jejímu řízení nahoru nebo dolů. Složitější modely mají křídélka a karoserii, které chrání jezdce před nárazy vody. Pro systematické vyhledávání se dospělo k závěru, že je lepší tahat potápěče na těžkém laně (30 až 50 kg), než využívat desku. Potápěč visí na laně a brzy se naučí, jak dlouhé a těžké lano má použít. Rychlost tažení nesmí překročit dva a půl uzlu, v rámci tohoto limitu závisí příslušná rychlost od viditelnosti ve vodě, velikosti a druhu objektu, který je hledán. Loď, která provádí tažení, musí plout po předem stanoveném kurzu, který je vyznačen bójemi. Vzdálenost mezi kursy, jak se loď plaví dopředu a zpět závisí na viditelnosti pod hladinou a je určena po předběžném ponoru. Pokud jde o pohled potápěče, pak jakýkoli mechanický pohon, který potápěče znehybní v proudu vody, jej ochlazuje a potápěč by měl přijmout opatření proti prochladnutí tj. měl by použít suchý oblek (Dumas, 1962, s. 43-44).

2.28 Bóje

Existují dva způsoby pro označení objektů nalezených při vyhledávání. Pro prozatimní použití má potápěč malé značky, které má připevněné na pásku. Ty jsou vyrobeny z pevného, celulárního plastu a mají tvar kotouče. Kolem kotouče je namotaná nylonová šňůra, na jejímž konci je připevněné závaží. Pro usnadnění manipulace je závaží zasunuto do otvoru ve středu kotouče. Jakmile závaží klesne, tak se nylonová šňůra

uvolní a automaticky se odmotává. Větší bóje, standardního provedení, jsou uloženy na lodi. S nimi se provádí dlouhodobé značení a vymezuje se s nimi oblast, která má být prozkoumána (Dumas, 1962, s. 44).

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Cíl

Cílem této práce je vytvořit metodickou příručku pro technické a technologické postupy při podvodní archeologii s přihlédnutím na podmínky České republiky.

3.2 Metody

Jako hlavní metoda byla využita kompilace informací z dostupné odborné literatury, která se zabývá podvodní archeologií. Využity také byly neformální rozhovory s odborníky.

4 Metodická příručka

Úvodem by bylo vhodné definovat, co je to archeologie.

Narozdíl od historie, která se zabývá minulostí lidstva komplexně (tj. z pohledu politického, hospodářského, náboženského i kulturního), je archeologie věda, která zkoumá minulost člověka skrze výpověď hmotných a dalších nepísemných pramenů. Má vlastní metody, jimiž tyto prameny získává a interpretuje. Písemné prameny archeologové sami nezkoumají, ale využívají z nich informace pro poznání studované doby; ty jim zprostředkovávají historikové a další specialisté (Bláhová-Sklenářová, 2017, s. 1).

4.1 Právní zabezpečení – oprávnění k archeologickému výzkumu

(1) Archeologické výzkumy je oprávněn provádět Archeologický ústav Akademie věd České republiky (dále jen „Archeologický ústav“), který se také vyjadřuje k ochraně archeologického dědictví v řízeních podle zvláštních právních předpisů (Česko, 1987, s.46).

(2) Ministerstvo kultury může na žádost v odůvodněných případech po dohodě s Akademií věd České republiky povolit provádění archeologických výzkumů vysokým školám, pokud je provádějí při plnění svých vědeckých nebo pedagogických úkolů, muzeím nebo jiným organizacím, popřípadě fyzické osobě, které mají pro odborné provádění archeologických výzkumů potřebné předpoklady (dále jen „oprávněná organizace“). Oprávněná organizace uzavírá s Akademií věd České republiky dohodu o rozsahu a podmínkách provádění archeologických výzkumů (Česko, 1987, s.46).

(3) Potřebnými předpoklady podle odstavce 2 se rozumí odborná kvalifikace fyzické osoby žádající o udělení povolení, nebo odborná kvalifikace fyzické osoby, která je v pracovním nebo jiném obdobném poměru k osobě žádající o udělení povolení, jejichž prostřednictvím bude zajištěna odbornost provádění archeologických výzkumů, a vybavení laboratorním zařízením a prostory nezbytně nutnými pro vědecké poznání a dokumentaci archeologických nálezů a dočasné uložení movitých archeologických nálezů. Odborná kvalifikace se prokazuje splněním dosažené kvalifikace, již je vysokoškolské vzdělání získané studiem v akreditovaném magisterském studijním

programu v oblasti společenských věd se zaměřením na archeologii, a 2 roky odborné praxe (Česko, 1987, s.46).

4.2 Před samotným hledáním a průzkumem lokality

Před tím, než začne vlastní práce v terénu a je dobré v rámci přípravy zjistit všechny dostupné informace k danému tématu či lokalitě, kde má být průzkum prováděn. Tyto informace se získávají v knihovně, archivu či elektronické podobě.

4.3 Nedestruktivní průzkum

Nedestruktivní archeologický výzkum je takový archeologický výzkum, který je zcela neinvazní a jeho součástí není výkop (Národní památkový ústav, 2018).

4.3.1 Sonar

Jedná se o nejjednodušší a nejlevnější metodu elektronického vyhledávání. Tato metoda se využívá poté, co je již oblast pro výzkum známá. Je užitečná pro přesné určení místa, kde se předmět výzkumu nachází. Sonar funguje na principu úzkého paprsku, který je odražen ode dna a tím zaznamená profil dna (Nautical Archaeology Society, 2015).

4.3.2 Magnetometr

Magnetometr produkuje data upozorňující na anomálie v magnetickém poli Země způsobené železnými nebo feromagnetickými tělesy. Tyto anomálie dále prozkoumá potápěč nebo se využije jiného geofyzikálního zařízení. Citlivé magnetometry dokáží detekovat i stará ohniště (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1987, s.38).

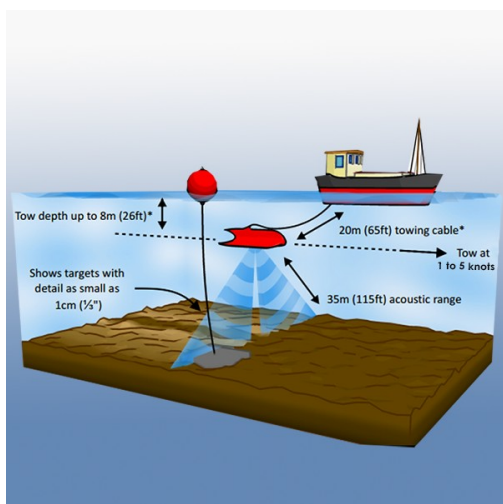


Obrázek 11: Magnetometr

Zdroj: (Woods Hole Oceanographic Institution)

4.3.3 Side scan sonar

Side scan sonar vysílá paprsek z snímačů umístěných v tažené "rybce". Akustické odrazy ukazují reliéf dna. Plocha, kterou přístroj pokryje závisí na výšce "rybky". Tato výška může být změněna nastavením délky tažného lana nebo rychlostí plavidla. Pokud se "rybka" nachází v blízkosti mořského dna, bude úzký snímek dna zaznamenán s vyšším rozlišením, pokud je "rybka" dále ode dna, pak se pokryje větší oblast mořského dna, ale rozlišení snímku se sníží. Side scan sonar je poměrně levný a snadno ovladatelný, jelikož s "rybkou" může manipulovat jedna osoba. Nicméně s malými zkušenostmi se budou data z relativně plochého místa obtížně interpretovat (Nautical Archaeology Society, 2015).



Obrázek 12: Side scan sonar

Zdroj: (Seafloor Systems)

4.3.4 Letecké snímky

Letecké snímky se dají využít jen ve vodách s malou hloubkou. Obvykle je to hloubka od 1 do 3 metrů. Moderní digitální fotoaparáty s vysokým rozlišením vytvářejí snímky buď v infračervené barvě, nebo v režimu v pravé barvy (Amanda Bowens, 2009, s. 113).

4.4 Zaměření lokality

Důležitou částí výzkumu je zameření dané lokality tak, aby se mohla lokalizovat v širším kontextu.

4.4.1 Teodolit / Totální stanice

Totální stanice kombinuje elektronický teodolit k měření úhlu tranzitu, prostředky pro měření vzdáleností a software pro propojení s počítačem. Zařízení měří úhly a vzdálenosti a poskytuje souřadnice X, Y a Z pro každý bod (Nautical Archaeology Society, 2015).

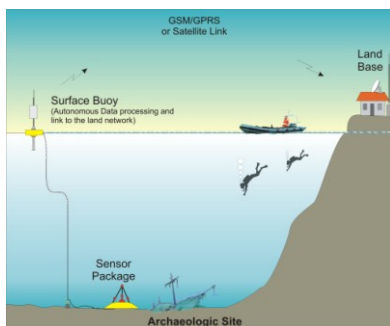


Obrázek 13: Totální stanice (teodolit)

Zdroj: (GEOPEN)

4.4.2 GPS

Ministerstvo obrany USA vlastní 24 satelitů, které vysílají informace o poloze a čase do GPS přijímačů na zemi. Tyto přijímače pak používají trilaterace, aby vypočítali polohu jednotky. Pro získání pozice jsou požadovány signály z minimálně tří družic. Standardní přijímač poskytuje přesnost mezi 2 a 20 metry (Nautical Archaeology Society, 2015).

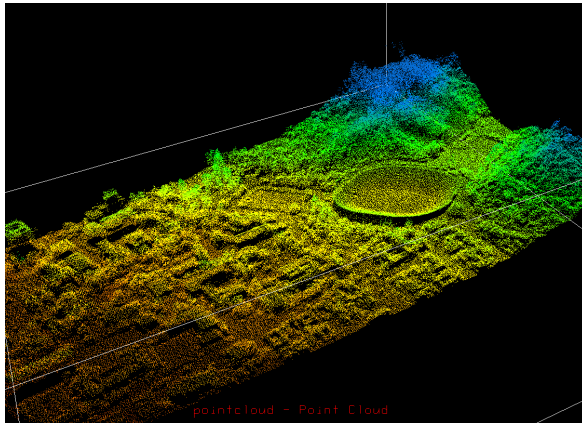


Zdroj: (Akal)

Obrázek 14: GPS zaznamenávání polohy

4.4.3 3D Point cloud

Při metodě 3D Point cloud se pomocí skeneru vytvoří databáze, která obsahuje body v trojrozměrném souřadnicovém systému. Jedná se o velmi přesný digitální záznam objektu nebo prostoru. Tato metoda se používá k mapování lokality (CIĚPKA, 2016).



Obrázek 15:Metoda 3D Point cloud

Zdroj:(UNAVCO, 2015)

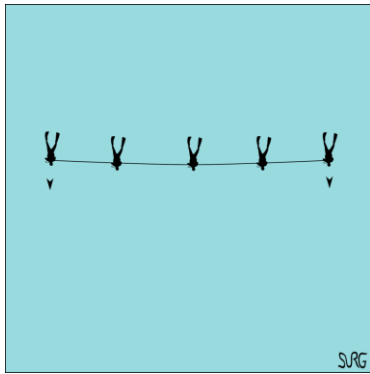
4.5 Hledání (průzkum)

Hledání archeologických objektů většinou závisí na zraku. V podmínkách České republiky, kde je velice často zhoršená viditelnost, se často využívá hmat nebo náčiní jako je detektor kovů. Rychlost hledání ovlivňuje jak velikost objektu, který je hledán, tak viditelnost a samozřejmě i zkušenost potápěčů.

Metody hledání:

4.5.1 Plavání v linii

Tato metoda spočívá ve vytvoření řetězce 2 a více potápěčů, kteří plavou vedle sebe. Drží se lana, které je mezi nimi nataženo. Rozestupy jsou mezi nimi takové, aby byli schopni vizuálně pokrýt dno pod nimi. Oblast, která je prohledávána je vyznačena šňůrami na dně. Pokládání šňůr je nejlépe provádět z člunu ,tak aby byly položeny co nejrovněji. Potápěči spolu mohou komunikovat signály, které si předávají po laně (Bowens, 2009, s. 98).

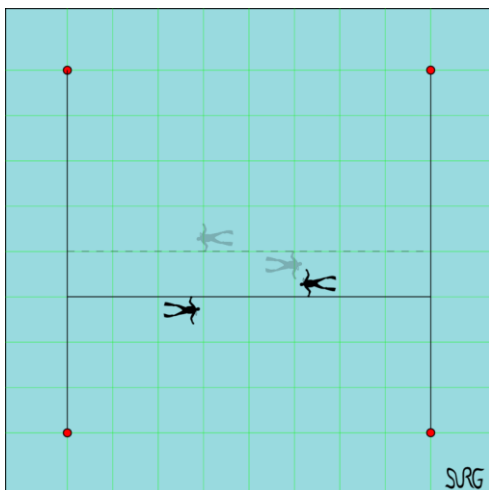


Zdroj: (Peter Southwood, 2011)

Obrázek 16: Hledání v linii

4.5.2 Koridor

Tato metoda hledání je využita při nutnosti celkového pokrytí oblasti na dně a to jak vizuálně, tak pomocí detektoru kovů. Na dno se připevní dvě dlouhé šňůry, které jsou na sebe rovnoběžné. Šířka mezi nimi je libovolná a závisí na velikosti oblasti, která má být prohledána. Další dvě šňůry se pokládají kolmo mezi dvě základní šňůry, čímž vytvoří koridor, ve kterém se provádí hledání. Po prohledání koridoru se vedle něj natáhne nová šňůra a tím se vytvoří další koridor. Šňůry se musí ke dnu dobře připevnit, aby nedošlo k jejich pohybu následkem proudů. Konce dvou základních šňůr se musí upevnit na závaží, kolíky nebo balvany. Ideální šířka koridoru pro dva potápěče je dva metry. Každý potápěč prohledává oblast širokou jeden metr. Tato šířka může být i menší, to záleží na viditelnosti (Nautical Archaeology Society, 2015).



Obrázek 17: Hledání v koridoru

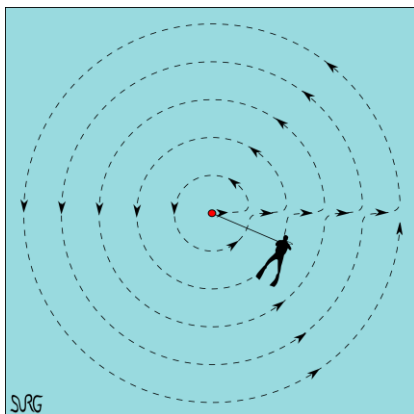
Zdroj: (Peter Southwood, 2011)

4.5.3 Využití mřížky

Při nutnosti oblast důkladně prohledat a nálezy přesně lokalizovat je nejlepší využít mřížku. V první řadě je nutné položit šňůry ve vhodné vzdálenosti a kolmo na sebe, tak aby nad místem výzkumu vytvořily mřížkový systém. V systému mřížky se dá lehce orientovat podle souřadnic, kdy v levém dolním rohu se nachází nula a další čísla jsou rozmístěna na vertikální a horizontální ose. Pro zjednodušení orientace v mřížce se může číslování jedné z os nahradit písmeny (Bowens, 2009, s. 100).

4.5.4 Kruhové hledání

Tato metoda hledání se dá dobře využít při špatné viditelnosti, nebo při náhlé potřebě prohledání určité oblasti. Veškeré vybavení, které je k této metodě potřebné u sebe má každý potápěč. Jedná se o dekompresní bojku a závaží. Metoda kruhového hledání je užitečná při lokalizování objektu, jehož pozice nebyla dostatečně zaznamenána nebo při rozšiřování oblasti výzkumu po nalezení osamocenému objektu. K vyhledávání se využívá natažená šňůra, která je připevněna ke dnu. Potápěči plavou do kola, k čemuž využívají kompas nebo na dno umístí značku, aby věděli, kdy dokončili okruh. Velikost oblasti, kterou potápěči při kruhovém plavání prohledávají je různá a závisí na okolních podmínkách nebo velikosti očekávaného předmětu. Většinou potápěči začínají s hledáním ve středu kruhu a postupně zvětšují jeho poloměr. Je důležité, aby šňůra, která vede od středového bodu, byla napnutá, aby potápěč plaval po přesném kruhu. V případě, že se šňůra zachytí o překážku, je nutné napětí povolit a následně lze šňůru přehodit přes objekt, za který se zachytila. Nález objektu může být zaznamenán pomocí vzdálenosti od středu a kompasu (Nautical Archaeology Society, 2015).



Zdroj: (Peter Southwood, 2011)

Obrázek 18: Hledání v linii

4.6 Destruktivní výzkumné metody

Destruktivní archeologický výzkum je takový archeologický výzkum, který je invazní a jeho hlavním nástrojem je výkop (odkryv), který zasahuje fyzickou podstatu nemovitého archeologického nálezů (ARCHEOLOGICKÝ ÚSTAV AV ČR, Praha, v.v.i., 2010).

Za určitých podmínek, jako je nedostatek financí, techniky nebo pokud nálezy mohou vydržet bez problémů v dané lokalitě se musí zvážit, zda není lepší tyto metody vynechat. Opačně je to samozřejmě při záchranných výzkumech, kde dojde k porušení lokality například stavbou.

4.6.1 Sondování

Hlavním úkolem je nalézt a lokalizovat objekty pod povrchem. Systematickým sondováním můžeme zjistit rozsah a hloubku, ve které se objekt nachází. Jelikož je sondování subjektivní charakteru, jelikož závisí na schopnostech konkrétního potapěče, dá se jen velmi těžko měřit jeho úspěšnost. Kvůli hrozbě zničení artefaktů by se mělo sondování používat jen po pečlivém zvážení všech výhod a nevýhod tohoto postupu v konkrétní situaci.

Sonda:

Nejjednodušším druhem sondy je kovová tyč, která je dostatečně tenká, aby byla zasunuta do sedimentu, ale zároveň tak silná, aby se neohla. Když je sediment příliš tvrdý na to aby se využila taková tyčová sonda, použijeme trubku o průměru 25 milimetrů, do které je přiváděna voda. K proniknutí sedimentem stačí nízký tlak vody. Na tlak vody je třeba dávat pozor, aby nepoškodil archeologické objekty. Nevýhodou je, že voda pumpovaná do sondy je obohacená o kyslík a ten může narušit anaerobní prostředí, ve kterém se archeologické objekty nacházejí (Bowens, 2009, s. 135- 136).



Obrázek 19: Sondování

Zdroj: (Center for Maritime Archaeology & Conservation)

4.6.2 Kopání

4.6.2.1 Ruce

Nejzákladnějším nástrojem pro odstraňování materiálu na dně je potápěčova ruka, zároveň je i nejcitlivější a je velmi přesná. Dá se jí ovívat místo nálezu a tím zlehka odstraňovat materiál nebo lze pomocí ruky hrabat (Bowens, 2009, s. 141).

4.6.2.2 Zednická lžíce, špachtle

Při potřebě odstraňovat tvrdší materiál je výhodné využít zednických lžic. Ty se objevují v různých velikostech i tvarech. Zednická lžíce se využívá i při archeologických vykopávkách na souši. S malými lžicemi můžeme škrábat čepelí směrem k sobě nebo se dá využít jejich hrot. Při práci s měkčími sedimenty je lepší využít větší lžíce (Bowens, 2009, s. 142).



Obrázek 20: Zednická lžíce

Zdroj: (The Home Depot)

4.6.2.3 Kramle

Dle zkušeností Davida Vondráška, se může potápěč pomocí kramle v proudech přichytit ke dnu či s ní může lehce odkrývat i těžší kameny či kameny přirostlé kde dnu. Je to ovšem velmi hrubý nástroj, a proto je nutná opatrnost při manipulaci s ní, aby se nepoškodil případná nález.



Obrázek 21: Kramle

Zdroj: (Landsmann nářadí a nástroje)

4.6.2.4 Štětce

Důležitou pomůckou při podvodním kopání je štětec. Větší štětce se využívají k čištění rozsáhlejších ploch. Ten menší se využije především při odstraňování měkkého materiálu. Jako je písek, jíl nebo další naplaveniny. Hlavně při odkrývání organického nebo křehkého materiálu je využití štětce nezbytné (Bowens, 2009, s. 142).

4.6.2.5 Jiné nástroje

Dle zkušeností Barbory Machové, je možno při podvodní archeologii využít i jiných nekonvenčních nástrojů. Některé z nich můžeme nalézt i v domácnosti. Mohou to například být: čajové lžičky, zubní sondy, nože, dětské lopatky na pískoviště a podobně. Důležité je využít svoji fantazii a schopnost improvizovat, protože mnohdy není k dostání nástroj, který bychom právě potřebovali. Při práci s křehkými materiály je výhodné použít nástroje, které nejsou z kovu, aby nedošlo k poškození artefaktů.

Drobné nástroje je dobré nosit v nádobě, se kterou sá dá potápět (například krabička s dírkami), aby při ponoru nedošlo k jejich ztrátě.

4.6.2.6 Vrstvy při kopání

Potápěč, který provádí vykopávání, by měl postupovat opatrně od svrchních vrstev ke spodním. Vrstvy usazenin, které se nacházejí hlouběji, by neměly být dotčeny, dokud se vrstvy nad nimi neprozkoumají a nezdokumentují. Některé sedimenty nemusejí umožnit postupné odstranění vrstev (Bowens, 2009, s. 142).

4.6.2.7 Nakládání s vykopávanými objekty

Při neopatrném vyzvedávání objektů jsou ohroženy výsledky kopání. Je velmi důležité vybrat správný způsob, kterým mají být objekty vykopány a následně musejí být dobře zaznamenány. Objekty se nesmějí vytáhnout ze sedimentu a to z několika důvodů:

- objekty se mohou poničit
- mohou se poškodit další předměty, které se nacházejí v okolí vytahovaného předmětu
- nedojde k zaznamenání objektů, které se nacházejí v okolí
- nedojde k rozpoznání v jaké archeologické spojitosti se předmět nachází

Předměty, které jsou dostatečně robustní, se postupně zbavují sedimentu, dokud nejsou připraveny pro záznam. Poté mohou být vyzdviženy ve vhodné nádobě.

Hned po začátku odkrývání se odkrývané předměty stávají náchylné na poškození a to jak kvůli činnosti potápěčů, tak kvůli působení okolního prostředí. Proto je důležité v některých případech poskytnout ochranu vykopávaným předmětům. Může být využito dlah a polstrování. Ovšem při práci s křehkými objekty, je důležité, aby je vykopávali potápěči, kteří mají hodně zkušeností. Když to bezpečnostní faktory umožní, mohou si potápěči sundat ploutve, aby nepoškodili okolní objekty. Ovšem, když jsou předměty velmi křehké, například jako kůže a textilie mohou být tato opatření nedostatečná. Takto křehké předměty je vhodné přesunout do vhodné nádoby i s okolními sedimenty (Bowens, 2009, s. 143).

4.6.2.8 Samotné kopání

Podvodní kopání se skládá ze dvou postupů, k nimž se používají různé nástroje. Prvním postupem je samotné kopání a druhým je odstraňování nežádoucích sedimentů, které se uvolňují při samotném kopání. Pro odstranění nežádoucích sedimentů se v ideálním případě mohou využít vodní proudy, jinak je třeba použít nástroje vyvinuté pro odsávání. Při kopání je třeba stále dávat pozor a rozhodovat se, jak hluboko kopat, jaký materiál a kolik materiálu odstranit (Bowens, 2009, s. 144).

4.6.2.9 Airlift

Jak airlift vypadá a funguje bylo již vysvětleno v kapitole 2.15 a 2.18. Důležité je, aby kompresor poskytoval airliftu velký objem vzduchu s nízkým tlakem. Velikost kompresoru se volí dle hloubky, ve které se bude pracovat a dle počtu airliftů, které budou ke kompresoru připojeny. V žádném případě nemůže stejný kompresor sloužit k dodávání vzduchu potápěčům a zároveň airliftu. Jelikož má kompresor větší hmotnost, je nutné, aby byl umístěn na dostatečně velkou plavoucí plošinu nebo loď. V některých případech se může stát, že hadice vedoucí od kompresoru k airliftu se bude vznášet a tahat airlift k hladině vlivem stlačeného vzduchu v hadici. V tomto případě je nutné připevnit hadici ke dnu. Dále je třeba dávat pozor na to, aby se hadice nezamotávala a nepředstavovala tak nebezpečí pro potapěče. Než se airlift poprvé použije, musí být stabilně umístěn a zkontrolován. Po spuštění kompresoru je nutné vyčkat, než bude dosaženo pracovního tlaku. Poté je možno zprovoznit samotný přístroj. Dokud směřuje konec trubky airliftu dolů, bude vzduch stoupat. Pokud vzduch z trubky uteče a trubka jen leží, stačí trubku spustit směrem dolů nebo trochu zvednout. Může se využít i jiná metoda a sice přiložení ruky na konec trubky, pak nebude vzduch z trubky unikat a naplní rouru. Nebezpečím u této metody je, že se airlift může začít vznášet. Po spuštění airliftu je důležité nastavit jeho neutrální vztlak. Pokud se airlift začne vznášet musí se k němu připevnit závaží. Je důležité, aby se pečlivě vybrala oblast, kde se bude vykládat odsátý materiál. Při špatném výběru této oblasti může odsátý materiál padat zpět do výkopu. Pokud se v místě výkopu vyskytuje proud, je možné jej využít pro odnos odsátého materiálu, který padá ke dnu. Pokud je místo vykládání materiálu příliš blízko kopání může se přesunout jinam nebo se může využít jiného nástroje a tím je water dredge. Pokud konec trubky, kterým vytéká odsátý materiál, vyčnívá z vody, je vhodné

umístit závaží na spodní konec trubky. Pro airlift se může využít jak pevná, tak ohebná trubka. Jedinou podmínkou je, aby byl dobře přístupný přívod vzduchu pro případ nouzového vypnutí. Airlift je třeba využívat opatrně. Při práci, kde by se mohly archeologické objekty poškodit se airlift využije jen pro odsátí materiálu, který je odstraňován rukou nebo jinými předměty jako například zednická lžice nebo štětec. V takovémto případě je důležité držet airlift asi 30 cm od vykopávání, ale může se držet i dále, pokud je práce velmi jemná. Ventilem na přívod vzduchu je možné ovládat sílu sání. Pokud bude práce s airliftem příliš rychlá nebo pokud bude airlift přiložen příliš blízko ke dnu nebude možné kontrolovat, co airlift odstraňuje. Kvůli těmto případům je u konce airliftu, kde se vykládá odsátý materiál připevnět koš, kde se zachytávají odsáté předměty (Unesco, 2012, s. 263-264), (Bowens, 2009, s. 144-145).



Zdroj:

(Marzamemi Maritime Heritage Project)

Obrázek 22: Potápěči při práci s airliftem

4.6.2.10 Water dredge

Jaký je rozdíl mezi water dredgem a airliftem bylo vysvětleno v kapitolách 2.15 a 2.16. Výhodou water dredge je jeho cena, jelikož vodní čerpadlo je levnější než kompresor. Další výhodou je fakt, že water dredge dobře funguje i v mělké vodě. Z tohoto důvodu je výhodnější jeho využití v České republice například v řekách. Stejně jako u airliftu se může na konec water dredge připojit ohebná trubka, aby bylo možné dostat se i do obtížně přístupných míst. Samozřejmě stále platí podmínka, že ovládání přívodu vody musí být z bezpečnostních důvodů dobře přístupné. To, jak účinně bude water dredge pracovat závisí na tom, jaké množství vody se do něj pumpuje. Water dredge by se měl používat k odsávání materiálu, který potápěč vykope. Neměl by být využíván jako přístroj pro vykopávání. Může se ovšem použít k odsátí již odstraněného materiálu, který se naschromáždil na místě, kde chceme provést nový výkop. Nevýhodou water

dredge je, že nemá vztlak, a proto se s ním pracuje obtížněji než s airliftem. Tuto nevýhodu lze poměrně jednoduše odstranit a to připevněním plastových kanystrů naplněných vzduchem, čímž se vytvoří vztlak. Další nevýhodou je voda, která vychází na konci přístroje ve velké rychlosti a to může způsobit zvíření materiálu za místem práce a potencionálně i poškození artefaktů. Aby se předešlo poškození předmětů, je dobré konec trubky připevnit tak, aby byl v určité výšce vodního sloupce nebo nad hladinou, kde už nenapáchá žádné škody. K tomu se dají využít závaží a bojky. Tím, že se konec trubky ukotví, sníží se dopředný pohyb způsobený odtékáním vody a zlepší se manipulace s přístrojem. Dopředný pohyb způsobený odtékáním vody se dá zmírnit také tím, že se před konec trubky naplocho připevní destička. Také se může využít zahnuté trubky, která se připevní ke konci nástroje (Unesco, 2012, s. 265-266), (Bowens, 2009, s. 145-146).

4.6.2.11 Water jet

Další přístroj, který se dá v podvodní archeologii využít je water jet. Water jet pracuje na principu vysokého tlaku vody. Voda pod vysokým tlakem je vystřikována tryskou, která může mít různý tvar. Problém, který využití tohoto přístroje přináší, je nízká viditelnost. Jelikož voda pod vysokým tlakem zvíří všechny okolní usazeniny. Pro jemnější práci je nutné využít malý výkon přístroje, aby objekty výzkumu nebyly poničeny. Pro vykopávání křehkých předmětů je nutno využít spojení nízkého výkonu a malé vodní trysky. Water jetu se dá využít jako umělého proudu pro odnášení zvířených sedimentů a tím zlepšení viditelnost (Bass, 1968, s.7).

4.6.2.12 Výběr mezi water dredgem a airliftem

Airlift mnohem účinnější než water dredge, ale svoji účinnost ztrácí společně se zmenčující se hloubkou. Airlift je ale také mnohem náročnější na zabezpečení. Oba přístroje jsou vyráběny v různých velikostech. Větší přístroje pro rychlé odstranění velkého množství materiálu a menší přístroje pro jemnou práci. Airlift je oproti water dredge lépe ovladatelný. I když airlift ztrácí svoji účinnost v mělké vodě, je možné, aby zde pracoval. Je ovšem nutné mu zajistit velký objem vzduchu. Oba přístroje jsou snadno kontrolovatelné (Bowens, 2009, s. 146-147).

4.7 Vyzvedávání nalezených předmětů

Manipulace a vyzvedávání předmětů je složité a musí mu předcházet důkladná příprava a plánování. K různým předmětům je potřeba přistupovat rozdílně. Jinak se bude přistupovat k velmi křehkému organickému materiálu a jinak k velkému pevnému objektu. Všichni členové týmu musí být předem seznámeni s plánem vyzvedávání a následné manipulace s předměty. Při přemísťování nalezeného předmětu pod vodou by se mělo pohybovat s předmětem co nejpomaleji, jelikož odpor vody ho může poškodit. V případech, kdy jsou k vytažení předmětu k hladině využívány vzduchové vaky, je nutné jejich popruhy připevnit k předmětu co nejrozsáhleji, aby se váha předmětu rozložila. Dále je nutné popruhy vypolstrovat, aby se předešlo vzniku otláčenin. Při manipulaci s křehkým materiálem, který by se mohl pod svojí vahou poškodit, se využijí nádoby nebo desky, díky nimž mohou být předměty transportovány. Dále se mohou využít i rychlouzavírací sáčky, do kterých se k předmětu nalije okolní voda nebo se předmět do tohoto sáčku přemístí společně se svými okolními sedimenty. Poté je nutné odstranit ze sáčku všechny vzduch. Následně je možné předměty transportovat k hladině. Předmět se také může obalit bublinkovou fólií a ovázat plastovým provázkem. Když je předmětů k vyzvednutí více, je možné využít plastové přepravky, které musejí mít ve svém dně otvory, aby z nich mohla voda vytéct po vynesení na loď či břeh. Toto vynášení musí být provedeno jemně a co nejpomaleji, aby mohla voda lehce vytéci a nedošlo k poškození vynášených předmětů (Bowens, 2009, s. 154-155).

David Vondráček také zmiňuje, že k vyzvedávání menších předmětů se dá využít síťky z plastového materiálu, která má jednotlivé kapsy, kam se dají jednotlivé nalezené předměty uložit. Zároveň se do kapsy s předmětem vloží i kartička s jeho přesnou identifikací.

5 Závěr

Tato práce se snažila o to, vytvořit metodickou příručku pro vybrané činnosti, které využívají potápěči při práci na podvodních nalezištích. V průběhu zkoumání bylo zjištěno, že se postupy využívané ve sladkovodní podvodní archeologii (tedy i postupy využívané v České republice) neliší od postupů, které se využívají na mořském dně. Rozdílem mezi prací v moři a prací například v řece jsou hlavně podmínky, které pod vodou panují.

Přínosem hlavní části je popsání metod a postupů, které mohou potápěči při podvodní archeologii v České republice využít.

Na tuto bakalářskou práci by mohla v budoucnu navázat diplomová práce, ve které by se popisované postupy a metody vyzkoušely v praxi a byly by popsány detailněji.

Seznam použité literatury

- DUMAS, F. *Deep-water archaeology*. London: Routledge and Kegan Paul, 1962.
- ATKINSON, J. and NASH, M. *Report on the Excavation of the Hadda*. Australian Institute of Maritime Archaeology, 1991.
- GREEN, J. *Maritime Archaeology: A Technical Handbook, Second Edition*. Elsevier Academic Press, 2004. ISBN: 0-12-298632-6.
- SVERDRUP, JOHNSON, FLEMING. *The Oceans: Their Physics, Chemistry, and General Biology*. New York: Prentice-Hall, 1949.
- KUDUNOV, E.I. *Vibratory piston core-sampler*. Trudy Inst, 1957.
- CRUMLIN-PEDERSEN, O., OLSEN, O.(eds.). *The Skuldelev ships I. Topography, Archaeology, History, Conservation and Display, Ships & Boats of the North*, Vol. 4.1. Viking Ship Museum, 2002. ISBN: 8785180467.
- UNESCO. *Training Manual for the UNESCO Foundation Course on the Protection and Management of Underwater Culture Heritage in Asia and the Pacific*. Bangkok: UNESCO Bangkok, 2012. ISBN: 978-92-9223-413-3.
- BOWENS, A. *Underwater Archaeology The NAS Guide to Principles and Practice, Second Edition*. Nautical Archaeology Society, 2009. ISBN: 978-1-405-17591-3.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment. *Technologies for Underwater Archaeology and Maritime Preservation*. Washington, DC: Government Printing Office, 1987.
- BASS, G., F. *The Turkish Aegean, Proving Ground for Underwater Archaeology*. 1968
Nautical Archaeology Society. *Part I Certificate in Foreshore and Underwater Archaeology, Course handout*. Portsmouth. 2015
- ČESKO. *Zákon o státní památkové péči. Úplný text zákona č. 20/1987 Sb.* 1987

Elektronické zdroje

- Archeologický ústav AV ČR. *Pravidla archeologického výzkumu* [online]. Praha: 2010. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://www.arup.cas.cz/?p=50>
- Národní památkový ústav. *Archeologický výzkum, jeho součásti a formy* [online]. [cit. 2018-08-20]. 2018 Dostupné z: <http://previous.npu.cz/statni-pamatkova-pece-a-archeologie/archeologicky-vyzkum-jeho-soucasti-a-formy/>
- Seven seas search & Salvage. *Air lifts* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://www.sssllc.net/equipment/excavation-salvage-equipment/air-lifts/>

KELLEY, M. *Divers go to incredible lengths to recover a 16th century shipwreck* [online]. 2012 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://archaeologynewsnetwork.blogspot.com/2012/06/divers-go-to-incredible-lengths-to.html#YzlvVX42ligst4SC.97>

Seafloor Systems. *Tritech Starfish 990F Side Scan Sonar* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: https://seafloorsystems.com/products/product/tritech-starfish/category_pathway-29

Woods Hole Oceanographic Institution. *Marine magnetometer* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://www.whoi.edu/page.do?pid=8415&tid=7342&cid=14847>

GEOPEN. *Teodolity* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.merim.cz/mereni-rovin/teodolity>

AKAL, T. *Underwater Systems Technology Development* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://acoustics.org/pressroom/httpdocs/155th/akal.htm>

SOUTHWOOD, P. *Swimline search pattern* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Swimline_search_pattern.png

SOUTHWOOD, P. *Jackstay search* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: https://en.wiktionary.org/wiki/File:Jackstay_search_pattern.png

SOUTHWOOD, P. *Circular search* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular_search_pattern.png

Center for Maritime Archaeology & Conservation. *Nautical Archaeology in Puerto Rico: Summer 2010 Field Work* [online]. 2010 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://nautarch.tamu.edu/cmac/report3.shtml>

The Home Depot. *London Brick Trowel* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.homedepot.com/p/ANVIL-11-1-2-in-x-5-in-London-Brick-Trowel-57490/300960739>

Landsmann nářadí a nástroje. *Kramle kulatá* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: https://www.landsmann.cz/kramle-kulata-200mm_d93052.html

Marzamemi Maritime Heritage Project. *A Friendly Kraken* [online]. 2015 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://marzamemi.stanford.edu/friendly-kraken>

CIEPKA, G. *What is a point cloud* [online]. 2016 [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: <https://www.3deling.com/whta-is-a-point-cloud/>

UNAVCO. *UNAVCO IDV: Displays of LIDAR and TLS Point Clouds* [online]. 2015 [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: https://www.unavco.org/software/visualization/idv/IDV_datasource_point_cloud.html