

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ  
a ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

## MAPOVÁNÍ PROSTŘEDÍ

ENVIRONMENT MAPPING

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAKUB JURIGA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. ET ING. MARTIN BILÍK

BRNO 2014



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jakub Juriga

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Mapování prostředí**

v anglickém jazyce:

### **Environment mapping**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je koncipována jako rešerše možností mapování neznámého prostředí.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše možností mapování prostředí.

Srovnání jednotlivých variant.

Seznam odborné literatury:  
www stránky výrobců senzorů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. et Ing. Martin Bílík

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 18.11.2013

L.S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ***Abstrakt***

Tato bakalářská práce se zabývá různými možnostmi a metodami dostupnými pro zkoumání zejména podvodního prostředí. Po srovnání jednotlivých metod je práce zaměřena především na sonary a echoloty, od jejich historie, přes rozdělení dle typu / druhu vysílaného signálu, druhu paprsku a možnosti zobrazení výsledného obrazu, až po různé metody čtení obrazu a schopnosti jej správně analyzovat. V další části práce je pozornost věnována na uplatnění těchto technologií v různých detekčních systémech, z důvodu správného porozumění detekci, je popsán princip zpracování vstupního signálu a postupný převod až k výslednému obrazu vhodného k dalšímu zpracování. V závěru jsou popsány již používané rozlišovací metody a možnosti jejich dalšího využití.

## ***Abstract***

This bachelor thesis deals with various possibilities and methods that are available for studying especially of underwater environment. After comparing of the various methods, it is focused mainly on sonars and echolots from their history through their artition by type / kind of broadcast signal, kind of ray and possibilities of the resulting image display, to the different methods of reading of the image and the ability to analyze it properly. In the next part thesis, the attention is dedicated to the application of these technologies in different detection systems, due to the correct understanding of the detection, the principle of operation of the input signal and the gradual transfer to the resulting image suitable for further processing are described. In the conclusion, the already used distinguishing methods are described and also their potential future use.

## ***Klíčová slova***

Sonar, podvodní kamera, mapování, podvodní fotoaparát, echolokace, detekce, počítačové vidění.

## ***Keywords***

Sonar, underwater video camera, mapping, underwater camera, echolocation, detection, computer vision.

### ***Bibliografická citace***

JURIGA, J. Mapování prostředí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. et Ing. Martin Bilík.

***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Mapování prostředí zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne .....

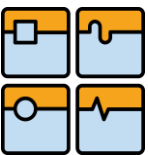
.....

podpis




## ***Poděkování***

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. et Ing. Martinu Bilíkovi za cenné rady, ochotu a připomínky k mé bakalářské práci. Dále bych rád poděkoval za cenné rady pánům z firmy RCE systems, spol. s.r.o. v rámci analýzy obrazu a v neposlední řadě bych zvláště rád poděkoval celé mé rodině a přátelům za podporu v období mého studia.

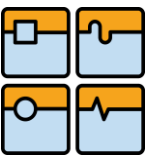
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 9
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## OBSAH

1	ÚVOD .....	11
2	MOŽNÉ VARIANTY MAPOVÁNÍ PODVODNÍHO PROSTŘEDÍ .....	12
2.1	Podvodní kamery .....	12
2.2	Fotoaparáty .....	14
2.3	Sonary .....	14
2.4	Porovnání jednotlivých metod .....	15
3	HISTORIE SONARŮ .....	17
4	ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SONARŮ .....	18
4.1	Pasivní sonar .....	18
4.2	Aktivní sonar .....	18
5	DRUHY PAPERŮ .....	20
5.1	Single beam (jednoduchý paprsek) .....	20
5.2	Dual beam (dvojitý paprsek) .....	20
5.3	Tri-beam (trojitý paprsek) .....	21
5.4	Quadrabeam (čtyři paprsky) .....	21
5.5	3d-plus (3d zobrazování) .....	22
5.6	Side imaging beam (boční zobrazovací paprsek) .....	22
6	MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ PŘIJMANÉHO SIGNÁLU .....	23
6.1	Side imaging .....	23
6.1.1	Čtení obrazu .....	24
6.1.2	Princip čtení obrazu .....	24
6.2	Down imaging .....	25
6.3	Switch fire .....	26
6.3.1	Clear mode .....	26
6.3.2	Max mode .....	26
6.4	360° imaging .....	27
6.4.1	Princip vysílání paprsku .....	27
6.4.2	Rychlostní stupně snímání .....	28
6.4.3	Další funkce .....	28

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 10
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

7	KONCEPCE A MOŽNOST VYUŽITÍ.....	29
7.1	Aplikace na systému poseidon .....	29
7.2	Využití při vyhledávání osob a objektů .....	30
7.3	Počítačové vidění .....	30
	7.3.1 Zformování obrazu ( <i>Image Formation</i> ) .....	31
	7.3.2 Nízko-úrovňové zpracování obrazu ( <i>Low-level image processing</i> )....	32
	7.3.3 Nízko-úrovňové vidění ( <i>Low-level Vision</i> ).....	32
	7.3.4 Středně-úrovňové vidění ( <i>Middle-level Vision</i> ).....	32
	7.3.5 Vysoko-úrovňové vidění ( <i>High-level Vision</i> ).....	33
8	VYUŽITÍ V PRAXI.....	34
8.1	Vyhledávání dle odstínů (segmentace) .....	34
8.2	Vyhledávání podle kontur .....	35
8.3	Vyhledávání pomocí porovnávání obrazů .....	35
9	ZÁVĚR.....	37
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	38
10.1	Literatura .....	38
10.2	Internet .....	38


	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 11
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 1 ÚVOD

Obecně mapování prostředí je velmi obsáhlé téma a kompletní obsáhnutí této problematiky by vydalo na mnohem více, než dokáže pojmut tato bakalářská práce. Pokud se zaměříme na mapování v oblasti Země, jedná se zejména o tři druhy mapování prostoru, tedy v první řadě o mapování vzdušného prostoru, kde jednoduchým příkladem může být radar a letadlo. Při samotném procesu je příslušný vzdušný prostor mapován radarem. Pokud se v tomto prostoru objeví cizí objekt, který zde původně nebyl, pak je vykreslen na obrazovku, přičemž obsluha je okamžitě seznámena se změnou původního stavu. Další oblastí je mapování prostoru souše, kde je velmi mnoho možností dle zkoumaného měřítka. Jako samotné mapování lze považovat např. kartografii, v menším měřítku například scan objektů budovy. V tom nejmenším měřítku lze uvažovat např. snímání celých místností, nebo součástí. U této metody je velmi hojně využíváno laserové záření a své velké zastoupení tato technologie nachází v reverzním inženýrství. Poslední prostor, který ještě nebyl zmíněn, je prostor podvodní. Zde jako typický příklad pro průzkum tohoto prostředí se přímo vybízí sonar a ryby, popřípadě sonar a lodě. Princip zobrazení je v podstatě podobný jako u mapování prostoru vzdušného.

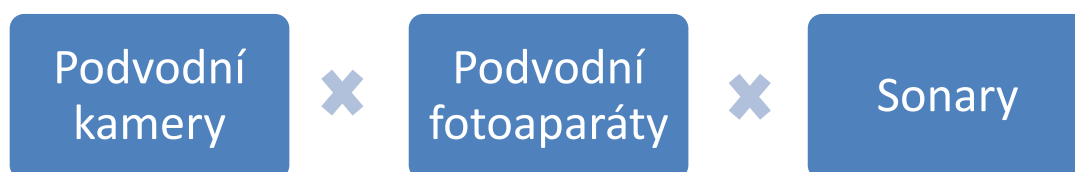
Po pečlivém prozkoumání a uvážení všech možností a obsáhlosti všech typů prostředí, následném zjištění dostupnosti různých informací, bylo po shodě s vedoucím bakalářské práce rozhodnuto, že tato práce bude zaměřena na oblast, podvodního prostředí, kde se vyvíjejí nové a čím dál více dokonalejší technologie určené pro mapování prostředí pod vodní hladinou. Hlavním rozdílem oproti mapování oblasti obklopené vzduchem je ten, že se musí předpokládat odlišnosti u stejných fyzikálních jevů v různém prostředí. Některá zařízení, určená k mapování podvodních prostorů, která jsou používána v dnešní době, většinou mají přímé propojení s GPS, což se ukazuje jako velká výhoda, při zpětném dohledávání objektů dle zaznamenané polohy v paměti. Současný uživatel se může těšit velkému portfolio funkcí, což ocení zejména při aplikaci zařízení při měnících se podmínkách.

Každopádně i při množství funkcí a zejména aplikací, které se již na trhu vyskytují, zde zůstává relativně velký prostor pro další rozšíření aplikovatelnosti v praxi a potenciál těchto zařízení zatím ještě určitě nebyl zcela probádán. Zpracování této práce by mělo být nápomocné k rozšíření a ucelení informací o dané problematice, ale také by mělo sloužit jako koncept dalších možností, kterými směry se vydat při vývoji nových užitečných zařízení.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 12
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 2 MOŽNÉ VARIANTY MAPOVÁNÍ PODVODNÍHO PROSTŘEDÍ

Metod, jakým způsobem mapovat podvodní prostředí, je velké množství. Nicméně mezi tři základní a nejdostupnější metody pro mapování podvodního prostředí patří tyto:



### 2.1 PODVODNÍ KAMERY


Podvodní kamery jsou řešeny různými provedeními a jejich zastoupení na trhu je velmi rozmanité, tudíž je možné si vybrat z nepřeberného množství variant. v následující části bude uvedeno několik nejpoužívanějších provedení.

První a velmi flexibilní provedení využívá „obyčejnou“ kameru určenou k pořízení obrazu na souši. Provedení pro zkoumání podvodního prostředí je rozšířeno o voděodolný obal, popř. je vodotěsná přímo samotná kamera. Tato varianta se tedy dá použít v jakémkoli prostředí. Tento typ kamer je nejčastěji využíván k volnočasovým aktivitám a při cestování za exotikou. Proto pro naše účely nejsou příliš vhodné. Důvodem je jejich nízké rozlišení, malý dosah, atd.

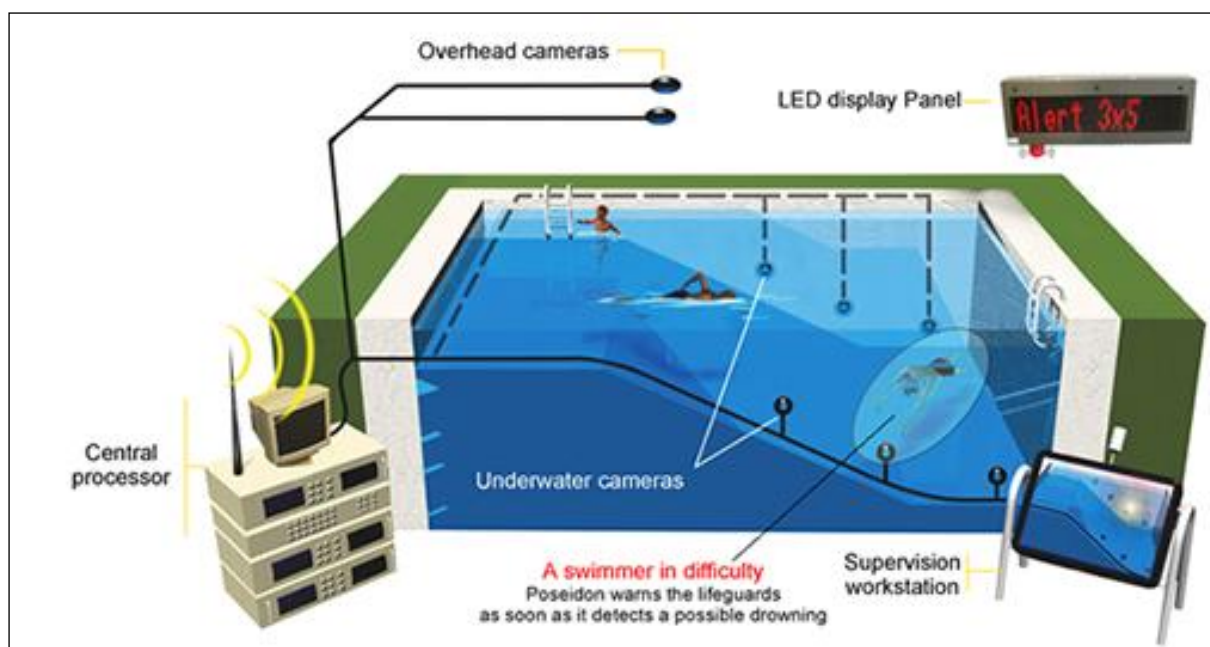
Druhé provedení, které je přímo určeno k mapování podvodního prostředí a je k tomu účelu již z výroby patřičně vybaveno:

- barevnou kamerovou sondu,
- LCD monitorem,
- počítačem, který je vybaven programem na zpracování obrazu a pořizování fotografií, hard diskem k ukládání obrazu, indikací teploty a hloubky,
- wi-fi k dálkovému přenosu (pokud je kamera řízena na dálku),
- kabeláží,
- LED osvětlením,
- ovládání kamery, atd.

Toto provedení se používá např. v rybolovu, při pořizování dokumentárních záběrů, pro mapování špatně přístupných prostor, ale také v rizikových oblastech, které jsou nebezpečné pro člověka, ať už z důvodů okolních vlivů, nebo zdraví škodlivého prostředí.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 13
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

Třetím provedením jsou podvodní kamery určené pro bezpečnostní účely. Tím je myšleno mapování podvodního prostředí, kde může být ohrožen lidský život (např. bazény), nebo také mapování prostoru nádrže, kde může dojít k mechanickému, či jinému poškození a v neposlední řadě ke kontrole a výzkumu různých živočichů ve výzkumných zařízeních (opět nádrže či bazény). K tomuto účelu se používají statické kamerové systémy, které jsou robustnější. Plášť kamer je většinou tvořen z hliníkové slitiny nebo z nerezové oceli. Jelikož jsou trvale ponořeny, jsou vybaveny těsněními s vylepšenými vlastnostmi a odolnými proti tlaku. Takový systém zabývající se bezpečností v bazénech je např. Poseidon od firmy *Poseidon Technologies Inc.*, kde jsou použity kamery snímající vodní prostor jak z pozice nad hladinou, tak i z pozice pod hladinou, jak je patrné na obr.1 . [1]



Obr. 1: Schéma bezpečnostního systému Poseidon [1]

## 2.2 FOTOAPARÁTY

Tato metoda zkoumání podvodního prostředí má oproti ostatním metodám podstatnou nevýhodu a to, že obrazový výstup u této metody není spojitý, nýbrž spočívá v promítnutí obrazu v jeden časový okamžik. K použití fotoaparátu pod vodou lze použít obyčejný fotoaparát vybavený ochranným obalem, který je znázorněn na obr. 2, nebo je fotoaparát již vyroben přímo jako vodotěsný, s ochranným objektivem (sklem) přes čočku, který se používá např. pro extrémní sporty (ve většině případů je zabudována funkce natáčení videa), popř. při potápěčských pracích, nebo jen při hobby fotografování, viz. obr.3.

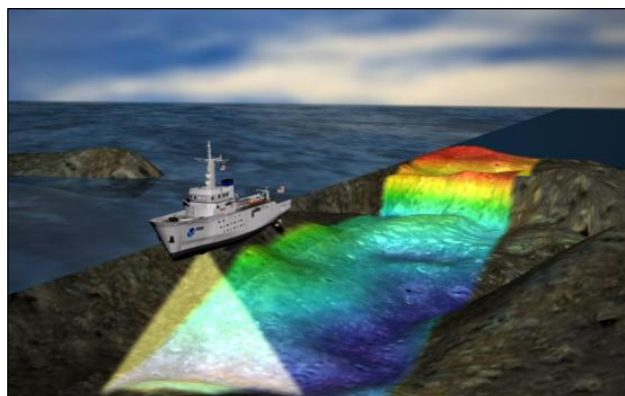


Obr. 2: Fotoaparát s vodotěsným obalem [2] Obr.3: Profesionální potápěčský fotoaparát [3]

## 2.3 SONARY

Tato metoda využívá pro mapování prostoru pod vodou akustické vlnění, jehož frekvence se pohybuje nad hranicí slyšitelnosti lidského sluchu  $20\text{ kHz}$ , jedná se tedy o ultrazvuk. Ultrazvuk je ve vodním prostředí velmi osvědčený a hojně využívaný způsob pro mapování, kdy některá zvířata v přírodě používají ultrazvuk pro detekci překážek (např. kytovci nebo delfíni) a na podobném principu pracují také detekční systémy ponorek a lodí.

Velkou výhodou této metody je, že jejím výstupem je obraz, na který má minimální vliv čistota a kvalita vody. Sonary dosahují do velkých hloubek a tím jsou vhodnější než předešlé dvě metody. Jelikož se tato metoda se zdá být velmi spolehlivou bude vhodné jí věnovat větší pozornost.



Obr. 4: Schéma zobrazení dna pomocí Sonaru [22]

## 2.4 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH METOD

Z provedené subjektivní multikriteriální analýzy (hodnotitelem byl autor této bakalářské práce), kde byla jako hodnotící kritéria zvoleny tyto kategorie:

- zobrazení obrazu v čiré vodě
- zobrazení obrazu v kalné vodě
- nutnost dalšího příslušenství
- velikost hloubkového dosahu
- nepřetržitý obraz
- dosah obrazu
- nutnost osobní obsluhy
- rozšiřitelné funkce
- cenová dostupnost


Tato kritéria byla zvolena s ohledem na celkovou funkčnost systému. Jako funkční prvky lze uvést například kvalitu celkového výstupu zobrazení, dosah mapované oblasti, ale také dostupnost a množství dalšího příslušenství. Na závěr hodnocení je potřeba zmínit jedno z nejdůležitějších kritérií, což je cena.

Tabulka 1: Analýza jednotlivých prvků pro mapování pod vodou

zařízení	zobrazení obrazu v čiré vodě	zobrazení obrazu v kalné vodě	nutnost dalšího příslušenství	velikost hloubkového dosahu	nepřetržitý obraz	dosah obrazu	nutnost osobní obsluhy	rozšiřitelné funkce	cenová dostupnost	celkem
Podvodní kamera	10	1	6	9	10	5	7	6	7	61
Podvodní fotoaparát	10	1	7	3	1	5	5	5	10	47
Sonar	8	8	5	7	5	10	9	9	5	<b>66</b>

Z jednotlivých prvků dle tabulky 1 tedy nejlépe vychází, že pro mapování podvodního prostředí bude nejlepší volit sonarové zařízení, u kterého je zaručen výstup obrazu i za podmínek zakalené vody, jelikož kal je součástí většiny stojatých vod, např. rybníků, jezer, ale také třeba některých moří, nad kterými proběhla bouře. Další výhodou je skutečnost, že sonarem je možné zaznamenávat prostředí na několik set metrů a také do patřičně velké hloubky. Také v případě potřeby je minimální nutnost přímo obsluhovat plavidlo vybavené sonarem, jelikož spousta řídicích jednotek je vybavena systémem GPS, kdy je možné bez obtíží přednastavit zkoumanou trasu. Dále tyto typy zařízení bývají vybaveny různými rozšiřujícími funkcemi a funkčními prvky.



	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 16
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

Ovšem jistá nevýhoda u tohoto zařízení existuje. Je potřeba mít patřičné příslušenství, díky němuž je možné zobrazovat, vyhodnocovat a zkoumat podvodní prostředí, což je samozřejmě také na úkor jeho ceny, kdy například u průměrně vybavené sonarové jednotky, kde je zapotřebí řídicí jednotka s displejem, sonda, kabeláž a popřípadě ještě držáky, se cena podle typu pohybuje přibližně kolem 30 000 Kč až 70 000 Kč, oproti fotoaparátu, kde je zapotřebí samotného vodotěsného fotoaparátu, popř. pouzdra, se cena pohybuje v rozmezí od 3 000 Kč do 20 000 Kč, záleží na požadované kvalitě obrazu v závislosti na vyspělosti technologie, kterou daný fotoaparát používá. A podobně je tomu u podvodní kamery, kde se ještě ke kameře samotné používá kufřík se zobrazovací jednotkou a ovládáním, popřípadě osvětlení připojené ke kameře.

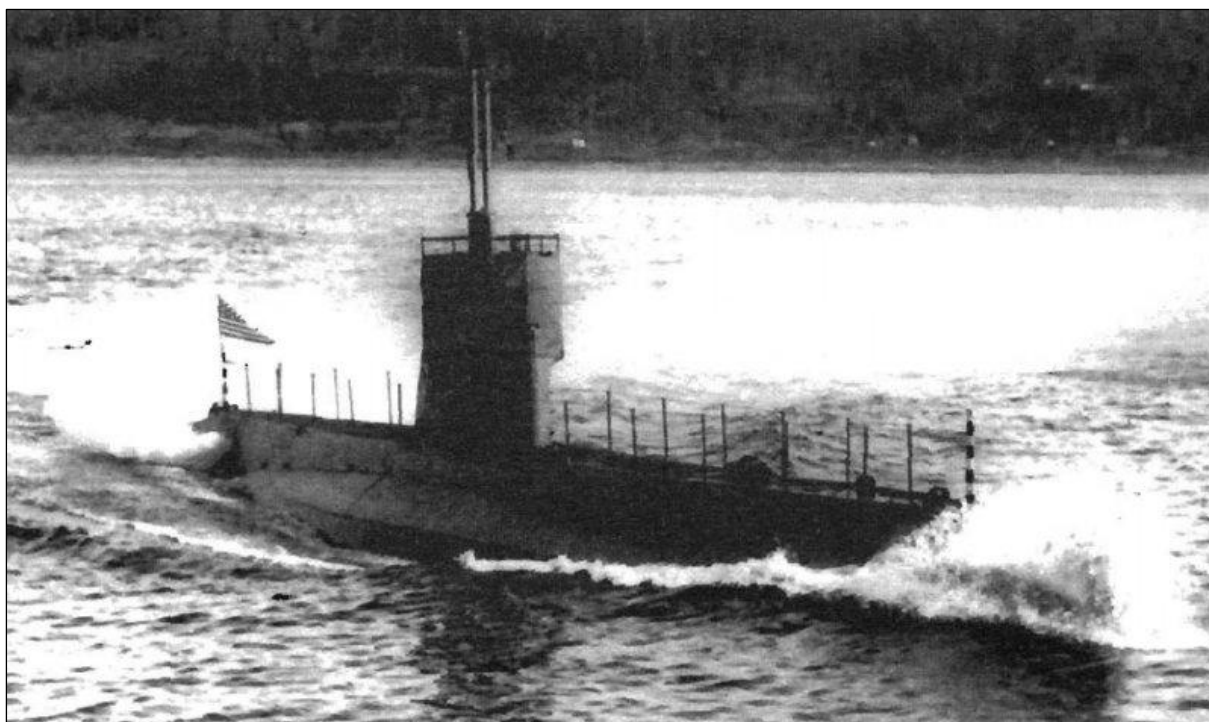


Obr. 5: Sonda skombinovaná z různých metod pro mapování prostředí (kamera+sonar) [4]

### 3 HISTORIE SONARŮ


S objevem echolokace přišel již v roce 1490 Leonardo Da Vinci, kdy pomocí trubice ponořené do vody, na kterou přiložil ucho, byl schopen detekovat plavidlo.[5]

Ve světě byl první patent na echo zaměřovací zařízení podán v britské patentové kanceláři anglickým matematikem, fyzikem a meteorologem Lewisem Fry Richardsonem v roce 1912, měsíc po potopení Titanicu. Německý fyzik Alexander Behm získal patent na Sonar v roce 1913 ve vzájemné nezávislosti na Richardsonovi. [6] V roce 1912 začal stavět kanadský inženýr Reginald Fessenden experimentální systém, když pracoval pro firmu Submarine Signal Company v Bostonu. Systém byl později testovaný v Boston Harbor a nakonec byl použit v roce 1914 US Revenue (nyní Coast Guard, pobřežní stráž) na lodi Cutter Miami u Grand Banks (velkých břehů) na Newfoundlandu v Kanadě. V tomto testu Fessenden předvedl hloubkové zvukové snímání, podvodní komunikaci (pomocí Morseova kódu) a echo-zaměřování (byl schopen detekovat ledovec v dosahu do 3 km). První ponorky vybavené zařízením Fessenden byly vyrobeny v Montrealu a bylo jich pouze 10, byly to britské ponorky třídy H.



Obr. 6: britská ponorka třídy H [8]

V roce 1915 bylo vynalezeno první aktivní zvukové zařízení na detekci ponorek a dalšího významného pokroku bylo dosaženo při programu ASDIC (Anti-Submarine Detection Investigation Committee), protiponorkový detekční přístroj, který za 2. světové války už plně využívali Spojenci. [7]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 18
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 4 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SONARŮ

Dva základní typy sonarů jsou aktivní a pasivní sonar, které se liší především způsobem mapování prostředí. Taky vhodnost jejich aplikačního použití se liší. Zatím co aktivní sonar se používá více pro přímé zobrazení objektu na vzdálenost do několika stovek metrů, pasivní sonar se spíše používá k určení směru a vzdálenosti hledaného objektu bez podrobné tvarové specifikace na vzdálenost několika námořních mil.

### 4.1 PASIVNÍ SONAR

Pasivní sonar (zvaný také hydrofón) byl vyvinut ve Spojených státech v roce 1916. Pasivní sonar byl tvořen mikrofony vlečenými za lodí. Tyto druhy sonarů byly pouze přijímačem vlnění z okolní vody, při čemž využívaly znalosti rychlosti šíření vln v tekutinách, v tomto případě ve vodě. Používaly se především na ponorkách, přičemž analyzovaly všechny zvuky v okolí ponorky. Moderní pasivní sonary zachycují cíl na několik námořních mil a některé modely dovedou ukázat i kurz zachyceného plavidla.



Obr. 7: Hydrofón [9]

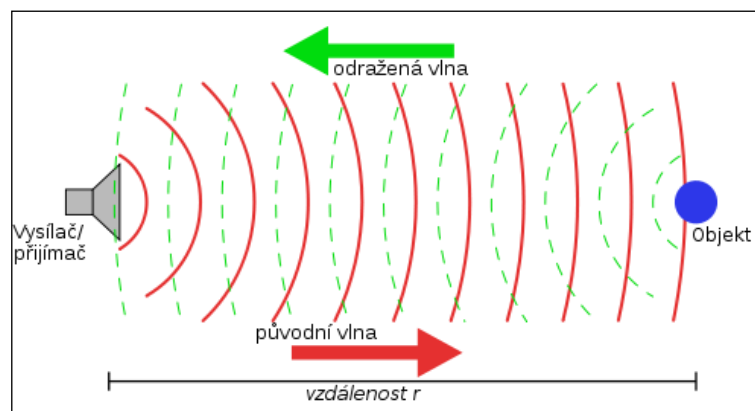
### 4.2 AKTIVNÍ SONAR

Aktivní sonar byl vyvíjen v rámci programu ASDIC ve Velké Británii a Francii mezi lety 1918-1920 za účelem zjišťování nepřátelských ponorek. Výrazně zdokonalen byl v polovině 2. světové války a tak také výrazně ovlivnil bitvu o Atlantik. Toto zařízení používá zvukový vysílač a přijímač. Jestliže jsou oba vedle sebe, jedná se o monostatický provoz, pokud jsou odděleny, jedná se o bistatický provoz. Připojili se další vysílače (nebo přijímače), také separované od sebe, jedná se o multistatický provoz.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Obr. 8: Sonda aktivního sonaru [10]

Aktivní sonary využívají vysokoenergetického (zvukového) impulzu nazývaného „ping“, který je vyslán v podobě vlny do prostoru. V případě nárazu vlny na překážku se vlna odrazí zpět do přijímače, který na základě rychlosti šíření zvuku ve vodě, směru přijatého pulzu a doby, za kterou vyslaný pulz byl přijat, vypočítá přesnou polohu objektu. Tento zvukový pulz je všeobecně vytvořen elektronicky pomocí ultrazvukového projektoru, který se skládá z generátoru signálu, výkonného zesilovače a elektro-akustického snímače.



Obr. 9: Princip aktivního sonaru [11]

Rozlišují se tedy dva druhy pulzů („pingů“) dle frekvence. První druh je monofrekvenční (s konstantní frekvencí) a druhý typ multifrekvenční (s proměnnou frekvencí, tzv. chirp).

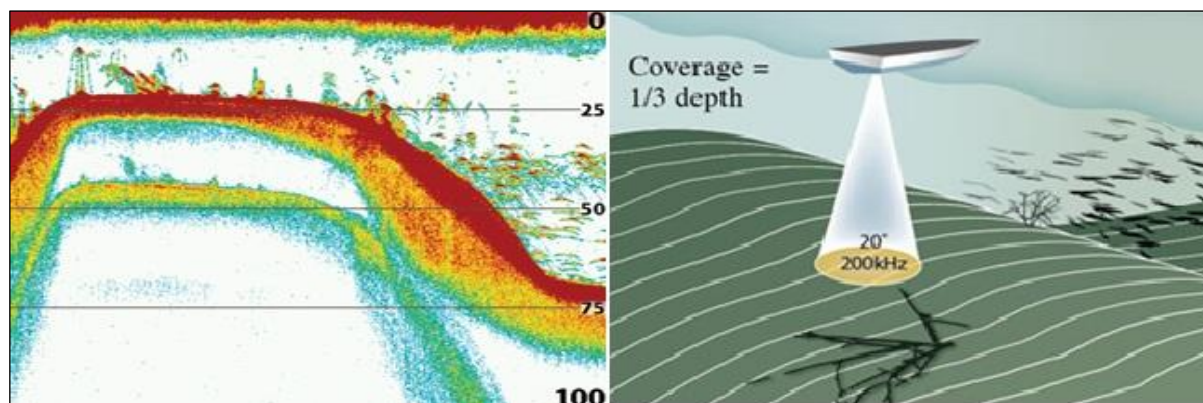
Dále se aktivní sonary dělí dle varianty provedení na ruční a lodní, přičemž ruční sonar se hodí hlavně pro mobilní nasazení, jako např. při potápění nebo při plavbě na nafukovacích člunech, popř. kánoích. Využití u lodních sonarů lze nalézt například při hledání hejn ryb nebo také pro 3D modelování prostoru mezi lodí a dnem. [10]

## 5 DRUHY PAPERKŮ

Jelikož je povrch pod vodní hladinou velmi rozmanitý a potřeba mapovat za různých podmínek je velmi žádoucí, tak se používá celkem široké portfolio zobrazovacích paprsků. Jejich velikosti a tvar se mění s různou náročností zobrazení.

### 5.1 SINGLE BEAM (JEDNODUCHÝ PAPERSEK)

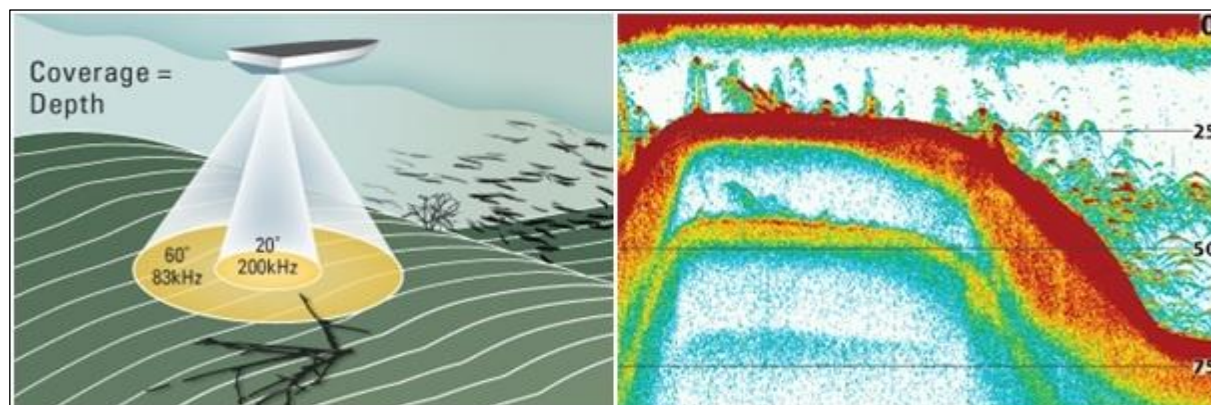
Jde o způsob téměř dokonalého zobrazování dna úzkým paprskem o šířce  $20^\circ$ , tudíž zobrazovaný obraz je zhruba široký přibližně třetinu hloubky. Tento způsob využívají opět zejména rybáři, jelikož relativně dobře zobrazuje ryby pod plavidlem.[12]



Obr. 10: Single beam [12]

### 5.2 DUAL BEAM (DVOJITÝ PAPERSEK)

Jedná se o kombinaci dvou paprsků, přičemž jde o jakési rozšíření jednoduchého paprsku s rozptylem  $20^\circ$  o druhý paprsek, který má rozptyl  $60^\circ$ , kombinující výhodu velkých detailů zobrazení a pokrytí širokého záběru. Průměr pokrytí se rovná hloubce.[13]

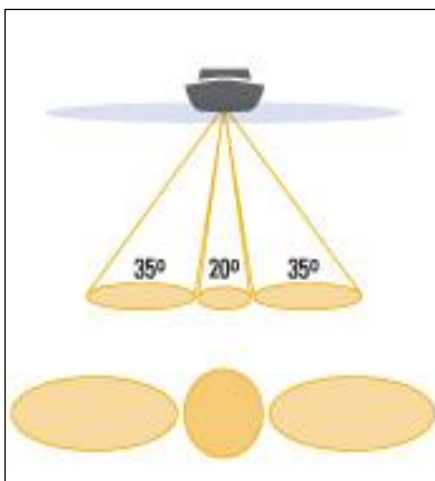


Obr. 11: Dual beam (13)



### 5.3 TRI-BEAM (TROJITÝ PAPERSEK)

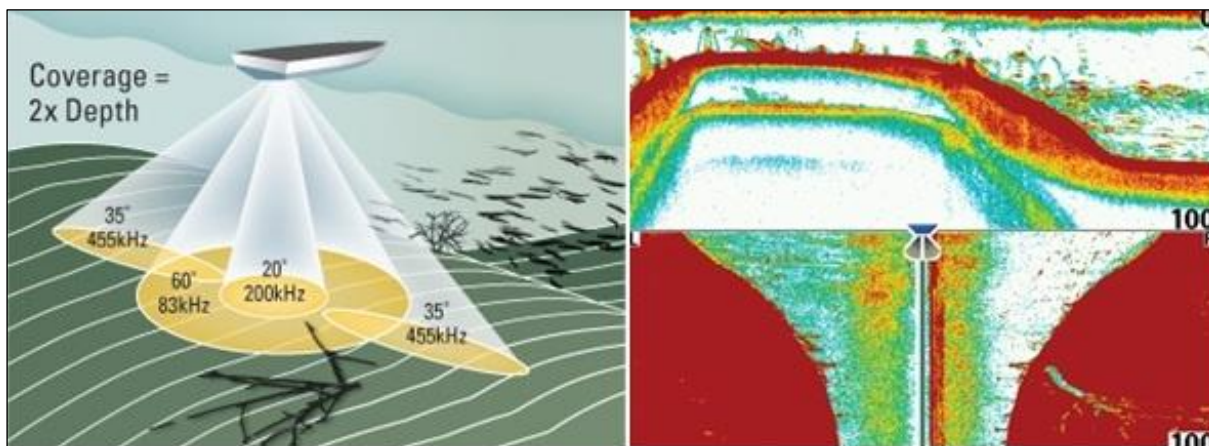
Zde se jedná o kombinaci tří paprsků, kdy první paprsek je opět jednoduchý s rozptylem  $20^\circ$  a další dva postranní paprsky o rozptylu  $35^\circ$ . Tudíž dohromady se jedná o celkový rozptyl zařízení  $90^\circ$ . Postranní paprsky mají za úkol rozlišit, zda je např. hejno ryb na pravé nebo levé straně. Průměr pokrytí dna je dvojnásobkem aktuální hloubky. [14]



Obr. 12: Rozložení sonarových paprsků TRI-Beam [14]

### 5.4 QUADRABEAM (ČTYŘI PAPERSEKY)

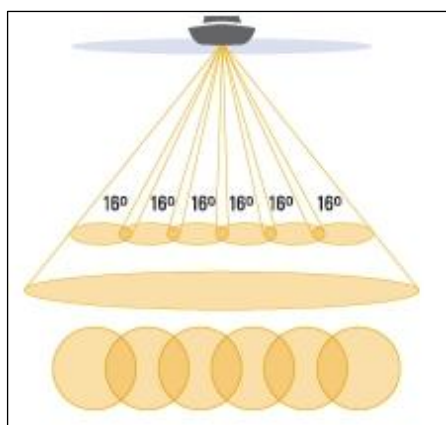
U této varianty je využito všech předešlých metod použití paprsků, první paprsek je úzký s rozptylem  $20^\circ$ , druhý paprsek je s kruhovým rozptylem  $60^\circ$  a další dva paprsky jsou s rozptylem  $35^\circ$  (které opět zajišťují přesnou lokaci pohybu na pravé nebo levé straně), celkový rozptyl je  $90^\circ$  a je možné různě vypínat a zapínat paprsky, popř. je různě kombinovat. Průměr pokrytí dna je opět dvojnásobkem aktuální hloubky. [15]



Obr. 13: Quadra Beam [15]

## 5.5 3D-PLUS (3D ZOBRAZOVÁNÍ)

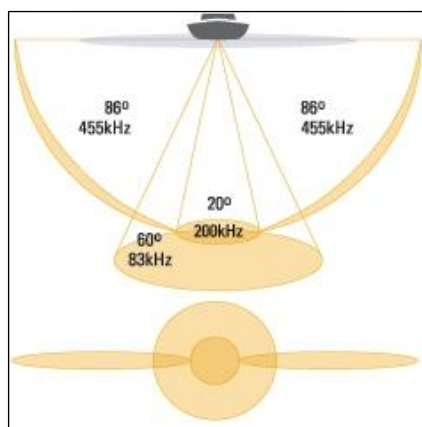
Zde se používá šest sdružených paprsků, každý o rozptylu  $18^\circ$  k vykreslení 3D prostorového obrazu. Pomocí této technologie je možné mapovat kontury terénu, zlomy a propadliny mnohem lépe než při klasické 2D projekci. Průměr pokrytí dna je dvojnásobkem aktuální hloubky. Výhodou této metody je možnost mapovat prostor rotací paprsků. [14]



Obr. 14: Rozložení sonarových paprsků 3D-PLUS[14]

## 5.6 SIDE IMAGING BEAM (BOČNÍ ZOBRAZOVACÍ PAPERSEK)

Svým uspořádáním paprsků je to nejsložitější a nejpokročilejší provedení. Toto uspořádání zajišťuje téměř dokonalý, přesný a jasný obraz ve velmi vysoké kvalitě (téměř fotografické), který vyobrazuje dění pod vodní hladinou. Pokrytí prostoru je přibližně  $140\text{ m}$ , což je mezi sonary poměrně velká vzdálenost. U tohoto systému také lze označovat GPS souřadnice zajímavých míst a poté je přesně lokalizovat na mapě. Dále je také možné zvětšení obrazu dokonce v několika úrovních. Vykreslení obrazu v kalné vodě pomocí tohoto systému je taktéž bezproblémové, na rozdíl od kamery, kde by na obrazu nebylo vidět naprosto nic. [16]



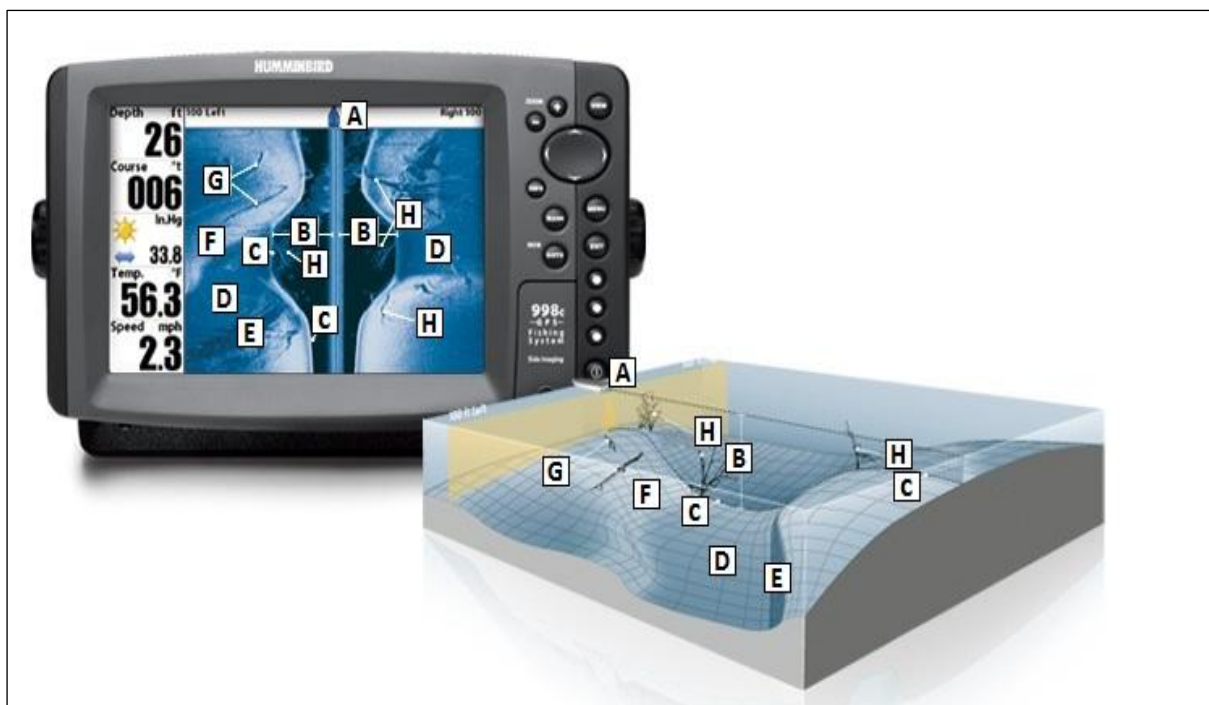
Obr. 15: Rozložení sonarových paprsků Side Imaging Beam [16]

## 6 MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ PŘIJMANÉHO SIGNÁLU

Jelikož nároky uživatelů těchto zařízení se velmi často mění, je nutné, aby se systém uměl přizpůsobit. Proto se využívá čtyř zobrazovacích módů: boční zobrazení, které se používá k mapování prostředí po bocích plavidla; spodní zobrazení, které mapuje prostor bezprostředně za plavidlem; třetím zobrazením je tzv. Switchfire zobrazení, kdy systém pracuje také s termovizí, posledním módem je 360 ° zobrazení, které se využije, jestliže je potřeba zobrazit podvodní prostor v plném úhlovém rozsahu.

### 6.1 SIDE IMAGING

Je to druh zobrazování, který je založen na zpracování obrazu z odrazu tří sonarových paprsků a díky čemu přesně zobrazí situaci pod vodu v reálném zobrazení - tyto záběry připomínají zobrazení obrazu z kamery v noci, tzv. Night Shot. Tato technologie může zobrazit např. tvar dna, potopené vraky, zatopené budovy, potopené mosty, popř. i tělo utonulé osoby.



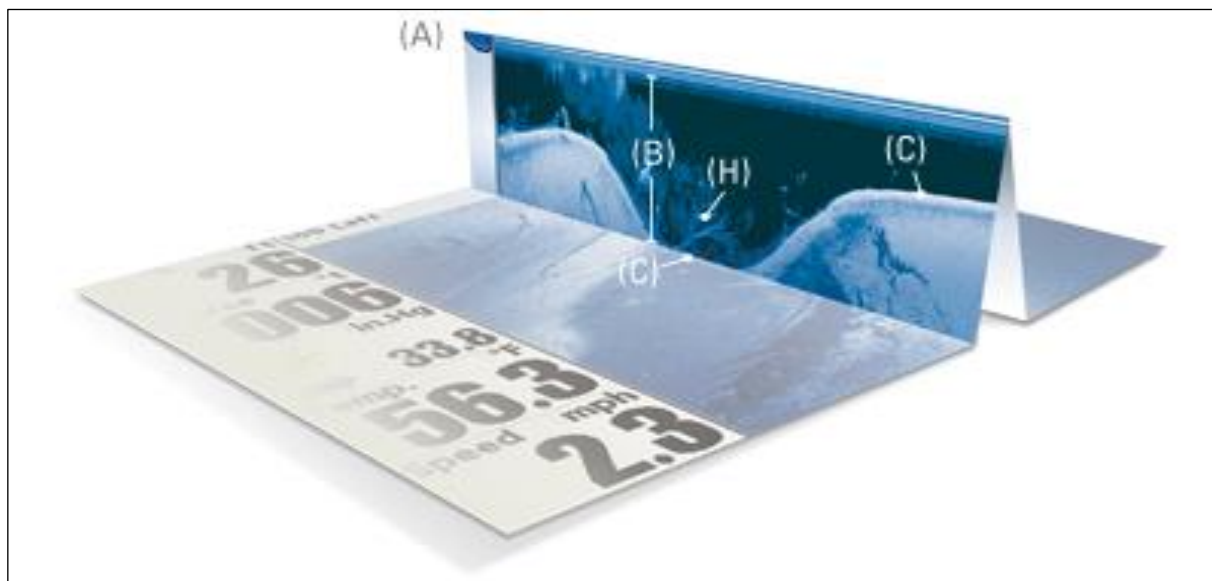
Obr. 16: Zobrazovací jednotka firmy Humminbird a způsob vysílání paprsku technologií Side Imaging[16]

- (A) Pozice lodě - pozice lodě ve vyobrazení obrazu na obrazovce
- (B) Vodní sloupec - tmavě modrá oblast zobrazuje strukturu, povrch a aktivitu mezi hladinou a dnem
- (C) Profil dna - odhaluje hloubku a tvar dna přímo pod lodí
- (D) Plošný tvar dna - neutrální odstíny modré vyobrazují plitší tvar dna
- (E) Klesající tvar dna - tmavé odstíny modré vyobrazují klesající tvar dna
- (H) Rostliny, (G) Odpad (vraky, zbourané mosty.....)



### 6.1.1 Čtení obrazu

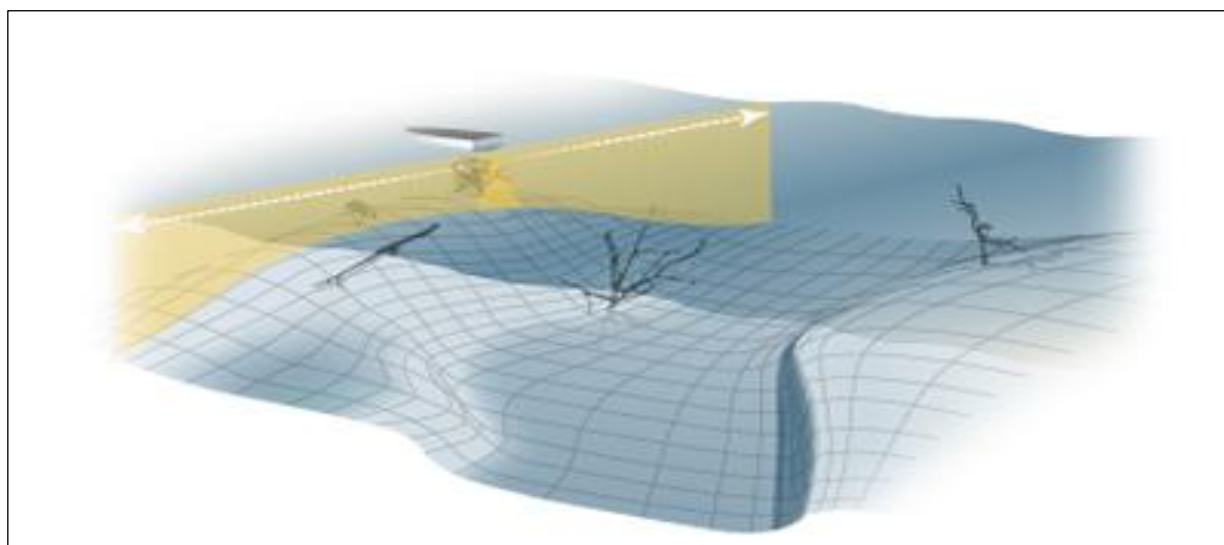
Čtení obrazu při zobrazování typu Side Imaging je snadné, stačí si představit obrazovku složenou v polovině, která zobrazuje prostor za lodí. Poté postačí složit obraz opět v nejnižším bodě vodního sloupce. Tmavě modrá oblast poskytuje vizuální znázornění vodního sloupce a jezera dole přímo pod lodí.



Obr. 17: Ukázka čtení obrazu[17]

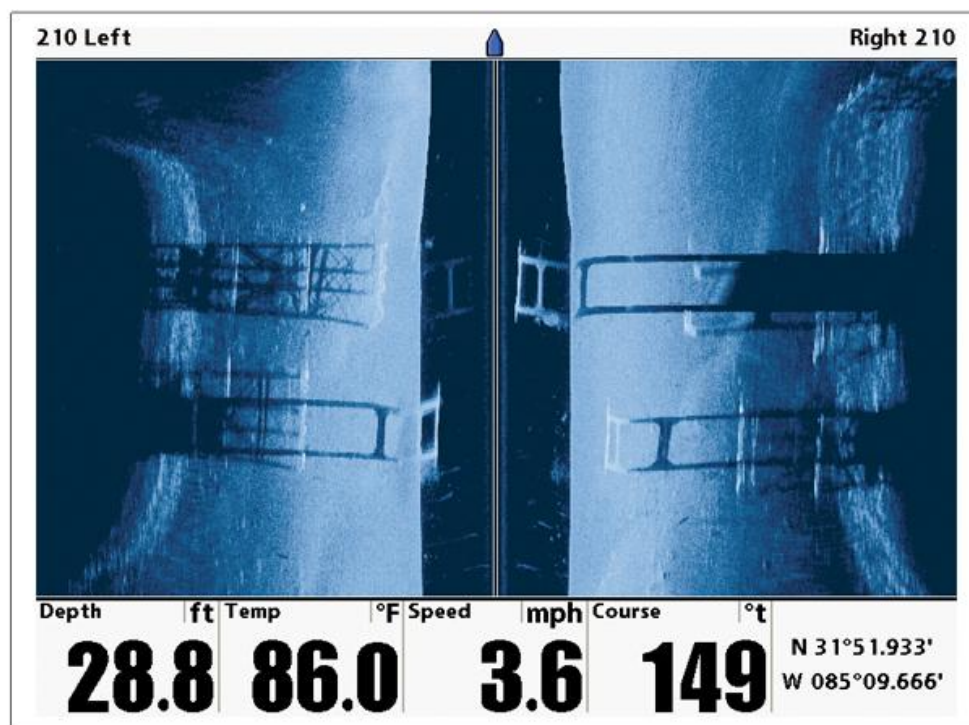
### 6.1.2 Princip Side imaging vysílání signálu

Princip sonaru používajícího tuto technologii je v tom, že paprsek je tenký jako "břitva" a díky tomu rozsah snímacího paprsku může být až 73 m na levou a pravou stranu snímané podvodní lokality. Zpětný obraz tohoto řezu se pak přidá do záběrů detailně vyobrazeného snímku dna dané lokality.



Obr. 18: Princip vysílání signálu (16)

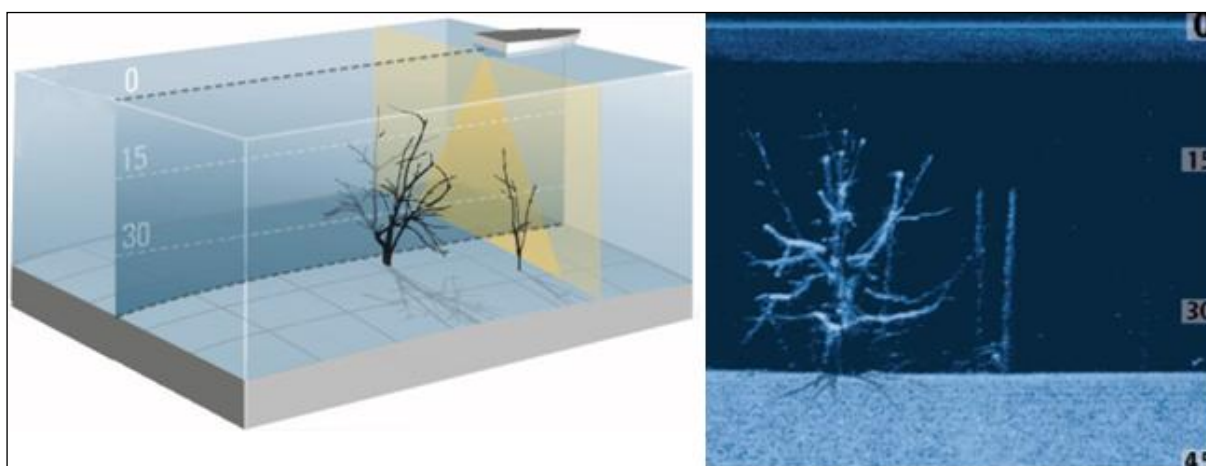
Na obr. 19 můžeme vidět příklad vyobrazení prostoru pod lodí díky technologii Side Imaging, na kterém můžeme jasně a zřetelně rozeznat potopený most, a z obrázku lze vyčíst i rozsah délky zaznamenávacího paprsku na pravou a levou stranu. [16]



Obr. 19: Vyobrazení prostoru pod lodí[16]

## 6.2 DOWN IMAGING

Detailní snímky získané funkcí Down Imaging jsou vytvořeny pomocí zpracování signálu z vysokofrekvenční ultrazvukové sondy vysílaného v ultratenkých výřezech. Sonar vrací tyto vlny a z nich vytvoří "snímek", který zobrazuje co je pod snímací lodí. [17]



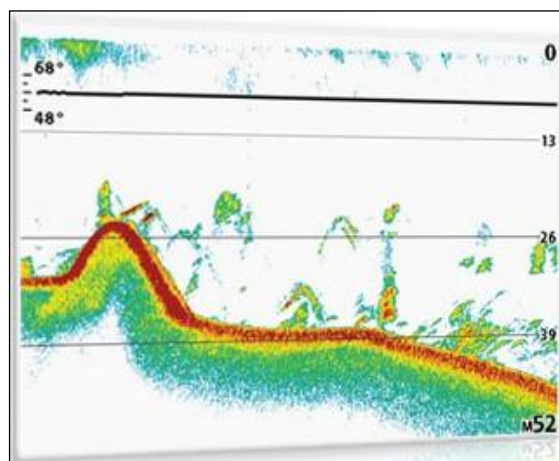
Obr. 20: Způsob snímání technologií Down Imaging, výstupní obraz[17]

## 6.3 SWITCH FIRE

Tato technologie je vyvinuta především pro rybáře, nicméně její rozlišitelnost teoreticky nabízí široké spektrum dalšího využití. Je založena na principu, kdy lze vybírat, které sonarové odrazy se budou zobrazovat. Dělí se do dvou módů, díky kterým je možno se plně přizpůsobit situaci na hladině i pod hladinou.

### 6.3.1 Clear mode

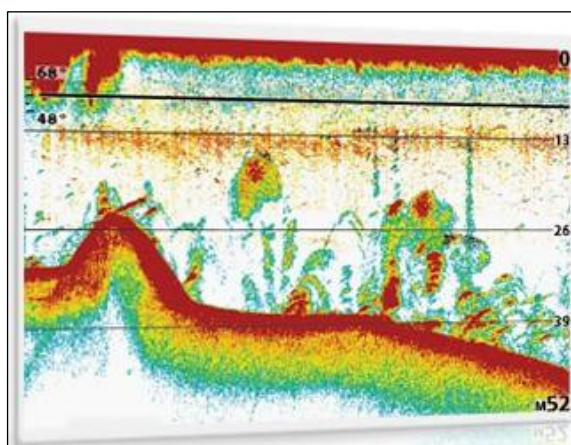
Zde se odfiltruje rušivý hluk v neklidné nebo mělké (2,5 m nebo méně) vodě pro jasnější obraz ryb a struktury podvodního prostředí. Sníží se nežádoucí rušení ve vodním sloupci, například rušením rozptýlenými částicemi. [18]



Obr. 21: Výstupní obraz v Clear mode [18]

### 6.3.2 Max mode

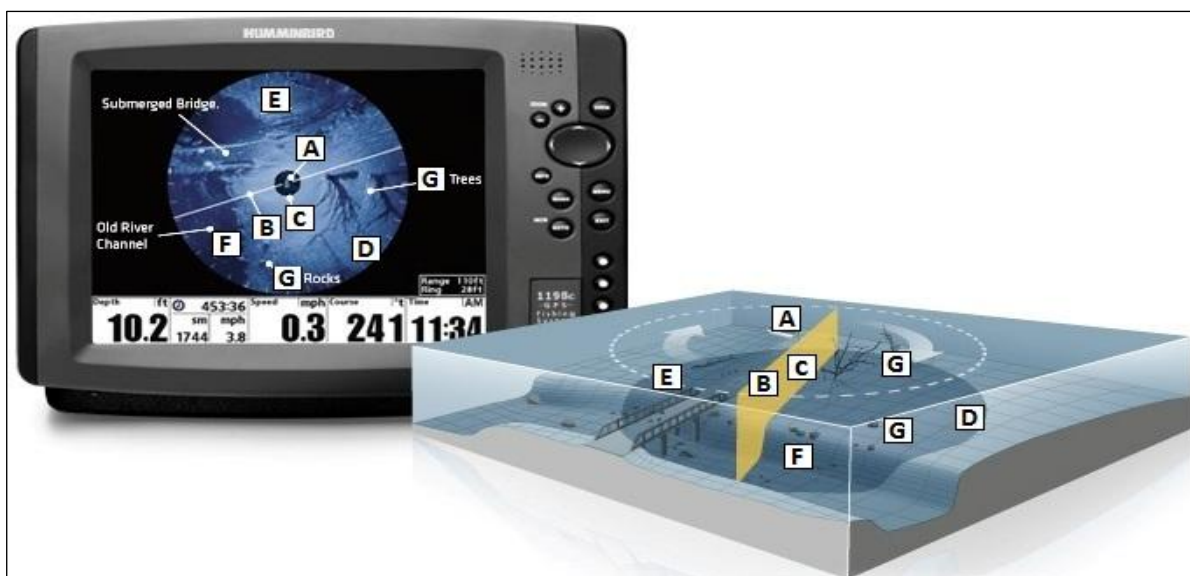
V tomto módu se zobrazuje plný rozsah dění pod vodou, kdy např. rybáři ocení kontrolu návnady, popř. lze sledovat pohyb ryb, ale také termočáry, vodní proudy, atd. [18]



Obr. 22: Výstupní obraz v Max mode [18]

## 6.4 360° IMAGING

Systém snímání podvodního prostředí tímto způsobem je založen na rotaci snímacího paprsku. Výhoda této technologie je především v zobrazení podvodního prostředí, které se nachází před sonarem (až do vzdálenosti 45 m), oproti většině výše popsaných systémů pracujících se záznamem buď v rovině sonaru nebo prostoru za sonarem. [19]



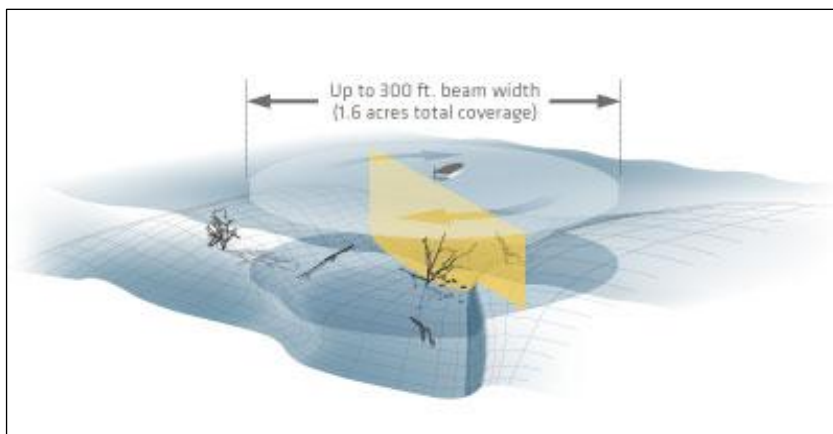
Obr. 23: Zobrazovací jednotka firmy Humminbird a způsob vysílání paprsku technologií 360° Imaging [19]

- (A) Pozice lodě
- (B) Pozice paprsku
- (C) Vodní sloupec - tmavě modrá oblast zobrazuje strukturu, povrch a aktivitu mezi hladinou a dnem
- (D) Plošný profil dna - neutrální odstíny modré vyobrazují plitší tvar dna
- (E) Stoupající profil dna - Světlejší odstíny modré
- (F) Klesající profil dna - tmavě odstíny modré
- (G) Objekty ležící na dně (vypadají jako přesně ohraničené tvary v těsné blízkosti, tzv. tmavý sonarový "stín", délka stínu určuje výšku objektu)

### 6.4.1 Princip vysílání paprsku

Princip vysílání paprsku sonaru, který využívá tuto technologii je takový, že tenkostěnný paprsek o poloměru přibližně 45 m se otáčí, přičemž výstupem je kruhový obraz o průměru 90 m v reálném zobrazení. Tento způsob echolokace zobrazuje oblast, kterou u žádných jiných systémů nelze prakticky zobrazit (vyvinuto firmou Humminbird v roce 2012). [19]

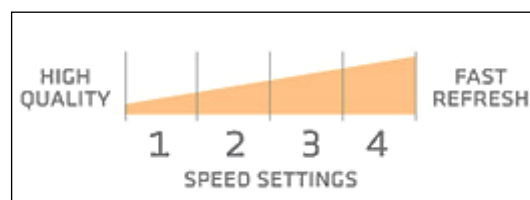




Obr. 24: Princip vysílání signálu technologií 360° Imaging [19]

#### 6.4.2 Rychlostní stupně snímání

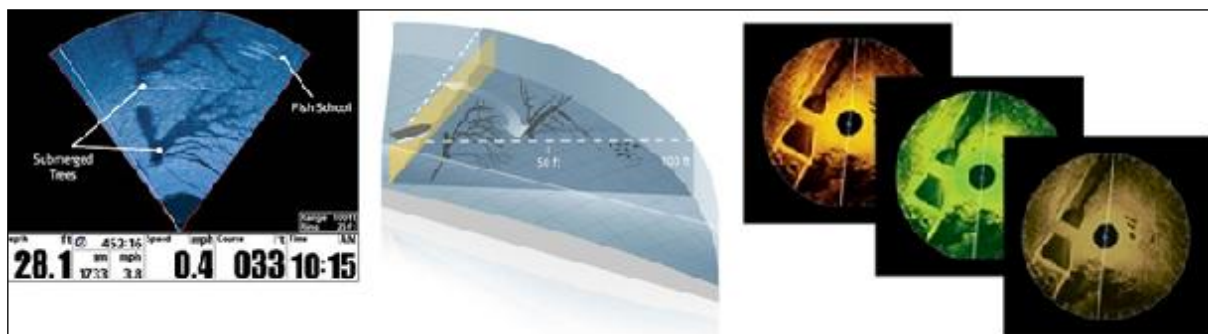
Pro větší flexibilitu byl tento snímací systém vyvinut s možností regulovatelnosti rychlosti otáčení paprsku. Přičemž nižší rychlostní stupeň vede k vyšší kvalitě obrazu, ale také k nižší obnovovací frekvenci. Se čtyřmi rychlostními stupni lze najít ideální podmínky pro rychlost mapování při pohybu plavidla v kombinaci s vodními podmínkami, z čehož se získá potřebný detail obrazu. Závislosti jsou zobrazeny na obrázku. [19]



Obr. 25: Závislost rychlosti snímání na kvalitě a obnově snímku [19]

#### 6.4.3 Další funkce

Výhodné u těchto systémů je možnost nastavení úhlu, který je snímán a tento úhel lze nastavit v rozsahu od 10° do 360°. Další funkce je uzpůsobena pro uživatele, kteří mají různý rozlišovací cit, a to je změna podbarvení obrazu. [19]



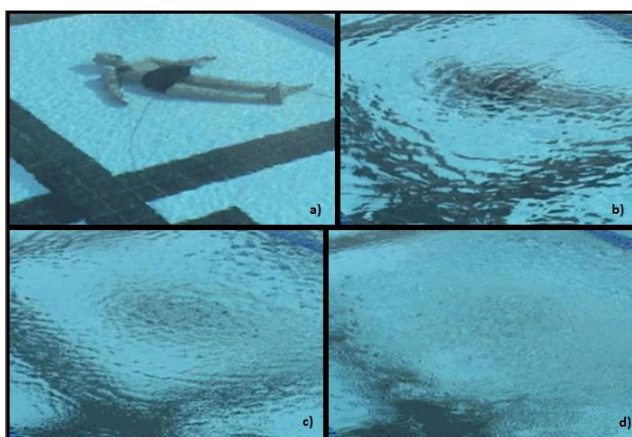
Obr. 26: Možné další funkce, druhy barev podsvícení [19]

## 7 KONCEPCE A MOŽNOST VYUŽITÍ

Jak již bylo výše zmíněno, sonary jako takové by mohly nalézt, a v některých případech již našly, své místo v oblasti bezpečnosti a vyhledávání objektů či osob.

### 7.1 APLIKACE NA SYSTÉMU POSEIDON


První návrh využití by mohl být již ve výše zmiňovaném bezpečnostním systému Poseidon od firmy *Poseidon Technologies Inc.*, který používá jako hlavní kontrolní jednotku podvodní kamery. Tyto kamery mapují pohybové trajektorie všech plavců, jestliže nastane situace, že některý z plavců koná statický pohyb nebo je nebezpečně dlouho pod vodou, je plavčík upozorněn pomocí výstražného systému a tím se eliminuje riziko utonutí, popř. trvalých následků. Nevýhoda tohoto systému je, že viditelnost sledované osoby klesá i v čisté vodě s rostoucí koncentrací čerění hladiny (obr. 27) a tvorbou vzduchových bublin pod hladinou (obr. 28). [1]



Obr. 27: Závislost viditelnosti na zčeření vody a) klidná hladina, b) mírně zčeřená hladina, c) zčeřená hladina, d) velmi zčeřená hladina [1]



Obr. 28: Narušení viditelnosti vlivem vzduchových bublin [20]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 30
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

Vědci z firmy *Poseidon Technologies Inc.* provedli pokus na pokusné figuríně, kdy figurína byla ponořena do hloubky přibližně 2 m a byla zkoumána viditelnost figuríny v závislosti na velikosti zčeření vody. Vyhodnocení pokusu dopadlo dle očekávání, zatímco na obrázcích 27a) a 27b) jde figurína celkem zřetelně rozpoznat, v případě 27c) lze stěží rozpoznat co je vůbec pod hladinou a při zčeření hladiny na obrázku 27d) se rozpoznatelnost figuríny rovná téměř nule.

Pokud by se tento systém rozšířil o sonarové snímače, bylo by zamezeno hlavní nevýhodě systému použití pouze kamer, velmi dobře by byla eliminována viditelnost objektů i náročnost na údržbu. S tímto by souvisel i vývoj analyzátoru obrazu, který by musel vyhodnocovat stejná kritéria jako stávající systém, popř. by bylo možné rozšíření o další funkce, dle různosti mapovaných prostředí. Také by mohlo dojít přímo k nahrazení kamer, což by se ale nemuselo ukázat jako úplně nejlepší řešení, protože i podvodní kamery mají významné systémové výhody a nejspíše by záleželo na požadavcích potenciálních uživatelů tohoto systému.

## 7.2 VYUŽITÍ PŘI VYHLEDÁVÁNÍ OSOB A OBJEKTŮ

Při využití sonarového systému pro vyhledávání osob a objektů lze předpokládat, že bude zamezeno špatné kvalitě obrazu z důvodu nízké viditelnosti. Tedy můžeme s jistotou tvrdit, že výsledný obraz bude v dostatečném rozlišení, aby obraz bylo možné dále zpracovávat.

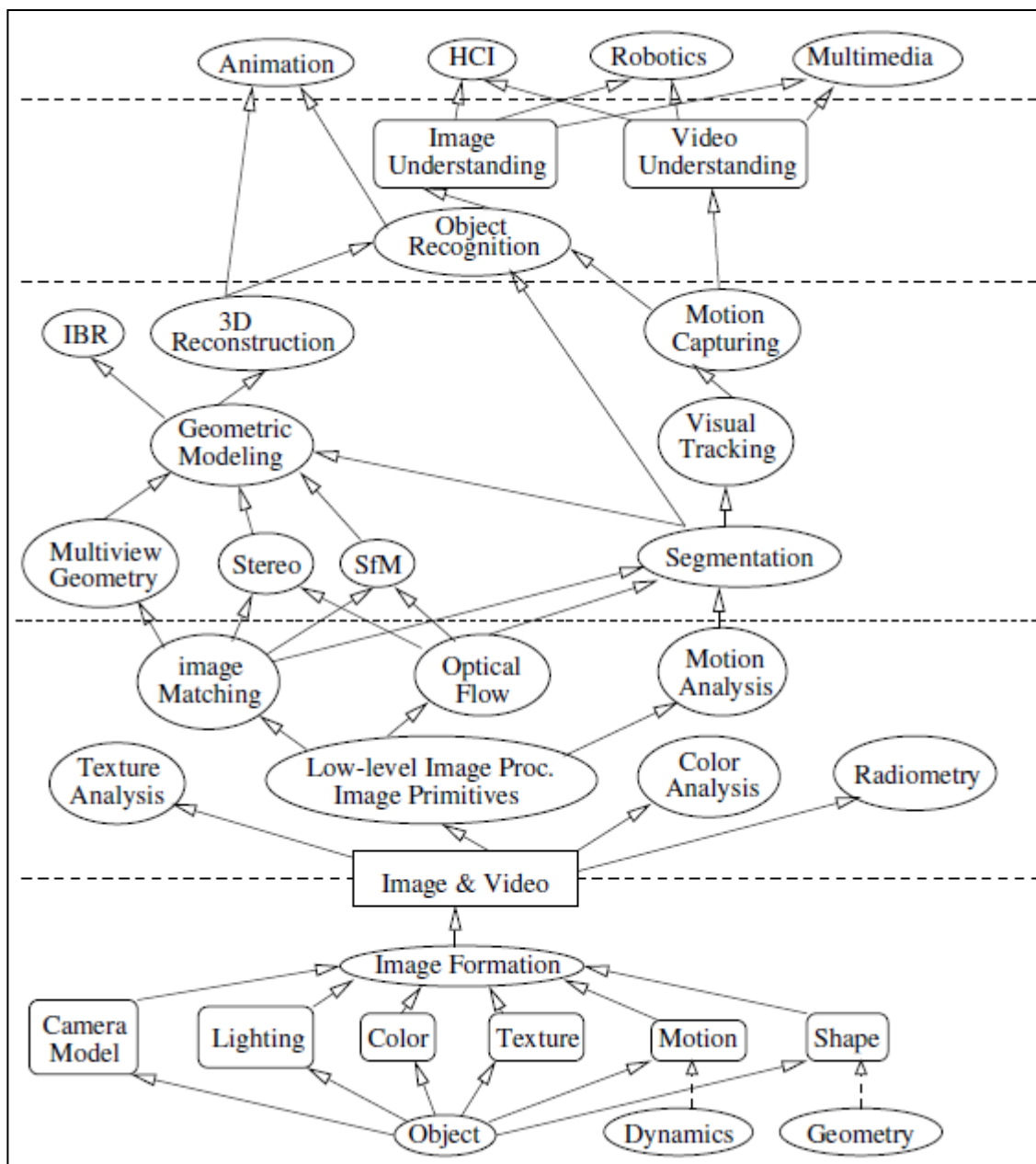
Díky tomuto aspektu lze tento systém velmi dobře využít u vyhledávání objektů, ztracených lodí, potopených letadel, utonulých osob. Zvláště u poslední zmíněné kategorie se již využití nachází. Firma *Humminbird* poskytla informaci, že jejich zařízení už v dnešní době využívá pobřežní stráž z USA k hledání osob, bohužel toto vyhledávání sebou nese jistou nepříjemnost, a to, že obsluha zařízení pozoruje pouhým lidským okem, tudíž jí může leccos uniknout.

V návaznosti na tuto problematiku může být vyvinut systém, který by rozpoznával ze zaznamenaných dat, jestli se jedná o objekt či nikoli, popř. se jedná o písek nebo pozadí.

V tomto případě bude nutné alespoň zběžně nastínit možnosti počítačového vidění a analýzy obrazu pomocí různých rozlišovacích druhů.

## 7.3 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ

Počítačové vidění se v podstatě může orientovat podle různých faktorů, kterými jsou například osvětlení objektů, barva, textura, tvar nebo pohyb, které ovlivňují výstup ať už videa nebo obrázků. Zjednodušená struktura je vyobrazena na obr. 29.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

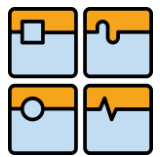
Obr. 29: Vizualizace zpracování obrazu - proces počítačového vidění [21]

Slovní spojení "počítačové vidění" je podstatně složitější než samotné zpracování statického obrazu a počítačové grafiky, jelikož u počítačového vidění existuje mnoho nejistot a s tím spojených problémů. [21]

### 7.3.1 Formátování obrazu (Image Formation)

Formátování obrazu vždy sleduje průběh záznamu videa nebo obrázku a tento proces je velmi důležitý jak pro vidění, tak i pro výslednou grafiku. Samozřejmě je zapotřebí samotné záznamové zařízení, ve většině případů je aplikována kamera. Nejčastěji rozlišované aspekty dle záznamu jsou geometrické a fyzické. Geometrické aspekty jsou určeny zejména provedením objektivů, např. objektivy s malým otvorem



	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 32
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

pro úzké zobrazení obrazu, popř. další druhy objektivů nebo 360 ° fotoaparáty, popř. kamery. Co se týče fyzického aspektu, ovlivňuje jej ohnisková vzdálenost, popřípadě zvolený druh snímače obrazu (CCD nebo CMOS).

Kromě rozlišení faktorů ze zobrazovacího zařízení je také nutné, aby zformátování obrazu sledovalo další faktory jako jsou barvy, textury, osvětlení, pohyb a tvar, které významně ovlivňují výstup obrazu. [21]

### 7.3.2 Nízko-úrovňové zpracování obrazu (Low-level image processing)

Nízko-úrovňové zpracování obrazu není vizualizace, ale proces opakující kroky pro lepší kvalitu výstupu. Úkolem tohoto procesu je získat základní primitivní obraz pro další zpracování včetně detekce hran, rohů, opakování jednotlivých prvků, rozlišení tvarů, atd. [21]

### 7.3.3 Nízko-úrovňové vidění (Low-level Vision)

Pro nízko-úrovňové vidění je hlavním úkolem zpracování obrazu, pro přesnější specifikaci to je např. shoda obrazů, výpočet optického toku a analýza pohybu. Obrazová shoda pracuje v podstatě s tím, že se snaží najít shody mezi dvěma nebo více obrazy. Tyto srovnávané obrazy mohou pocházet ze stejné scény zachycené ze dvou různých úhlů, nebo pohybující se scény, kdy jedna z kamer se nepohybuje, popř. se pohybují obě. Takto zkonstruované obrazy vytvářejí zásadní problém při obnově geometrie a pohybu. Bez jakékoliv nadsázky je porovnávání obrazů základní součástí počítačového vidění.

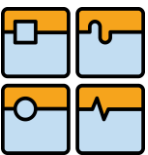
Optický tok je typ sledování pohybu v obrazu, ale nelze to považovat za pravdivý pohyb. To má za následek, že na obrazu lze měřit pouze optické změny v obrazu, tudíž s vysokou pravděpodobností lze očekávat problém clony. Ale na základě optických toků lze také odhadnout pohyb kamery nebo pohyb objektu. [21]

### 7.3.4 Středně-úrovňové vidění (Middle-level Vision)

U této úrovně vidění se zabýváme dvěma hlavními hledisky. První z nich je obnovení geometrie a druhé z nich je obnovení pohybu. Tato dvě hlediska nejsou na sobě závislá, ale velmi spolu souvisí. Jednoduchá otázka zní: „Můžeme odhadnout geometrii na základě jediného obrazu?“. Odpověď je celkem zřejmá. Abychom byli schopni odhadnout geometrii, musíme mít obrazy alespoň dva. Ty mohou být převzaty ze dvou kamer nebo ze statických kamer a pohyblivé scény.

Mezi základní části geometrického vidění patří multi-pohledová geometrie, stereo pohledy a struktura pohybu (SfM), které pomáhají vytvořit klíčový krok k převodu 2D obrazu na 3D obraz pomocí odvozování 3D dat z 2D pohledů.

Dalším úkolem středně-úrovňového vidění je odpovědět na otázku jak se objekt pohybuje. Je nutné znát, které oblasti v obrazu patří objektu. Touto

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 33
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

problematikou se zabývá tzv. segmentace obrazu. Segmentace obrazu bývá nejčastěji založena na podobnostech a spojitostech mezi vstupními obrazy. Samotný proces je ovšem již po celá desetiletí v počítačovém vidění dosti problematický. Nicméně tyto problémy lze alespoň částečně eliminovat, pokud se v co nejmenší míře budou vyskytovat statické obrazy a za předpokladu, že snímání pohybu bude spojitý. V horní části oblasti středně-úrovňového vidění na obr. 29 jsou systémy pro zobrazování trasy pohybu a snímání pohybu, které odhadují 2D a 3D pohyb včetně deformací a kloubových pohybů. [21]

### 7.3.5 Vysoko-úrovňové vidění (High-level Vision)

Vysoko-úrovňové vidění je v podstatě forma sémantiky, např. rozpoznání objektů nebo správné porozumění obrazu. Již dlouhodobým problémem se ukazuje zajištění neměnnosti při rozpoznávání, tzn. jak rozpoznat jeden a ten samý 3D model zobrazovaný v různých úhlech. Zde jsou dva přístupy, jak se s danou problematikou vypořádat. První je rozpoznávání na základě předem určeného modelu a druhý přístup je založen na porovnávání již známých obrazů, tzv. learning mode.

Vysoko-úrovňové vidění se snaží o co nejlepší a nejdůvěrnější vyjádření zobrazovaného obrazu. Poskytuje odpověď na otázky jako například, jestli je na obrázku auto, nebo zda vstupní video je akční nebo drama, popřípadě jestli osoba na videu právě skáče. Na základě odpovědí na tyto typy otázek by mělo být nejen možné splňovat úkoly v inteligenční interakci člověk-počítač, ale také v případě inteligentních robotů, chytrých prostředí a multimédií. [21]

## 8 VYUŽITÍ V PRAXI

Poté co je definováno počítačové vidění, bude možné navrhnout jisté možnosti, jak využít sonar jako vyhledávač.

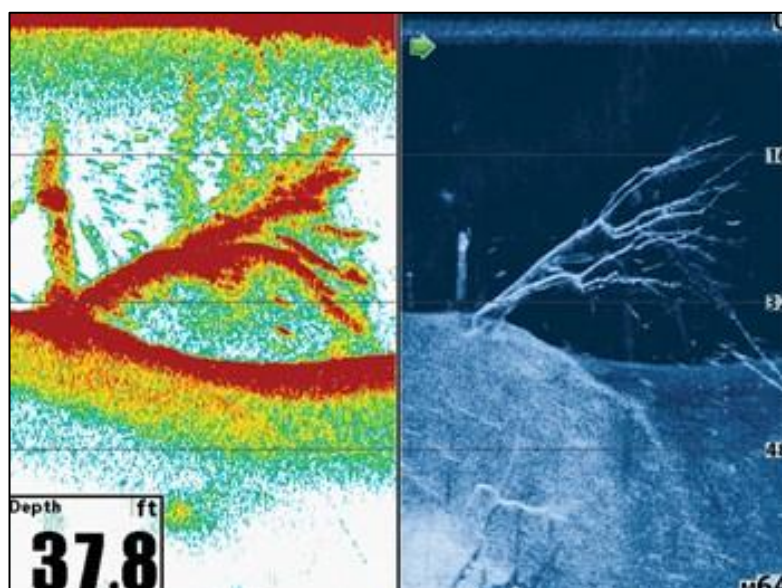
Výstupem této technologie je obraz, který pokrývá poměrně velký rozsah snímaného prostoru. Jelikož předpoklad je, že se budou vyhledávat osoby, popř. objekty podobné velikosti, bude nejspíše potřeba pracovat na rozměrové úrovni adekvátní ke zkoumanému prostoru a s ohledem na velikost prostředí. Jedním z hlavních požadavků na výstupní obraz je takový, aby bylo možné rozeznat hledané předměty, to znamená, že musí mít dostatečné rozlišení.

Metod, kterými se dá vyhledávat na obrazu předem stanovený objekt je několik:

- a) dle odstínů,
- b) podle kontur,
- c) porovnávání obrazů.

### 8.1 VYHLEDÁVÁNÍ DLE ODSTÍNŮ (SEGMENTACE)

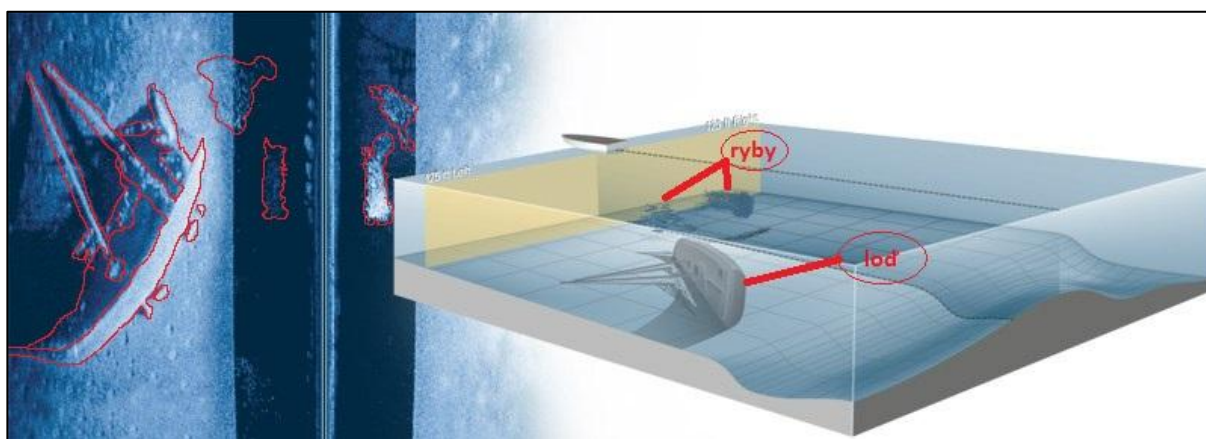
Při této metodě by se dalo využít různé světelné reflexivity objektů, jak je zřejmé z obr. 30. Pozadí, od kterého se signál odráží jen nepatrně, má míru reflexivity velmi nízkou a proto se vyobrazuje tmavým odstínem. Takže pokud by byl nastaven filtr, který by odstínil nejvyšší koncentraci těchto tmavých bodů a nahradil je například černou barvou, tak aby obrys vystoupil do popředí, pak by bylo možné podstatně jednodušeji rozeznat o jaký objekt se jedná, nicméně po poznatcích z kap. 7 by určitě vhodné použít dva nebo více sonarů a pokusit se o zpracování obrazů v jeden výsledný obraz, který by např. mohl již vykreslovat objekty v 3D rozhraní.



Obr. 30: Různá reflexivita objektů [17]

## 8.2 VYHLEDÁVÁNÍ PODLE KONTUR

U této metody by se v podstatě pracovalo na stejném principu jako u vyhledávání pomocí segmentace, ale navíc by se zde ještě vytvářely kontury kolem zvýrazněných objektů, aby bylo možné rozeznat objekt, i kdyby se jednalo například o skupinu světlých bodů, které by bez propojené kontury nemusely dávat smysl. Pro příklad je možné uvést situaci, že z důvodu velkých vzdáleností bodů od sebe nastane stav, kdy za normálních podmínek není možné stanovit, o jaký objekt se jedná, nicméně pokud body propojíme ohraničující konturou, obraz může být výrazně čitelnější a pravděpodobnost úspěšné analýzy obrazu se jistě zvýší. Důvodem špatné čitelnosti obrazu bez kontur nemusí být jenom větší vzdálenost světlých bodů, ale také horší reflexivita hledaných objektů a jejich splývání s okolím.



Obr. 31: Případné vykreslování pomocí kontur, pro lepší rozpoznání obrazu

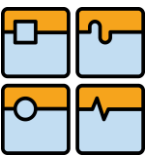
## 8.3 VYHLEDÁVÁNÍ POMOCÍ POROVNÁVÁNÍ OBRAZŮ

Tato metoda by měla pracovat na principu porovnávání obrazu s databází obrazů, kdy na základě shody vybraných kontur a porovnávaného obrazu z databáze by např. při nastavení shody větší jak 50 % systém zhlásil, že je možné, že se jedná o daný objekt. Tato metoda by byla dobře využitelná například i u bezpečnostního systému Poseidon. Nejprve by se pořídil základní obraz v prázdném bazénu, aby bylo možné porovnávat, jak bude vypadat osoba, jež se v bazénech vyskytuje. Na základě těchto údajů by vznikla databáze k porovnávání. Nyní by u tohoto systému nebylo žádnou překážkou mírné zakalení vody nebo vzduchové bubliny, jelikož jak je výše zmíněno, na výstupný obraz nemají tyto faktory vliv.

Na obr. 32 je možné vidět, jak by zařízení přibližně fungovalo, na levé straně obrázku je výsledný obraz a na pravé straně kontura, se kterou by byl obraz porovnáván.



Obr. 32: Případné vykreslování pomocí kontur, pro lepší rozpoznání obrazu[22] [23]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 37
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 9 ZÁVĚR

V první části bylo nutné analyzovat všechny dostupné metody pro mapování podvodního prostředí, následně bylo stručně popsáno, jaké má daná metoda výhody, popř. nevýhody, jakým způsobem funguje a jaké příslušenství je potřeba pro zajištění dobré funkčnosti.


Po analýze a celkovém vyhodnocení dle tab. 1 vyplynulo, že nejvhodnější metodou, která byla i nadále zpracována, je mapování prostředí pomocí sonaru. V další části práce byla pozornost zaměřena na historii sonarů, kde byla popsána celá řada skutečností, které vedly ke konečné technologii, která se používá dnes. Nadále bylo popsáno základní rozdělení sonarů pasivních i aktivních. Poslední rozdělení sonarů bylo provedeno z hlediska počtu paprsků, kde se střídaly různé zobrazovací úhly a zároveň i počet paprsků v závislosti na výsledném obrazu. Zde bylo ukázáno, jak pokročilá tato technologie je a kolik různých metod lze použít. Například ani pozorování prostoru pod hladinou v zobrazovaném poli o úhlu zobrazení  $360^\circ$  není v dnešní době nijak neobvyklé.

V poslední části práce se zájem ubíral směrem na aplikaci pro systémy používané v současnosti a dále pak na návrh možného dalšího využití v praxi. První aplikace byla na systém Poseidon, protože tento systém již nachází praktické využití. Bohužel i tento systém není zcela dokonalý a má pár svých nedostatků. Po doplnění sonarových jednotek by mělo nastat zlepšení stavu.

V návrhu na budoucí využití byla snaha se zaměřit zejména na problematiku vyhledávání ztracených osob. Koncept tohoto návrhu byl vymyšlen tak, aby bylo možné na základě vykreslených obrazů automaticky rozeznat objekt ve výstupním obrazu. Z tohoto důvodu bylo nutné nejprve správně pochopit počítačové vidění a postup zpracování tohoto vstupního signálu, čemuž byla v této práci věnována významná část. Na základě získaných poznatků bylo nastíněno možné využití v praxi dle jednotlivých metod.

Závěrem proto nezbyvá než konstatovat, že tato bakalářská práce poskytuje jistě mnoho cenných informací k problematice mapování podvodního prostředí a jistě by bylo vhodné, aby koncept na využití neupadl v zapomnění a v budoucnu byl dále rozvíjen až ke konečnému produktu, který by našel jistě své využití.



	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 38
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### 10.1 LITERATURA

[5] FAHY F., WALKER J. *Fundamentals of noise and vibration*. London : E & FN Spon, 1998. 0-419-24180-9.

[6] Hill, Maurice N. *The sea. 1. Physical oceanography*. 1. Vydání. New York : Interscience Publ., Wiley, 1962. LCCN 62018366.

[7] Blake, R. F. Submarine Signaling: The Protection of Shipping by a Wall of Sound and Other Uses of the Submarine Telegraph Oscillator. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* . From the Hydrographic Office Bulletin of May 13, 1914, 1914, Sv. 2, 33.

[21] Wu, Ying. *An Introduction to Computer Vision*. [pdf] Evanston, IL 60208 : Northwestern University, 2013.

### 10.2 INTERNET

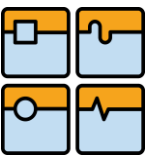
[1] Poseidon. *Poseidon the liveguard's third eye*. [Online] Poseidon Technologies Inc, 2000. [Citace: 20. Duben 2014.] <http://www.poseidon-tech.com/us/system.html>.

[2] Fotografovani. *Svět skrz objektiv*. [Online] Svět skrz objektiv, 2014. [Citace: 28. Duben 2014.] [http://www.fotografovani.cz/old-idif/fotografovani/images4/foto\\_ztraceny\\_fotoaparát\\_nikon\\_coolpix\\_l18\\_\\_2010\\_2.jpg](http://www.fotografovani.cz/old-idif/fotografovani/images4/foto_ztraceny_fotoaparát_nikon_coolpix_l18__2010_2.jpg).

[3] Sealife. *Fisheye Wide Angle Lens*. [Online] Sealife Cameras, 2014. [Citace: 25. Duben 2014.] <http://www.sealife-cameras.com/sites/sealife/files/products/sealife-fisheye-lens-dc1400-underwater-camera-2.jpg>.

[4] ec21. *Side Scan Sonar System*. [Online] EC21 Inc., 1997. [Citace: 25. Duben 2014.] [http://dsmeu.en.ec21.com/Side\\_Scan\\_Sonar\\_System--618904\\_2464231.html](http://dsmeu.en.ec21.com/Side_Scan_Sonar_System--618904_2464231.html).

[8] Ladislav Kosour. *Warships of Worls War 2. Třída H*. [Online] 1999. [Citace: 23. Listopad 2013.] <http://warshipsw2.eu/lode.php?language=E&period=E&idtrida=2495&tridit=launchYMD&zobraz=A>.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	str. 39
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

- [9] Hydrophone: Map. <http://www.thefullwiki.org/>. [Online] The Full Wiki, 22. Červenec 2005. [Citace: 21. Prosinec 2013.]  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/80/Underwater-microphone\\_hg.jpg/180px-Underwater-microphone\\_hg.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/80/Underwater-microphone_hg.jpg/180px-Underwater-microphone_hg.jpg).
- [10] Sonar. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [Online] St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, 2002. [Citace: 2014. 5 19.]  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Sonar>.
- [11] Hlidek, J. Honza Hlidek. *Prezentace o sonarech*. [Online] 2008. [Citace: 12. prosinec 2013.]  
<http://honza.hlidek.cz/dokumenty/03.%20semestr/Fyzika%202%20-%20X02FY2/Prezentace%20o%20sonarech.pdf>.
- [12] Humminbird. *Single beam*. [Online] BLA NZ Ltd, 2010. [Citace: 15. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/singe-beam/>.
- [13] Humminbird. *Dual beam plus*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 15. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/dual-beam-plus/>.
- [14] Normark. *Sonarove technologie*. [Online] Normark s.r.o. [Citace: 16. Leden 2014.] [http://www.normark.cz/katalog/HUMMINBIRD/sonarove-technologie-\(1\)/sonarove-technologie](http://www.normark.cz/katalog/HUMMINBIRD/sonarove-technologie-(1)/sonarove-technologie).
- [15] Humminbird. *Quadra beam plus*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 16. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/quadrabeam-plus/>.
- [16] Humminbird. *Side imaging*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 17. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/side-imaging/>.
- [17] Humminbird. *Down imganing*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 17. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/down-imaging/>.
- [18] Humminbird. *Switchfire*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 15. Listopad 2013.] <http://humminbird.com.au/technology/switchfire/>.
- [19] Humminbird. *360 Imaging*. [Online] BLA NZ Ltd., 2010. [Citace: 20. Leden 2014.] <http://humminbird.com.au/technology/switchfire/>.
- [20] Flickr hive mind. *The World's Best Photos*. [Online] Flickr. [Citace: 11. Březen 2014.] <http://www.flickrhivemind.net>.
- [22] Mission blue, Sylvia earle alliance. *Sonar technology* [Online]  
<http://mission-blue.org/wp-content/uploads/2012/10/sonar-technology.png>