

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

**ZHODNOCENÍ STAVU ICHTYOFAUNY A  
SLEDOVÁNÍ ZMĚN KVALITATIVNÍCH UKAZATELŮ  
POVRCHOVÉ VODY V OBLASTI VÝSKYTU MALÝCH  
VODNÍCH ELEKTRÁREN V POVODÍ ŘEKY VÁHU**

**diplomová práce**

**Autor:**

Bc. Nikola Chaloupková

**Vedúci diplomovej práce:**

RNDr. Jana Nováková, PhD.

Ostrava 2015

**VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**

Faculty of Mining and Geology

Institute of environmental engineering

**EVALUATION OF ICTHYOFAUNA AND  
MONITORING CHANGES IN SURFACE WATER  
QUALITY MARKERS IN THE SMALL HYDROPOWER  
PLANTS OCCURRENCE IN THE RIVER BASIN AREA  
OF THE VAH**

**diploma thesis**

**Author:**

Bc. Nikola Chaloupková

**Supervisor:**

RNDr. Jana Nováková, PhD.

Ostrava 2015

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Nikola Chaloupková**

Studijní program: N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 3904T005 Environmentální inženýrství

Téma: **Zhodnocení stavu ichtyofauny a sledování změn kvalitativních ukazatelů povrchové vody v oblasti výskytu malých vodních elektráren v povodí řeky Váhu**  
**Evaluation of Ichthyofauna and Monitoring Changes in Surface Water Quality Markers in the Small Hydropower Plants Occurrence in the River Basin Area of the Vah**

### Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl DP  
Teoretická část
2. Charakteristika vybraného úseku vodního toku řeky Váh (346,600 ř. km – 358,400 ř. km)
3. Migrační bariéry a jejich negativní vlivy na ichtyofaunu  
Praktická část
4. Metodika analýzy a hodnocení povrchové vody a ostatních parametrů hydrologického režimu vybraných profilů Váhu
5. Návrhy opatření na zlepšení migrační průchodnosti toku
6. Diskuze
7. Závěr

### Seznam doporučené odborné literatury:

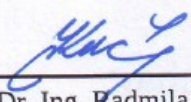
- SLAVÍK, Ondřej a Zdeněk VANČURA. Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování: metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2012, 139 s. ISBN 978-80-7212-580-7.
- PŘÍHODA, Juraj. Ichtyologický prieskum a odborný posudok vplyvu MVE Liptovský Ján na ichtyofaunu v danej oblasti: Znalecký posudok 2/2011. Žilina, 2011, 24 s.
- MUŽÍK, Vladimír. FISH CONSULTING, s. r. o. Ichtyologická štúdia rieky Váh pre potreby povolovacích konaní vodného diela "MVE Podtureň": 2. záverečná verzia. Banská Bystrica, 2013, 36 s.
- SEDLÁR, Ján. Atlas ryb. 1. vyd. Bratislava: Obzor, 1989, 370 s. Obrázky z přírody. ISBN 80-215-0004-2.
- MUŽÍK, Vladimír. SLOVENSKÝ RYBÁRSKY ZVÄZ. Hospodárenie v rybárskych revíroch. Trenčín: DIGIPress, 2010, 224 s. ISBN 978-80-968015-9-6.
- Time for green certification for all hydropower?. AIP/Scitation [online]. 2012, č. 4 [cit. 2014-10-27]. DOI: Editorial: Time for green certification for all hydropower? Z. Daniel Deng and Thomas J. Carlson J. Renewable Sustainable Energy 4, 020401 (2012);<http://dx.doi.org/10.1063/1.3703693>. Dostupné z:<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jrse/4/2/10.1063/1.3703693>.
- MARMULLA, Ed. by Gerd. Dams, fish and fisheries: opportunities , challenges and conflict resolution. Rome: FAO, 2001, 166 s. ISBN 92-510-4694-8.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

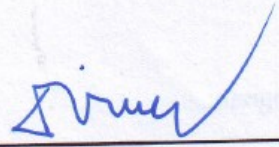
Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Jana Nováková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015

  
\_\_\_\_\_  
doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová  
vedoucí institutu



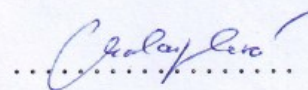
  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení:**

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užit (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.
- Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užit dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2015

Nikola Chaloupková



## SUMMARY

This work deals with small hydropower plants, which by design and building location at the foot of the original habitats of the river Vah alter their natural character. The first chapter deals with the natural proportion of the relevant site, located in the Liptov basin. The next chapter analyzes the issue MVE than permanent migration barriers and describes them adequate impact on the vitality and survival of natural fish species. The following two sections describe the methodology of data collection and analysis and subsequent evaluation of water chemistry in the presence of three MVE special interest in the area, in parts of the dam and the dam MVE. The final chapter is devoted to concrete proposals for improving the current and after-upstream fish migration.

**Keywords:** foothill river, small hydropower plant, fish communities, migration, qualitative indicators of surface water

## ANOTÁCIA

Práca sa zaoberá malými vodnými elektrárňami, ktoré svojou konštrukciou a stavebným umiestnením v pôvodných biotopoch podhorskej rieky Váh menia ich prirodzený charakter. Prvá kapitola pojednáva o prírodných pomeroch záujmovej lokality, situovanej v Liptovskej kotline. Ďalšia kapitola analyzuje problematiku MVE ako trvalých migračných bariér a popisuje ich adekvátny vplyv na vitalitu a prežívanie prirodzených rybích druhov. Nasledovné dve kapitoly popisujú metodiku zberu dát a ich analýzy a následné vyhodnotenie chemizmu vody v oblasti výskytu troch MVE v záujmovej lokalite, v častiach nad haťou a pod haťou MVE. Záverečná kapitola sa venuje konkrétnym návrhom zlepšenia po prúdovej a proti prúdovej migrácie rýb.

**Kľúčové slová:** podhorská rieka, malá vodná elektráreň, rybie spoločenstvá, migrácie, kvalitatívne ukazovatele povrchovej vody

## **Pod'akovanie:**

Na tomto mieste by som sa chcela poďakovať vedúcej diplomovej práce RNDr. Jane Novákovej PhD. za odborný dohľad a cenné rady. Moje poďakovanie patrí aj konzultantom z MsO SRZ Liptovský Mikuláš a ichtyológovi Ostravskej univerzity doc. RNDr. Bohumírovi Lojkáskovi, CSc. V neposlednom rade by som sa rada poďakovala za podporu pri terénnych meraniach a ochotu riešenia problematiky diplomovej práce Ing. Jozefovi Chaloupkovi, Ing. Jánovi Vykročovi, Bc. Pavle Gromanovej a Bc. Hane Královej.

## Obsah

Úvod.....	1
<b>1 Charakteristika PRÍRODNÝCH POMEROV vybraného úseku vodného toku rieky Váh.....</b>	<b>2</b>
1.1 Všeobecná charakteristika záujmovej lokality.....	2
1.2 Hydrologické pomery územia.....	2
1.2.1 Povrchová voda.....	3
1.2.2 Podzemná voda.....	4
1.3 Klimatické pomery územia.....	5
1.4 Geomorfologické pomery územia.....	5
1.5 Geologické pomery územia.....	6
1.6 Pedologické pomery územia.....	7
1.7 Biogeografické pomery územia.....	7
1.7.1 Charakteristika pobrežnej vegetácie.....	8
1.7.2 Ostatná fauna a predátori.....	9
<b>2 Migračné bariéry a ich vplyvy na ichtyofaunu.....</b>	<b>12</b>
2.1 Migrácie ichtyocenóz.....	12
2.2 MVE ako migračná bariéra.....	13
2.2.1 Zmeny hydraulických vlastností toku.....	14
2.2.2 Zmeny kvalitatívnych ukazovateľov.....	15
2.3 Rybie priechody a ich typy.....	16
2.4 Príčiny nefunkčnosti rybích prechodov.....	19
2.5 Stav ichtyofauny v záujmovej lokalite.....	20
2.5.1 Historický vývoj rybárstva v záujmovej lokalite.....	22
2.6 Jestvujúci stav najväčších MB na vybranej lokalite.....	23



<b>3</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>26</b>
3.1	Celkový profil vykonania monitoringu.....	26
3.2	Metodika zberu dát.....	32
3.2.1	Merania v teréne.....	32
3.2.2	Odber vzoriek.....	33
3.2.3	Charakteristiky sledovaných parametrov kvality vody.....	33
3.2.4	Metodika stanovenia akosti vôd.....	38
3.3	Zhodnotenie aktuálneho stavu ichtyofauny.....	41
3.4	Vyhodnotenie dát.....	43
3.4.1	Vyhodnotenie dát získaných v teréne.....	44
3.4.2	Vyhodnotenie dát nameraných v laboratóriu.....	54
<b>4</b>	<b>Návrh opatrení na zlepšenie PO PRÚDOVEJ a proti prúdovej migračnej priechodnosti toku.....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>Diskusia.....</b>	<b>65</b>
	<b>Záver.....</b>	<b>69</b>
	<b>Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>70</b>
	<b>Zoznam obrázkov.....</b>	<b>76</b>
	<b>Zoznam tabuliek.....</b>	<b>77</b>
	<b>Zoznam grafov.....</b>	<b>79</b>
	<b>Zoznam príloh.....</b>	<b>80</b>

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

HEP	hydroenergetický potenciál
ISO	International Organization for Standardization
LD	long distance
LH	Liptovský Hrádok
LM	Liptovský Mikuláš
MB	migračná bariéra
$M_{\text{celk.}}$	celkový mangán
MH	medzná hodnota
MsO SRZ	mestská organizácia Slovenského rybárskeho zväzu
MVE	malá vodná elektrárň
$N\text{-NH}_4^+$	amoniakálny dusík
$N\text{-NO}_2^-$	dusitanový dusík
$N\text{-NO}_3^-$	dusičnanový dusík
NEK	normy environmentálnej kvality
NL	nerozpustné látky
NV	nariadenie vlády
$O_2$	rozpustený kyslík
OH	odporúčaná hodnota
OZE	obnoviteľné zdroje energie
$P_{\text{celk.}}$	celkový fosfor
PET	polyetylén
RP	rybí priechod
SD	short distance
STN	slovenská technická norma
ŠOP SR	Štátna ochrana prírody Slovenskej Republiky
TNV	odvetvová technická norma vodného hospodárstva

## ÚVOD

Významná časť vodnej energie je vzhľadom na prirodzený reliéf slovenskej krajiny rozptýlená v malých vodných tokoch. Ich dynamiku na elektrickú energiu premieňajú vodné stavby typu malých vodných elektrární s výkonom menším ako 10 MW. V súčasnosti sa na území SR aktívne prevádzkuje 203 MVE, ktoré vyrobia okolo **260 GWh** energie za rok (FÁBER, 2012). Celoslovenský technicky využiteľný potenciál MVE predstavuje 3,85%, čím sú MVE na predposlednom mieste v tabuľke celkového využiteľného potenciálu OZE na území Slovenska (MUŽÍK, 2010). Aj napriek slabému percentuálnemu zastúpeniu potenciálu MVE na území Slovenska nastal v posledných rokoch veľký nárast budovania vodných stavieb tohto typu. Slovenská republika sa totiž zaviazala k splneniu Konceptie využívania HEP do roku 2030, kde je uvedené: „V zmysle zásadnej pripomienky k časti 3 Účel a ciele konceptie a záverov rozporového konania bol v koncepcii vytýčený indikatívny ambiciózny cieľ dosiahnuť výrobu **850 GWh/rok** výhľadovo do roku 2030. Plnenie uvedeného cieľa je podmienené splnením záväzkov SR vyplývajúcich z cieľov rámcovej smernice o vode a ochrany území Natura 2000.“ Pre dosiahnutie tohto cieľa bolo vytipovaných 398 nových profilov MVE, kedy Európska únia stavby podporí sumou približne 160 miliónov € (Zdroj: <http://.hron-oz.sk>).

Na celej dĺžke toku rieky Váh sa zatiaľ prevádzkuje približne 40 MVE a 20 z nich sa nachádza v okolí Liptova (CHALOUPKOVÁ, 2012). Na toku rieky Váh v záujmovej lokalite Liptovskej kotliny sú aktuálne na relatívne krátkom úseku dlhom 11,800 rkm prevádzkované tri MVE a štvrtá je v povoľovacom konaní. Využívanie vodnej energie je neoddeliteľnou súčasťou prechodu na obnoviteľné zdroje energie. Je však dôležité, aby takéto vodné stavby nevytvárali nový problém pre sladkovodné ekosystémy z pohľadu očakávanej fragmentácie toku a zmeny režimu toku (ZARFL et al., 2015).

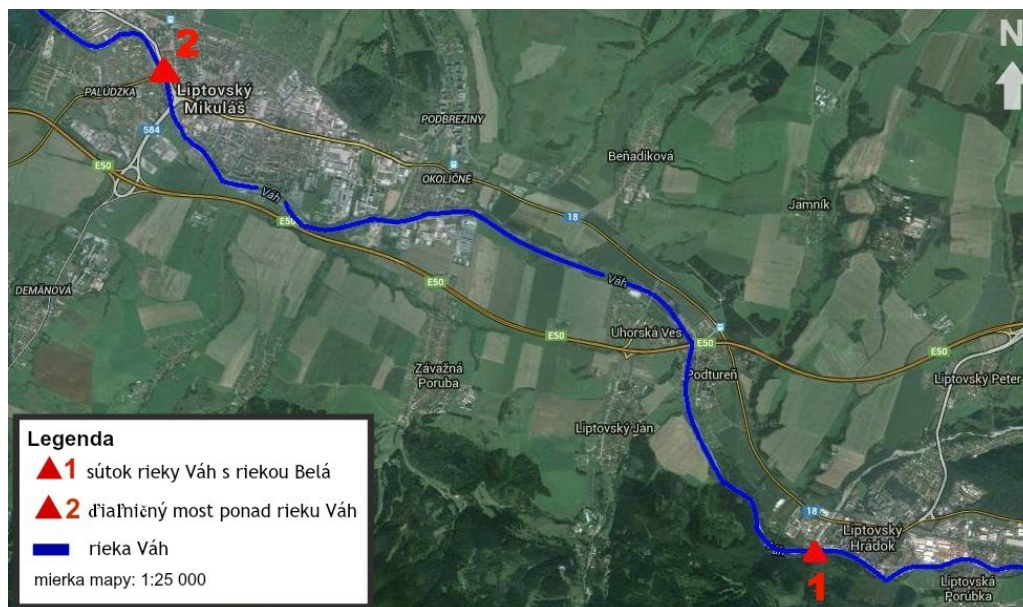
Nosným cieľom práce je poukázať na priehradové MVE ako na prvky meniace prirodzený charakter úseku vodného toku rieky Váh a navrhnúť opatrenia pre zlepšenie po a proti prúdovej migrácie rýb. Čiastkovými cieľmi práce je zhodnotiť vplyv MVE na riečne kontinuum a na stav ichtyofauny v záujmovej lokalite na základe štatistík úlovkov a zarybňovania poskytnutých MsO SRZ Liptovský Mikuláš. Porovnať a vyhodnotiť vplyvy MVE na chemizmus povrchovej vody v častiach nad haťou a pod haťou.

## 1 CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÝCH POMEROV VYBRANÉHO ÚSEKU VODNÉHO TOKU RIEKY VÁH

Zájmová lokalita sa nachádza v severnej časti stredného Slovenska, v okrese mesta Liptovský Mikuláš. Vybraný úsek vodného toku rieky Váh je situovaný v Liptovskej kotline, na ktorú sa vzťahuje všeobecná charakteristika prírodných pomerov.

### 1.1 Všeobecná charakteristika záujmovej lokality

Vybrané územie predstavuje riečny koridor dolinového systému rieky Váh. Zájmová lokalita vyobrazená na Obrázku 1 je užšie ohraničená bodom na sútoku rieky Váh s riekou Belá v meste Liptovský Hrádok (358,400 rkm) a miestom výskytu diaľničného mosta ponad rieku Váh v meste Liptovský Mikuláš (346,600 rkm). Dĺžka celého profilu predstavuje 11,800 rkm. Celý profil je vyhlásený ako lovný rybársky revír č. 21 v pstruhovom pásme s výskytom lipňa tymiánového (*Thymallus thymallus*), obhospodarovaný MsO SRZ Liptovský Mikuláš (ZUSKINOVÁ, 2012).



Obrázok 1 - Užšie vymedzenie záujmovej lokality (Zdroj: prevzaté a upravené z <http://google.sk>)

### 1.2 Hydrologické pomery územia

Vodstvo Slovenskej Republiky je radené k úmoriu Čierneho mora (96 %) a Baltského mora (4 %). Vodné toky so svojimi povodiami, zaberajúcimi plochu 49 015

km<sup>2</sup>, sa delia na desať čiastkových povodií – Dunajec a Poprad, Morava, Dunaj, Váh, Hron, Ipeľ, Bodrog, Slaná, Hornád a Bodva (PALUCHOVÁ, 2008).

### 1.2.1 Povrchová voda

Typológia útvarov povrchových vôd na základe Plánu managementu čiastkového povodia Váhu 2010 určuje zvolený úsek toku Váhu ako útvar typu V1(K3V) - Veľké vodné toky hornej časti povodia Váhu v nadmorskej výške 500 až 800 m v Karpatoch. Vybrané územie sa nachádza v stredohorskej oblasti s typom snehovo-dažďového režimu odtoku. Pre uvedený typ odtokového režimu je definované maximum priemerného mesačného prietoku v mesiaci máj, minimum v mesiaci január až február. Vyššie vodné stavy sa vyskytujú v období mesiacov apríl až jún. Nasledujúca Tabuľka 1 uvádza základné charakteristiky povodia rieky Váh (ZUSKINOVÁ, 2012).

Tabuľka 1 - Základné informácie o povodí rieky Váh (PALUCHOVÁ, 2008)

Vodný tok	Váh
Číslo podrobného povodia	4-21-02
Správca toku	SVP š. p., OZ Piešťany
Celková dĺžka toku	362,2 km
Dĺžka toku v záujmovom území	12,4 km
Celková plocha povodia	19 661 km <sup>2</sup>
Kraj	Žilinský
Katastrálne územie	Liptovský Mikuláš
Dlhodobý priemerný prietok (za obdobie 1931-1960) $Q_a$	19,6 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
N-denný prietok $Q_{355}$	5,44 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
N-denný prietok $Q_{270}$	9,35 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
Veľkosť sedimentov	štrk, balvany

Rozšírené časti koryta, kde klesá energia toku, sa vyznačujú nanosením materiálu – vznik tzv. štrkových lavíc. Tie v spojení s plytčinami a priehlbunami vytvárajú tzv.

lavicové jednotky. Na celej dĺžke toku dochádza k striedaniu miest s pomaly tečúcou vodou s úsekmi rýchlo prúdiacimi, čo prispieva k rozmanitosti vodných spoločenstiev. V neregulovaných častiach toku boli zaznamenané periodicky zaplavované mŕtve ramená a meandrové jazerá v pokročilom štádiu zazemňovania. Relatívne často sa tu vyskytujú brody (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.2.1.1 Vodohospodárske úpravy na toku

Už od 50. rokov minulého storočia boli na rieke Váh vykonávané rôzne technické úpravy. Vodohospodárske úpravy boli spojené s budovaním okolitých sídiel a s rozvojom priemyslu, ďalej s výstavbou systému vodných nádrží Liptovská Mara – Bešeňová. Evidované sú opatrenia súvisiace s protipovodňovou ochranou a taktiež boli na toku vybudované tri MVE. V porovnaní so situáciou v roku 1936 došlo do dnešnej doby k skráteniu hlavného koryta Váhu takmer o 650 m a k zániku približne 14,8 km bočných ramien (ANSTEAD and BARABAS, 2013). Aj napriek faktu, že v minulosti boli pozdĺž rieky vybudované ochranné hrádze s funkciou zabránenia vyliatia vody z koryta a zaplavenia priľahlého územia, horný tok Váhu pretekajúci cez Liptovskú kotlinu predstavuje pomerne zachovalý podhorský tok (BALÁŽ, 2008). Pozorovateľné je striedanie priehlbín s plytčinami aj v miestach napriamených úsekov toku. Táto variabilita prispieva k diverzite vyskytujúcich sa biotopov, kedy v období nízkych prietokov môžu byť priehlbiny vhodným útočiskom pre vodné organizmy. Z hľadiska technických úprav sú zhruba tri štvrtiny dĺžky brehov v pozdĺžnom profile upravené, spevnené lomovým kameňom, v okolí sídiel aj polovegetačnými tvárniciami, poprípade kamennou rovinou (ANSTEAD and BARABAS, 2013). Dno je členité a tvorené prirodzeným štrkovitým materiálom, miestami štrkovito-kamenitý podkladom (MUŽÍK, 2013).

### 1.2.2 Podzemná voda

V rámci Liptovskej kotliny nadobúda úroveň znečistenia podzemných vôd nízke, ojedinele stredné hodnoty. Z hľadiska „Plánu manažmentu čiastkového povodia Váhu 2010“ je širšie dotknutá oblasť zaradená do typológie útvarov podzemných vôd: Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného Váhu a jeho prítokov s kolektorom v aluviálnych terasových štrkoch, piesčitých štrkoch, pieskoch, glacifluviálnych a proluviálnych sedimentoch a pórovou priepustnosťou.

Puklinové podzemné vody Podtatranskej skupiny a Liptovskej kotliny s kolektorom v pieskovo-ílovcových flyšových súvrstviach s puklinovou priepustnosťou.

Pre útvar geotermálnych vôd: typ Liptovská kotlina s kolektorom v karbonátoch mezozoika (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.3 Klimatické pomery územia

Klimatické pomery širšieho územia Liptovskej kotliny (viď Tabuľka 2) sa pohybujú medzi chladnou a teplou oblasťou, kedy má klíma kotlinový charakter, na ktorý majú vplyv okolité pohoria (LAPIN et al., 2002). Územie je zaradené do oblasti mierne teplého kotlinového okrsku, s chladnou studenou zimou a krátkym mierne chladným letom. Z hľadiska prízemných inverzií je územie radené k priemerne inverzným polohám (ZUSKINOVÁ, 2012).

Tabuľka 2 - Vybrané charakteristiky klimatických pomerov Liptovskej kotliny (ZUSKINOVÁ, 2012)

Najteplejší / najchladnejší mesiac v roku	Júl	Január
Priemerná t vzduchu	nad 16°C	- 4 až -5°C
Mesačné úhrny zrážok	60 až 80 mm	30 až 40 mm
Priemerná ročná t vzduchu	6 až 7°C	
Priemerná rýchlosť vetra	3 m/s	
Prúdenie vetra	Západné	
Trvanie snehovej pokrývky	60 až 80 dní v roku	
Počet dní s celodenným mrazom	60 až 70 dní	
Výskyt hmiel	40 až 50 dní v roku	

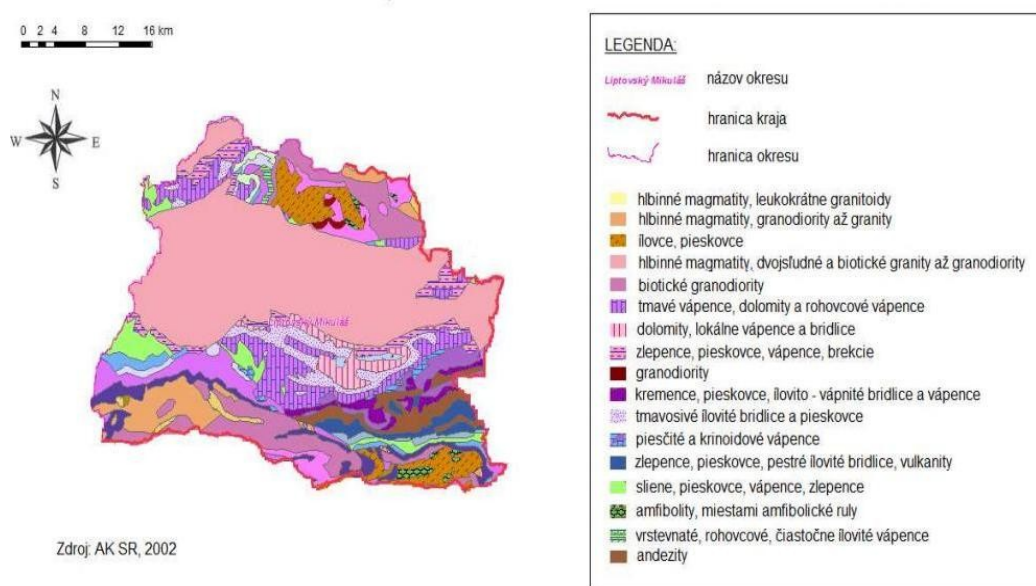
### 1.4 Geomorfologické pomery územia

Na základe geomorfologického členenia SR patrí územie Liptovskej kotliny do Alpskohimalájskej sústavy, podsústavy Karpaty, provincie Západné Karpaty a subprovincie Vnútorne západné Karpaty (MAZÚR and LUKNIŠ, 1986). Celá oblasť patrí do celku Podtatranská kotlina, podcelku Liptovská kotlina, časti Liptovské nivy. Na nive

rieky Váh je vyvinutý reliéf rovín a nív (ZUSKINOVÁ, 2012). Liptovská kotlina sa rozprestiera v nadmorskej výške 470–900 m. Pahorkatina s priemernými výškami 30 až 150 m nadobúda v strede kotliny nízkovrchovinový ráz. Bočné prítoky rieky Váh ako Smrečianka, Kvačianka, Belá, Štiavnica a Demänovka tvoria mohutné náplavové kužele (NOVODOMEČ, 2007). Vlastná lokalita je situovaná v nadmorskej výške územia od 584 do 610 m n. m.

### 1.5 Geologické pomery územia

Podľa základného geologického členenia Západných Karpát je dotknuté územie zaradené v jednotke vnútrokarpatský paleogén, 8 C Liptovská kotlina (VASS et al., 1988). Z pohľadu geologickej stavby je podložie Liptovskej kotliny (viď Obrázok 2) tvorené vrchnou kriedou a paleogénom vnútorných Karpát - vnútrokarpatským flyšom (ZUSKINOVÁ, 2012). Paleogénnu výplň kotliny tvoria najmä hutianske a zuberecké súvrstvie (pieskovce a vápnité ílovce), pri J-V a J-Z kontakte kotliny s Nízkymi Tatrami je to borovské súvrstvie (zlepence, brekcie, pieskovce a vápence). Na krížení úpätných zlomov smeru V-Z a priečných S-J smeru sa viaže vyvieranie minerálnych vôd ako Lúčky, Liptovský Ján či Liptovské Sliache a výskyt sedimentov travertínov. Tieto sa viažu na bohatý výskyt geotermálnych vôd, ktoré sú v súčasnosti značne expandované. Liptovská kotlina je po celom svojom obvode ohraničená vysokými pohoriami glaciálneho typu (NOVODOMEČ, 2007).



Obrázok 2 - Geologická mapa Liptovskej kotliny (ZUSKINOVÁ, 2012)



Územie Liptovskej kotliny je považované za aktívne v otázke geodynamických javov, hlavne svahových porúch viazaných s oblasťou karpatského flyšu. Riziko sa zvyšuje zlomovými poruchami a tektonickými stykmi pohorí a kotlin. Najčastejšie sa svahové poruchy prejavujú v okolí akumuláčnych terás, kde sú ovplyvňované priepustnosťou štrkového materiálu a rovnako aj infiltráciou podzemnej vody. Takéto javy sú pozorovateľné najmä na južnom okraji kotliny. Na vybranom území sa výrazne prejavuje erózna činnosť riečného toku, badateľné sú znaky bočnej erózie koryta. Vo vybranej lokalite nie je zaznamenaná vyššia aktivita magnetického poľa ani seizmická aktivita. Územie je radené do oblasti seizmickej intenzity 6 ° MSK 64 (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.6 Pedologické pomery územia

V Liptovskej kotline sú prevládajúcimi pôdnymi typmi kambizeme, rendziny a fluvizeme. V nižších polohách sa na flyšovom substráte vyskytujú nasýtené kambizeme, vo vyšších polohách sa jedná už o kambizeme kyslé. Na vápencoch, dolomitoch a travertínoch vznikali pôdy typu rendziny, pararendziny a iné ich subtypy. Na bohatých nivách väčších vodných tokov vznikli pseudogleje a fluvizeme (NOVODOMEČ, 2007). Pre záujmové územie na nive rieky Váh sú typickou pôdnou jednotkou kambizeme a kambizeme luvizemné na svahových hlinách. Jedná sa o pôdy stredne ťažké až ťažké, z hľadiska zrnitosti o pôdy stredne skeletnaté. Pre takýto typ pôdy sú charakteristickými priemerná retenčná schopnosť, priemerná priepustnosť pôdy a slabo zásaditá pôdna reakcia. Pôdy sú ohrozené veternou eróziou len slabo v porovnaní s možným ohrozením vodnou eróziou (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.7 Biogeografické pomery územia

Váh ako celok je spolu so svojou nivou radený do internacionálnej siete nadregionálnych biokoridorov. Tieto spolu tvoria významné migračné cesty. Do povodia Váhu spadajú južné svahy Západných Tatier a severné svahy Nízkych Tatier, ktoré sú bohaté na chránené územia. V prostredí samotnej rieky žijú vzácne druhy ako hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), vydra riečna (*Lutra lutra*), volavka popolavá (*Ardea cinerea*) a mnohé iné. Správna funkcia rieky ako biokoridoru vo vybranej lokalite je obmedzovaná vodnými stavbami, tri MVE, ktoré zabraňujú prirodzenej migrácii rybích populácií a

ovplyvňujú kyslíkový režim v toku a režim sedimentácie v koryte (ANSTEAD and BARABAS, 2013).

### 1.7.1 Charakteristika pobrežnej vegetácie

Brehové porasty, ako prirodzená súčasť okolia rieky, majú mnoho dôležitých funkcií. Stabilizujú brehový materiál, sú zdrojom potravy a úkrytom pre rôzne suchozemské a vodné živočíchy. Zastávajú funkciu spomaľovania odtoku a zachytávania sedimentov, ďalej funkciu biokoridoru pre migrujúce organizmy (ZUSKINOVÁ, 2012). Z hľadiska fyto geograficko-vegetačného členenia je širšie územie radené do ihličnatej zóny okresu Liptovskej kotliny. Na základe prirodzenej vegetácie je pre územie Liptovskej kotliny charakteristický zmiešaný listnato-ihličnatý les (MIKLÓS, 2002). Vo vegetačnom kryte územia Liptovskej kotliny sa vyskytujú biotopy vodných tokov, biotopy poľných kultúr, lúk a pasienkov, krovín a nelesnej drevinnej vegetácie. Veľmi vzácne sú zachované biotopy mokradí a rašelinísk (ZUSKINOVÁ, 2012).

V minulosti dominoval prirodzený porast typu horského lužného lesa. Do dnešnej doby sa (široký niekedy 80 až 100 m) zachoval len ako fragment nezregulovaných častí a úsekov toku. Z hľadiska ekologickej kvality je takýto porast vysokohodnotný. V úsekoch výrazne ovplyvnených ľudskou činnosťou (hlavne v oblastiach miest) sú porasty limitované na úzky pás, s prevažujúcimi vrúbami, hlavne vrba purpurová (*Salix purpurea*). Celkovo je možné do vysokohodnotných brehových porastov zaradiť len 17 % porastu na ľavom brehu toku a 19 % porastu na pravom brehu. Ďalšou skupinou sú mladé perspektívne porasty tvoriace 36 % z celkového porastu na ľavom brehu a 17 % na brehu pravom. Relatívne vysoký podiel z porastu predstavujú sporadické, chýbajúce alebo druhovo nevhodné porasty (v zastúpení 47 % na ľavom brehu a 64 % na pravom brehu toku (viď Príloha A – Pobrežná vegetácia rieky Váh) (ŠÍBL et al., 1999).

V rokoch 2003 a 2004 bola záujmová lokalita zmapovaná na základe britských metodík - NRA 1992, Raven et al. 1997 a Králová, ed. 2001. Celkovo bolo v lokalite zistených okolo 40 druhov drevín. Biodiverzita drevín sa pohybovala v rozsahu od 4 do 17 druhov na 1 km. Vo všeobecnosti sú dominantné druhy rodu *Salix* (až 90 % druhového zloženia porastu). Typicky sa v lokalite vyskytujú dreviny ako krušina jelšová (*Frangula alnus*), zob vtáčí (*Ligustrum vulgare*), javor poľný (*Acer campestre*), svíb krvavý (*Cornus sanguinea*), hloh obyčajný (*Crataegus levigata*), baza čierna (*Sambucus nigra*), slivka

trnková (*Prunus spinosa*), ruža šípová (*Rosa canina*), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), breza plstnatá (*Betula pubescens*), topoľ osikový (*Populus tremula*) a smrek obyčajný (*Picea abies*). V brehových porastoch boli pozorovavani aj traja zástupcovia invázných druhov rastlín, a to krídlatka japonská (*Fallopia japonica*), netýkavka málokvetá (*Impatiens parviflora*) a zlatobyľ kanadská (*Solidago canadensis*) (ANSTEAD and BARABAS, 2013).

Vo vybranej lokalite nie sú zaznamenané rastlinné druhy chránené podľa vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.7.2 Ostatná fauna a predátori

Územie Liptovskej kotliny je na základe členenia Slovenska na živočíšne regióny zaradené do provincie Karpaty, oblasť Západné Karpaty, vonkajší obvod a podtatranský okrskok (ČEPELÁK in MAZÚR et al., 1980). Na základe výškovej zonácie živočíchov patrí širšie územie Liptovskej kotliny do podhorského stupňa. Na území je zastúpených viacero druhov živočíšnych spoločenstiev. Do triedy obojživelníkov zaraďujeme živočichy ako skokan hnedý (*Rana temporaria*), ropucha bradavičnatá (*Bufo bufo*), ropucha zelená (*Bufo viridis*), mlok bodkovaný (*Triturus vulgaris*). Kunka žltobruchá (*Bombina variegata*) sa vyskytuje v lokalitách s periodickými vodami. Z triedy plazov sú hlavnými zástupcami jašterica krátkohlavá (*Lacerta agilis*), vretenica severná (*Vipera berus*) a užovka obojková (*Natrix natrix*). Biotopy tečúcich a stojatých vôd v hojnom zastúpení obýva trieda vtákov. Vyskytujú sa tu druhy ako kačica divá (*Anas platyrhynchos*), čajka smeživá (*Larus ridibundus*), kormorán veľký (*Phalacrocorax carbo*), volavka popolavá (*Ardea cinerea*), rybárik obyčajný (*Alcedo atthis*) a iné. Okolité kultúrne stepi podhorského pásma sú využívané ako loviská viacerými druhmi vtákov ako napr. sokol myšiar (*Falco tinnunculus*), sokol sťahovavý (*Falco peregrinus*), výr skalný (*Bubo bubo*), orol skalný (*Aquila chrysaetos*), krkavec čierny (*Corvus corax*), myšiak lesný (*Buteo buteo*), sokol lastovičiar (*Falco subbuteo*), jastrab lesný (*Accipiter gentilis*), jastrab krahulec (*Accipiter nisus*) a ďalšie. Pre biotopy lúk a pasienkov sú typickými vtáčimi druhmi škovránok poľný (*Alauda arvensis*), vrabec poľný (*Passer montanus*), jarabica poľná (*Perdix perdix*), pipiška chochlatá (*Galerida cristata*). Súvislé brehové a nelesné drevinové porasty sú hojne osídlené druhmi spevavcov ako penica popolavá (*Sylvia curruca*), drozd čvíkotavý

(*Turdus pilaris*) a iné. Z triedy cicavcov sú dominantne zastúpenými a na biotopy kultúrnej stepi viazanými druhmi hraboš poľný (*Microtus arvalis*), zajac poľný (*Lepus europaeus*), krt podzemný (*Talpa europaea*). V lesných biotopoch na svahoch Nízkyh Tatier sa vyskytujú lesné druhy ako jazvec lesný (*Meles meles*), liška hrdzavá (*Vulpes vulpes*), veverica stromová (*Sciurus vulgaris*), sviňa divá (*Sus scrofa*), jeleň lesný (*Cervus elaphus*), srnec hôrny (*Capreolus capreolus*), medveď hnedý (*Ursus arctos*), vlk dravý (*Canis lupus*), rys ostrovid (*Lynx lynx*). V lesných biotopoch prežívajú aj viaceré druhy netopierov. Biotopy v miestach prechodu poľného a lesného typu krajiny sú vyhľadávané hlavne srncom, liškou a sviňou divou. Do oblastí nižších úsekov horských a podhorských tokov sa postupne vracia vydra riečna (*Lutra lutra*) (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 1.7.2.1 Predátori v záujmovej lokalite

Prirodzené predátorské správanie môže byť modifikované inštaláciou priehrady. Zdá sa, že migrujúce druhy rýb trpia zvýšením predátorského tlaku v blízkosti stavieb MVE. Táto situácia vzniká v dôsledku neprirodzenej koncentrácie rýb nad i pod haťou, ďalej dezorientáciou rýb pri turbulenciách alebo recirkuláciách vody pod výverom z turbíny. Šokované, stresované a dezorientované ryby sú náchylnejšie k uloveniu dravcom aj po prechode turbínou (LARINIER, 2000).

V posledných rokoch je v záujmovej lokalite zaznamenávaný výrazný vplyv niektorých zákonom chránených živočíchov na spoločenstvá pôvodných druhov rýb. Najväčší predátorský tlak na rybie spoločenstvá v súčasnosti vyvíja kormorán veľký, vydra riečna, čajka smejivá a volavka popolavá (SRZ – Rada Žilina, 2011).

Kormorán veľký sa špecializuje na ryby, ktoré sa prevažne zdržiavajú na otvorenej vodnej ploche (lipeň tymiánový a pstruh potočný do dvoch rokov). Vyplýva to zo spôsobu jeho lovu. Takéto lovné možnosti mu poskytujú vodné zdrže nad MVE hlavne v zimnom období.

Vydra riečna je predátor, ktorý bol v minulom období v dôsledku silného poľovného tlaku skoro vyhubený. V súvislosti s ochranárskymi opatreniami a skutočnosťou, že sa vydry začali umelo vysádzať na celom území SR, sa ich početnosť počas uplynulých 15 rokov zvýšila do takej miery, že v súčasnosti tento druh spôsobuje rybárskym organizáciám a rybochovným zariadeniam značné škody na rybej obsádke.

Čajka smejivá spôsobuje škody na ichtyofaune vekovej kategórie do dvoch rokov. Tým, že je veľmi početná, sú tieto škody o to citeľnejšie.

Volavka popolavá spôsobuje škody na ichtyofaune rieky Váh a jej prítokoch najmä v zimnom období, kedy zamŕza hladina Liptovskej Mary. Úspešnosť jej lovu je až 98% (KOKOŠKA, ústne podanie).

## 2 MIGRAČNÉ BARIÉRY A ICH VPLYVY NA ICHTYOFAUNU

Antropogénna činnosť má veľakrát negatívne vplyvy na vitalitu vodných tokov. Medzi najvýznamnejšie negatívne vplyvy radíme úpravy vodných tokov, ťažbu riečného materiálu, odber vody z tokov a budovanie vodných stavieb. Vodnými stavbami v našom prípade rozumieme vodné stupne a vodné nádrže, hate a stavby typu MVE (SRZ – Rada Žilina, 2011). Tieto pôsobia ako prekážky pre migráciu v potokoch a riekach. Narúšajú kontinuitu prúdu, takže je ťažké, dokonca nemožné, pre ryby dosiahnuť vyššie migračné stanovište (BINDER et. al., 2011).

### 2.1 Migrácie ichtyocenóz

Migrácie sú jedným zo základných životných prejavov a potrieb rýb a niektorých druhov vodných organizmov (HOLUŠA, 2009). Pod migráciou rýb vo všeobecnosti rozumieme priestorovo orientovanú pohybovú aktivitu za určitým cieľom a na základe určitého podnetu v rámci životného cyklu alebo aj z náhodných príčin, kedy sa ryby presúvajú na iné stanoviská vo vodnom prostredí. V riečnom systéme sa jedná o pohyb v troch smeroch: proti prúdu, po prúde a laterálne. V sladkovodnom prostredí záujmovej lokality aktívne prebiehajú tzv. potamodromné migrácie, ktoré sa z hľadiska účelu delia na:

- **reprodukčné** (presuny za účelom rozmnožovania),
- **potravinové** (migrácie v rámci hľadania potravy),
- **kompENZAČNÉ** (presuny za účelom obnovy druhu),
- **OKUPAČNÉ** (pohybové aktivity za účelom rozširovania areálu druhu),
- **vývojové** (presuny súvisiace s rastom a vývojom jedincov),
- **únikové** (presuny vyvolané nepriaznivými vplyvmi),
- **sezónne** (migrácie za účelom hľadania vhodných stanovišť),
- **diurnálne** (presuny podmienené intenzitou svetla, deň/noc) (LUSK et al., 2014).

Rybie populácie sú vysoko závislé na vlastnostiach vodného prostredia, ktoré podporuje všetky ich biologické funkcie. Táto závislosť je najvýraznejšia pri migrujúcich druhoch rýb, ktoré vyžadujú odlišné prostredie pre hlavné fázy ich životného cyklu,

ktorými sú reprodukcia, rast a pohlavné dospievanie (MARMULLA, 2001). Rybie druhy uplatňujúce procesy potamodromných reprodukčných migrácií sa rodia v predchádzajúcich sladkovodných biotopoch, potom migrujú po prúde (stále v sladkej vode), ako mladistvé rastú na dospelých jedincov a aby sa trelí migrujú späť proti prúdu (COONEY, 2013). Z hľadiska zachovania populácií a druhov je najvýznamnejším typom práve reprodukčná migrácia rýb. Vzdialenosť presunov pri reprodukčnej migrácii je u jednotlivých rybičích druhov rozdielna a vychádza z ich biologických charakteristík (LUSK et al., 2014). Rozoznávajú sa ťahy nad 100 km (LD – long distance), ťahy pod 100 km (SD – short distance) a ryby nemigrujúce (NM) (MUŽÍK, 2013).

Za jednu zo základných podmienok prosperity populácie i druhu je považovaný voľný pohyb. Možnosť voľnej migrácie rýb v pozdĺžnej trase toku bola v minulosti základným predpokladom pre prirodzené šírenie druhu v rámci jednotlivých riečnych systémov. Voľnej migrácii rýb však postupne začali zamedzovať rôzne typy priečných vodných stavieb chápané ako migračné bariéry (LUSK et al., 2014). V súčasnosti sú na vodnom toku záujmovej lokality vystavané a ako migračné bariéry chápané - kamenná hať s prevýšením vodných hladín 2 m, tri MVE a štvrtá je v povoľovacom konaní.

## **2.2 MVE ako migračná bariéra**

Hať je pevná alebo pohyblivá vodná stavba priečného charakteru budovaná za účelom vzduť toku. Je jednou zo základných funkčných zložiek vodných stavieb typu MVE. Podľa polohy voči toku delíme stavby MVE na typy derivačné a priehradové (haťové), kedy ich vplyvy na tok sú rozdielne. Derivačná MVE býva umiestnená na derivačnom kanáli, vedenom popri hlavnom toku. Značnou nevýhodou je náročná údržba dlhého náhonového kanála. Konceptne je tento typ MVE vhodným riešením, pretože nevyžaduje veľkú vzdúvaciu hať naprieč celým profilom vodného toku. Hať MVE budovaná súvisle po celej šírke vodného toku je uplatňovaná v priehradovom type MVE. V závislosti od jej výšky dochádza k zastaveniu po prúdovej aj proti prúdovej migrácii rýb. Hať vyššia ako 0,60 m silne selektívne obmedzuje až zastavuje migráciu lososovitých rýb (CHALOUPKOVÁ, 2012, MUŽÍK, 2010). Bez účinného spriechodnenia priečnej hate v toku dochádza k prerušeniu kontinuity toku, čo má významný dopad predovšetkým na migrujúce rybie druhy, ktoré sa migračne pohybujú na stredné a veľké vzdialenosti. Jedná sa o jarné a jesenné ťahy na neresiská do vyšších úsekov toku, eventuálne do prítokov

(ZUSKINOVÁ, 2012). Následkom je postupný vznik izolovaných populácií s obmedzením genetickej výmeny a zníženie reprodukčných a autoregulačných schopností populácií (LOJKÁSEK, ústne podanie).

Biologická priechodnosť migračnej bariéry v prvom rade súvisí s voľbou typu MVE. Priehradové MVE sú považované za najväčšiu umelú migračnú bariéru so značným výškovým rozdielom pôvodných hladín vody. Dochádza k modifikácii toku a až k úplnému prerušeniu migračných ciest vodných živočíchov (MARMULLA, 2001).

### 2.2.1 Zmeny hydraulických vlastností toku

Rýchlosť prúdenia vody v koryte rovnako ako aj kvalita dna výrazne ovplyvňujú spoločenstvá tečúcich vôd. Najväčšia zmena prietokových pomerov je zaznamenávaná pri priehradovom type MVE, ktorý je zároveň najčastejším v praxi využívaným typom MVE (CHALOUPKOVÁ, 2012). V dôsledku vzdutia vodnej hladiny nad haťou MVE vzniká na toku rôzne veľká vodná plocha. V prevažnej väčšine prípadov zanikajú prúdivé a perejnaté lokality považované za najcennejšie ekologické biocentrá. V miestach nad haťou vplyvom zníženia prietoku na  $Q_{san}$  a následne zníženia rýchlostí prúdenia dochádza k zvýšenej sedimentácii plavenín a zabahňovaniu dna (MUŽÍK, 2010). Zo štúdie zmien korytotvorného procesu, ktorej autormi sú prof. Kamenský a prof. Dušička vyplynulo, že pri pomerne krátkom 700-metrovom vzduť hladiny vodného toku sa jeho rýchlosť spomalí o približne 64%, pri prietoku  $Q_{90}=18,8 \text{ m}^3/\text{s}$  (MUŽÍK, 2013).

Vyvolané sú štruktúrne zmeny fauny a dnových živočíchov, keďže ich výskyt súvisí s rýchlosťou prúdenia. Podmienky dna v torentilných úsekoch majú kamenistý ráz, ktorý predstavuje vhodné podmienky na prisadnutie pôvodných živočíchov a rastlín. Podmienky dna v úsekoch spomalenia toku menia svoj ráz na štrkovitý, piesčitý a bahenný, ktorý je v porovnaní s pôvodným charakterom mäkký a z hľadiska osídlenia pôvodnými živočíchmi nestály, a teda málo pestrý (viď Obrázok 3). MVE vybudovaná na toku má za následok zásadnú zmenu dynamiky tečúcej rieky, čo má lokálny negatívny dopad na druhy rýb z čeľade lososovitých, lipňovitých aj kaprovitých reofilov (CHALOUPKOVÁ, 2012, MUŽÍK, 2013).





Obrázok 3- Charakter podhorskej rieky po vzdutí vody nad MVE Slovakia (Zdroj: Chaloupková, 2015)

### 2.2.2 Zmeny kvalitatívnych ukazovateľov

MVE svojou prevádzkovou konštrukciou negatívne vplývajú na zmeny niektorých kvalitatívnych ukazovateľov povrchovej vody. Hate MVE môžu upravovať tepelné a chemické vlastnosti vody v rieke. Vzdúvanie vodnej hladiny haťou pôsobí ako pasca živín a tepelných prenosov. Zmeny teploty vody sú často identifikované ako príčina zníženia biodiverzity (LARINIER, 2000).

V podhorských vodných tokoch prirodzene dochádza k dynamickému prúdeniu vody, čo znamená, že povrchová vrstva vody nasýtená kyslíkom sa miešaním dostáva do styku so spodnými, menej nasýtenými vrstvami vody. Miera celkového obnovovania vody v strednej vrstve je v podhorských vodných tokoch určovaná efektivitou turbulentného prúdenia, poprípade rýchlosťou prúdiacej vody. Vzdutím hladiny vody haťou MVE pôvodný podhorský tok nadobúda charakter stojatej vody, kedy sa stráca prirodzené turbulentné miešanie vodných vrstiev. Pokiaľ sa povrchová voda nepohybuje, sýti sa kyslíkom priamou difúziou z ovzdušia, až je za danej teploty a tlaku úplne nasýtená kyslíkom. Vtedy je v stave rovnováhy so vzduchom a nerozpúšťa ďalší kyslík (HODÁK, 1998). Problémom je aj nadmerné prehrievanie vody v nádrži počas letných mesiacov a permanentné zamrzanie hladiny počas zimy (KOKOŠKA, ústne podanie). Spojenie týchto

faktorov vytvára zhoršené podmienky pre kolobeh kyslíka v povrchovej vode. Ten prebieha neustále za uplatňovania aeróbných aj anaeróbných pochodov. Za predpokladu prirodzených podmienok prebiehajú anaeróbne pochody, v usadenej vrstve kalu, v podstatne menšej miere ako aeróbne. Prítomnosť či naopak neprítomnosť rozpusteného kyslíka je kľúčovým faktorom v otázke intenzity priebehu aeróbných alebo anaeróbných procesov, s čím súvisia aj ďalšie kvalitatívne ukazovatele. Zvýšená intenzita anaeróbných pochodov má za následok zníženie hodnôt reakcie vody (prostredie nadobúda kyslý charakter) a rast hodnôt dusíkatých látok (predovšetkým amoniak a dusitany), ktoré pôsobia toxicky na ryby (HODÁK, 1998).

Zvýšenou sedimentáciou vody v oblasti nad haťou sa urýchľuje zbavovanie splavenín vody, čo pri odtokaní zvyšuje jej unášaciu silu. Vodný tok sa chová ako hladná voda, jeho energia sa sústreďuje do hĺbkovej erózie v oblasti pod haťou (CHALOUPKOVÁ, 2012).

### **2.3 Rybie priechody a ich typy**

Prekonanie umelo vytvorenej migračnej bariéry umožňujú ichtyofaune cielene budované konštrukcie, tzv. rybie priechody (MUŽÍK, 2010). V širšom chápaní pod pojmom rybí priechod rozumieme komplexný systém, ktorý postupne zahŕňa: špeciálne vábiace zariadenie, jednotlivé vstupy do rybieho priechodu, transportné a zberné kanály, samotný rybí priechod, výstup z rybieho priechodu, údržbové a prevádzkové manuály a pod. V užšom slova zmysle hovoríme len o časti celého systému, ktorá rybám napomáha k prekonaniu výškového rozdielu hladín. Tento rozdiel najčastejšie vzniká vybudovaním priečnej vodnej stavby a je pre ichtyofaunu za bežných podmienok neprekonateľný.

Najdôležitejším prvkom akéhokoľvek typu rybieho priechodu je jeho vstup. Pre ryby by mal byť dostatočne atraktívny, v zmysle ich vábenia do samotného systému rybieho prechodu. Mieru atraktivity vstupu možno zvyšovať prijateľnými hydraulicko-hydrologickými podmienkami, ktorými rozumieme dodávanie prídavnej vody, čím zvyšujeme prietok vody v systéme (LIBÝ et. al., 1995). Migrujúce ryby podhorských riek a potokov priam vyžadujú značné prúdenie vytekajúcej vody (MUŽÍK, 2010). Následný výstup z rybieho prechodu a jeho napojenie do hornej vody by mal byť v rámci možností plynulý, nespôsobujúci dezorientáciu rybieho jedinca. V jeho blízkosti by sa nemali vyskytovať nijaké rušivé elementy, napr. česlá. Zároveň je vhodné, aby celé teleso rybieho

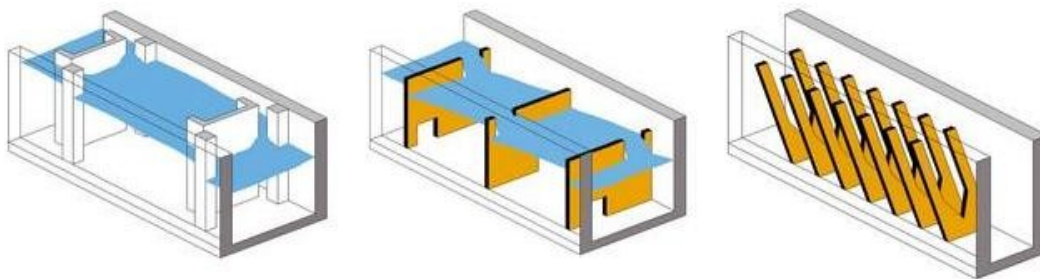
priechodu, vrátane vstupu a výstupu, bolo chránené pobrežnou vegetáciou (LIBÝ et. al., 1995). Základné rozdelenie rybích priechodov je možné podľa niekoľkých kritérií:

#### Podľa konštrukcie:

**1) Prírode blízke RP:** kopírujú krajinný ráz a do značnej miery plnia všetky prirodzené funkcie vodného toku; ich správne fungovanie je zabezpečené sústavou prahov, balvanových sklzov, tŕňových priechodov, obtokových kanálov tzv. by passov a zdrsnených rybích rámp z prírodných materiálov; takéto systémy sú zdolateľné aj pre slabšie jedince (dnové rampy a sklzy, obtokové bystriny – biokoridory, rampy pre ryby) (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010).

**2) Technické RP:** umožňujú migráciu ichtyofauny a ďalších vodných živočíchov v rozsahu daných technických parametrov (HARTVICH, 1997); patrí sem štrbinový, miskovitý – komôrkový, Denilov RP (viď Obrázok 4), ďalej priepustkový a kanálový RP (LIBÝ et. al., 1995).

**3) Iné:** (štetinové rybovody, priechody pre úhory, plavebné komory pre ryby a rybie výťahy) (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010).



Obrázok 4 - Technické typy rybích priechodov - zľava doprava štrbinový, komôrkový, Denilov RP (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010)

#### Podľa situačného umiestnenia:

a) rybovody v koryte toku (súčasť telesa vzdúvacieho objektu),

b) rybovody v okolitom teréne (mimopriečnej prekážky a koryta toku – obtokové kanály).

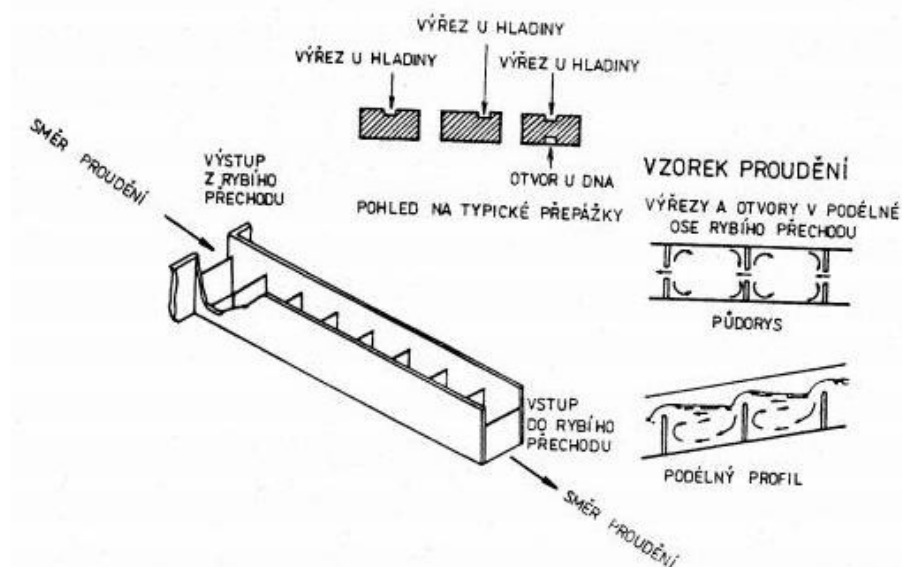
Ďalšími kritériami delenia sú **trvanlivosť** (trvalé, prenosné), **obsluha** (s/bez pohonu a obsluhy), **usporiadanie vodnej trate** (priechody s nepravidelnou traťou, s rovnou traťou, s lomenou traťou, s meandrujúcou traťou), **umiestnenie prívodu vody** (s horným prívodom vody v korune priechodu, s horným a bočnými prívodmi z jednej alebo oboch

strán, s horným prívodom a posilnením výtoku na prilákanie rýb), **možnosti migrácie pre jednotlivé druhy** (selektívne, neselektívne), **typ migrácie** (po/proti prúdu), **účel** (jedno/viacúčelové) (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010).

Na území SR sa využívajú najmä technické rybne priechody, konkrétne komôrkový typ (viď Obrázok 5) s nasledujúcimi charakteristikami (viď Tabuľka 3):

Tabuľka 3 - Základné parametre komôrkového RP (Zdroj: LIBÝ et. al., 1995)

<b>Konštrukčné riešenie</b>	RP tvorený na seba nadväzujúcich komôrkoch, ktoré sú od seba oddelené, priečkami a otvormi pri dne a s výrezmi pri hladine
<b>Rozmery výrezov v prepážkach</b>	30×30 cm
<b>Sklon systému</b>	najčastejšie 10%
<b>Minimálna vnútorná šírka komôrky</b>	1,5 až 2,0 m
<b>Minimálna vnútorná dĺžka komôrky</b>	2,5 až 3,0 m
<b>Rozdiel v úrovni hladín po sebe nasledujúcich komôrok</b>	do 20 cm pre sladkovodné ryby
<b>Miera adaptability</b>	vysoká, prispôsobenie sa rôznym hydrologickým situáciám



Obrázok 5 - Schéma komôrkového RP (Zdroj: TNV 75 2321)

Tento typ prechodu je použitý aj v prípade troch stavieb MVE v záujmovej lokalite (viď obrázky Prílohy C – Komôrkové RB v záujmovej lokalite), kedy v prípade MVE

Okoličné začiatok komôrkového RP tvorí bazénová veľkokomorová betónovo-kamenná rampa.

Slovensko ako štát aktuálne nemá normu či legislatívu upravujúcu podmienky návrhov rybích prechodov. Opierať sa možno len o zákon o rybárstve, kde sa píše: „Správca vodných tokov je povinný pri projektovaní, výstavbe, prevádzke a udržiavaní vodohospodárskych diel a zariadení, pri úpravách vodných tokov a ich užívaní zohľadniť potreby a ochranu rybárstva. Musí dbať, aby sa tam, kde je to účelné, zriadovali a udržiavali rybovody, a pri budovaní vodných nádrží aj iné vhodné technické zariadenia slúžiace na migráciu a ochranu rýb“ (Zdroj: Zákon č. 139/2002 o rybárstve). V SR nie sú stanovené základné návrhové parametre rybích prechodov (technické ani ichtyologické), v praxi sa projektanti opierajú o zahraničné normy, ako napr. česká norma TNV 75 2321 - Rybí přechody (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010).

#### **2.4 Príčiny nefunkčnosti rybích prechodov**

V praxi je zabezpečenie optimálnej funkčnosti rybích prechodov náročné. Rybie prechody sú z rôznych dôvodov nefunkčné, respektíve funkčné len selektívne. Tento negatívny stav v značnej miere zapríčiňuje nevhodné umiestnenie ústia rybieho prechodu. Toto sa nachádza vo väčšine prípadov na opačnom brehu, než je ústie vývaru pod turbínami. Prirodzene sa ryby snažia migrovať proti prúdu v oblastiach s maximálnou rýchlosťou prúdenia vody, ktorý dosahuje najvyššie hodnoty v mieste vývaru vody pod turbínou, nikdy nie v ústí rybieho prechodu. Migrujúce rybie jedince sú teda dezorientované a často krát sa nedostanú ani do vstupu do rybieho prechodu. Častým javom v otázkach správnej funkčnosti rybích prechodov je ich selektívnosť. Realitou sú prípady, kedy prevýšenia v kombinácii s dĺžkou systému sú veľakrát ťažko zdolateľné pre ikernačky naplnené ikrami. Takáto situácia sa bežne vyskytuje hlavne u druhov, ktoré nie sú až takými zdatnými plavcami ako je pstruh (napr. lipeň, jalec a podustva). Preto sa stáva, že samce - mliečňaky rybí prechod prekonávajú a samice - ikernačky zostávajú v úseku pod ním. Ďalšou z príčin nefunkčnosti rybích prechodov je možnosť manipulácie s množstvom vody natekajúcej do rybieho prechodu zo strany obsluhy MVE. V praxi to znamená, že v mesiacoch s nízkymi prietokmi (hlavne v letnom období) sa obsluha MVE snaží jednoduchým prehradením nápusť rybieho prechodu dostať do turbíny maximum vody – „každý liter, čo pretečie pomimo turbínu, je ich stratou“. V takomto prípade sa

opäť vraciame k problému nedosiahnutia dostatočnej hodnoty prietoku (KOKOŠKA, ústne podanie) v celom systéme, hlavne vo vstupe do rybieho prechodu, ktorý je pre ryby v období migrácie kľúčovým (KOKOŠKA, ústne podanie). Dôležitým faktom je, že migrácie v rieke musia zahŕňať tak proti prúdu zložku ako aj po prúdovú (NORTHCOTE, 1984). Samotná konštrukcia rybieho prechodu a jeho umiestnenie sú príčinami následného nesprávneho fungovania z pohľadu návratu rýb na pôvodné stanovišťa po skončení migrácie. Po vytretí sa ryby v prirodzenom a nenarušenom prostredí vracajú na svojej pôvodné stanovišťa, z ktorých začali migráciu. Ak sa miesta výteru nachádzajú nad rybími prechodmi a ryby sa cez ne úspešne dostali, v žiadnom prípade sa ale cez ne nevrátia späť. Bráni im v tom podstata ich prirodzeného pohybu v tečúcej vode. Ryba sa nikdy dole prúdom nevracia po hlave, ale sa v smere prúdu spúšťa tokom vždy tak, aby bola hlavou proti prúdu. Ďalej im v návrate cez rybí prechod bráni ich prirodzená plachosť a nedostatok vody v systéme rybieho prechodu (KOKOŠKA, ústne podanie). V takto technicky narušených lokalitách postupom času dochádza k izolácii jednotlivých rybích populácií, čo má za následok možnú degeneráciu pôvodných genofondov rýb a úbytky na biomase (LINHART, 2009).

## 2.5 Stav ichtyofauny v záujmovej lokalite

Pri hodnotení stavu ichtyofauny v záujmovej lokalite je možné vychádzať z historických údajov a súčasného relevantného stavu. Súčasný stav rybárstva a ichtyofauny je hodnotený na základe vlastných údajov, ktoré boli poskytnuté MsO SRZ Liptovský Mikuláš. Týkajú sa predovšetkým úrovne zarybňovania a množstva úlovkov na vodnom toku. Stav ichtyofauny vychádza z úrovne rybárstva a úzko súvisí s vývojom a zmenami vodného toku, prípadnými reguláciami na toku, znečisťovaním, väčšími či menšími vodnými stavbami realizovanými na toku, atď.

Najnovší ichtyologický prieskum bol uskutočnený na jeseň 2012 a jar 2013 na dvoch lokalitách v záujmovom úseku plánovanej výstavby štvrtej MVE – lokalita č.1 „Podtureň ihrisko“, lokalita č. 2 „Borová sihoť pod“. Prieskum potvrdil výskyt 9 druhov rýb podhorských a horských tokov: čerebl'a pestrá (*Phoxinus phoxinus*), pstruh potočný (*Salmo trutta m. fario*), lipen tymiánový (*Thymallus thymallus*), hlaváč bieloplutvý (*Cottus gobio*), hlaváč pásoplutvý (*Cottus poecilopus*), hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), mihul'a ukrajinská (*Eudontomyzon vladykovi*), slíž severný (*Barbatula barbatula*) a jalec

hlavatý (*Leuciscus cephalus*) (MUŽÍK, 2013). Na základe štatistík rybárskych úlovkov a zarybňovania sú potvrdené aj ďalšie druhy rýb ako pstruh jazerný (*Salmo trutta m. lacustris*), pstruh dúhový (*Oncorhynchus mykiss*), podustva severná (*Chondrostoma nasus*), sivoň potočný (*Salvelinus fontinalis*) a boleň dravý (*Aspius aspius*) (Zdroj: Štatistiky úlovkov a zarybňovania, 1996- 2013). Z pohľadu pozdĺžnej klasifikácie riek sa jedná o rybie druhy obývajúce horné úseky riečneho systému. Prirodzené turbulentné prúdenie vody podmieňuje vyššiu náročnosť rybích spoločenstiev na kyslík. Nasledujúca sumárna Tabuľka 4 zobrazuje náročnosť jednotlivých druhov na prostredie spolu s vysvetlivkami skratiek. V tabuľkách Prílohy B – Najvýznamnejší zástupcovia ichtyofauny a ich nároky na prostredie, rozmnožovanie a migráciu, sú podrobnejšie opísaní najvýznamnejší zástupcovia ichtyofauny v záujmovej lokalite.

Tabuľka 4 - Ekologické charakteristiky jednotlivých druhov rýb žijúcich v záujmovej lokalite rieky Váh (MUŽÍK, 2013)

slovenský názov	latinský názov	potrava	reprodukcia	prúd	migrácie
Boleň dravý	<i>Aspius aspius</i>	Ca.2.1	A.1.3	Re	SD
Čerebľa pestrá	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Ca.1	A.1.3	Re	NM
Hlaváč bieloplutvý	<i>Cottus gobio</i>	Ca.1	B.2.7	Re	NM
Hlaváč pásoplutvý	<i>Cottus poecilopus</i>	Ca.1	B.2.7	Re	NM
Hlavátka podunajská	<i>Hucho hucho</i>	Ca.2.1	A.2.3	Re	SD
Jalec hlavatý	<i>Leuciscus cephalus</i>	Eu	A.1.3	Re	SD
Lipeň tymiánový	<i>Thymallus thymallus</i>	Ca.1	A.2.3	Re	SD
Mihuľa ukrajinská	<i>Eudontomyzon</i>	Ca.1	A.2.3	Re	NM
Podustva severná	<i>Chondrostoma nasus</i>	He.2.2	A.1.3	Re	LD
Pstruh dúhový	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Ca.1	A.2.3	Et	SD
Pstruh jazerný	<i>Salmo trutta m. lacustris</i>	Ca.1	A.2.3	Li	SD
Pstruh potočný	<i>Salmo trutta m. fario</i>	Ca.1	A.2.3	Re	SD
Sivoň potočný	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Ca.1	A.2.3	Et	SD
Slíž severný	<i>Barbatula barbatula</i>	Ca.1	A.1.6	Re	NM

Ca.1 – nešpecializované mäsožravce Ca.2.1 – rybožravé Ca.2.2 – planktonožravé Ca.2.3 – zooplanktonožravé Eu – všežravé He.2.1 – makrofytofágne He.2.2 – mikrofytofágne	Et – eurytopný Re – reofilný Li - limnofilný NM – neťažný SD – ťahy do 100 km LD – ťahy nad 100 km
A.1.1 – otvorený podklad, pelagofil A.1.2 – litopelagofil A.1.3 – otvorený podklad, litofil A.1.4 – otvorený podklad, fytolitol A.1.5 – otvorený podklad, fytofil A.1.6 – otvorený podklad, psamofil A.2.3 – ukrývač, litofil A.2.5 – ostrakofil	B.1.4 – fytofil strážca B.2.2 – hniezdič, polyfil B.2.5 – hniezdič, fytofil B.2.7 – hniezdič, speleofil

Zo 14-tich vyskytujúcich sa druhov z hľadiska potravy, prúdenia vody, reprodukcie a migrácie dominujú:

**potrava** – 10 druhov (nešpecializované mäsožravce)

**prúdenie vody** – 11 druhov (reofilné druhy)

**reprodukcia** – 7 druhov (litofilné ukrývače), 4 druhy (litofilné vytierajúce sa na otvorený podklad), 2 druhy (speleofilné hniezdiče) a 1 druh (psamofilný)

**charakter dĺžky migračných ťahov** – 8 druhov (migrácie na kratšie vzdialenosti do 100 km), 5 druhov (nemigrujúce), 1 druh (silný migrant)

### 2.5.1 Historický vývoj rybárstva v záujmovej lokalite

História rybárstva je popísaná z kroniky, ktorá bola poskytnutá v MsO SRZ Liptovský Mikuláš. Kronika sa začala viesť v roku 1945, ale sú v nej uvedené údaje a pamäti už zo začiatku 20. storočia. Na začiatku 20. storočia rybárske spolky na Slovensku neexistovali. Rieky a potoky vlastnili urbáre, prípadne zemani, a to podľa toho, na akej dĺžke brehu sa rozprestierali ich majetky, alebo hory. Rýb každého druhu bolo vtedy veľa. Pstruhy, lipne a hlavátky sa považovali za ryby ušľachtilé, podustvy, jalce, mreny a ostatné biele ryby boli rybami plevelnými. Hlavátky z Liptova sa posielali až do Viedne, Pešti, či Prešporka. Okolo roku 1928, už v slobodnej Československej republike sa zemani a statkári vzdali rybolovného práva a nastali dražby vodných tokov. Ryby sa na základe povolenia prenajímateľov mohli chytať kedykoľvek, koľkokrát a akékoľvek. Vody sa umelo nezarybňovali (KRONIKA SZR, 1945-1970).



Po roku 1945 bol tok Váhu vojnovými udalosťami vyplienený a zdevastovaný. V ten istý rok sa pod heslom „Rybársky krúžok“ stretlo 26 rybárov z Liptovského Mikuláša a okolia s cieľom založenia rybárskeho spolku. Nutné bolo: „Všetky vody prevziať do prenájmu, zarybňovať a racionálne v nich rybárčiť“. Na rovnakom princípe, s menšími obmenami, spolok MsO SRZ pracuje dodnes (KRONIKA SZR, 1945-1970). Nasledujúca Tabuľka 5 pre predstavu minulej činnosti rybárskeho spolku uvádza dostupné údaje z Kroniky SRZ.

Tabuľka 5 - Historický prehľad úlovkov, zarybňovania a počtu členov MsO SRZ LM (KRONIKA SZR, 1945-1970)

rok	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1964	1966	1967
počet členov	210	70	120	113	107	111	132	151	153	180
vysadené ryby (ks)	27000	65000	42200	35000	18500	27600	12000	34000	50000	50000
ulovené ryby (ks)	1989	1212	1512	1804	2171	2312	3050	2976	3160	3420

Od začiatku 60. rokov rástli tendencie zarybňovania hlavne na základe intenzívneho znečisťovania vody v rieke lokálnymi zdrojmi a neoznámenými úpravami riečišťa buldozermi. Vysoká miera znečisťovania viedla k pomerne častým hromadným otravam rýb. Dochádzalo teda k značným škodám na populáciách, ktoré sa z finančného hľadiska šplhali v danej dobe až do výšky 100 000,- Kčs (KRONIKA SZR, 1945-1970).

## 2.6 Jestvujúci stav najväčších MB na vybranej lokalite

Za najväčšie migračné bariéry sú v záujmovej lokalite považované tri vodné stavby typu MVE, uvedená je aj štvrtá MVE v povoľovacom konaní:

1. MVE Okoličné,
2. MVE Slovakia,
3. MVE Uhorská Ves,
4. Potenciálne štvrtá MVE Podtúreň.

Obrázok 6 predstavuje mapu, kde sú vo vybranej lokalite zobrazené tri jestvujúce MVE a plánovaná MVE Podtúreň. Poloha a vzdialenosť jednotlivých objektov je nasledovná (VYKROČ, ústne podanie):

**diaľničný most – hotel Jánošík (LM)..... 346,600 rkm**

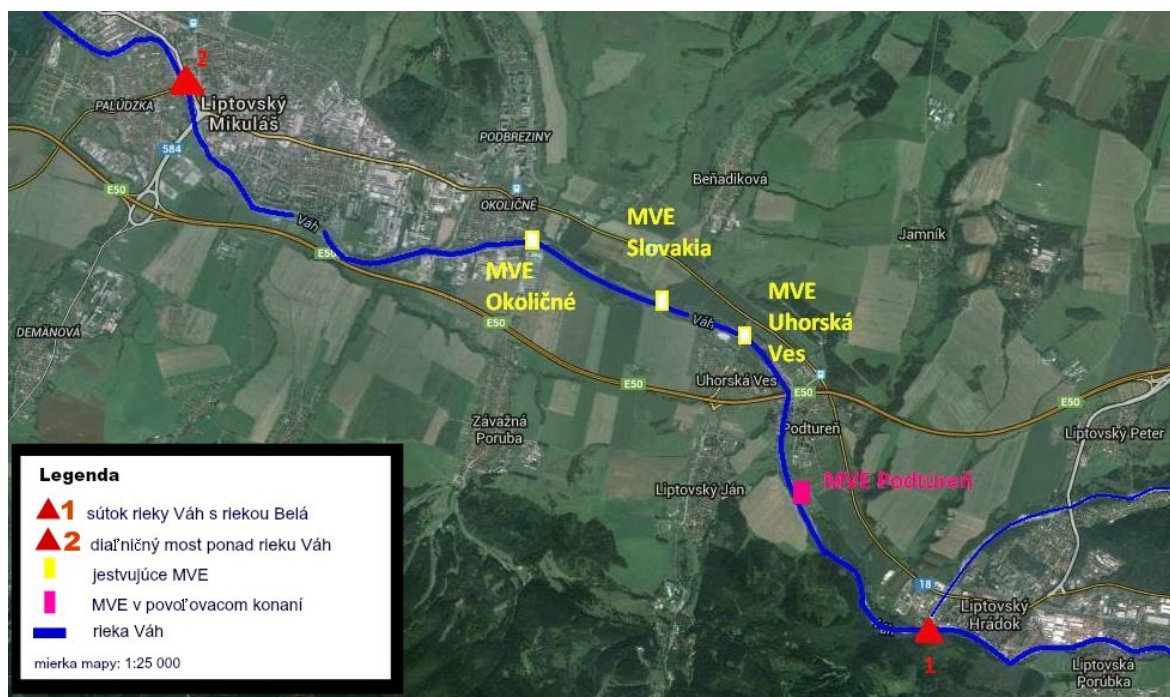
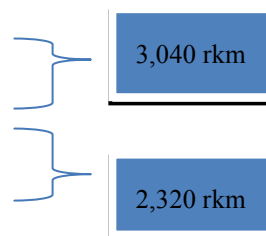
MVE Okoličné: 348,790 rkm

MVE Slovakia: 351,830 rkm

MVE Uhorská Ves: 354,150 rkm

MVE Podtureň (plánovaná): 356,200 rkm

**sútok rieky Váh s riekou Belá (LH)..... 358,400 rkm**



Obrázok 6 - Poloha MVE v záujmovej lokalite (Zdroj: prevzaté a upravené z <http://google.sk>)

Všetky tri MVE sú priehradového typu s komôrkovým rybím prechodom (vid' stať 2.3). Za migračnú bariéru je považovaná aj kamenná hať slúžiaca k odberu vody pre umelý kanál Areálu vodných športov v Liptovskom Mikuláši s prevýšením hladín 2 m. Je vystavaná 1,7 km pod MVE Okoličné. Tabuľka 6 uvádza základné údaje o jestvujúcich MVE.

Tabuľka 6 - Informácie o jestvujúcich MVE v záujmovej lokalite (Zdroj:<http://energie-portal.sk>)

Názov vodnej stavby typu MVE	Riečny km	Začiatok prevádzky	Typ turbíny	Počet turbín	Prevýšenie hladín (m)	Výkon spolu (kW)	Ročný výkon (GWh)
MVE Okoličné	351,200	1996	Kaplanová	2	5,2	992	4,0
MVE Slovakia	353,200	1998	Kaplanová	3	6,0	2232	4,6
MVE Uhorská Ves	354,300	2000	Kaplanová	2	6,0	992	3,3

V záujmovej lokalite dlhej 11,800 rkm sú na toku realizované štyri priečne prekážky s výškou 2 až 6 m, ktoré sú pre ryby neprekonateľné. Stavby typu MVE majú vybudované rybie prechody, no s nepostačujúcimi alebo žiadnou funkciami, takže všetky bariéry môžu byť považované za nepriechodné. Na riešenom území boli z pohľadu vývoja ichtyocenóz postupne vytvorené 4 izolované úseky s dĺžkou približne 2 až 3 km, poznačené zamedzením migrácií do vyšších úsekov toku a sťaženými migráciami rýb do nižších úsekov toku (ZUSKINOVÁ, 2012).

### 3 METODIKA

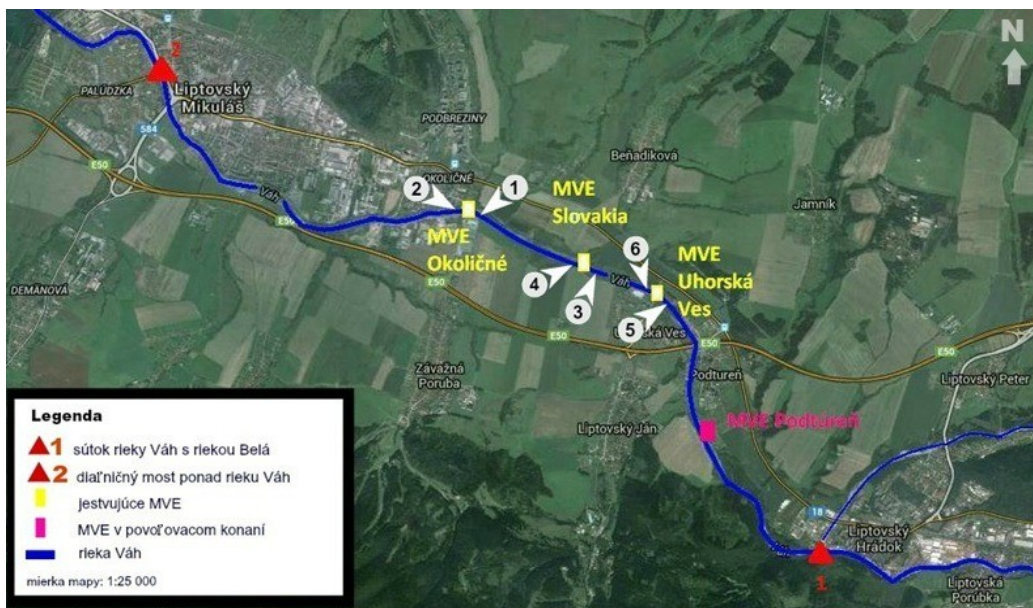
V dostupnej literatúre sa uvádzajú vplyvy MVE nielen ako migračných bariér, ale aj ich vplyvy na celkový charakter recipientu, čo úzko súvisí so zmenami kvalitatívnych ukazovateľov povrchovej vody. Metodická časť popisuje postup vykonania monitoringu v záujmovej lokalite, ktorý bol zameraný na sledovanie zmien kvalitatívnych ukazovateľov povrchovej vody v oblastiach výskytu vodných stavieb typu MVE.

#### 3.1 Celkový profil vykonania monitoringu

Monitoring bol vykonaný v záujmovej lokalite (346,600 - 358,400 rkm) s celkovou dĺžkou 11,800 rkm, kde sa vyskytujú tri priehradové MVE. Monitorovacia sieť pri navrhovaní vychádzala zo súboru častí normy ISO 5667 Jakost vod – Odběr vzorků. Pre stanovenie potenciálnych zmien kvality povrchovej vody v záujmovej lokalite boli po konzultácii s RNDr. Novákovou PhD. zvolené konkrétne profily na odber jednotlivých vzoriek. Prvoradá bola dostupnosť profilov po celú dobu sledovania, teda aj v zime a za zlého počasia, ale aj v dobe bujnenia brehových porastov, a s tým súvisiace zaistenie bezpečnosti pri práci (HVÍZDAL and ZACHAŘOVÁ, 2001). Monitorovacia sieť pozostávala zo šiestich profilov. Profily boli zvolené vždy dva v úzkom okolí každej jestvujúcej MVE, a to nad a pod haťou stavby. Profil proti prúdu nad haťou má označenie menšieho čísla, profil pod haťou je označený vyšším číslom. Tabuľka 7 obsahuje vybrané charakteristiky jednotlivých profilov 1 - 6, ktorých zaznačenie znázorňuje Obrázok 7.

Tabuľka 7 - Vybrané charakteristiky jednotlivých profilov

Profil číslo	Odborné miesto		Užšie vymedzenie OM	GPS súradnice	Nadmorská výška [m.n.m]
	MVE	pod/nad			
1	Okoličné	N	15 m nad haťou (ľavostranne)	49°4.306'S; 19°39.006'V	595
2		P	50 m pod haťou (ľavostranne)	49°4.295'S; 19°38.93'V	584
3	Slovakia	N	20 m nad haťou (pravostranne)	49°3.929'S; 19°40.381'V	597
4		P	50 m pod haťou (pravostranne)	49°3.975'S; 19°40.222'V	596
5	Uhorská Ves	N	50 m nad haťou (ľavostranne)	49°3.726'S; 19°41.051'V	610
6		P	60 m pod haťou (ľavostranne)	49°3.784'S; 19°40.947'V	604



Obrázok 7 - Vyznačenie šiestich profilov odberných miest v záujmovej lokalite (Zdroj: prevzaté a upravené z [http:// google.sk](http://google.sk))

### Profil č. 1 - MVE Okoličné Nad

Nachádzal sa za cestným mostom, na ľavom brehu koryta rieky Váh, 15 m nad haťou prvej MVE Okoličné (viď Obrázok 8). Miesto profilu bolo zvolené z hľadiska pozvoľnej prístupnosti k vode, čo pri obhliadke iných miest neumožňoval strmý breh. Voda vzdutá haťou dosahuje hĺbku 0,5 m až 1,8 m a nevykazuje známky turbulentného prúdenia. V zime vodná plocha trvale zamrzá (viď Obrázok 9). Nadväzujúcim „Land Use“ sú nekosené trávne porasty s ojedinelým brehovým porastom *Salix alba*. Na okolitom pozemku je vystavaný kostol sv. Petra z Alkantary z 15. storočia s františkánskym kláštrom.



Obrázok 8 - Vymedzenie Profilu č. 1 – MVE Okoličné Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014)



Obrázok 9 - Pohľad z Profilu č. 1 na vodnú plochu v zimných mesiacoch (Zdroj: Chaloupková, 2014)

### **Profil č. 2 – MVE Okoličné Pod**

Bol zvolený približne 50 m pod haťou MVE Okoličné, 7 metrov pod vstupom do rybieho prechodu (viď Obrázok 10). Opäť bolo nutné zvažovať prístupnosť miesta pre odber vzoriek. Brehy sú v tomto úseku jednak intenzívne zarastené drevinami *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra* a druhmi *Salix*, a nekosenými trávnyimi porastmi, za ďalšie prístupnosť komplikovali silné vodohospodárske zásahy do koryta. Pravostranné spevnenie

brehu lomovým kameňom úplne vylúčilo situovanie profilu 2 na miesto pod výverom z turbín. Na základe nutnosti umiestniť profil 2 ľavostranne, bol aj profil 1 umiestnený ľavostranne. Hĺbka vody pod haťou dosahuje cca 0,5 až 0,7 m, kedy je už pozorované prúdenie. Okolité pozemky plnia funkciu domovej zástavby.



Obrázok 10 - Umiestnenie profilu č. 2. - MVE Okoličné Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014)

### **Profil č. 3 – MVE Slovakia Nad**

Profil 3 bol umiestnený 20 m pravostranne nad haťou MVE Slovakia (viď Obrázok 11). Prístupnosť terénu bola v tomto mieste relatívne dobrá, aj keď sme sa o ľavostranný breh nemohli potenciálne zaujímať z dôvodu nevhodnej cestnej komunikácie. Nadväzujúci „Land use“ tvorili nekosené trávne porasty a orná pôda so zameraním na pestovanie poľnohospodárskych plodín. V relatívne riedkom brehovom poraste boli v dominantnom zastúpení druhy rodu *Salix*. Hĺbka vody nad haťou MVE je približne 0,5 až 2 m a má stojatý charakter, kedy hladina v zimnom období zamrzá čiastočne. Okolité pozemky plnia funkciu ornej pôdy.



Obrázok 11 - Poloha Profilu č. 3 - MVE Slovakia Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014)

#### Profil č. 4 – MVE Slovakia Pod

Bol navrhnutý 50 m pod haťou MVE Slovakia, taktiež pravostranne (vid' Obrázok 12). Profil postupne nadväzuje na výver z turbín elektrárne. Výskyt lomového kameňa opäť komplikoval voľbu miesta, no v tomto prípade bol bez problémov zdolatelný. Priemerná hĺbka vody pod haťou MVE Slovakia je 0,5 až 0,7 m, voda v koryte už viditeľne prúdi. Brehové porasty sú v týchto miestach veľmi riedke so zastúpením druhov rodu *Salix*. Nadväzujúci „Land use“ tvoria nekosené trávne porasty a orná pôda so zameraním na pestovanie poľnohospodárskych plodín.



Obrázok 12 - Poloha Profilu č.4 - MVE Slovakia Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014)



### Profil č. 5 – MVE Uhorská Ves Nad

Miesto profilu 5 bolo vybrané so zohľadnením brehovej prístupnosti 50 m nad MVE Uhorská Ves, ľavostranne (viď Obrázok 13). Voda vzduťá haťou dosahuje hĺbku 1 až 1,8 m a v zimnom období hladina vody mrzne. Nadväzujúcim „Land use“ sú nekosené trávne porasty a mladý les (*Frangula alnus*, *Picea abies*, *Salix fragilis*, *Betula pendula*) na ľavom brehu, domová zástavba a orná pôda so zameraním na pestovanie poľnohospodárskych plodín smerom od pravého brehu.



Obrázok 13 - Profil č. 5 - MVE Uhorská Ves Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014)

### Profil č. 6 – MVE Uhorská Ves Pod

Vodohospodárske úpravy lomovým kameňom znepřístupnili potenciálne pravostranné miesto pod výverom z turbín. Profil 6 bol teda umiestnený ľavostranne, 60 m pod haťou MVE Uhorská Ves (viď Obrázok 14). Vzďialenosť profilu bola vyššia z dôvodu existencie oplotenia MVE. Úroveň vody v koryte tu dosahuje 0,5 až 0,7 m a voda pomaly prúdi. Nadväzujúci „Land use“ tvoria nekosené trávne potrasty a mladý les (*Frangula alnus*, *Picea abies*, *Salix fragilis*, *Populus tremula*), ktorý zaberá aj na okolité pozemky. Na tomto území sa vyskytuje prameň prírodnej, vysoko mineralizovanej vody, ktorý slúži k všeobecnému užívaniu.



Obrázok 14 - Poloha Profilu č.6.- MVE Uhorská Ves Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014).

### 3.2 Metodika zberu dát

Práce v teréne prebiehali od apríla roku 2014 do marca roku 2015 a vychádzali zo súboru častí normy ISO 5667 Jakost vod – Odběr vzorků. Prvým krokom prác v teréne bolo priame meranie vybraných kvalitatívnych parametrov povrchovej vody. Následne boli z každého profilu odobraté vzorky povrchovej vody, ktoré boli dopravené na analýzu do laboratória VŠB – TUO. Meranie v teréne rovnako ako vzorkovanie prebehli vždy posledný týždeň v danom mesiaci, kedy v jeden deň prebehlo meranie, boli odobrané vzorky a prevezené do Ostravy. Hneď na ďalší deň ráno boli vzorky analyzované v laboratóriu.

#### 3.2.1 Merania v teréne

Terénne merania pozostávali z priameho hodnotenia siedmich kvalitatívnych parametrov vody s využitím meracích prístrojov a kalorimetrických setov firmy MERCK. Nasledujúca Tabuľka 8 obsahuje prehľad parametrov a využitých meracích prístrojov.

Tabuľka 8 - Využitie meracie prístroje

Sledované parametre	Meracie prístroje
t (°C), pH	pH meter typ pH 315i / SET – vreckový merací prístroj (WTW)
elektrolytická konduktivita (µS/cm), redox potenciál (mV)	Konduktometer typ Cond 330i / SET (WTW)
rozpustený kyslík (mg/l)	Oximeter typ Oxi 340i / SET – vreckový merací prístroj (WTW)
Mn (mg/l)	Test pre stanovenie mangánu, metóda kolorimetrická 0,03 – 0,5 mg/l (MERCK)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Aquaquant® test pre stanovenie amónnych iónov, metóda kolorimetrická 0,05 – 0,8 mg/l (MERCK)

### 3.2.2 Odber vzoriek

Po priamom meraní v teréne nasledoval manuálny odber šiestich vzoriek, vždy z hornej tretiny hĺbky toku v danom profile. Vzorky povrchovej vody boli odoberané do PET fľašiek objemu 500 ml. Fľaše boli pred odberom vypláchnuté odoberanou vodou. Po odbere boli PET fľaše dobre uzavreté a označené číslami 1 až 6, aby nedošlo k ich zámene. Následne boli vzorky prevezené na analýzu do laboratória VŠB-TUO. Laboratórne stanovenie vybraných kvalitatívnych ukazovateľov prebehlo vždy do 24 hodín.

### 3.2.3 Charakteristiky sledovaných parametrov kvality vody

Pre porovnanie a zhodnotenie záujmového územia boli vybrané nasledovné parametre akosti povrchovej riečnej vody nad a pod haťou MVE: teplota vody, reakcia vody, redox potenciál, elektrolytická konduktivita, rozpustený kyslík, celkový mangán, amoniakálny dusík, dusitanový a dusičnanový dusík, celkový fosfor a nerozpustné látky. Stanovenie jednotlivých ukazovateľov prebiehalo jednak priamym meraním v teréne a ďalej v laboratóriu odboru Technológie a hospodárenia s vodou na inštitúte Environmentálneho inžinierstva podľa metód a noriem, ktoré uvádza Tabuľka 9.

Tabuľka 9 – Ukazovatele, príslušné normy a metódy ich stanovenia (Zdroj: HVÍZDAL and ZACHAŘOVÁ, 2001)

Ukazovateľ	Norma	Názov metódy
Amoniakálny dusík	ČSN ISO 7150	Manuálna spektrofotometrická metóda
Dustitanový dusík	ČSN EN 26777	Metóda spektrofotometrická
Dusičnanový dusík	ČSN 757453	Metóda spektrofotometrická s kyselinou sulfosalicylovou
Celkový fosfor	ČSN EN 1189	Spektrofotometrická metóda s molybdénanom amónnym
Nerozpustné látky sušené pri 105°C	ČSN EN 872	Metóda filtrácie filtrom zo sklenených vlákien

Použité laboratórne prístroje a pomôcky:

Laboratórne sklo a chemikálie

Filtračné papiere pre kvalitatívnu analýzu KA 4 (priem. 185 mm)

Spektrofotometer HACH LANGE DR 2800

Váhy laboratórne OHAUS, max 210g/52g

### Teplota vody

Teplota povrchovej vody kolíše v priebehu roka podľa počasia a ročného obdobia. Jej hodnota je dôležitá pre posúdenie kyslíkových pomerov, rýchlosti rozkladu organických látok, vhodnosti prostredia pre výskyt rýb a iných vodných organizmov (HORÁKOVÁ, 2003). Teplota je jedným z významných ukazovateľov akosti vody pre život a reprodukciu rýb. Prípustná maximálna teplota pre rast a vývoj lososovitých rýb je cca 21,5°C, znížený teplotný limit 10°C platí len v dobe rozmnožovania pre niektoré druhy rýb, napr. pstruh. Všeobecne sú ryby teplotne pomerne tolerantné, nebezpečné sú pre nich náhle teplotné zmeny (rozdiel teplôt okolo 10°C), kedy u nich môže dôjsť k teplotnému šoku (PITTER, 2009).

### Reakcia vody – pH

Pod pojmom pH rozumieme zápornú hodnotu dekadického logaritmu aktivity vodíkových iónov (HORÁKOVÁ, 2003). Je dôležitou súčasťou každého chemického rozboru vody a je jedným z aspektov pre posudzovanie agresivity vody. Povrchové vody, s výnimkou vôd z rašelinísk a acidifikovaných vôd nádrží a jazier, mávajú hodnoty pH v

rozmedzí od 6,0 do 8,5 (PITTER, 2009), čo je optimálne rozmedzie pre väčšinu rýb. Posun do alkalickéj oblasti, nad 8, býva spôsobený intenzívnou fotosyntetickou asimiláciou zelených organizmov, kedy dochádza k vyčerpaniu voľného oxidu uhličitého. Takto môže hodnota pH vzrásť až na 10 – 11, kedy voda začína pôsobiť na ryby letálne (MUŽÍK, 2010).

### **Oxidačno-redukčný potenciál**

Značná časť chemických a biochemických procesov prebiehajúcich v povrchovej vode závisí okrem hodnoty pH aj na hodnote oxidačno-redukčného potenciálu. Jeho hodnota je obvykle daná koncentráciou rozpusteného kyslíka a pohybuje sa v rozmedzí od -500 mV do + 500 mV (HORÁKOVÁ, 2003). Obecne platí nasledovné približné rozdelenie procesov podľa ORP:

aeróbne podmienky = pozitívne hodnoty ORP,

anaeróbne podmienky = negatívne hodnoty ORP,

anoxické podmienky = hodnoty ORP od 150 mV do 250 MV (PITTER, 2009).

### **Elektrolytická konduktivita**

Umožňuje zrovnanie schopnosti vodných roztokov viesť elektrický prúd. Jedná sa o prevrátenú hodnotu odporu medzi dvoma elektródami rovnakej plochy v známej vzdialenosti od seba (HORÁKOVÁ, 2003). V prírodných vodách, s nízkou koncentráciou organických látok, je konduktivita mierou anorganických elektrolytov. Stanovenie konduktivity poskytuje odhad koncentrácie iónovo rozpustených látok a celkovej mineralizácie vo vodách. Povrchové vody majú hodnotu konduktivity zvyčajne v rozmedzí 5 mS m<sup>-1</sup> až 50 mS m<sup>-1</sup> (PITTER, 2009).

### **Rozpustený kyslík**

Kyslík je najvýznamnejší rozpustený plyn v povrchovej vode. Koncentrácia rozpusteného kyslíka je významným chemickým ukazovateľom čistoty povrchovej vody (HORÁKOVÁ, 2003). Prítomnosť či neprítomnosť kyslíka vo vode indikuje stav akosti vody a rozhoduje o tom, či budú vo vode prebiehať aeróbne alebo anaeróbne pochody. Ak sa týka nárokov rýb, veľmi náročné na rozpustený kyslík sú lososovité ryby vyžadujúce 8 až 10 mg/l rozpusteného kyslíka, pod 3 mg/l sú pozorované príznaky dusenia. Nedostatok

rozpuštěného kyslíka zvyšuje škodlivost pôsobenia toxických látok na ichtyofaunu (PITTER, 2009).

### **Celkový mangán**

Mangán je v prírodných vodách značne rozšírený, v zdravotne nezávadnej koncentrácii do 1 mg/l (HORÁKOVÁ, 2003). Nízke koncentrácie ako Mn tak Fe, indikujú aeróbne podmienky. V oxidickej zóne sa mangán vyskytuje ako štvormocný kation  $Mn^{+4}$ , v anoxickej zóne sa vyskytuje ako dvojmocný kation  $Mn^{+2}$  (NOVÁKOVÁ, ústne podanie). Mangán obsiahnutý v sedimente môže byť poklesom oxidačno-redukčných procesov vo vodných nádržiach uvoľňovaný do vody. Jeho zvýšené koncentrácie (vyššie než 0,3 mg/l) významne ovplyvňujú organoleptické vlastnosti vody ako zhoršenie chuti vody či hnedé sfarbenie materiálov v kontakte s takouto vodou (PITTER, 2009).

### **Amoniak**

Pri rozboře povrchovej vody patrí medzi základné chemické ukazovatele pri kontrole a klasifikácii akosti vody (HORÁKOVÁ, 2003). Vyskytuje sa takmer vo všetkých druhoch vôd ako kation  $(NH_4)^+$  a v neiónovej forme ako  $NH_3$ . Toxicita však do značnej miery závisí na hodnote pH a teploty prostredia, pretože toxický účinok má práve nedisociovaná molekula  $NH_3$  (PITTER, 2009). Molekulárny amoniak  $NH_3$  je schopný prenikať cez tkanivové bariéry rýb pomerne ľahko, je teda veľmi jedovatý. Pri intoxikácii rýb vystupujú do popredia najmä nervové príznaky ako poruchy dýchania, kŕče svaloviny či strata rovnováhy. Amoniak sa v povrchovej vode vyskytuje v množstve približne 0,1 mg/l pričom zvyčajne neprevyšuje koncentráciu 1 mg/l. Prípustná koncentrácia  $NH_3$  pre lososovité ryby je 0,0125 mg/l (MUŽÍK, 2010). Klinické príznaky otravy rýb popisuje Tabuľka 10.

Tabuľka 10 - Fázy a príznaky otravy rýb amoniakom (SVOBODOVÁ, 2008)

Štádium vývoja otravy	Príznaky
1.fáza	Ryby sú nepokojné, pozorované je ich približovanie sa k hladine.
2.fáza	Pohyby rýb sa postupne zrýchľujú.
3.fáza	Strácanie rovnováhy u rýb a nástup kŕčov svaloviny.
4.fáza	Krátke obdobie zdanlivého zotavenia – ryba zaujme prirodzenú polohu, nepokoj ustupuje.
5.fáza	Zblednutie povrchu tela rýb a ich úhyn.

### Dusičnany

Dusičnany patria medzi štyri hlavné anióny vôd. V povrchových vodách súvisí obsah dusičnanov so stupňom eutrofizácie týchto vôd. Obsah dusičnanov sa udáva hmotnostnou koncentráciou  $N-NO_3^-$  v mg/l (HORÁKOVÁ, 2003). Dusičnany sú pre ryby slabo jedovaté. Toxické a letálne účinky sa prejavujú až pri koncentráciách  $NO_3^-$  nad 1000 mg/l. Ich negatívnym rysom je nepriama toxicita spočívajúca v tom, že môžu byť prekuzormi dusitanov za predpokladu, že bude dochádzať k redukcii dusičnanov na dusitany (PITTER, 2009).

### Dusitany

Dusitany sa vo vodách prirodzene vyskytujú v malých koncentráciách ako prechodný člen v cykle dusíka pri biologickej redukcii dusičnanov alebo biologickej oxidácii amoniakálneho dusíka. V povrchových vodách môžu pôsobiť toxicky na ryby (HORÁKOVÁ, 2003). Majú schopnosť viazať sa na krvné farbivo hemoglobín a meniť ho na methemoglobín, ktorý nie je schopný viazať kyslík. U rýb sa znižuje transportná kapacita kyslíka v krvi, čo sa prejavuje hnednutím žiabrá (MUŽÍK, 2010). Obsah dusitanov sa udáva hmotnostnou koncentráciou  $N-NO_2^-$  v mg/l (PITTER, 2009).

### Celkový fosfor

Celkový fosfor  $P_{celk}$  sa vo vodách delí na rozpustený a nerozpustený, a tie sa ďalej delia na anorganicky a organicky viazaný fosfor. Rozpustený anorganicky viazaný fosfor sa ďalej delí na orthofosforečnanový a polyfosforečnanový. Zlúčeniny fosforu sú nevyhnutné pre nižšie i vyššie organizmy, ktoré ich premieňajú na organicky viazaný

fosfor. Po uhynutí a rozklade organizmov sa fosforečnany opäť uvoľňujú do prostredia. Vzhľadom k eutrofizácii je celkový fosfor uvedený ako ukazovateľ prípustného znečistenia povrchovej vody. V prírodných vodách sa vyskytuje v nízkych koncentráciách do 1 mg/l (PITTER, 2009).

### **Nerozpustné látky**

Pod pojmom nerozpustné látky rozumieme pevné látky, ktoré sa zachytia na filtri za určitých podmienok (HORÁKOVÁ, 2003). V prírodných vodách do tejto skupiny látok patria rôzne hlinitokremičitany, hydratované oxidy kovov, tuky oleje, atď. V povrchových vodách sú ukazovateľom znečistenia (PITTER, 2009).

### **3.2.4 Metodika stanovenia akosti vôd**

Vyhodnotenie kvality vybraných ukazovateľov v odoberaných vzorkách zo šiestich zvolených profilov prebehlo na základe porovnania s limitnými hodnotami tried kvality vôd podľa STN 75 7221 z januára roku 1999 Kvalita vody - Klasifikácia kvality povrchových vôd, a ďalej podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd (Časť C - Povrchové vody vhodné pre život a reprodukciu pôvodných druhov rýb). Pre porovnanie boli vybrané ukazovatele zhodnotené aj podľa českej legislatívy, konkrétne podľa Nariadenia vlády ČR č. 23/2011 Sb.

Norma **STN 75 7221** slúži k určeniu, klasifikácii a porovnaniu kvality tečúcich povrchových vôd na rôznych miestach a v rôznom čase. Tečúce povrchové vody sa podľa akosti vody zaraďujú do piatich, farebne odlišiteľných, tried kvality (viď Tabuľka 11). Tabuľka 12 obsahuje limitné hodnoty sledovaných fyzikálno-chemických ukazovateľov pre jednotlivé akostné triedy povrchových vôd.



Tabuľka 11 - Klasifikácia akosti povrchových vôd podľa STN 75 7221

Trieda	Popis	Charakteristika
<b>I.</b>	<b>veľmi čistá voda</b>	povrchová voda nebola významne ovplyvnená ľudskou činnosťou, ukazovatele akosti nepresahujú hodnoty prirodzeného pozadia v toku
<b>II.</b>	<b>čistá voda</b>	povrchová voda ovplyvnená ľudskou činnosťou, no ukazovatele akosti sú v medziach jestvovania bohatého a udržateľného ekosystému
<b>III.</b>	<b>znečistená voda</b>	povrchová voda ovplyvnená ľudskou činnosťou tak, že hodnoty ukazovateľov akosti nemusia vytvárať podmienky bohatého a udržateľného ekosystému
<b>IV.</b>	<b>silno znečistená voda</b>	povrchová voda ovplyvnená ľudskou činnosťou tak, že ukazovatele akosti vytvárajú podmienky existencie nevyváženého ekosystému
<b>V.</b>	<b>veľmi silno znečistená voda</b>	povrchová voda ovplyvnená ľudskou činnosťou tak, že ukazovatele akosti vytvárajú podmienky existencie len silne nevyváženého ekosystému

Tabuľka 12 - Medzné hodnoty tried akosti vody vybraných ukazovateľov podľa STN 75 7221

Fyzikálno-chemický ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Trieda akosti				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Teplota vody	t	°C	< 22	< 23	< 24	< 26	> 26
Rozpustený kyslík	O <sub>2</sub>	mg/l	> 7	> 6	> 5	> 3	< 3
Reakcia vody	pH		6,0–8,0	8,0-8,5	6,0-6,5 8,5-9,0	5,5-6,0 9,0-9,5	< 5,5 > 9,5
Elektrolytická konduktivita	K	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	> 160
Amoniakálny dusík	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	< 0,3	< 0,5	< 1,5	< 5,0	> 5,0
Dusitanový dusík	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	< 0,01	< 0,03	< 0,1	< 0,3	> 0,3
Dusičnanový dusík	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	< 1,0	< 3,4	< 7,0	< 11,0	> 11,0
Celkový fosfor	P <sub>celk.</sub>	mg/l	< 0,1	< 0,2	< 0,4	< 1,0	> 1,0
Celkový mangán	Mn	mg/l	< 0,05	< 0,1	< 0,3	< 0,8	> 0,8

V Nariadení vlády SR č. **269/2010 Z.z.**, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd sú v Časti C - Povrchové vody vhodné pre život a reprodukciu pôvodných druhov rýb sú uvedené odporúčané a medzné hodnoty pre niektoré z vybraných kvalitatívnych ukazovateľov v súvislosti s vitalitou a bohatosťou ichtyofauny (viď Tabuľka 13).

Tabuľka 13 - Odporúčané a medzné hodnoty vybraných ukazovateľov podľa NV SR č. 269/2010 Z.z.

Fyzikálno-chemický ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Pásmo vôd lososovitých rýb	
			Odporúčaná hodnota	Medzná hodnota
Teplota vody	t	°C		<b>21,5</b> -pri vypúšťaní oteplených vôd <b>10</b> -platí len na čas rozmnožovania
Rozpustený kyslík	O <sub>2</sub>	mg/l	<b>9</b>	<b>7</b>
Reakcia vody	pH			<b>6-9</b>
Amoniakálny dusík	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<b>0,03</b>	<b>0,8</b>
Dusitanový dusík	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<b>0,003</b>	
Nerozpustné látky, sušené pri 10	NL	mg/l	<b>25</b>	

V Nariadení vlády ČR č. **23/2011 Sb.**, ktorým sa mení nariadenie vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách prípustného znečistenia povrchových vod a odpadných vod, náležitostiach povolení k vypouštění odpadných vod do vod povrchových a do kanalizácií a o citlivých oblastiach, v znení nariadenia vlády č. 229/2007 Sb. uvedené priemerné požadované hodnoty pre lososovité vody a normy environmentálnej kvality pre útvary povrchových vôd (viď Tabuľka 14).

Tabuľka 14 - Požiadavky na užívanie lososovitých vôd a normy environmentálnej kvality povrchových vôd podľa NV ČR č. 23/2011 Sb.

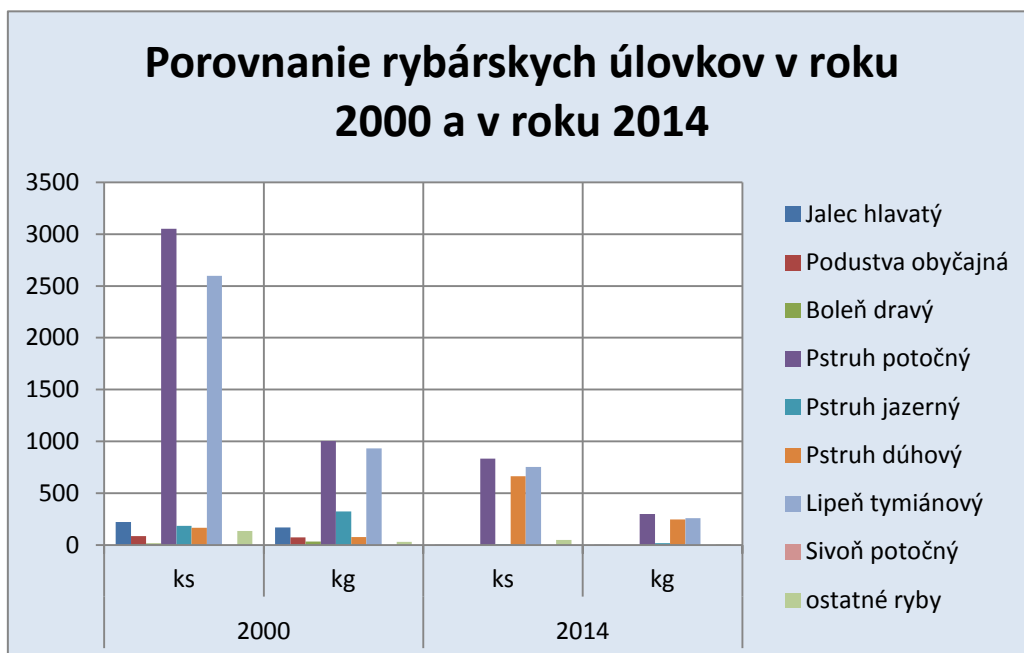
Fyzikálno-chemický ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Lososovité vody	Norma environmentálnej kvality	
				NEK-RP (priemerná hodnota)	NEK-NPH (najvyššia prípustná hodnota)
Teplota vody	t	°C			29
Rozpustený kyslík	O <sub>2</sub>	mg/l		< 9	
Reakcia vody	pH			6 - 9	
Amoniakálny dusík	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,03	0,23	
Dusitanový dusík	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,09		
Dusičnanový dusík	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l		5,4	
Celkový fosfor	P <sub>celk</sub>	mg/l		0,15	
Nerozpustné látky, sušené pri 10	NL	mg/l		20	

### 3.3 Zhodnotenie aktuálneho stavu ichtyofauny

Zhodnotenie vývoja a súčasného stavu ichtyofauny na vybranej lokalite bolo umožnené na základe výsledkov uskutočnených ichtyologických prieskumov a štatistík úlovkov a zarybňovania MsO SRZ Liptovský Mikuláš. Záujmový úsek je rybárskym revírom č. 3-4720-4-1, Váh č. 21, MsO SRZ teda celý tento úsek aktívne obhospodaruje. Pre jednotlivých užívateľov rybárskych revírov stanovuje Rada SRZ v Žiline povinné každoročné zarybnenie, užívatelia sú zároveň povinní každoročne evidovať rybárske úlovky (Zdroj: Zákon č. 139/2002 Z.z. o rybárstve).

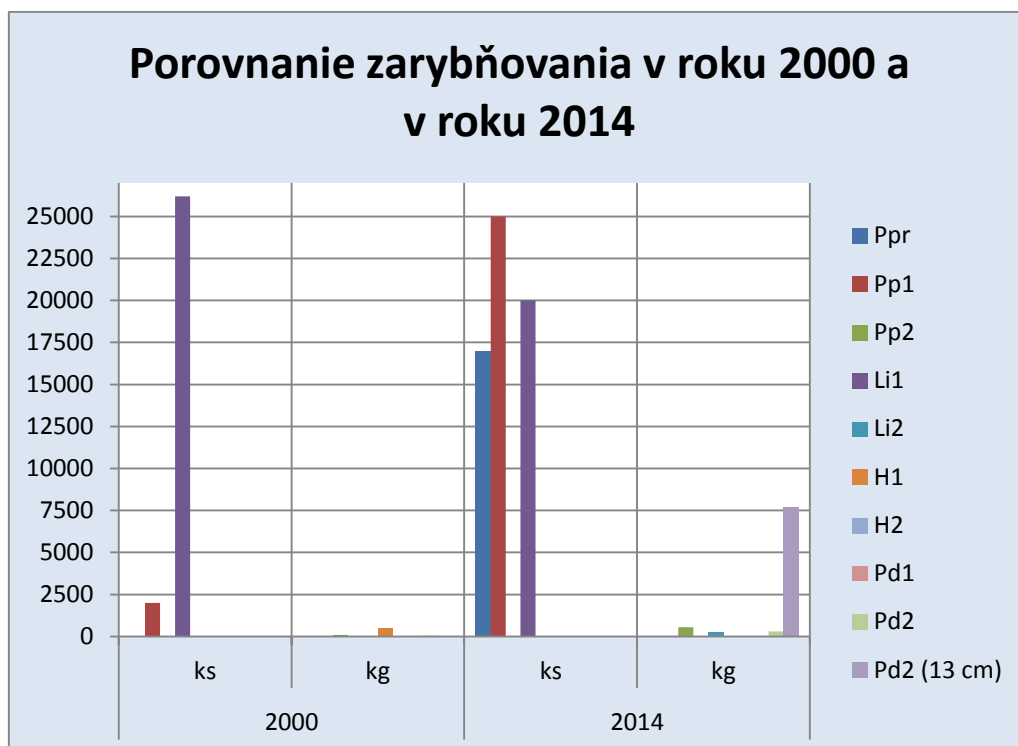
Aj keď štatistiky úlovkov a zarybňovania nie sú považované za relevantné údaje o stave rybích spoločenstiev, predpokladá sa, že majú svoju výpovednú hodnotu vo vzťahu skladby, vitality a početnosti ichtyofauny k výskytu stavieb typu MVE v záujmovej lokalite (LOJKÁSEK, ústne podanie). Pre porovnanie bol zvolený rok 2000, kedy bola uvedená do prevádzky tretia MVE, s aktuálnymi údajmi roku z roku 2014. Graf 1 predstavuje porovnanie počtu a váhy rybárskych úlovkov v roku 2000 a v roku 2014. Tabuľka v Prílohe D obsahuje podrobný prehľad rybárskych úlovkov v rokoch 2000 – 2014, kedy červenou farbou sú vyznačené počiatkové množstvá a váha úlovkov rybích

druhů v roku 2000 pre porovnanie s množstvom úlovkov jednotlivých rybích druhov v roku 2014.



Graf 1 - Porovnanie rybárskych úlovkov v roku 2000 a v roku 2014 (CHLÁDECKÝ and BELEŠ, 2007, MsO SRZ Liptovský Mikuláš)

Z príslušných tabuliek je zrejmy značný úbytok na rybárskych úlovkoch aj napriek faktu, že stanovené ročné plány zarybnenia Radou SRZ v Žiline sú v priebehu rokov spĺňané, často krát sa zarybňuje nad mieru plánov (KOKOŠKA, ústne podanie). Graf 2 porovnáva mieru zarybňovania jednotlivými rybami druhmi v roku 2000 a v roku 2014 v kusoch alebo kilogramoch rybej násady. V roku 2014 sú tendencie zarybňovania jednotlivými druhmi rýb podstatne vyššie a pestrejšie ako v roku 2000. Tabuľka v Prílohe D obsahuje podrobný prehľad zarybňovania v rokoch 2000 – 2014.



Graf 2 - Porovnanie zarybňovania a tabuľka vysvetliviek použítých skratiek v roku 2000 a v roku 2014 (CHLÁDECKÝ and BELEŠ, 2007, MsO SRZ Liptovský Mikuláš)

Ppr - pstruh potočný rýchlený
Pp1 - pstruh potočný jednoročný
Pp2 - pstruh potočný dvojročný
Li1 - lipeň tymiánový jednoročný
Li2 - Lipeň tymiánový dvojročný
H1 - hlavátka podunajská jednoročná
H2 - hlavátka podunajská dvojročná
Pd1 - pstruh dúhový jednoročný
Pd2 - pstruh dúhový dvojročný
Pd2 (13 cm) - podustva severná 13-centimetrová

### 3.4 Vyhodnotenie dát

Táto kapitola pojednáva o vyhodnotení dát získaných v teréne a zhodnotení laboratórnych stanovení. V teréne prebehlo 11 meraní, kedy sa nemeralo v mesiaci január 2015 z dôvodov nízkej teploty (- 10°C) a trvalého zamrznutia vodných plôch nad haťami MVE. V laboratóriu rovnako došlo k 11-tim stanoveniam vzoriek.

### 3.4.1 Vyhodnotenie dát získaných v teréne

Namerané hodnoty v teréne boli porovnané s hodnotami pre pásmo lososovitých vôd podľa NV SR č. 269/2010 Z.z. (Časť C - Povrchové vody vhodné pre život) a pre pásmo lososovitých podľa NV ČR č. 23/2011 Sb. Keďže sa záujmový úsek rieky nachádza na území SR, do akostných tried kvality povrchovej vody bol zaradovaný na základe normy STN 75 7221. Tabuľka 15 uvádza konkrétne dni odberu vzoriek z jednotlivých profilov, s aktuálnymi údajmi času, vodného stavu, prietoku, počasia a zrážok.

Tabuľka 15 - Aktuálne údaje počas jednotlivých dní merania (Zdroj: <http://.shmu.sk>)

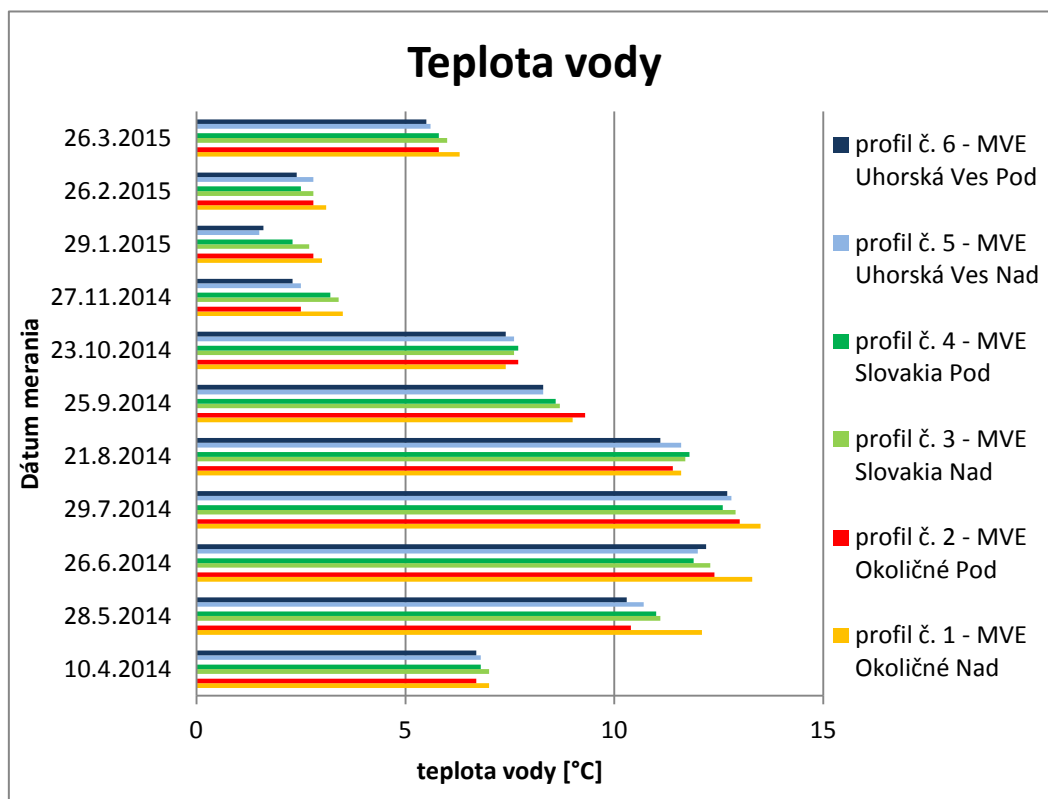
Dátum [d/m/r]	Čas t [h]	Vodný stav H [cm]	Prietok Q [m <sup>3</sup> /s]	Počasia	Zrážky [mm]
10. apríl 2014	6:00	33	27	polojasno	2
28. máj 2014	6:00	30	24	oblačno	0,2
26. jún 2014	6:00	15	13	oblačno	9
29. júl 2014	6:00	36	30	oblačno	23
21. august 2014	6:00	34	28	zamračené	nemerali sa
25. september 2014	6:00	35	29	zamračené	19
23. október 2014	6:00	38	32	zamračené	25
27. november 2014	6:00	31	25	oblačno	0,2
29. január 2015	6:00	28	22	sneženie	1
26. február 2015	6:00	19	16	sneženie	1
26. marec 2015	6:00	29	23	zamračené	nemerali sa

#### Teplota vody

Graf 3 zobrazuje namerané hodnoty teploty vody v čase odberu vzoriek vody z profilov. Z grafu je vidieť, že teplota vody je závislá na ročnom období. V zimných mesiacoch sú teploty vody nižšie, v letných mesiacoch sa teplota vody zvyšuje. Tabuľka 16 obsahuje maximálnu a minimálnu nameranú hodnotu teploty povrchovej vody. Maximálny nameraný rozdiel v profiloch nad a pod haťou MVE predstavoval 1,7°C.

Tabuľka 16 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty teploty vody

	Teplota vody [°C]	Namerané v profile	Dátum merania
Max. nameraná hodnota	13,5	Profil č. 1 – MVE Okoličné nad haťou	27.7.2014
Min. nameraná hodnota	1,5	Profil č. 5 – MVE Uhorská ves nad haťou	29.1.2015



Graf 3 - Namerané hodnoty teploty vody v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

Najviditeľnejší rozdiel v teplotách vody nad a pod haťou je v letných mesiacoch máj až august, kedy dochádza k intenzívnemu prehrievaniu pomaly tečúcej vody v miestach nad haťou MVE. Pod haťou MVE sa teplota vody znižuje premiešaním vodných vrstiev prechodom cez turbínu. Maximálna nameraná hodnota teploty vody nepresiahla limitnú hodnotu stanovenú pre SR, ČR na základe NEK-NPH (viď Tabuľka 17). Na základe normy STN 75 7221 je možné záujmový úsek toku zaradiť do I. triedy akosti povrchovej vody so zodpovedajúcou limitnou hodnotou teploty vody < 22°C.

Tabuľka 17 - Prekročenie limitných hodnôt

Legislatívny rámec	Limitná hodnota	Prekročenie
NV SR č. 269/2010 Z.z.	MH – 2,15°C	nie
NV ČR č. 23/2011 Sb.	NEK-NPH – 29°C	nie

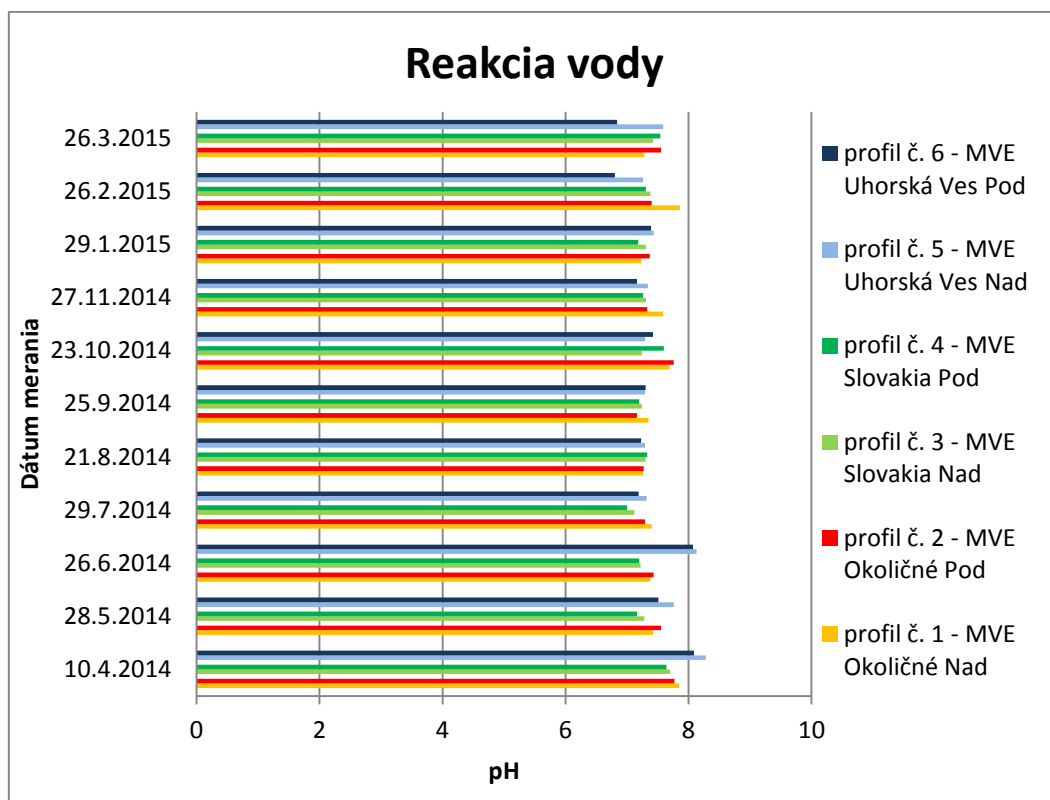
### **Reakcia vody**

Graf 4 zobrazuje namerané hodnoty pH v jednotlivých dňoch. Namerané hodnoty vykazovali neutrálne až mierne zásadité prostredie. Pri porovnaní hodnôt pH nad a pod haťou došlo v 24 prípadoch porovnania z 33 prípadov k stavu, kedy hodnota pH nad haťou bola nižšia ako pod ňou, s maximálnym rozdielom hodnôt 0,75. Vo zvyšných deviatich prípadoch porovnania boli hodnoty buď rovnaké, alebo bolo pH pod haťou mierne vyššie ako nad ňou. Tabuľka 18 obsahuje informácie o maximálnej a minimálnej nameranej hodnote pH.

Tabuľka 18 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty pH vody

	Hodnota pH	Namerané v profile	Dátum merania
Max. nameraná hodnota	8,28	Profil č. 5 – MVE Uhorská ves nad haťou	10.4.2014
Min. nameraná hodnota	6,8	Profil č. 6 – MVE Uhorská ves pod haťou	26.2.2015





Graf 4 – Namerané hodnoty pH vody v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

Maximálna nameraná hodnota pH vody nepresiahla limitnú hodnotu stanovenú NV pre SR a ani pre ČR (vid' Tabuľka 19). Na základe normy STN 75 7221 je možné záujmový úsek toku zaradiť do I. triedy akosti povrchovej vody, kedy len v štyroch meraniach zo 66-ich došlo k prekročeniu hodnoty pH do intervalu 8,0 – 8,5, čo zodpovedá hodnotám II. triedy akosti povrchovej vody.

Tabuľka 19 - Prekročenie stanovených limit

Legislatívny rámec	Limitná hodnota	Prekročenie
NV SR č. 269/2010 Z.z.	MH – 6 až 9	nie
NV ČR č. 23/2011 Sb.	NEK – 6 až 9	nie

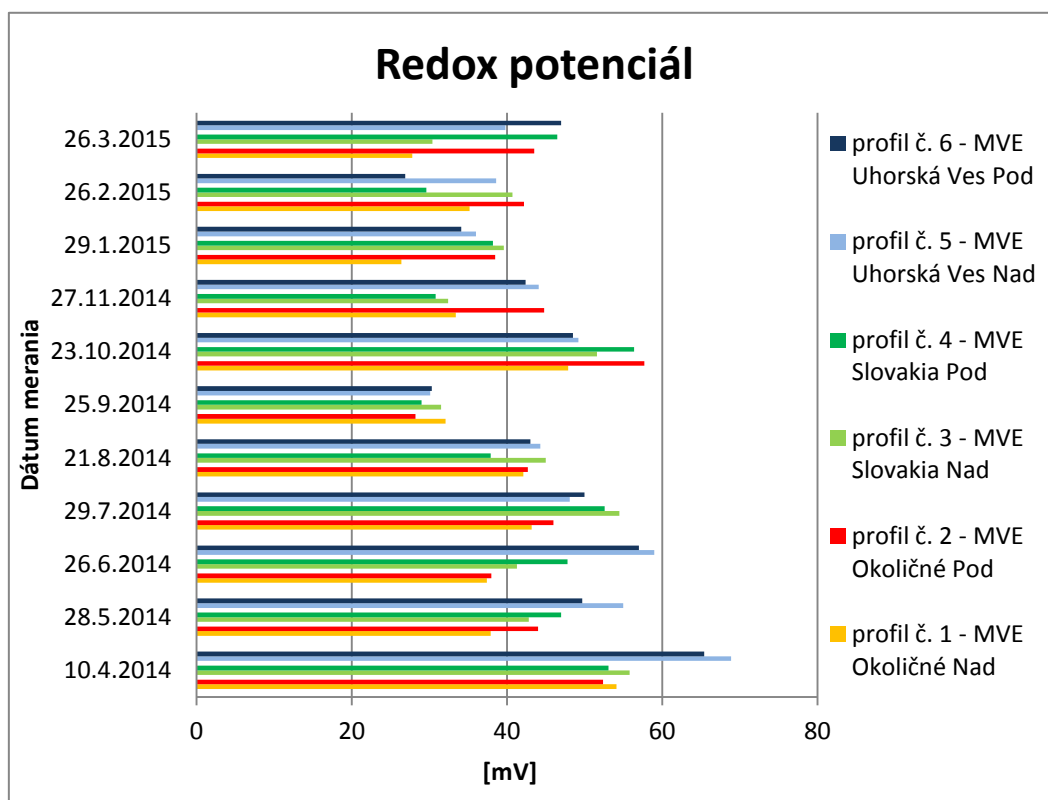
### **Oxidačno-redukčný potenciál**

Graf 5 vyobrazuje namerané hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu, inak povedané redox potenciálu. Všetky namerané hodnoty, nad aj pod haťami MVE, boli

kladného charakteru. Z tohto je možné usúdiť, že v oblastiach všetkých profilov prevládajú aeróbne podmienky. Porovnania hodnôt nad a pod haťami jednotlivých MVE sú premenlivé, čo je pripisované jednak relatívne vysokým priemerným prietokom počas roka (viď Tabuľka 15), ale aj možného výskytu chyby pri meraní. Tabuľka 20 obsahuje maximálnu a minimálnu nameranú hodnotu redox potenciálu. Limitné hodnoty pre redox potenciál v SR ani ČR legislatíve pre pásmo lososovitých vôd stanovené nie sú.

Tabuľka 20 - Maximálna a minimálna nameraná hodnota redox potenciálu

	Hodnota redox potenciálu [mV]	Namerané v profile	Dátum merania
<b>Max. nameraná hodnota</b>	68,9	<b>Profil č. 5 – MVE Uhorská ves nad haťou</b>	10.4.2014
<b>Min. nameraná hodnota</b>	26,4	<b>Profil č. 1 – MVE Okoličné nad haťou</b>	26.2.2015



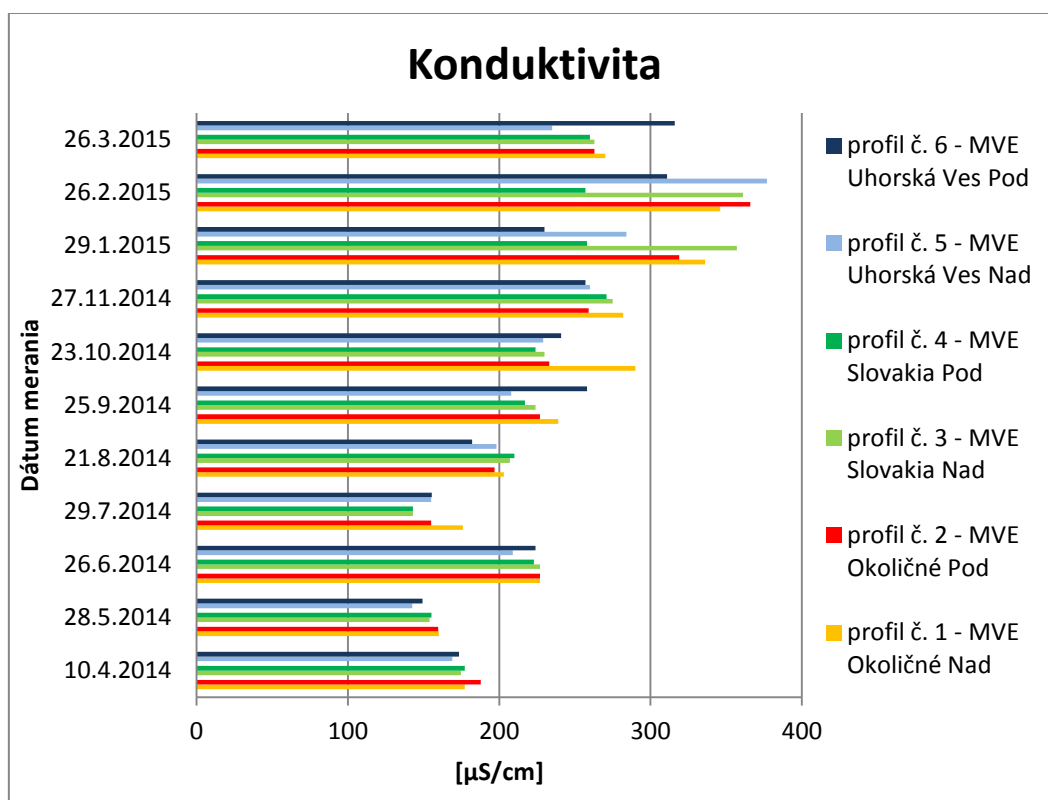
Graf 5 - Namerané hodnoty redox potenciálu v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

### Elektrolytická konduktivita

Graf 6 zobrazuje namerané hodnoty elektrolytickej konduktivity. Porovnaná hodnôt nad a pod haťami jednotlivých MVE sú premenlivé, čo je pripisované relatívne vysokému prietokovému režimu počas meraní v teréne (vid' Tabuľka 15). Tabuľka 21 obsahuje maximálnu a minimálnu nameranú hodnotu konduktivity.

Tabuľka 21 - Maximálna a minimálna nameraná hodnota konduktivity

	Hodnota konduktivity [ $\mu\text{S/cm}$ ]	Namerané v profile	Dátum merania
Max. nameraná hodnota	377	Profil č. 5 – MVE Uhorská ves nad haťou	28.5.2014
Min. nameraná hodnota	142,5	Profil č. 5 – MVE Uhorská ves nad haťou	26.2.2015



Graf 6 - Namerané hodnoty konduktivity v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

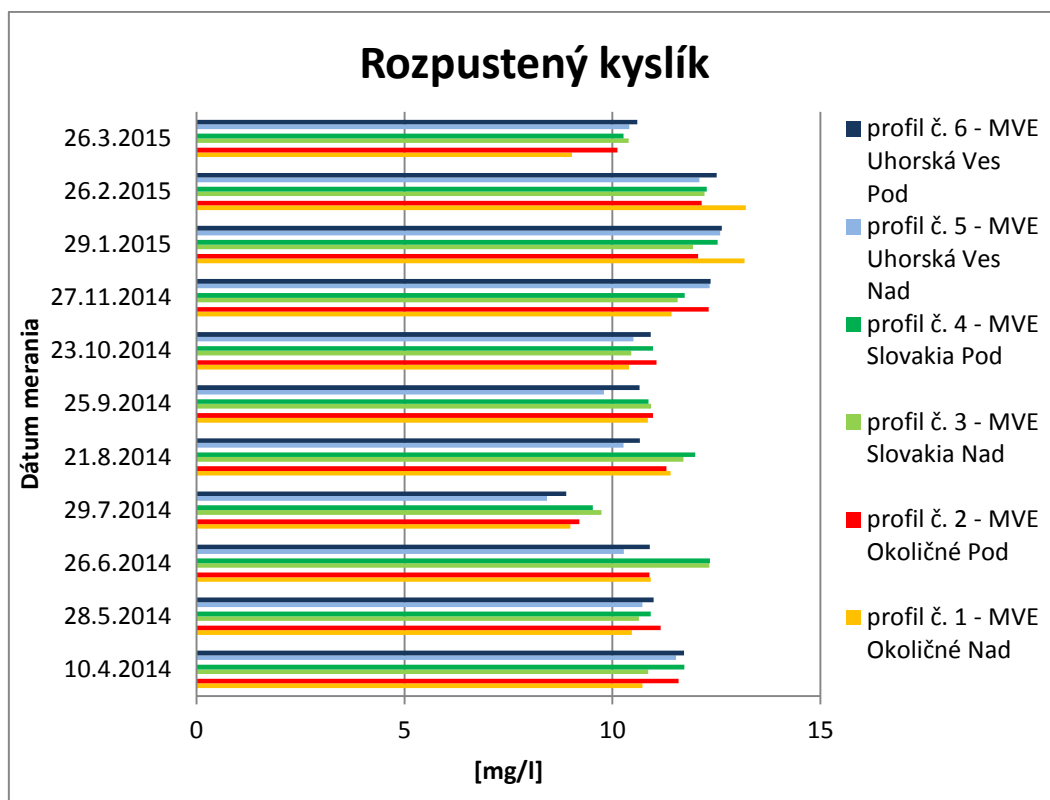
Na základe maximálnej nameranej hodnoty konduktivity a normy STN 75 7221, je možné záujmový úsek toku zaradiť do I. triedy akosti povrchovej vody so zodpovedajúcou limitnou hodnotou < 40 mS/m. Limitné hodnoty pre redox potenciál v SR ani ČR legislatíve stanovené nie sú.

### **Rozpustený kyslík**

Graf 7 popisuje vzťah medzi hodnotami rozpusteného kyslíka vo vode a ročnou dobou, resp. teplotou vody. V zimných mesiacoch sa hodnoty rozpusteného kyslíka pohybovali priemerne na úrovni 11,68 mg/l, v letných mesiacoch sa hodnoty rozpusteného kyslíka vo vode pohybovali priemerne na úrovni 10,61 mg/l. V grafe je vidieť, že hodnoty rozpusteného kyslíka nad haťou MVE sú v prevažnej miere nižšie ako hodnoty pod haťou MVE. Tento stav je zrejme spôsobený skutočnosťou, že nad haťou MVE nedochádza k okysličovaniu vody do takej miery ako pod haťou, kde tok už opäť tečie prirodzene a k okysličovaniu vody v toku dochádza turbulentným prúdením. Tabuľka 22 obsahuje maximálnu a minimálnu nameranú hodnotu rozpusteného kyslíka s dátumom merania a profilom, kde meranie prebehlo.

*Tabuľka 22 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty rozpusteného kyslíka*

	Rozpustený kyslík [mg/l]	Namerané v profile	Dátum merania
<b>Max. nameraná hodnota</b>	13,21	<b>Profil č. 1</b> – MVE Okoličné nad haťou	26.2.2015
<b>Min. nameraná hodnota</b>	8,43	<b>Profil č. 5</b> – MVE Uhorská ves nad haťou	29.7.2014



Graf 7 - Namerané hodnoty rozpusteného kyslíka v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

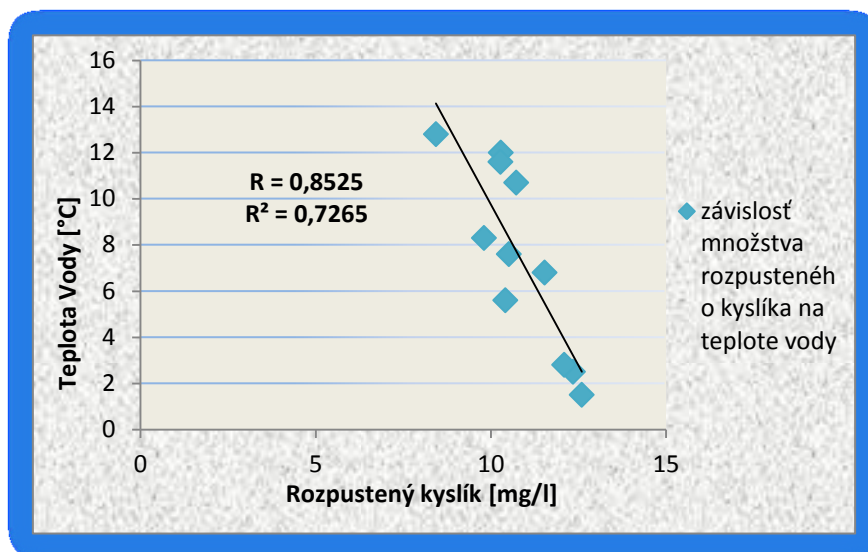
Nameraná hodnota rozpusteného kyslíka nedosiahla odporúčanú hodnotu stanovenú pre SR v troch prípadoch – profily č. 1, 5 a 6 a rovnako hodnotu NEK uvedenú v NV ČR č. 23/2011 Sb. (vid' Tabuľka 23). Na základe normy STN 75 7221 je možné záujmový úsek toku zaradiť do I. triedy akosti povrchovej vody so zodpovedajúcou limitnou hodnotou rozpusteného kyslíka < 7 mg/l.

Tabuľka 23 - Presiahnutie limitných hodnôt

Legislatívny rámec	Limitná hodnota	Prekročenie
NV SR č. 269/2010 Z.z.	OH- 9 mg/l	3x dňa 29.7.2014 v profiloch č. 1, 5 a 6 s min. 8,43 mg/l
	MH – 7 mg/l	nie
NV ČR č. 23/2011 Sb.	NEK – >9 mg/l	3x dňa 29.7.2014 v profiloch č. 1, 5 a 6 s min. 8,43 mg/l

Nasledovný Graf 8 zobrazuje korelácie koncentrácie rozpusteného kyslíka a teploty vody v profile č. 5 – MVE Uhorská Ves Nad. Index korelácie má hodnotu nad 0,81, kedy mieru tesnosti možno označiť za veľkú a korelácie považovať za štatisticky významné.

Bola preukázaná závislosť hodnôt rozpusteného kyslíka na teplote vody, kedy so stúpajúcou teplotou povrchovej vody klesá koncentrácia rozpusteného kyslíka.



Graf 8 - Závislosť koncentrácie O<sub>2</sub> na teplote vody

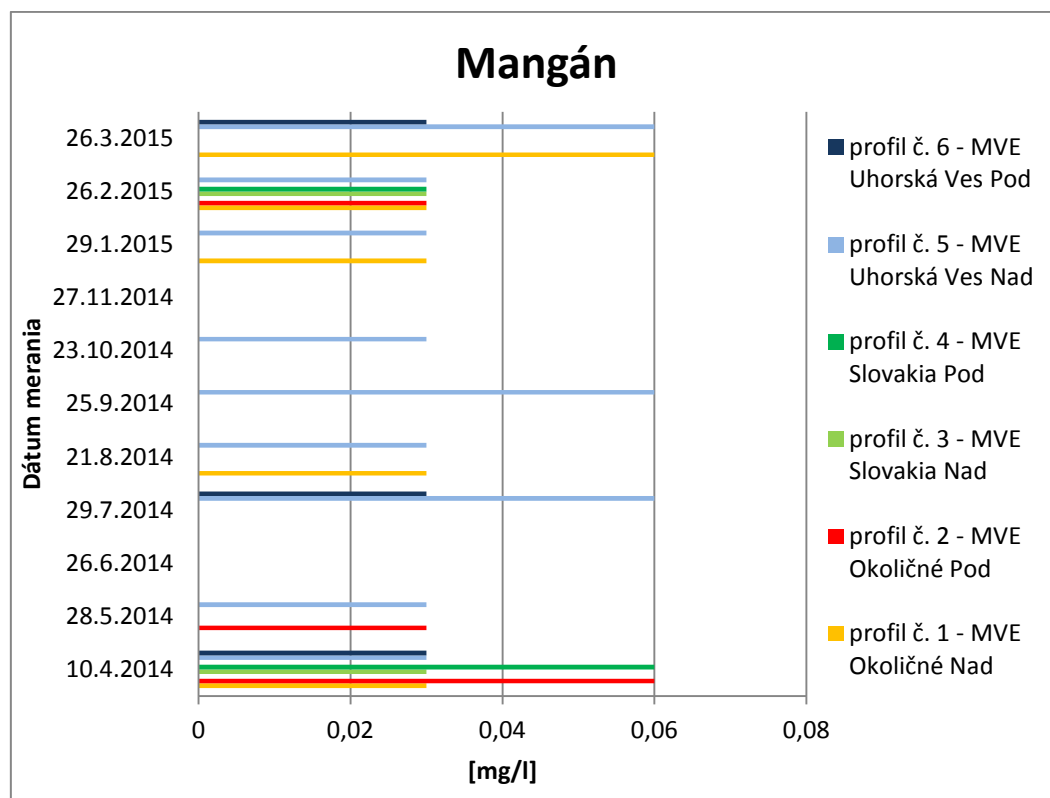
Tabuľka 24 uvádza príslušné korelačné koeficienty a miery tesnosti vypočítané pre ostatné odberné profily. Množstvo rozpustených plynov vo vode má veľký význam v závislosti na teplote vody. V miestach pod hrádzou, kde je vyteká voda z turbín, môže dochádzať k tzv. efektu gas bubble disease spôsobeného vznikom mikrobubliniek plynov. (NOVÁKOVÁ, ústne podanie). Ryby sú chladnokrvné tvory, čo znamená ich telesná teplota, závisí na teplote ich prostredia. Ak je povrchová voda v ktorej žijú presýtená plynmi a dôjde k náhlemu zvýšeniu teploty vody alebo náhlemu vzostupu tlaku, môže to viesť k uvoľneniu bubliniek plynov vo vode spôsobujúcich ochorenie Na ichtyofaune sa tento efekt prejavuje negatívne nekrozou na žiabrách, čo vedie k zníženiu fitness produkcie rýb (Zdroj: [http://:petmd.com](http://petmd.com)).

Tabuľka 24 - Vypočítané hodnoty korelačných koeficientov a stanovené miery tesnosti

<i>Profil číslo</i>	<i>Hodnota koeficientu korelácie</i>	<i>Tesnosť</i>
<b>1. MVE Okoličné - Nad</b>	0,6296	stredná
<b>2. MVE Okoličné - Pod</b>	0,7024	stredná
<b>3. MVE Slovakia - Nad</b>	0,5171	stredná
<b>3. MVE Slovakia - Pod</b>	0,4112	stredná
<b>6. MVE Uhorská Ves - Pod</b>	0,8374	vysoká

### **Celkový mangán**

Graf 9 zobrazuje namerané koncentrácie mangánu v miestach nad a pod haťami MVE, pričom nenulové hodnoty boli zaznamenané v 24 profiloch zo 66 profilov. Z hľadiska porovnania hodnôt mangánu nad a pod haťou z týchto 24 profilov práve 16 bolo v miestach nad haťou MVE, kde aj najčastejšie dosahoval mangán maximálnu nameranú koncentráciu 0,06 mg/l. Stanovené hodnoty radia príslušné profily na základe normy STN 75 7221 do II. triedy akosti povrchovej vody s limitnou hodnotou < 0,1 mg/l, ostatné hodnoty spadajú do I. triedy akosti s limitnou hodnotou < 0,05 mg/l.



Graf 9 - Namerané hodnoty celkového mangánu v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE

### 3.4.2 Vyhodnotenie dát nameraných v laboratóriu

Laboratórne stanovenia jednotlivých ukazovateľov sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách. Namerané hodnoty boli zrovnané s hodnotami pre pásmo lososovitých vôd podľa NV SR č. 269/2010 Z.z. (Časť C - Povrchové vody vhodné pre život) a pre pásmo lososovitých vôd podľa NV ČR č. 23/2011 Sb. Tmavo-oranžovou farbou (medzná hodnota - MH) a svetlo-oranžovou farbou (odporúčaná hodnota - OH) sú označené hodnoty prekračujúce stanovené limity pre SR, zelenou farbou sú vyznačené hodnoty prekračujúce limity v ČR. Keďže sa záujmový úsek rieky nachádza na území SR, do akostných tried kvality povrchovej vody bol zaradovaný na základe normy STN 75 7221.

#### Amoniakálny dusík N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Limitné hodnoty pre amoniakálny dusík v pásme lososovitých vôd sa v legislatíve SR a ČR významne líšia (viď Tabuľka 25). Je možné konštatovať, že legislatíva ČR je v tomto prípade podstatne prísnejšia ako legislatíva SR, kedy fixne stanovená limitná hodnota podľa NV ČR č. 23/2011 Sb. je pre SR „len“ odporúčanou hodnotou.



Tabuľka 25 - Limitné hodnoty stanovené pre SR a ČR

Legislatívny rámec	Limitná hodnota
NV SR č. 269/2010 Z.z.	OH – 0,03 mg/l MH – 0,8 mg/l
NV ČR č. 23/2011 Sb.	0,03

Vo všetkých prípadoch vlastného stanovenia bolo zistené prekročenie odporúčaných hodnôt pre SR, medzné hodnoty sú však stále dodržané. Podľa legislatívy ČR došlo k prekročeniu stanovených limitných hodnôt vo všetkých vzorkách (viď Tabuľka 26). Toto prekročenie môže byť spôsobené faktom, že rieka preteká cez poľnohospodársky obrábanú pôdu hnojenú dusíkatými hnojivami, prípadne močovkou.

Zo 66 vzoriek je možné na základe normy STN 75 7221 zaradiť **41 vzoriek** do **I. triedy** akosti povrchovej vody, **23 vzoriek** do **II. triedy** akosti povrchovej vody a **2 vzorky** z profilu č. 1 a 2 - MVE Okoličné odobrané 27.2.2015 do **III. triedy** akosti povrchovej vody.

Tabuľka 26 - Stanovené hodnoty amoniakálneho dusíku (mg/l)

Dátum		11.4.2014	27.6.2014	30.7.2014	22.8.2014	26.9.2014	24.10.2014
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,29507	0,318365	0,38049	0,34166	0,17083	0,41931
	profil č. 2 Pod	0,31837	0,30284	0,34166	0,29507	0,163065	0,396015
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,27954	0,29507	0,38049	0,20189	0,147535	0,380485
	profil č. 4 Pod	0,32613	0,27954	0,34943	0,26401	0,13977	0,37272
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,24848	0,28731	0,35719	0,349425	0,132005	0,396015
	profil č. 6 Pod	0,26401	0,26401	0,32613	0,349425	0,116475	0,380485
Dátum		28.11.2014	9.1.2015	30.1.2015	27.2.2015	27.3.2015	
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,240715	0,209655	0,178595	0,6212	0,240715	
	profil č. 2 Pod	0,18636	0,17083	0,147535	0,45037	0,23295	
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,132005	0,256245	0,194125	0,504725	0,194125	
	profil č. 4 Pod	0,09318	0,194125	0,24848	0,240715	0,256245	
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,116475	0,364955	0,333895	0,225185	0,32613	
	profil č. 6 Pod	0,100945	0,256245	0,27954	0,18636	0,225185	

OH – prekročenie odporúčanej hodnoty pre SR podľa NV SR č. 269/2010 Z.z.  
Prekročenie limitnej hodnoty pre ČR podľa NV ČR č. 23/2011 Sb.

### Dusitanový dusík N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

V 56 vzorkách zo 66 vzoriek bolo stanovené prekročenie odporúčaných hodnôt dusitanového dusíka podľa NV SR č. 269/2010 Z.z., medzné hodnoty prekročené neboli. Zo zvyšných desiatich pozitívnych prípadov pochádzalo 7 vzoriek všeobecne z profilov pod haňou MVE a 3 vzorky z odberných miest nad haňou MVE. Podľa NV ČR č. 23/2011 Sb. došlo k prekročeniu stanovených limitných hodnôt jedine v mesiaci apríl (viď Tabuľka 27).

Zo 66 skúmaných vzoriek je možné na základe normy STN 75 7221 zaradiť **47 vzoriek** do **I. triedy** akosti povrchovej vody, **13 vzoriek** do **II. triedy** akosti povrchovej vody, **4 vzorky** do **IV. triedy** akosti povrchovej vody a **2 vzorky** odobrané dňa 11.4.2014 do **V. triedy** akosti povrchovej vody.

Tabuľka 27 - Stanovené hodnoty dusitanového dusíka (mg/l)

Dátum		11.4.2014	27.6.2014	30.7.2014	22.8.2014	26.9.2014	24.10.2014
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,29507	0,003045	0,0061	0,003045	0,00609	0,01218
	profil č. 2 Pod	0,31837	0	0,0122	0,00609	0	0,01218
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,27954	0	0,0091	0,003045	0,003045	0,015225
	profil č. 4 Pod	0,32613	0,003045	0,0091	0,003045	0,003045	0,015225
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,24848	0,003045	0,0061	0	0,003045	0,015225
	profil č. 6 Pod	0,26401	0,021315	0	0,009135	0,003045	0,01827
Dátum		28.11.2014	9.1.2015	30.1.2015	27.2.2015	27.3.2015	
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,003045	0,01218	0,00609	0,003045	0,009135	
	profil č. 2 Pod	0	0,009135	0,00609	0,00609	0	
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,00609	0,01218	0,009135	0,00609	0,01827	
	profil č. 4 Pod	0,003045	0,009135	0,003045	0,003045	0	
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,00609	0,021315	0,009135	0,003045	0,021315	
	profil č. 6 Pod	0,00609	0,009135	0,00609	0,003045	0	

OH – prekročenie odporúčanej hodnoty pre SR podľa NV SR č. 269/2010 Zb.  
Prekročenie limitnej hodnoty pre ČR podľa NV ČR č. 23/2011 Sb.

### Dusičnanový dusík N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Odporúčané ani medzné hodnoty pre dusičnanový dusík v legislatívne pre SR ani pre ČR pre pásmo lososovitých vôd stanovené nie sú. Namerané hodnoty uvádza nasledovná Tabuľka 28. Zo 66 vzoriek je možné na základe normy STN 75 7221 zaradiť **41 vzoriek** do **I. triedy** akosti povrchovej vody a **25 vzoriek** do **II. triedy** akosti povrchovej vody.

Tabuľka 28 - Stanovené hodnoty dusičnanového dusíka (mg/l)

Dátum		11.4.2014	27.6.2014	30.7.2014	22.8.2014	26.9.2014	24.10.2014
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,74547	0,7003	0,5425	0,2259	0,7228	1,17468
	profil č. 2 Pod	0,60993	0,5873	0,6777	1,21986	0,58734	1,10691
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,72288	0,5873	0,7229	0,6777	0,6777	1,08432
	profil č. 4 Pod	0,49698	0,6777	0,6551	0,4518	0,56475	1,08432
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,56475	0,6551	0,7229	0,6777	0,74547	1,06173
	profil č. 6 Pod	0,60993	0,7229	0,5873	0,79065	0,72288	1,1295
Dátum		28.11.2014	9.1.2015	30.1.2015	27.2.2015	27.3.2015	
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,92619	0,92619	1,15209	1,55871	1,01655	
	profil č. 2 Pod	0,83583	0,88101	1,03914	1,82979	0,9036	
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,9036	1,17468	1,33281	1,85238	1,01655	
	profil č. 4 Pod	0,85842	0,94878	0,9036	1,24245	1,01655	
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,92619	1,10691	1,31022	1,3554	1,33281	
	profil č. 6 Pod	0,72288	0,9036	1,17468	1,26504	1,03914	

### Celkový fosfor $P_{celk}$

Odporúčané ani medzné hodnoty pre  $P_{celk}$  v legislatívne pre SR ani pre ČR pre pásmo lososovitých vôd stanovené nie sú. Namerané hodnoty uvádza nasledovná Tabuľka 29. Zo 66 vzoriek je možné na základe normy STN 75 7221 zaradiť **60 vzoriek** do **I. triedy** akosti povrchovej vody, **5 vzoriek** do **III. triedy** a **1 vzorku** do **IV. triedy** akosti povrchovej vody. Najvyššie hodnoty  $P_{celk}$  boli namerané v mesiaci apríl. Toto zvýšenie nameraných hodnôt by mohlo byť zapríčinené stekaním snehových vôd z okolitých polí do vodného toku rieky, a s tým súvisiacim splavovaním zvyškov aplikovaných poľnohospodárskych hnojív.

Tabuľka 29 - Stanovené hodnoty celkového fosforu (mg/l)

Dátum		11.4.2014	27.6.2014	30.7.2014	22.8.2014	26.9.2014	24.10.2014
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,24124	0,0065	0,0163	0,00652	0,00978	0,02282
	profil č. 2 Pod	0,22168	0,0163	0,0098	0,00326	0,00652	0,01956
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,21516	0,0098	0,0326	0,01956	0,00652	0,01304
	profil č. 4 Pod	0,30644	0,0065	0,0228	0,0163	0	0,0163
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,24776	0,0163	0,0098	0,01304	0,00978	0,02608
	profil č. 6 Pod	0,28036	0,0065	0,0033	0,0163	0,00652	0,02282
Dátum		28.11.2014	9.1.2015	30.1.2015	27.2.2015	27.3.2015	
MVE Okoličné	profil č. 1 Nad	0,01304	0,00978	0,00978	0,02282	0,0163	
	profil č. 2 Pod	0,00978	0,00326	0,01304	0,02608	0,02608	
MVE Slovakia	profil č. 3 Nad	0,00652	0,00652	0,01956	0,02282	0,03586	
	profil č. 4 Pod	0,00652	0,00326	0,01304	0,0163	0,01956	
MVE Uhorská ves	profil č. 5 Nad	0,00652	0,00978	0,03586	0,02282	0,01304	
	profil č. 6 Pod	0,00326	0,00326	0,00326	0,01956	0,01304	

### Nerozpustné látky NL

K prekročeniu limitnej hodnoty NL pre SR došlo v štyroch prípadoch, z toho v troch vo vzorkách pochádzajúcich z profilu č. 1 - MVE Okoličné Nad (viď Tabuľka 30). Znečistenie záujmového úseku toku je možné z tohto pohľadu hodnotiť ako nie obzvlášť významné. K zisteniu zápornej hodnoty v meraní zrejme došlo chybou pri prevažovaní filtrov.

Tabuľka 30 - Stanovené hodnoty NL (mg/l)

Dátum	Profil č. 1 - MVE Okoličné Nad	Profil č. 2 - MVE Okoličné Pod	Profil č. 3 - MVE Slovakia Nad	Profil č. 4 - MVE Slovakia Pod	Profil č. 5 - MVE Uhorská Ves Nad	Profil č. 6 - MVE Uhorská Ves Pod
11.4.2014	8	11	15	10	11	6
27.6.2014	8	16	7	9	4	3
30.7.2014	<b>94</b>	9	1	0	-1	1
22.8.2014	2	1	2	8	4	1
26.9.2014	0	1	2	2	0	4
24.10.2014	<b>26</b>	3	18	11	8	18
28.11.2014	3	10	3	13	13	15
9.1.2015	8	9	9	12	15	14
30.1.2015	<b>57</b>	<b>86</b>	11	10	11	11
27.2.2015	3	5	18	2	1	7
27.3.2015	23	21	18	21	19	12

MH – prekročenie medznej hodnoty pre SR podľa NV SR č. 269/2010 Zb.

#### **4 NÁVRH OPATRENÍ NA ZLEPŠENIE PO PRÚDOVEJ A PROTI PRÚDOVEJ MIGRAČNEJ PRIECHODNOSTI TOKU**

Rybie prechody umožňujú spriechodnenie migračných bariér proti prúdu. Priečne stavby typu MVE však tvoria bariéru pre ryby nielen pri pohybe v smere proti prúdu, ale aj v smere po prúde toku rieky. Obojsmerné migrácie sú neoddeliteľnou súčasťou biologických potrieb sladkovodne migrujúcich druhov rýb, ktorým zatiaľ nie je venovaná adekvátna pozornosť. Je nutné si uvedomiť fakt, že dospelé jedince, ktoré v rámci reprodukčných migrácií prekonal migračnú bariéru a vytreli sa, potrebujú sa vrátiť na svoje pôvodné stanovište po prúdovou migráciou. V záujmovej lokalite jestvujú tri MVE vybudované vo vzdialenostiach 3,040 rkm a 2,320 rkm od seba. Hustota stavieb typu MVE na toku rieky zapríčiňuje kumuláciu ich negatívnych vplyvov v otázkach migrácií ichtyocenóz, kedy dochádza k fragmentácii toku ako celku. V praxi nemožno uvažovať o zrušení funkčných vodných stavieb typu MVE. Je teda potrebné uvažovať o alternatívnych spôsoboch zaistenia migračnej priechodnosti.

Problém vo vzťahu priehradových MVE a po prúdovej migrácie vyplýva z prirodzenej plachosti rýb a inštinktívneho správania, kedy ryby z miest nad haťou MVE pri migrácii po prúde smerujú priamo do nátokového kanála pre turbínu MVE. Ani v jednom z troch prípadov MVE v záujmovej lokalite nejestvuje reálna cesta po prúdovej migrácie rýb priamo cez hať vodnej stavby (KOKOŠKA, ústne podanie). K zaisteniu po prúdovej migrácie rýb je treba navrhnúť systém zábran pred nátokovým kanálom k turbíne MVE, a zároveň naviesť ryby do únikového priestoru (LUSK, 2014).

V diplomovej práci sa pristupuje k jednotnému návrhu opatrení pre všetky tri jestvujúce MVE, vychádzajúceho zo zákonitostí prirodzeného správania sa migrujúcich rýb. Najvhodnejším riešením problematiky migrácie by bola technická úprava už jestvujúcich rybích prechodov, kedy by sa zlepšila migrácia nie len po prúdová ale aj proti prúdová. Z začať so spriechodňovaním by bolo vhodné od strategicky položených dolných bariér a pokračovať proti prúdu (DRUGA, 2014). Je treba zdôrazniť, že opatrenia pre migračné spriechodnenie toku pri jednotlivých MVE musia byť komplexné (KOKOŠKA, ústne podanie). Navrhovaný model opatrení znázorňuje Obrázok 15.

## 1. Krok

Prvým krokem migračného spriechodnenia toku by bolo premiestnenie rybieho priechodu. V prípade MVE Slovakia je tento krok vynechaný z dôvodu už vhodného umiestnenia rybieho priechodu. Pri MVE Okoličné a MVE Uhorská Ves by bol rybí priechod premiestnený z ľavej na pravú stranu koryta rieky. Toto opatrenie by prebehlo z dôvodu, že aktuálne umiestnenie je nevhodné z hľadiska nadväznosti rybieho priechodu na hlavný prúd vody. Vstup do rybieho priechodu by mal byť vo všetkých troch prípadoch zaústený tesne pod hlavné teleso MVE, do časti výtoku z turbín.

## 2. Krok

Ďalším krokom v spriechodňovaní riečneho toku by bolo prijatie opatrení na zvýšenie atraktivity rybieho prechodu pre migrujúce ryby. Optimálnym riešením by bolo zväčšenie kapacity rybích prechodov ich rozšírením, kedy by šírka aj hĺbka nového rybieho prechodu bola podstatne zväčšená v pomere k aktuálnym parametrom (viď Tabuľka 3). Prehĺbenie, rozšírenie a predĺženie komôr rybieho prechodu znižuje energetický výdaj rýb pri ich prekonávaní. Vhodné by bolo aj zväčšenie prietoku počas reprodukčných migrácií o 50 – 100% vybudovaním potrubia popri rybom priechode, s výtokom do dolnej komory priechodu. Zabránenie vstupu rýb do potrubia by zabezpečila inštalácia hustých hrablic. Rýchlosť vody pred sútokom by bolo potrebné utlmiť primeraným prepacom. Rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybí priechod by mala predstavovať 0,75 – 1 m/s (DRUGA, 2014).

Vo všetkých troch prípadoch rybích prechodov pri MVE v záujmovej lokalite by bol navrhnutý prepážkový bazénový veľkokomorový rybí priechod, s parametrami vhodnými pre lipňové pásmo (viď Tabuľka 31).



Tabuľka 31 - Parametre prepážkového bazénového veľkokomorového rybieho priechodu v lipňovom pásme (DRUGA. 2014)

Prierezová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej širokej štrbine každej komory	<b>1,5 - 1,8 m/s</b>
Hĺbka vody v bazéne	<b>min. 50 - 60 cm</b>
Šírka hladiny v bazénovom rybovode	<b>min. 2 - 3 m</b>
Dĺžka vodných bazénov (rozstup prepážok)	<b>min. 2 – 3 m</b>
Odporúčaný vodný objem „veľkého“ bazéna na rybovode pri rieke	<b>nad 4 m<sup>3</sup></b> <b>(napr. 3×3×0,55 m)</b>
Prevýšenie hladín susedných bazénov	<b>max. 15 – 20 cm</b>
Šírka prietokovej štrbiny v každej prepážke	<b>min. 30 cm</b>
Hĺbka prietokovej štrbiny v prepážke	<b>min. 30 cm</b>

### 3. Krok

Posledným krokom by bola inštalácia elektrického plašiča do miest nad haťou MVE, konkrétne do priestoru medzi rybím prechodom a strojovňou MVE s turbínou. Autor práce zvolil elektronickú zábranu pre MVE typ ELZA 2. Pri testovaní zábrany bola zistená jej účinnosť pre migrujúce ryby proti prúdu približne 40% a pre ryby migrujúce po prúde okolo 70%. Zariadenie je napájané zo zdroja nízkeho napätia (12V), s dobou oneskorenia medzi impulzmi 0,1 s a zahradí cca 6 m priestoru, čo je v prípade všetkých troch MVE viac než postačujúce (HARTVICH and DVOŘÁK, 2002).



Obrázok 15 - Navrhované opatrenia pre zlepšenie reprodukčnej migrácie rýb v oboch smeroch (Zdroj:prevzaté a upravené z DRUGA, 2014)

## 5 DISKUSIA

Hať MVE má všeobecne veľký vplyv na populácie rýb z hľadiska migrácie, ktorá môže byť sťažená, resp. úplne znemožnená. Hať MVE mení celkový charakter pôvodnej rieky a má vplyv na kvalitu, množstvo a dostupnosť migračných stanovišť, čo hrá dôležitú úlohu v udržateľnosti populácie ichtyofauny. Ryby môžu, za nedostatočných ochranných opatrení, utrpieť veľké škody počas ich tranzitu cez vodné turbíny alebo cez prelivy (MARMULLA,2001), kedy len malé poškodenia sú zaznamenané v ranných štádiách vývoja rýb, plôdik a ryby do veľkosti 15 mm. Viacero rýb je do turbín strhávaných v období reprodukčných migrácií a hlavne po nich, kedy k pudovej migrácii rýb po prúde prispieva ich oslabenie po procese reprodukcie. Zmeny v režime prúdenia alebo vodnej kvality, spôsobené vodnou stavbou typu MVE, môže mať nepriame účinky na druhové zloženie ichtyofauny. Znižuje sa biomasa a priemerná veľkosť rýb v porovnaní s neovplyvnenými úsekmi vodného toku. V derivovaných úsekoch vodného toku sa utvárajú kvalitatívne a kvantitatívne odlišné rybie obsádky. Nízke prietoky nevyhovujú adultným jedincom, kedy najohrozenejšími druhmi sú pstruhy, jalce a lipne (Zdroj: <http://rybarstvi.eu>). Otvorená vodná plocha a spomalenie prúdenia vody nad haťou MVE vykazuje vysokú mieru atraktivity najmä pre pernatých rybo-žravých predátorov, čo má za následok zvýšený predátorský tlak na rybie spoločenstvá, v takto pozmenených biotopoch (MARMULLA,2001). Dochádza k obnaženiu pôvodnej brehovej partie, kde ryby nachádzali úkryt pod koreňmi a vetvami pobrežných drevín (Zdroj: <http://rybarstvi.eu>).

Zhodnotenie stavu ichtyofauny bolo uskutočnené na základe štatistík úlovkov a zarybňovania MsO SRZ Liptovský Mikuláš. V otázke relevantnosti takýchto údajov sa môže rozvíjať rozsiahla polemika z dôvodu názorov, že stavby MVE nie sú jediným faktorom vplývajúcim na zloženie a ovplyvňovanie stavu ichtyofauny. Ako ďalšie potenciálne negatívne faktory sa uvádza prirodzený úhyn, akútne či chronické znečistenie toku, alebo zvýšený predátorský tlak rybo-žravých predátorov. Negatívne vplyvy lokálnych priemyselných zdrojov znečistenia už v záujmovej lokalite nejestvujú, podniky svoje prevádzky ukončili. Ako prvky vplývajúce na skladbu ichtyofauny v záujmovej lokalite sú považované tri zásadné migračné bariéry v podobe stavieb MVE, ktoré majú, v predchádzajúcich statiach uvedené, vplyvy na prirodzené prostredie a rybie spoločenstvá. Treba opäť pripomenúť, že zistené rybie druhy v záujmovej lokalite sú pôvodné, a teda

ekologicky cenné a skoro z 80% reofilné. Ako minimálny zostatkový prietok v takto derivovanom úseku toku je ichtyologicky odporúčaný  $Q_{330}$  (Zdroj: <http://.rybarstvi.eu>). Ak sa pozrieme sa na problematiku predátorského tlaku, jeho zvýšená miera je predsa vyvolaná práve stavbami typu MVE. A ak vezmeme do úvahy veľmi krátke vzdialenosti medzi tromi stavbami MVE na toku rieky v záujmovej lokalite, musíme zohľadniť kumulatívnosť všetkých negatívnych vplyvov stavieb.

Z výsledkov terénnych meraní a laboratórných stanovení je možné usúdiť, že MVE ako také neovplyvňujú kvalitu vody do takej miery, že by táto negatívne ovplyvňovala život pôvodných druhov ichtyofauny a vitalitu vodného ekosystému. Pri vyhodnocovaní chemizmu boli zaznamenané zvýšené hodnoty najmä v prípade  $N-NH_4^+$ , čo je pripisované možnému splachu z okolitých polí hnojených močovkou. Vplyv týchto tendencií je predpokladaný aj v prípade zvýšených koncentrácií  $P_{celk.}$  v mesiaci apríl 2014. Pri celkovom hodnotení chemizmu povrchovej vody je nutné prihliadať na aktuálne prietoky v priebehu meraní. Nie príliš veľké rozdiely v chemizme vody v profiloch nad haťou (charakter stojatej vody) a pod haťou (charakter turbulentného toku) sú pripísané veľkým prietokom prekračujúcim dlhodobý priemerný prietok, kedy sa neobjavovali sezónne výkyvy (viď Tabuľka 15). Predpokladá sa, že v období najmä hydrologického sucha by boli podstatne väčšie a preukázateľné rozdiely v chemizme vody nad a pod haťou MVE. Tieto rozdiely by boli pozorovateľné hlavne pri teplote vody a na nej závislom rozpustenom kyslíku. Túto významnú závislosť potvrdili aj vypočítané hodnoty korelačného koeficientu. Z ohľadom na hydrologickú situáciu by autor diplomovej práce odporučil pokračovať v sledovaní vplyvov MVE na chemizmus vody.

Všetky namerané hodnoty boli porovnané s limitnými hodnotami pre pásmo lososovitých vôd podľa NV SR č. 269/2010 Z.z. (Časť C - Povrchové vody vhodné pre život) a pre pásmo lososovitých vôd podľa NV ČR č. 23/2011 Sb. a zaradené do akostných tried kvality povrchovej vody na základe normy STN 75 7221. Pri porovnaní legislatívnych rámcov SR a ČR bolo zistené, že legislatíva pre ČR má prísnejšie limitné hodnoty. Tento rozdiel sa významne prejavil v prípade amoniakálneho dusíku, kedy odporúčané hodnoty pre SR sú už limitnými hodnotami v ČR. Na Slovensku by teda bolo vhodné upraviť, resp. sprísniť benevolentnejšie limitné hodnoty vybraných kvalitatívnych ukazovateľov povrchovej vody.

Zo štúdia materiálov poskytnutých MsO SRZ Liptovský Mikuláš (zarybňovanie a úlovky), a taktiež z osobných rozhovorov a diskusií s rybárskymi hospodármi a rybármi však možno skonštatovať, že priehradové MVE veľmi negatívne ovplyvňujú migráciu rýb a to najmä z dôvodu, že plne funkčné rybnie priechody v SR de facto nejestvujú. S absenciou účinných rybích priechodov vystupuje do popredia problém fragmentácie toku a možnosť degradácie genofondu so znižovaním životaschopnosti ichtyofauny. Optimálnym riešením týchto problémov by bolo odstránenie MVE v záujmovej lokalite, čo je však z pohľadu ich energetických funkcií nereálne. Preto boli v práci navrhnuté opatrenia, vzhľadom na nízku úroveň funkčnosti rybích priechodov, pre zlepšenie reprodukčných migrácií v oboch smeroch (viď stať 4). Aby boli jednotlivé kroky navrhnutých opatrení dosiahnuteľné v plnom rozsahu, je navrhnuté nasledovné:

- vytvorenie STN pre parametre a konštrukciu rybích prechodov podľa vzoru českej TNV 75 2321,
- vyhovieť ichtyologickým požiadavkám pre minimálny zostatkový prietok v rybom priechode,
- zákonne nariadiť prísny zákaz akejkoľvek negatívnej manipulácie s množstvom vody v rybom prechode,
- povolenie výstavby MVE minimálne každých 20 km na toku rieky,
- monitoring a vyhodnocovanie priechodnosti migračných bariér počas dvoch rokov od začiatku prevádzky.

V súčasnosti prebieha na pôde Európskeho parlamentu diskusia o opätovnom prehodnotení vytipovaných profilov vhodných pre výstavbu MVE, kedy by malo byť využívanie vodnej energie posudzované v širšom kontexte. Z členských krajín EÚ sa stále častejšie ozývajú názory o prevažujúcich negatívnych vplyvoch už schváleného využívania HEP z hľadiska množstva a rozmiestnenia MVE na vodných tokoch (Zdroj: <http://scitation.aip.org>). Na území SR bolo vytipovaných 368 profilov s technicky využiteľným HEP. Na základe odborných posudkov ŠOP SR možno povedať, že len 78 takto vytipovaných profilov je nekonfliktných z pohľadu ochrany prírody, čo predstavuje okolo 21 % (CHALOUPKOVÁ, 2012). V prípade, že by bolo využitých všetkých 368 vytipovaných profilov, takto produkovaná energia by tvorila len 2,7% celoslovenskej spotreby elektrickej energie v štáte. „V porovnaní s inými zdrojmi energie je takto získané

množstvo veľmi malé, naviac budú mať novovzniknuté sústavy MVE rozsiahle negatívne vplyvy na riečne ekosystémy, protipovodňovú ochranu, biodiverzitu, kvalitu vody, likvidáciu vodnej turistiky a je v rozpore s Rámcovou smernicou o vodách, ale aj právom občanov na dobré životné prostredie zaručené ústavou. Koncepcia je tiež v rozpore so stanoviskom Štátnej ochrany prírody, Slovenského rybárskeho zväzu, Slovenskej agentúry životného prostredia a ďalších environmentálnych organizácií“ (Zdroj: <http://.hron-oz.sk>).

Je otázne, či zelená energia získaná z MVE je viac prínosom pre ekonomiku a hospodárstvo štátu, alebo skôr záťažou pre prirodzené ekosystémy vodných tokov. Treba sa zamyslieť aj nad skutočnosťou, že životnosť MVE je približne 70 rokov a po uplynutí tejto doby bude treba riešiť otázku, čo s existujúcimi MVE po životnosti ďalej (KOKOŠKA, ústne podanie). Tento problém tu naša generácia zanechá tej budúcej.

## ZÁVER

Diplomová práca bola zameraná na problematiku vodných stavieb typu MVE. Predmetné boli tri funkčné MVE priehradového typu v záujmovej lokalite dĺžky 11,800 rkm a ich vplyvy na prirodzený charakter vodného toku rieky Váh. Taktiež práca poskytuje pohľad na MVE ako migračné bariéry a pojednáva o ich vplyvoch na ichtyofaunu. Pre účely práce prebehlo 11 terénnych meraní a 11 laboratórnych stanovení, kedy bolo analyzovaných 66 vzoriek povrchovej vody. Merania slúžili k sledovaniu zmien v chemizme povrchovej vody na stanovištiach odlišného charakteru, a to nad haťou MVE – stojatá voda a pod haťou MVE – turbulentný tok.

Záverom práce v otázkach chemizmu vody je odporúčenie ďalšieho sledovania potenciálnych vplyvov stavieb MVE na rozdiely hodnôt kvalitatívnych ukazovateľov povrchovej vody nad a pod haťou MVE. Očakávané rozdiely sa v priebehu rokov 2014 a 2015 neprejavili, čo je pripisované relatívne veľkým prietokom bez sezónnych výkyvov.

Práca sa zaoberala aj riešením spriechodnenia migračne už narušenej záujmovej lokality. Ideálnym prístupom k obnoveniu migračnej priepustnosti vodného toku by bol variant, kedy by prekážka brániaca voľnému pohybu rýb v pozdĺžnej trase toku bola odstránená (LUSK, 2014). Reálne však nemožno počítať so zrušením fungujúcich MVE, preto je potrebné klásť väčší dôraz pri povoľovaní stavieb takéhoto typu a zvyšovať snahy o ich citlivé zasadenie do prirodzeného prostredia. Taktiež by bolo potrebné venovať zvýšenú pozornosť parametrom a správne fungovaniu rybích priechodov. Takéto snahy by bolo vhodné zakotviť v platnej legislatíve, ktorá na Slovensku v plnom rozsahu stále chýba.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ANSTEAD, Lenka a Dušan BARABAS. HYDROMORFOLOGICKÝ PRIESKUM VÁHU AKO NÁSTROJ PRE MANAŽMENT VODNÝCH TOKOV NA SLOVENSKU. *Geografický časopis* [online]. 2013, roč. 65, č. 1, s. 61-81 [cit. 2014-12-26]. Dostupné z: <https://www.sav.sk/journals/uploads/05211012Anstead,%20Barabas.pdf>

BALÁŽ, Ferdinand. MSO SRZ LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ. Stanovisko k projektovej dokumentácii pre vydanie územného rozhodnutia k stavbe: malá vodná elektrárň Beňadiková. 2008, 2 s.

BINDER T.R., COOKE S.J., HINCH S.G. *The Biology of Fish Migration*. In: *Farrell A.P., (ed.), Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment* [online]. 2011, vol. 3, s. 1925 - 1927 [cit. 2015-02-06]. DOI: 10.1016/B978-0-1237-4553-8.00085-X. Dostupné z: <http://www.fecpl.ca/wp-content/uploads/2013/06/Binder-et-al-2011-book-chapter.pdf>

COONEY, Patrick. CAN YOU SAY ANADROMOUS, CATADROMOUS, AMPHIDROMOUS, OCEANODROMOUS, OR POTAMODROMOUS?. In: *The Fisheries Blog* [online]. 2013 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <http://thefisheriesblog.com/2013/05/20/can-you-say-anadromous-catadromous-amphidromous-oceanodromous-or-potamodromous/>

ČEPELÁK, A. Zoogeografické členenie. In: Mazúr, E., a kol. Atlas SSR. Bratislava: Veda SAV a SÚKG, 1980.

Česká republika. NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. In: *Sbírka zákonů č. 23 / 2011*. 2010. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008\\_2011\\_23\\_2011.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008_2011_23_2011.pdf)

ČUBANOVÁ, Lea a Peter ŠULEK. RYBIE PRIECHODY. In: *ASB.sk: Odborný stavebný portál* [online]. 2010 [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: <http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/vodohospodarske-stavby/rybie-priechody>



DRUGA, Vladimír. ŠTÁTNA OCHRANA PRÍRODY SLOVENSKEJ REPUBLIKY. SPRIECHODŇOVANIE BARIÉR NA TOKOCH: Metodická príručka pre posudzovanie, navrhovanie a monitorovanie rybovodov. január 2014, 68 s. ISBN 978-80-89310-76-0.

FÁBER, Andrej. ENERGETICKÉ CENTRUM BRATISLAVA. *ATLAS OBNOVITELNÝCH ZDROJOV ENERGIE NA SLOVENSKU*. 2012, 317 s [cit. 2015-03-14]. ISBN 978-80-969646-2-8. Dostupné z: [http://ecb.sk/fileadmin/user\\_upload/editors/documents/Kniha\\_OZE\\_A5\\_def\\_web.pdf](http://ecb.sk/fileadmin/user_upload/editors/documents/Kniha_OZE_A5_def_web.pdf)

Gas Bubble Disease in Fish. ADVERTISE ON PETMD – A PET360 MEDIA NETWORK PROPERTY. *PETMD* [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: [http://www.petmd.com/fish/conditions/cardiovascular/c\\_fi\\_gas\\_bubble\\_disease#](http://www.petmd.com/fish/conditions/cardiovascular/c_fi_gas_bubble_disease#)

HARTVICH, Petr. *Hlavní typy rybích přechodů a jejich biotechnické funkce*. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 1997. ISBN 80-858-8717-7.

HARTVICH, Petr a Petr DVOŘÁK. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ VODŇANY. *ZAŘÍZENÍ K USMĚRNĚNÍ POPROUDOVÝCH MIGRACÍ RYB*. Č. 66. Vodňany, 2002. ISBN 80-85887-36-3.

HODÁK, Tomáš. *Malé vodné elektrárne*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 1998, 159 s. ISBN 80-967-6768-2.

HOLUŠA, Ondřej. *Návrh rybích přechodů a jejich předpokládaná funkce na řece Lubina*. Ostrava, 2009. Bakalárska práca. VŠB - Technická univerzita Ostrava.

HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2003, 335 s. ISBN 80-708-0520-X.

HRON PRE SLOBODNÉ RIEKY - OBČIANSKE ZDRUŽENIE. *MVE koncepcia HEP* [online]. Banská Bystrica, 2010 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.hron-oz.sk/?mve-koncepcia-hep%2C59>

HVÍZDAL, Josef a Jarmila ZACHAŘOVÁ. *Zemědělskávodohospodářská správa: Systém provozu monitoringu Zemědělskévodohospodářské správy (ZVHS), metodické zásady*. Brno, prosinec, 2001.

CHALOUPKOVÁ, Nikola. *MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE NA VÁHU V OKOLÍ LIPTOVSKÉHO MIKULÁŠA A ICH VPLYVY NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE*. Zvolen, 2012.

Bakalárska práca. TUZVO. Vedúci práce Ing. Anna Ďuricová, PhD.

CHLÁDECKÝ, Boris a BELEŠ, Peter. SLOVENSKÝ RYBÁRSKY ZVÄZ – RADA ŽILINA. ICHTYOFAUNA HORNÉHO TOKU VÁHU v úseku Liptovský Mikuláš – Liptovský Hrádok: správa z ichtyologického prieskumu. Žilina, 2007.

KOKOŠKA, Jozef. (ústne podanie) Kmeťova č. 7, Liptovský Mikuláš, september 2014 - marec 2015.

KRONIKA miestnej organizácie Slovenského zväzu rybárov z obdobia rokov 1945 – 1970.

LAPIN, M. et al. MŽP SR BRATISLAVA, SAŽP Banská Bystrica. *Atlas krajiny Slovenskej republiky: Klimatické oblasti 1:1 000 000*. Banská Bystrica, 2002.

LARINIER, Michel. INSTITUT DE MECANIQUE DES FLUIDES, Toulouse, France. *Dams and Fish Migration: Prepared for Thematic Review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration*. Toulouse, 2000. Dostupné z: [http://www.friendsofmerrymeetingbay.org/cybrary/pages/20000630\\_Dams.org\\_DamsandFishMigration.pdf](http://www.friendsofmerrymeetingbay.org/cybrary/pages/20000630_Dams.org_DamsandFishMigration.pdf)

LIBÝ, J., SLAVÍK, O., VOSTRADOVSKÝ, J. Rybí přechody na regulovaných a kanalizovaných vodních tocích.: Závěrečná výzkumná zpráva 1. etapy úkolu č. 308, část A- text. Praha: VÚV TGM, 1995.

LINHART, Otomar. Foreword for the special issue Research on Fish Physiology and Biochemistry in Central Europe: From Basic Sciences to Applied Approaches. *Fish Physiology and Biochemistry* [online]. 2009, vol. 35, issue 4, s. 715-716 [cit. 2015-02-03]. DOI: 10.1007/s10695-009-9343-5. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10695-009-9343-5>

LOJKÁSEK, Bohumír - ichtyológ Ostravskej univerzity. (ústne podanie) Dvořákova 7, Ostrava, 8.12.2014.

LUSK, Stanislav, Petr HARTVICH a Bohumír LOJKÁSEK. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Migrace ryb a migrační propustnost

vondích toku. 1. vydanie. Vodňany: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk, 2014, 254 s. ISBN 978-80-87437-77-3.

Mapy Google. *Google* [online]. 2015 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/@49.0595419,19.6774963,16227m/data=!3m1!1e3?hl=sk>

MARMULLA, Ed. by Gerd. *Dams, fish and fisheries: opportunities , challenges and conflict resolution*. Rome: FAO, 2001, 166 s. ISBN 92-510-4694-8.

MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. Slovenská kartografia. *Geomorfologické členenie SSR a ČSSR, časť Slovensko*. Bratislava, 1986.

MIKLÓS, L. MŽP SR BRATISLAVA, SAŽP Banská Bystrica. *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. I. vyd., Bratislava, 2002.

MUŽÍK, Vladimír. *Ichtyologická štúdia rieky Váh pre potreby povolovacích konaní vodného diela „MVE Podtureň“*, (2. záverečná verzia). 37 s. Publikované: 9. 2013.

MUŽÍK, Vladimír. SLOVENSKÝ RYBÁRSKY ZVÄZ. *Hospodárenie v rybárskych revíroch*. Trenčín: DIGIPress, 2010, 224 s. ISBN 978-80-968015-9-6.

MsO SRZ Liptovský Mikuláš. *Štatistiky úlovkov a zarybňovania v lovnom revíri 3-47-20 v rokoch 2000 – 2014*.

NORTHCOTE, T. G. Mechanisms of Fish Migration in Rivers. *Mechanisms of Migration in Fishes: Anostomidae) in Yacyretá Reservoir (Argentina)* [online]. Boston, MA: Springer US, 1984, č. 14, s. 317 [cit. 2015-02-03]. DOI: 10.1007/978-1-4613-2763-9\_20. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-2763-9\\_20](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-2763-9_20)

NOVÁKOVÁ, Jana. (ústne podanie) 17.listopadu 15/2172, Ostrava, 20.4.2015.

NOVODOMEČ, Rudolf. Komparácia prvotnej krajinnej štruktúry kotlín severozápadného Slovenska. In: Ústav geografie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach [online]. 2007, s. 141-144 [cit. 2014-12-26]. Dostupné z: [http://geografia.science.upjs.sk/images/geographia\\_cassoviensis/articles/GC-2007-1-1/Novodomec\\_tlac1.pdf](http://geografia.science.upjs.sk/images/geographia_cassoviensis/articles/GC-2007-1-1/Novodomec_tlac1.pdf)

PALUCHOVÁ, Katarína. SLOVENSKÁ AGENTÚRA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA, Banská Bystrica. Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky: Záverečná správa. Výtlačok č. 2. Banská Bystrica, 2008.

PITTER, Pavel. *HYDROCHEMIE*. 4. aktualizované vydanie. Praha: VŠCHT Praha, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.

© PROPERTY & ENVIRONMENT s.r.o.: Zoznam vodných elektrární v SR. In: *Energie-portal.sk* [online]. 2010 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.energie-portal.sk/Dokument/vodne-elektrarne-v-sr-100207.aspx>

*Řeky pro život: Revitalizace řek a péče o nivní biotopy*. Editor Helena Králová. Brno: Veronica, základní organizace Českého svazu ochránců přírody, 2001, 439 s. ISBN 80-238-8939-7.

SEDLÁR, J. – AMENA, P. *Atlas ryb*. Košice: Východoslovenské tlačiarne, 1989. 370 s. ISBN 80-215-0004-2.

SHMU. *SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV* [online]. 2015 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=ran\\_sprav](http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=ran_sprav)

Slovenská republika. Nariadenie vlády č. 269/2010 Zb., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. In: *Zbierka zákonov č. 269/2010*. 2010.

SLOVENSKÝ RYBÁRSKY ZVÄZ - RADA ŽILINA. Slovenský rybársky zväz. Neoprint Plus, s.r.o, Vrútky, 2011, 8 s.

STN 75 7221. *Kvalita vody: Klasifikácia kvality povrchových vôd*. Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava, 1999.

SVOBODOVÁ, Zdeňka. *Otravy ryb*. Praha: Profi Press s.r.o., 2008, s. 205-207.

ŠÍBL, J., DERKA, T., HOLČÍK, J., MACURA, V. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre a Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave. *Revitalizácia vodných tokov*. Bratislava, 1999.

Time for green certification for all hydropower?. *AIP/Scitation* [online]. 2012, č. 4 [cit. 2014-10-27]. DOI: Editorial: Time for green certification for all hydropower? Z. Daniel Deng and Thomas J. Carlson J. Renewable Sustainable Energy 4, 020401 (2012); <http://dx.doi.org/10.1063/1.3703693>. Dostupné z: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jrse/4/2/10.1063/1.3703693>

TNV 75 2321. *Rybí přechody*. Praha: Hydroprojekt CZ a.s., 1997. 12 s. novelizácia: Január 2011: Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody. 27 s.

VASS D., BEGAN A., GROSS P., KAHAN Š, KOHLER E., LEXA J., NEMČOK J. Slovenský geologický úrad – Geologický ústav Dionýza Štúra. Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov acta geologica slovac, 3(2), 2011, 113 – 121121 panónskej panvy na území ČSSR. Mapa 1:500 000. Bratislava, 1988.

Vliv lidské činnosti na vodní prostředí. In: *Oddělení rybářství a hydrobiologie: Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně* [online]. 2014 [cit. 2015-04-20]. Dostupné

z:<http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/ekologie/EVP%20vliv%20cloveka%20I.pdf>

VYKROČ, Ján. (ústne podanie) Janečka 36, Ružomberok, júl – august 2014.

Zákon o rybárstve. In: *Zbierka zákonov č. 139/2002*. 2002. Dostupné z: <http://www.srzrada.sk/uploads/ZakonORybarstve.pdf>

ZARFL, Christiane, Alexander E. LUMSDON, Jürgen BERLEKAMP, Laura TYDECKS a Klement TOCKNER. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*. 2015, vol. 77, issue 1, s. 161-170. DOI: 10.1007/s00027-014-0377-0. Dostupné z:<http://link.springer.com/10.1007/s00027-014-0377-0>

ZUSKINOVÁ, Mária. Posúdenie kumulatívnych vplyvov MVE vo vzťahu k už stojacim MVE po VD Liptovská Mara. Likavka, 2012, 8 s.

ZUSKINOVÁ, Mária. Z & M CONSULT. MALÁ VODNÁ ELEKTRÁREŇ NA RIEKE VÁH LIPTOVSKÝ JÁN: Správa o hodnotení. Bratislava, 2012, 133 s.

## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 - Užšie vymedzenie záujmovej lokality (Zdroj: prevzaté a upravené z <a href="http://google.sk">http://google.sk</a> ).....	2
Obrázok 2 - Geologická mapa Liptovskej kotliny (ZUSKINOVÁ, 2012).....	6
Obrázok 3- Charakter podhorskej rieky po vzduť vody nad MVE Slovakia (Zdroj: Chaloupková, 2015).....	15
Obrázok 4 - Technické typy rybích priedchodov - zľava doprava štrbinový, komôrkový, Denilov RP (ČUBANOVÁ and ŠULEK, 2010).....	17
Obrázok 5 - Schéma komôrkového RP (Zdroj: TNV 75 2321).....	18
Obrázok 6 - Poloha MVE v záujmovej lokalite (Zdroj: prevzaté a upravené z <a href="http://google.sk">http://google.sk</a> ).....	24
Obrázok 7 - Vyznačenie šiestich profilov odberných miest v záujmovej lokalite (Zdroj: prevzaté a upravené z <a href="http://google.sk">http:// google.sk</a> ) .....	27
Obrázok 8 - Vymedzenie Profilu č. 1 – MVE Okoličné Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014)	28
Obrázok 9 - Pohľad z Profilu č. 1 na vodnú plochu v zimných mesiacoch (Zdroj: Chaloupková, 2014).....	28
Obrázok 10 - Umiestnenie profilu č. 2. - MVE Okoličné Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014) .....	29
Obrázok 11 - Poloha Profilu č. 3 - MVE Slovakia Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014) .....	30
Obrázok 12 - Poloha Profilu č.4 - MVE Slovakia Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014).....	30
Obrázok 13 - Profil č. 5 - MVE Uhorská Ves Nad (Zdroj: Chaloupková, 2014).....	31
Obrázok 14 - Poloha Profilu č.6.- MVE Uhorská Ves Pod (Zdroj: Chaloupková, 2014). ...	32
Obrázok 15 - Navrhované opatrenia pre zlepšenie reprodukčnej migrácie rýb v oboch smeroch (Zdroj:prevzaté a upravené z DRUGA, 2014) .....	64

## ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 - Základné informácie o povodí rieky Váh (PALUCHOVÁ, 2008).....	3
Tabuľka 2 - Vybrané charakteristiky klimatických pomerov Liptovskej kotliny (ZUSKINOVÁ, 2012) .....	5
Tabuľka 3 - Základné parametre komôrkového RP (Zdroj: LIBÝ et. al., 1995).....	18
Tabuľka 4 - Ekologické charakteristiky jednotlivých druhov rýb žijúcich v záujmovej lokalite rieky Váh (MUŽÍK, 2013).....	21
Tabuľka 5 - Historický prehľad úlovkov, zarybňovania a počtu členov MsO SRZ LM (KRONIKA SZR, 1945-1970).....	23
Tabuľka 6 - Informácie o jestvujúcich MVE v záujmovej lokalite (Zdroj: <a href="http://energie-portal.sk">http://:energie-portal.sk</a> ).....	25
Tabuľka 7 - Vybrané charakteristiky jednotlivých profilov .....	26
Tabuľka 8 - Využitie meracie prístroje.....	33
Tabuľka 9 – Ukazovatele, príslušné normy a metódy ich stanovenia (Zdroj: HVÍZDAL and ZACHAŘOVÁ, 2001).....	34
Tabuľka 10 - Fázy a príznaky otravy rýb amoniakom (SVOBODOVÁ, 2008).....	37
Tabuľka 11 - Klasifikácia akosti povrchových vôd podľa STN 75 7221.....	39
Tabuľka 12 - Medzné hodnoty tried akosti vody vybraných ukazovateľov podľa STN 75 7221 .....	39
Tabuľka 13 - Odporúčané a medzné hodnoty vybraných ukazovateľov podľa NV SR č. 269/2010 Z.z.....	40
Tabuľka 14 - Požiadavky na užívanie lososovitých vôd a normy environmentálnej kvality povrchových vôd podľa NV ČR č. 23/2011 Sb.....	41
Tabuľka 15 - Aktuálne údaje počas jednotlivých dní merania (Zdroj: <a href="http://.shmu.sk">http://.shmu.sk</a> ).....	44
Tabuľka 16 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty teploty vody.....	45
Tabuľka 17 - Prekročenie limitných hodnôt.....	46
Tabuľka 18 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty pH vody.....	46

Tabuľka 19 - Prekročenie stanovených limitů.....	47
Tabuľka 20 - Maximálna a minimálna nameraná hodnota redox potenciálu .....	48
Tabuľka 21 - Maximálna a minimálna nameraná hodnota konduktivity.....	49
Tabuľka 22 - Maximálne a minimálne namerané hodnoty rozpusteného kyslíka .....	50
Tabuľka 23 - Presiahnutie limitných hodnôt .....	51
Tabuľka 24 - Vypočítané hodnoty korelačných koeficientov a stanovené miery tesnosti .	53
Tabuľka 25 - Limitné hodnoty stanovené pre SR a ČR.....	55
Tabuľka 26 - Stanovené hodnoty amoniakálneho dusíku (mg/l).....	56
Tabuľka 27 - Stanovené hodnoty dusitanového dusíka (mg/l).....	57
Tabuľka 28 - Stanovené hodnoty dusičnanového dusíka (mg/l) .....	58
Tabuľka 29 - Stanovené hodnoty celkového fosforu (mg/l).....	59
Tabuľka 30 - Stanovené hodnoty NL (mg/l) .....	60
Tabuľka 31 - Parametre prepážkového bazénového veľkokomorového rybieho priechodu v lipňovom pásme (DRUGA. 2014) .....	63



## ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 - Porovnanie rybárskych úlovkov v roku 2000 a v roku 2014 (CHLÁDECKÝ and BELEŠ, 2007, MsO SRZ Liptovský Mikuláš) .....	42
Graf 2 - Porovnanie zarybňovania a tabuľka vysvetliviek použitých skratiek v roku 2000 a v roku 2014 (CHLÁDECKÝ and BELEŠ, 2007, MsO SRZ Liptovský Mikuláš) .....	43
Graf 3 - Namerané hodnoty teploty vody v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE .....	45
Graf 4 – Namerané hodnoty pH vody v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE.....	47
Graf 5 - Namerané hodnoty redox potenciálu v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE .....	48
Graf 6 - Namerané hodnoty konduktivity v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE .....	49
Graf 7 - Namerané hodnoty rozpusteného kyslíka v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE .....	51
Graf 8 - Závislosť koncentrácie O <sub>2</sub> na teplote vody .....	52
Graf 9 - Namerané hodnoty celkového mangánu v jednotlivých profiloch nad a pod haťou príslušnej MVE .....	54

## ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha A** Pobrežná vegetácia rieky Váh.
- Príloha B** Najvýznamnejší zástupcovia ichtyofauny a ich nároky na prostredie, rozmnožovanie a migráciu.
- Príloha C** Komôrkové rybne prechody nachádzajúce sa pri jestvujúcich MVE v záujmovej lokalite.
- Príloha D** Tabuľky obsahujúce podrobný prehľad rybárskych úlovkov a zarybňovania v rokoch 2000 – 2014.