

# Možnosti určenia výparu z hladiny vodnej nádrže Liptovská Mara

Slavomír HOLOŠ

## Abstrakt

V súčasnosti je voda považovaná za jeden z najdôležitejších prírodných zdrojov. Kvalita a dostupnosť vody stanovuje predpoklady existencie života na Zemi a určuje jej biologickú diverzitu, ktorá závisí aj od akumulácie a retencie vôd vo vodných nádržiach. Príspevok určuje výpar z hladiny vodnej nádrže Liptovská Mara za obdobie rokov 2009 – 2018 a porovnanie jednotlivých rokov vzhľadom na zvyšujúce sa teploty vzduchu a úbytok zrážok v posledných rokoch. Zo spracovaní meteorologických dát je pozorovaný nárast teploty a deficit zrážok oproti dlhodobému klimatickému normálu pre danú lokalitu, taktiež sa zvyšuje teplota vo vodnej nádrži Liptovská Mara. Z vypočítaných výsledkov objemu výparu je vidieť zvyšujúci sa trend výparu počas sledovaného obdobia. V súčasnosti v danej lokalite prevyšuje množstvo zrážok nad výparom, avšak tento trend má klesajúci charakter a v priebehu najbližších rokov môžeme predpokladať vyšší výpar ako zrážky, čoho dôsledkom bude nedostatok vody.

## Abstract

Nowadays, water is considered as one of the most important natural resources. The quality and availability of water determines the preconditions for the existence of life on Earth and determines its biological diversity, which depends on the accumulation and retention of water in water reservoirs. The aim of the diploma thesis was to determine the evaporation from the surface of the Liptovská Mara reservoir for the period 2009 - 2018 and to compare the increasing air temperature and decreasing precipitation in recent years. From the processing of meteorological data was observed an increase of temperature and a deficit of precipitation compared to the long-term climatic normal for the given locality, the temperature in the Liptovská Mara reservoir also increases. The calculated results of the evaporation volume show an increasing trend of evaporation during the observed period. Nowadays, the amount of precipitation in the locality exceeds the evaporation, but this trend is declining and in the coming years we can expect higher evaporation than precipitation, which will result in water shortages.

## Anotácia

Príspevok vychádza z diplomovej práce, ktorá sa zaoberala určením hodnôt výparu z hladiny vodnej nádrže Liptovská Mara v období rokov 2009 – 2018 a porovnanie jednotlivých rokov vzhľadom na zvyšujúce sa teploty vzduchu a úbytok zrážok v posledných rokoch. Zámerom práce je zhodnotenie výparu z vodnej hladiny, ktorý je dôležitá meteorologická veličina vplývajúca na celkovú hydrologickú bilanciu.

Kľúčové slová: vodná nádrž, Liptovská Mara, výpar, zatopená plocha, objem vody

## 1 Úvod

V súčasnosti je voda považovaná za jeden z najdôležitejších prírodných zdrojov, ktorý tvorí viac ako 70 % zemského povrchu a je súčasťou každého živého organizmu. Kvalita a dostupnosť vody stanovuje predpoklady existencie života na Zemi a určuje jej biologickú diverzitu. Tá závisí aj od akumulácie a retencie vôd vo vodných nádržiach.

Na Slovensku sa začali vodné diela stavať viac ako pred 400 rokmi. Turčekov vodovod je jeden z najstarších vodných diel na našom území. Slúžil hlavne na prevod vody z povodia Váhu do povodia Hronu. Neskôr sa začali budovať takzvané klauzúry, ktoré mali za úlohu prepravovať drevo splavovaním. Prvé priehrady a nádrže s energetickým účelom sa začali budovať až v 20. storočí.

Za priehradu považujeme vodné dielo, ktoré prehradzuje vodný tok a slúži ako vzdúvací stavba pre ochranu pred povodňami alebo pre vodohospodárske účely. Priehrady majú veľa ďalších funkcií ako zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou, vyrovnávanie prietokov, výroba elektrickej energie, rekreácia a rybolov.

Na území Slovenska sa v súčasnej dobe nachádza okolo 50 priehrad. Jedny z najväčších priehrad na našom území sú: Liptovská Mara, Zemplínska Šírava, Oravská priehrada, Veľká Domaša, VD Gabčíkovo a iné.

Vodné dielo Liptovská Mara bola prvou vybudovanou priehradou Vážskej kaskády a zároveň aj najväčšou na Slovensku. Začiatok výstavby bol v roku 1969 a dokončená bola v roku 1975. Názov Liptovská Mara dostala po zaniknutej obci Liptovská Mara, ktorá pri výstavbe bola zatopená. Hlavným účelom Liptovskej MARY je akumulácia vody s ročným vyrovnávacím cyklom na nadlepšovanie prietokov pre energetické využitie a zníženie povodňových prietokov.

### Strata výparom

Proces, pri ktorom dochádza k premene vody na vodnú paru z povrchu vlhkého telesa, nazývame výpar. Tento fyzikálny proces môže nastať z povrchu snehu alebo ľadu, pôdy a vodnej hladiny a je vyjadrený v mm výšky vodného stĺpca. Výpar rozoznávame z viacerých hľadísk. Z biometeorologického to je (Špánik et al., 1997):

- výpar z pôdy a rastlín (evapotranspirácia),
- výpar z rastlín (transpirácia),
- výpar z pôdy, vody a povrchu vlhkých rastlín (evaporácia),
- výpar potenciálny (maximálne možný).

Parametre, ktoré ovplyvňujú výpar z vodnej hladiny, sú: rýchlosť vetra, napätie pár vo vzduchu, teplota vzduchu a veľkosť plochy vodnej hladiny. Výpočet straty výparu v určitej lokalite sa určuje pomocou priamych meraní. Tieto merania poskytuje Slovenský hydrometeorologický ústav. Potrebné údaje pri podobných podmienkach sa dajú dosiahnuť výpočtom s použitím analogických metód (Jurík, 2018).

Pohyb molekúl vody je neustály. Tieto molekuly sa pohybujú rôznymi rýchlosťami, vo všetkých smeroch a prekonávajú rôzne sily trenia vzájomnej, ale aj zemskej prítlačivosti. Pri hladine vody niektoré molekuly prekonávajú sily povrchového napätia, ako aj sily súdržnosti kvapaliny. Pri tomto prekonávaní síl molekuly vyletia do ovzdušia ako vodná para. Pomocou prúdenia vzduchu a difúziou sa molekuly prenášajú od zdroja výparu ďalej do prostredia. Molekuly vodnej pary sa vo vzduchu takisto pohybujú všetkými smermi. Niektoré z nich narážajú na vodnú hladinu a prenikajú do nej. Pri výpore z hľadiska bilancie rozlišujeme tri kvalitatívne odlišné prípady (Špánik et al., 1997):

- a) výpar – nastáva vtedy, ak z vodnej hladiny vystúpi viac molekúl ako sa do nej vráti,
- b) rovnovážny stav – je stav, kedy z vodnej hladiny vystupuje rovnaký počet molekúl ako sa do nej vracia,
- c) kondenzácia – je, keď sa do vody vracia viac molekúl ako z nej vystupuje.

### Charakteristika vodnej stavby Liptovský Mara

Vodné dielo Liptovská Mara (obr. 1) sa nachádza na strednom Liptove, blízko mesta Liptovský Mikuláš. Keďže rieka Váh v minulosti spôsobovala mnohé záplavy, bol vybudovaný systém priehrad, ktorý nazývame Vážska kaskáda. Liptovská Mara bola prvou vybudovanou priehradou Vážskej kaskády a zároveň aj najväčšou na Slovensku, preto sa aj nazýva Slovenské alebo Liptovské more. Začiatok

výstavby bol v roku 1969 a dokončená bola v roku 1975. Názov Liptovská Mara dostala po zaniknutej obci Liptovská Mara, ktorá pri výstavbe bola zatopená aj s ďalšími obcami. Dokopy bolo zaplavených 13 obcí, z toho 12 úplne (Čemice, Demčín, Liptovská Mara, Liptovská Sielnica, Nižné Dechtáre, Paludza, Parížovce, Ráztoky, Sestrč, Sokolče, Vrbie, Vyšné Dechtáre a časť obce Liptovský Trnovec Bukovina). Presídlených spolu bolo približne 940 rodín, čo je viac ako 4 000 obyvateľov (Abaffy et al. 1995, Liptov.sk, 2020).

Vodné dielo Liptovská Mara má viacero účelov. Jeden z nich je akumulácia vody s ročným vyrovnávacím cyklom na nadlepšovanie prietokov pre energetické využitie a zníženie povodňových prietokov. Ďalším účelom je nadlepšovanie prietokov pre poľnohospodárstvo, priemysel, pre zlepšenie čistoty vody, rybárstvo, športovú plavbu, šport a na rekreáciu. Pod nádržou Liptovská Mara sa nachádza vyrovnávací nádrž Bešeňová, ktorá má za účelom vlnovité vyrovnávanie špičkových prietokov z vodnej elektrárne Liptovská Mara a energetické využitie vody. Vlnové vyrovnávanie prietokov znamená, že sa pripúšťa v predpísaných medziach meniť prietok v koryte Váhu pod vodný dielom aj v priebehu dňa. Pri svojej činnosti musí sústava vodných diel Liptovská Mara – Bešeňová zabezpečiť celoročne v rieke Váh pod vyrovnávacou nádržou Bešeňová minimálny prietok  $10 - 15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a zníženie kulminačného povodňového prietoku Váhu (SVP, 2004).



Obrázok 1: Oblasť Liptovskej Mary po a pred zatopením (PVE Liptovská Mara, VSP, 2015)

## 2 Metodika

Na určenie výparu z vodnej hladiny VN Liptovská Mara, boli potrebné vstupné údaje, ktoré sme získali od SHMÚ (poskytli mesačný úhrn zrážok za mesiac a množstvo výparu za mesiac v období rokov 2009 – 2018). Údaje o mesačných vodných stavoch za obdobie rokov 2008 – 2019 potrebné na určenie výparu nám poskytol SVP, pracovisko na Liptovskej Mare (prietok rieky Váh, kóta hladiny VN Liptovská Mara, teplota vody a vzduchu, zrážky a iné).

Pre určenie množstva výparu z vodnej hladiny VN Liptovská Mara, potrebovali sme základné údaje, ako mesačný výpar z meteorologickej stanice, kótu hladiny na VN Liptovská Mara. Ako prvé sme pomocou interpolácie zistili na danej kóte zatopenú plochu a objem vody. Pri používaní interpolácie sme museli poznať dve známe kóty, ku ktorým prislúchala zatopená plocha a objem vody nádrže. Tieto údaje sme získali z manipulačného poriadku vodnej nádrže z krivky zatopených plôch a objemov. Po zistení hodnôt interpoláciou, sme urobili mesačný priemer zo zatopených plôch a aj objemu vody za obdobie rokov 2009 – 2018.

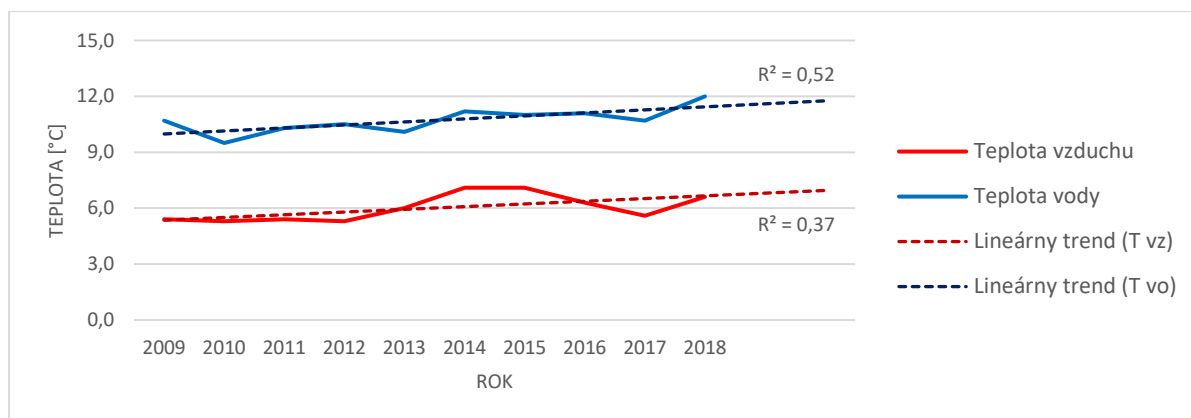
Pre zistenie objemu výparu za daný mesiac sme použili nasledujúci vzorec:

$$V_e = e * p \quad [\text{m}^3] \quad (1)$$

kde:  $V_e$  – objem výparu,  
 $e$  – priemerný mesačný výpar,  
 $p$  – plocha vody.

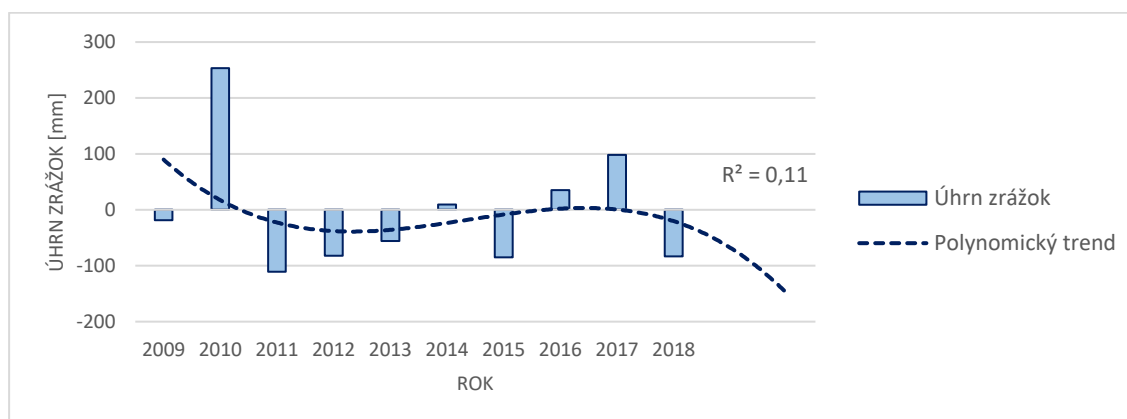
Následne sme percentuálne vyjadrili množstvo vyparenej vody z objemu nádrže za daný mesiac a porovnali objem výparu s objemom vody v nádrži v spomínanom 10 ročnom období.

### 3 Výsledky práce



Obrázok 2: Priemerné ročné teploty vzduchu a vody na VN Liptovská Mara

Z obr. 2 je vidieť nárast teploty vzduchu aj vody počas sledovaného obdobia rokov 2009 – 2018. Do roku 2013 ročné priemery teplôt vzduchu dosahujú hodnoty nižšie ako je dlhodobý klimatický normál (1951 – 2000). Od roku 2014 sú priemerné ročné teploty nad úrovňou normálu, okrem roku 2017, kedy bola teplota nižšia o 0,6 °C oproti normálu. V rokoch 2014 a 2015 je teplota vyššia až o 0,9 °C a trend rastu teplôt potvrdzuje aj lineárna trendová spojnica, ktorá naznačuje nárast nie len teploty vzduchu, ale aj vody.



Obrázok 3: Porovnanie ročného úhrnu zrážok s dlhodobým klimatickým normálom (1951 – 2000) na stanici Liptovský Hrádok

Pri porovnaní ročných úhrnov zrážok s dlhodobým klimatickým normálom (obr. 3) sú pozorované výkyvy v množstve zrážok. Vlhký bol najmä rok 2010, kedy spadlo o viac ako 250 mm zrážok v porovnaní s normálom. Za ním, naopak, nasledovali roky 2011, 2012 a 2013 s deficitom zrážok vyše 110, 80, resp. 55 mm. Rok 2017 je opäť s prebytkom zrážok takmer o 100 mm a rok 2018 s deficitom vyše 80 mm.

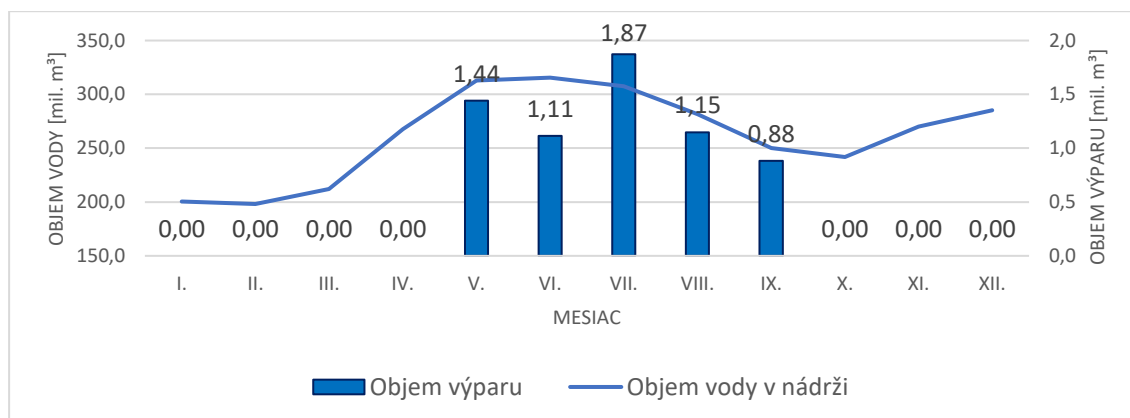
Tabuľka 1: Hodnoty objemu vody v nádrži a objemu výparu v období rokov 2009 – 2013

Rok	2009			2010			2011			2012			2013		
Mesiac	Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu	
	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%
I.	200,42	0,00	0,00	277,28	0,00	0,00	302,62	0,00	0,00	204,75	0,00	0,00	236,33	0,00	0,00
II.	198,14	0,00	0,00	262,56	0,00	0,00	257,77	0,00	0,00	180,41	0,00	0,00	234,87	0,00	0,00
III.	211,97	0,00	0,00	236,24	0,00	0,00	225,76	0,00	0,00	178,05	0,00	0,00	249,76	0,00	0,00
IV.	267,81	0,00	0,00	240,73	0,00	0,00	224,38	0,00	0,00	225,74	0,00	0,00	297,61	0,00	0,00
V.	312,83	1,44	0,46	291,13	0,64	0,22	241,43	1,19	0,49	267,90	1,15	0,43	321,87	1,14	0,36
VI.	315,52	1,11	0,35	318,64	1,45	0,46	269,85	1,02	0,38	291,93	1,01	0,35	321,25	1,21	0,38
VII.	307,45	1,87	0,61	311,54	1,67	0,54	299,97	1,05	0,35	285,03	1,56	0,55	313,00	1,66	0,53
VIII.	281,56	1,15	0,41	306,25	1,35	0,44	303,25	1,34	0,44	255,80	1,38	0,54	281,96	1,73	0,61
IX.	250,14	0,88	0,35	302,37	0,67	0,22	282,18	1,13	0,40	235,36	0,79	0,34	266,58	0,81	0,30
X.	241,90	0,00	0,00	293,20	0,00	0,00	253,58	0,00	0,00	228,09	0,48	0,21	256,15	0,42	0,17
XI.	270,10	0,00	0,00	282,40	0,00	0,00	264,22	0,00	0,00	247,50	0,00	0,00	260,80	0,00	0,00
XII.	285,26	0,00	0,00	303,10	0,00	0,00	250,33	0,00	0,00	253,43	0,00	0,00	264,57	0,00	0,00
Σ	3 143,10	6,46	2,18	3 425,44	5,78	1,87	3 175,34	5,73	2,06	2 853,99	6,38	2,41	3 304,75	6,98	2,35
∞	261,93	0,54	0,18	285,45	0,48	0,16	264,61	0,48	0,17	237,83	0,53	0,20	275,40	0,58	0,20

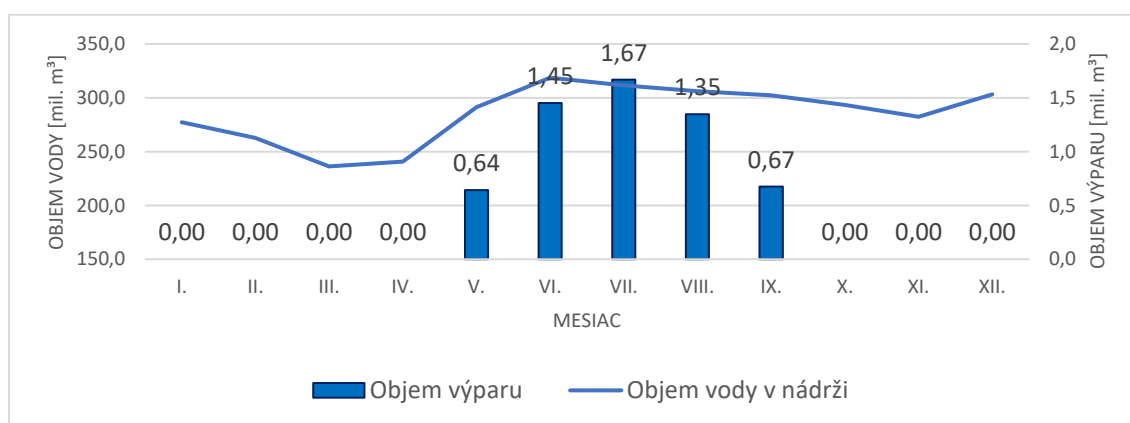
Tabuľka. 2: Hodnoty objemu vody v nádrži a objemu výparu v období rokov 2014 – 2018

Rok	2014			2015			2016			2017			2018		
Mesiac	Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu		Objem vody v nádrži	Objem výparu	
	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%	[mil.m <sup>3</sup> ]	[mil.m <sup>3</sup> ]	%
I.	257,58	0,00	0,00	258,21	0,00	0,00	237,60	0,00	0,00	246,18	0,00	0,00	286,90	0,00	0,00
II.	245,21	0,00	0,00	250,76	0,00	0,00	258,30	0,00	0,00	212,33	0,00	0,00	256,16	0,00	0,00
III.	241,89	0,00	0,00	250,13	0,00	0,00	293,60	0,00	0,00	220,40	0,00	0,00	232,90	0,00	0,00
IV.	264,37	0,55	0,21	284,43	0,00	0,00	300,47	0,93	0,31	275,37	0,47	0,17	267,03	0,63	0,24
V.	295,05	0,98	0,33	313,73	1,02	0,32	300,97	1,08	0,36	308,24	1,05	0,34	291,97	1,39	0,47
VI.	303,23	1,48	0,49	301,09	1,36	0,45	291,30	1,49	0,51	297,83	1,43	0,48	281,90	1,31	0,46
VII.	302,93	1,24	0,41	275,82	1,73	0,63	282,12	1,44	0,51	292,52	1,12	0,38	297,69	1,47	0,49
VIII.	303,79	1,01	0,33	253,47	1,42	0,56	280,50	1,38	0,49	284,62	1,34	0,47	291,11	1,48	0,51
IX.	299,61	0,64	0,21	234,18	0,79	0,34	276,73	0,82	0,29	300,53	0,76	0,25	262,76	0,93	0,35
X.	302,77	0,45	0,15	228,94	0,37	0,16	295,09	0,42	0,14	318,65	0,43	0,14	247,89	0,36	0,14
XI.	286,41	0,00	0,00	236,77	0,00	0,00	317,74	0,00	0,00	313,83	0,00	0,00	237,32	0,00	0,00
XII.	263,75	0,00	0,00	244,05	0,00	0,00	297,43	0,00	0,00	306,26	0,00	0,00	223,79	0,00	0,00
Σ	3 366,59	6,35	2,13	3 131,58	6,69	2,46	3 431,85	7,56	2,62	3 376,76	6,59	2,23	3 177,42	7,56	2,67
σ	280,55	0,53	0,18	260,97	0,56	0,21	285,99	0,63	0,22	281,40	0,55	0,19	264,79	0,63	0,22

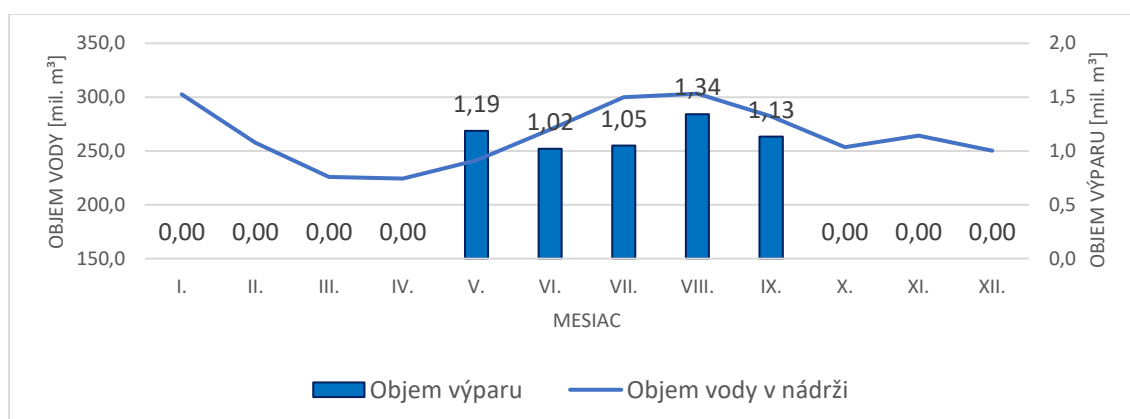
V rokoch 2009 a 2010 (obr. 4 a 5) je najvyšší výpar v mesiaci júl (1,87, resp. 1,67 mil. m<sup>3</sup>). Rok 2011 (obr. 6) je objem výparu počas mesiacov máj – september rovnomernejší a pohybuje sa v rozmedzí 1,02 – 1,34 mil. m<sup>3</sup>. V roku 2012 a 2013 (obr. 7 a 8) objem výparu kulminuje a maximálne hodnoty dosahuje v júli (rok 2012 – 1,56 mil. m<sup>3</sup>), resp. v auguste (rok 2013 – 1,73 mil. m<sup>3</sup>).



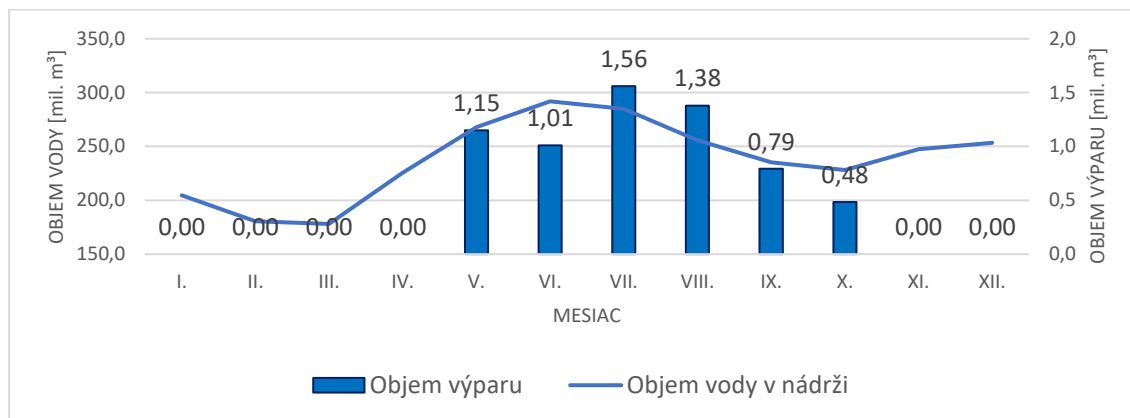
Obrázok 4: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2009



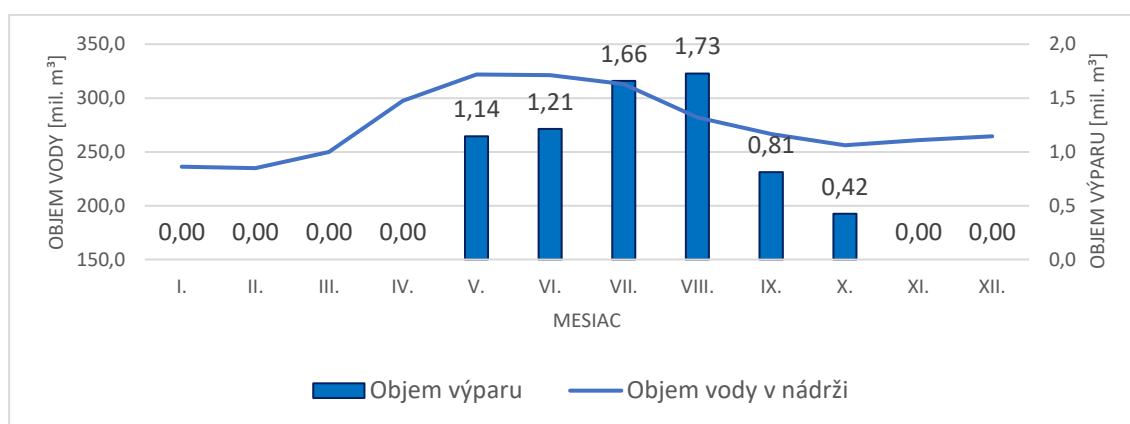
Obrázok 5: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2010



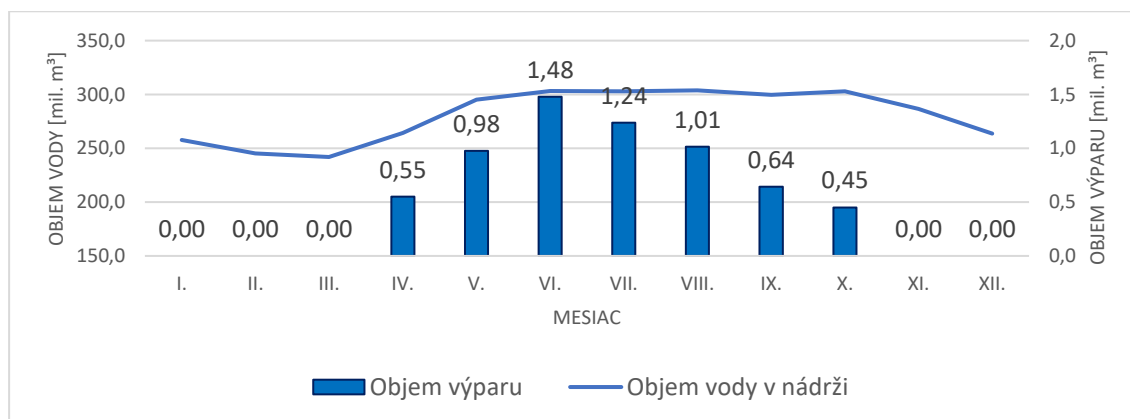
Obrázok 6: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2011



Obrázok 7: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2012



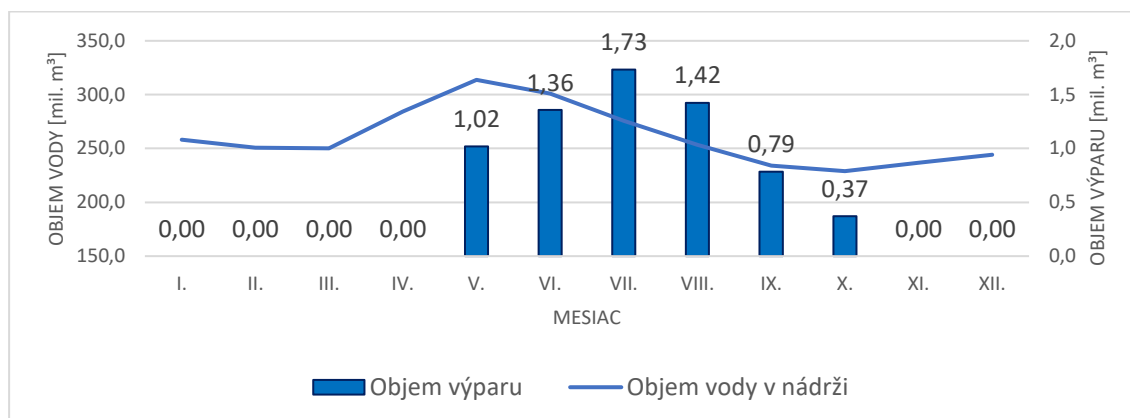
Obrázok 8: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2013



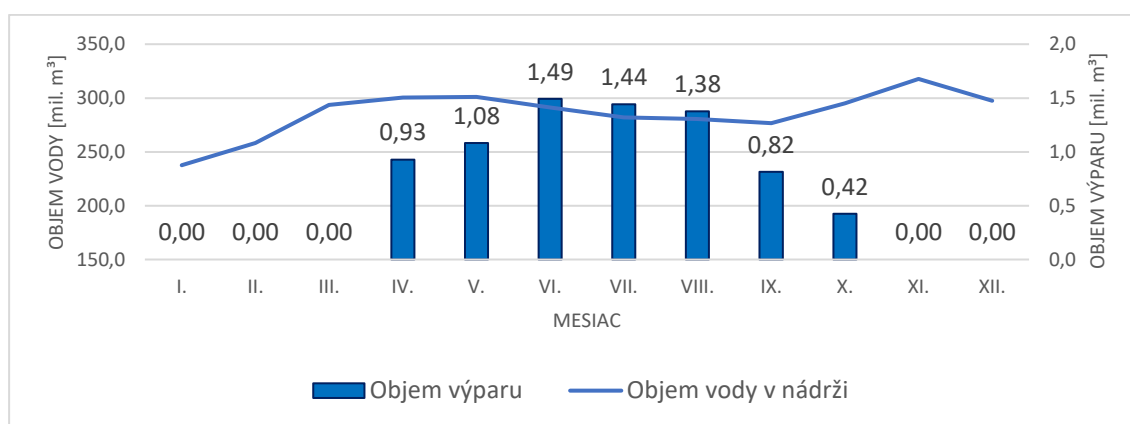
Obrázok 9: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2014

V roku 2015 (obr. 10) objem vody vo vodnej nádrži Liptovská Mara klesol od mája do októbra takmer o 85 mil. m<sup>3</sup>, no v mesiaci júl je dosiahnutý druhý najvyšší mesačný objem výparu počas celého sledovaného obdobia. Ako bolo vyššie spomenuté, rok 2017 bol v porovnaní s rokmi 2014 – 2018 chladnejší a s vyšším úhrnom zrážok. Na obr. 12 vidieť, že v júli je objem výparu nižší v porovnaní s ostatnými rokmi, v ktorých sú dosiahnuté v tomto mesiaci najvyššie hodnoty.

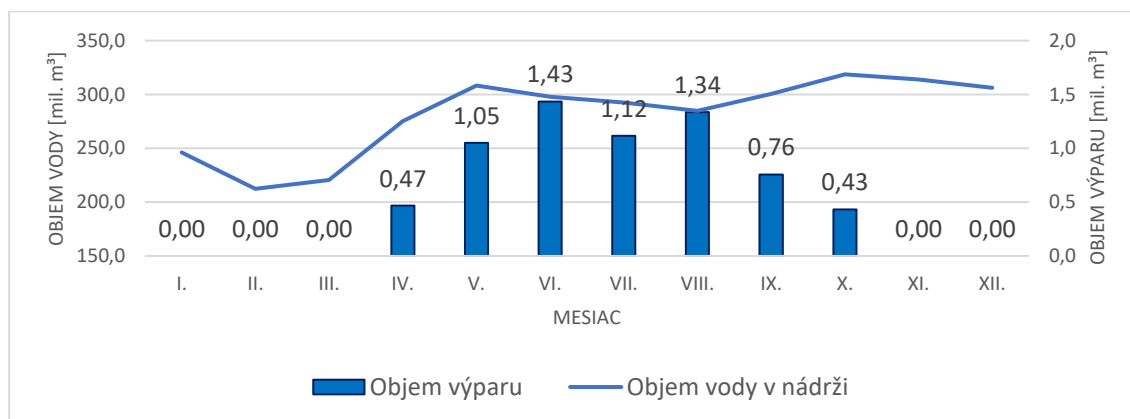




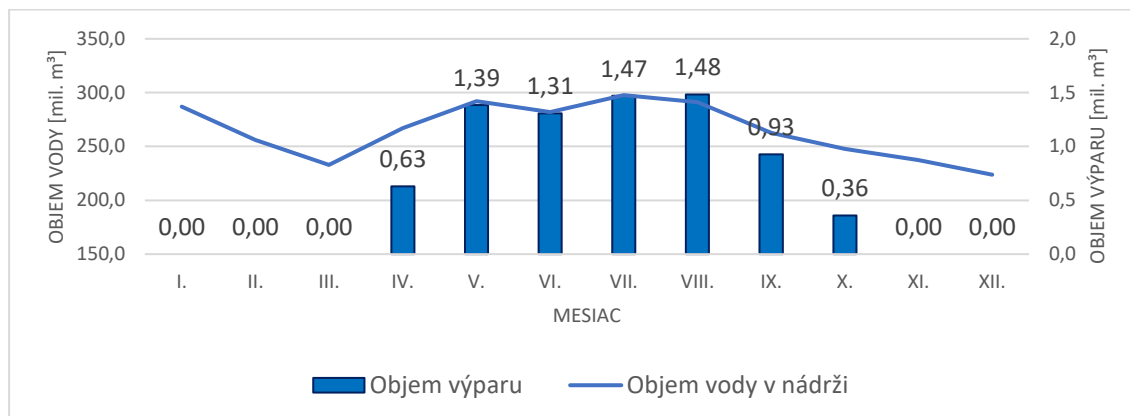
Obrázok 10: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2015



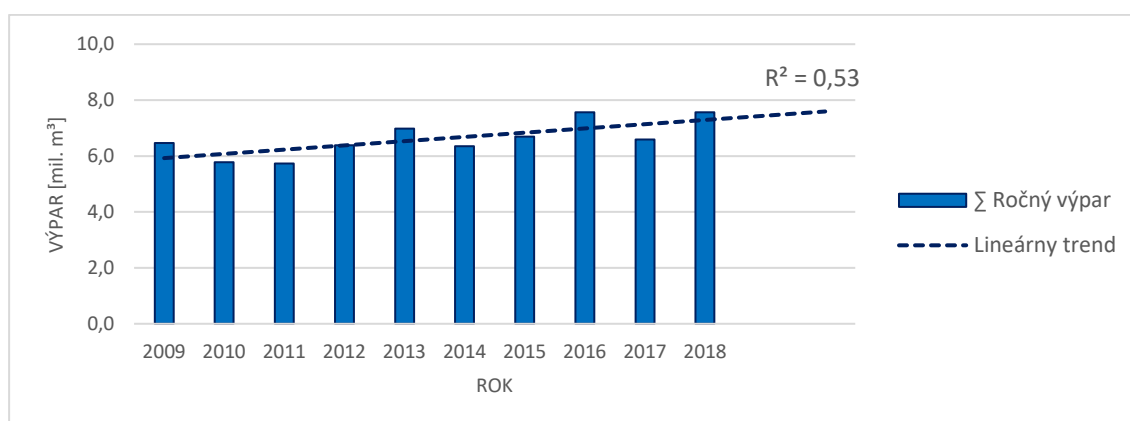
Obrázok 11: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2016



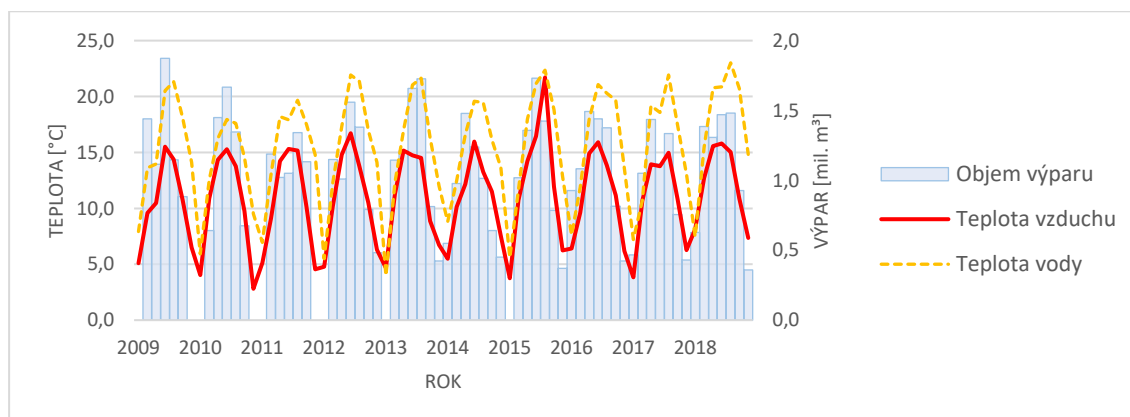
Obrázok 12: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2017



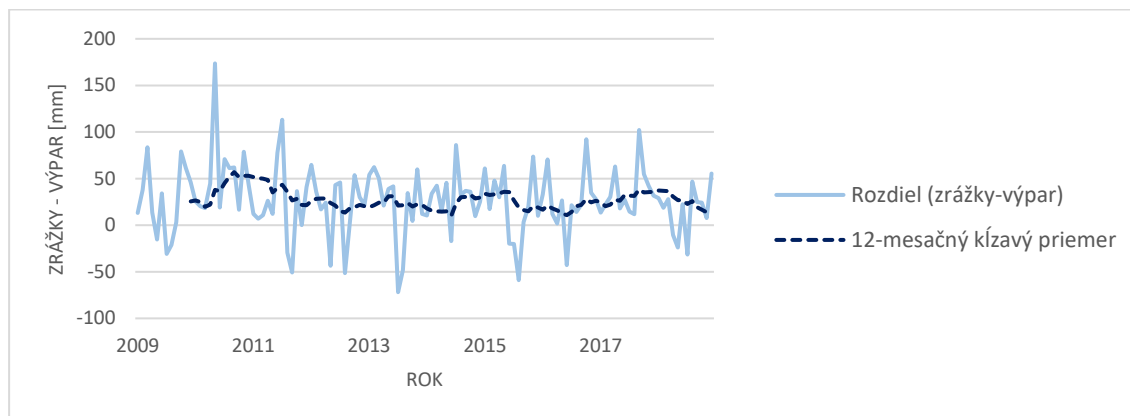
Obrázok 13: Objem výparu v porovnaní s objemom vodnej nádrže v roku 2018



Obrázok 14: Sumy ročného výparu v období rokov 2009 – 2018



Obrázok 15: Porovnanie teploty vzduchu a vody s objemom výparu v mesiacoch apríl – október v období rokov 2009 – 2018



Obrázok 16: Rozdiel medzi úhrnom zrážok a výparom v období rokov 2009 – 2018

Z ročných súm objemov výparu (obr. 14) vidieť v pozorovanom období nárast, čo potvrdzuje aj lineárna trendová spojnice. V priebehu rokov 2009 – 2018 je najvyšší výpar v mesiacoch apríl – október práve v roku 2018 a v roku 2016 – 7,56 mil. m<sup>3</sup> a najnižší v roku 2011 – 5,73 mil. m<sup>3</sup> a v roku 2010 – 5,78 mil. m<sup>3</sup>.

Porovnanie rozdielu medzi úhrnom zrážok a výparom (obr. 16) naznačuje kladné priemerné mesačné hodnoty približne 25 mm, avšak na základe dlhodobého trendu môžeme pozorovať mierny úbytok zrážok v danej lokalite, čo spolu s vyššími teplotami vzduchu a vody ovplyvňuje objem výparu z vodnej nádrže Liptovská Mara.

## 4 Záver

Vodné hospodárstvo je z hľadiska dopadov klimatickej zmeny významne ohrozené a môže byť citeľne zasiahnuté. Aktuálne sa ako najväčší problém javí zvyšujúca sa teplota vzduchu, ktorá má za následok zvyšovanie výparu z vodných plôch. Tieto straty vody z hydrologického systému nie sú dostatočne nahradené zrážkovými úhrnmi.

Príspevok Možnosti určenia výparu z hladiny vodnej nádrže Liptovská Mara bol zameraný na spracovanie dostupných informácií o vodnej nádrži Liptovská Mara a na zhodnotenie výparu z vodnej hladiny, ktorý je dôležitou meteorologickou veličinou vplývajúcou na celkovú hydrologickú bilanciu. Z údajov poskytnutých zo Slovenského hydrometeorologického ústavu a zo Slovenského vodohospodárskeho podniku sme vypočítali objem výparu v jednotlivých mesiacoch v období rokov 2009 – 2018.

Zo spracovaní meteorologických dát je pozorovaný nárast teploty a deficit zrážok oproti dlhodobému klimatickému normálu pre danú lokalitu, taktiež sa zvyšuje teplota vo vodnej nádrži Liptovská Mara. Z vypočítaných výsledkov objemu výparu je vidieť zvyšujúci sa trend výparu počas sledovaného obdobia. V súčasnosti v danej lokalite prevyšuje množstvo zrážok nad výparom, avšak tento trend má klesajúci charakter a v priebehu najbližších rokov môžeme predpokladať vyšší výpar ako zrážky, čoho dôsledkom bude nedostatok vody.

## 5 Odkazy

ABAFFY, Dušan – LUKÁČ, Michal – LIŠKA, Miroslav. 1995. *Dams in Slovakia*. Bratislava : DILOS. 103 s. ISBN 80-88676-03-7.

BROŽA, Vojtěch et al. 1967. *Nádrže, jazy a přehrady*. Praha : SNTL. 628 s. 04-715-67.

Liptovská Mara pochovala 13 obci: Kto nepredal, toho štát vyvlastnil. 2015. In *cas.sk* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné na: <<https://www.cas.sk/clanok/331014/liptovska-mara-pochovala-13-obci-kto-nepredal-toho-stat-vyvlastnil/>>.

*Manipulačný poriadok pre vodné stavby Liptovská Mara - Bešeňová. Vypracoval: Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik OZ Piešťany, Závod Povodie horného Váhu Ružomberok. 2004.*

ŠPÁNIK, František et al. 1997. *Aplikovaná agrometeorológia*. Nitra : SPU. 194 s. ISBN 80-7137-421-0.

VOTRUBA, Ladislav – BROŽA, Vojtěch. 1980. *Hospodárení s vodou v nádržích*. Druhé. Praha : SNTL, ALFA. 448 s. 04-704-80.

Vodné krásy Liptova. 2020. In *Liptovs.sk* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné na: <<https://liptov.sk/sk/voda>>.