

Analýza vývoja hladinového režimu v monitorovacej sieti priehrady Rozgrund

Frederik Koval'

Abstract

ANALYSIS OF WATER LEVEL DEVELOPMENT IN THE MONITORING NETWORK OF THE ROZGRUND DAM

In the contribution are explained the reasons of the anomalous development of water levels in some observational objects of the Rozgrund water structure. For this purpose, it was necessary to perform a detailed analysis of the development of water levels in all observation objects built into the dam, the water levels in the reservoir and the daily total precipitation. An important knowledge is the amplitude of fluctuations in the water level in the reservoir and the water levels in the observation objects. An additional basis are the calculations of correlation coefficients, expressing the relationship of the water levels in the bore holes to the water levels in the reservoir. Based on the knowledge obtained, it was possible to assess the degree of influence of the water level in the reservoir on the development of the water level regime in observation objects. At the same time, it was also possible to detect the existence of other effects influenced the water levels in the probes, such as the leakage of their surroundings by precipitation or the influence of waters from hillslopes.

Anotácia

V tomto príspevku sa nachádza stručný opis vodného diela Rozgrund a jeho významných rekonštrukcií, ktoré mohli ovplyvniť hladinový režim v sondách. Skúmaný bol vývoj hladinového režimu v monitorovacej sieti priehrady Rozgrund, pričom boli použité aj prislúchajúce údaje o hladinách v nádrži a denné úhrny zrážok. Na základe týchto analýz boli vyhodnotené jednotlivé sondy, ktoré vykazovali anomálie a sú ovplyvnené aj inými javmi, nielen kolísaním hladiny v nádrži.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: priehrada, hladinový režim, pozorovacia sonda

Annotation

This contribution provides a brief description of Rozgrund water structure and its significant reconstructions, which may have affected water level regime in bore holes. It was examined the development of the water level regime in the Rozgrund dam monitoring network, whereas data as water levels in reservoir and daily precipitation belonging to the water level regime in bore holes were used. Based on these analysis individuals bore holes were assessed, in which abnormalities were occurred and are affected also by other aspects, not only by fluctuation of the water level in the reservoir.

KEY WORDS: dam, water level regime, observation bore hole

1 Úvod

Vodná stavba (VS) Rozgrund bola postavená v rokoch 1743 až 1744 (Obr. 1). Hlavným objektom vodárenskej nádrže Rozgrund je priehrada, ktorá je vybudovaná v geologicky aj morfológicky priaznivých pomeroch. Na jej stavbu boli použité miestne materiály: hlinito-kamenité a kamenito-hlinité suty a suťové hliny. Do telesa priehrady boli zabudované tak, že vytvárajú heterogénnu priehradu so stredovým tesním, zviazaným do skalného podložia ozubom. Prevýšenie koruny priehrady nad maximálnou hladinou bolo navrhnuté tak, aby minimalizovali riziko jej preliatia (Lukáč, M. - Bednárová, E.- Grambličková, D., 2003).

Tabuľka 1: Základné parametre VS Rozgrund (Vodná stavba Rozgrund - Súhrnná etapová správa)

Tok		Vyhniansky
Riečny km		12,8
Hydrologické pomery		
Plocha povodia s prívodnými jarkami	km ²	2,7
Priemerný ročný úhrn zrážok	mm	950
Q ₃₆₄ (s prívodnými jarkami)	m ³ .s ⁻¹	0,002
Q ₃₅₅ (s prívodnými jarkami)	m ³ .s ⁻¹	0,003
Q ₁₀₀ (s prívodnými jarkami)	m ³ .s ⁻¹	11
Charakteristické parametre nádrže		
Kóta maximálnej retenčnej hladiny	m n. m.	705,50
Kóta maximálnej prevádzkovej hladiny	m n. m.	705,00
Kóta minimálnej prevádzkovej hladiny	m n. m.	693,00
Objem nádrže celkový	mil. m ³	0,515 103
Objem nádrže retenčný	mil. m ³	0,026 566
Objem nádrže zásobný	mil. m ³	0,413 461
Výška úžitkového objemu	m	12
Zatopená plocha pri maximálnej hladine	ha	53,82
Charakteristické parametre hrádze		
Kóta koruny hrádze	m n. m.	706,20
Dĺžka hrádze v korune	m	125,0
Maximálna výška hrádze nad terénom	m	27,0
Šírka koruny hrádze	m	6,0
Kapacita výpustných zariadení		
Dnový výpust	mm	2 x DN 250
- kapacita pri max. prevádzkovej hladine	m ³ .s ⁻¹	2 x 0,33
Bezpečnostný priepad so sklzom		
Typ priepadu		nehradený
Šírka priepadu – vtoková časť	m	4,2
Kapacita priepadu	m ³ .s ⁻¹	7,5

Priehrada sa skladá z piatich častí:

1. Tesniaceho jadra, ubitého zo suťových hĺn, šírka v korune 2 m a v údolnej nive 14 m, zviazanie ozubom hĺbky cca 4 m.

2. Návodnej stabilizačnej prizmy – hlinito-kamenité a kamenito-hlinité sute, opevnený z lámaného kameňa plochého tvaru, sklon 1:1,5 - 1:1,7.
3. Vzdušnej stabilizačnej prizmy – hlinito-kamenité a kamenito-hlinité sute, opevnený zahumusovaním, zatravnením a od r. 2004 spevnený klincovaním, sklon v hornej časti 1:1,22, strmosť sa postupne znižuje z 1:1,35 až na 1:2,00.
4. Opevnenia návodného svahu kamennou rovnatinou.
5. Kamennej pätky.



Obrázok 1: Vodná stavba Rozgrund (foto Koval', F.).

Významné zmeny a rekonštrukcie

V roku 1987 bola ukončená rekonštrukcia bezpečnostného priepadu, v rámci ktorej bol bezpečnostný priepad prehĺbený a upravil sa aj jeho tvar. V roku 1991 bol uskutočnený pokus o znovuvybudovanie štólne a rekonštrukciu dnového výpustu. K úplnému obnoveniu štólne nedošlo, práce boli zastavené, nakoľko boli realizované pri takmer plnej nádrži. To spôsobovalo zvýšené prítoky do razenej štólne. Na vzdušnom svahu priehrady nad „portálom“ štólne došlo k nebezpečným deformáciám, sprevádzaných zosuvom. Takto vybudovaná štôlna (v roku 1991 – Obr. 2a) o dĺžke 19,8 m vykazovala v dôsledku zvýšenej vlhkosti a neodborne realizovaných prác známky nestability, preto bola v roku 1994 nevyhnutná jej sanácia kamennou klenbovou výstužou z ryolitového muriva (Obr. 2b). Dno sa vysypalo triedeným kamenivom hr. 8-16 mm. V dne bola zabudovaná drenáž s vyústením pred štôľňu, kde bol prah a objekt na meranie priesakov (Bednárová, E.-Lukáč, M., 2010).



a)

b)

Obrázok 2: Štôlna dnového výpustu v roku 1991 (a) a roku 1994 (b) (foto Vodohospodárska výstavba (VV))

V roku 2004 a 2005 bola vodná stavba v rozsiahlej rekonštrukcii, ktorej účelom bolo vybudovanie štólne dnového výpustu, vtokového objektu, uzáverov dnového výpustu a ich ovládania, úprava koryta pod hrádzou, stabilizácia podpovrchových častí vzdušného svahu metódou klincovania (Obr. 3), vybudovanie nového schodiska na návodnom svahu hrádzu a osadenie novej vodočetnej laty. Štôlna dnových výpustov bola navrhnutá ako razená cez teleso hrádzu v trase pôvodného dreveného potrubia dnových výpustov. Trasa štólne využila vyrazenú časť z roku 1991 v dĺžke 19,5 m. Štôlna bola razená banským spôsobom s primárnym ostením zabezpečeným banskou TH – výstužou ukladanou po 0,5 m a oceľovým profilom Union použitým ako pažnice. Na takto zabezpečené ostenie sa uchyťovala sieťovina s následnou fixáciou striekaným betónom. Po úsekoch dĺžky max. 10 m sa vykonávalo vyplnenie nadvýlomu nízkotlakovou injektážou cementovo – popolčekovou zmesou. Celková dĺžka štólne je 69,5 m, z toho novo vyrazenej 52 m, dĺžka zabetónovanej časti 18,0 m, prichodnej časti 51,5 m. Najvýznamnejšou skutočnosťou, zistenou počas rekonštrukčných prác, je potvrdenie existencie ílovitého stredového jadrového tesnenia pomerne vysokej kvality. Vzdušný svah vodnej stavby Rozgrund bol stabilizovaný pomocou zemných klincov, ktorých hĺbka ukotvenia bola 4 m. Počas realizácie sa vyskytli pripomienky (nevhodný sklon a nedostatočná hĺbka klincov). Napriek tomu po realizácii stabilizačného opatrenia došlo k významnej redukcii lokálnych povrchových deformácií (creapov) na vzdušnom svahu hrádzu (Vodná stavba Rozgrund - Súhrnná etapová správa).



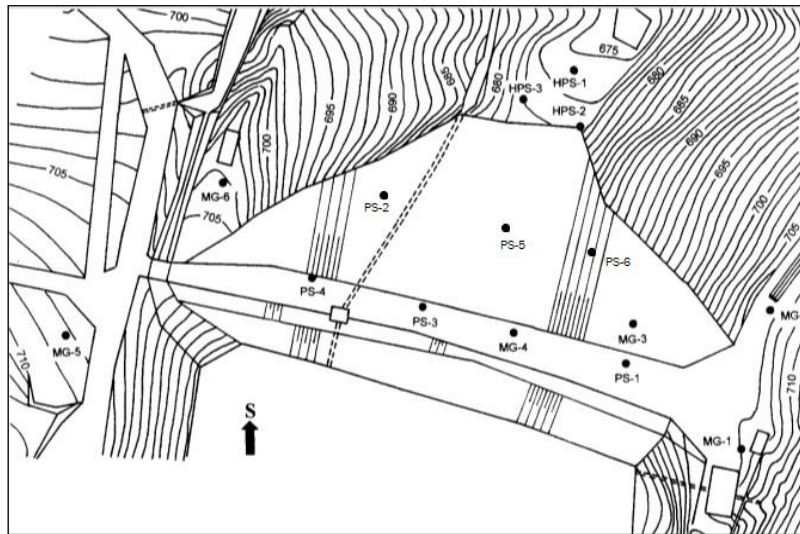
Obrázok 3: Stabilizácia vzdušného svahu Rozgrund zemnými klincami v roku 2006 s detailom zemného klinca (foto VV)

Monitoring vodnej stavby

V rokoch 1982 až 2005 bola vodná stavba postupne vybavovaná zariadeniami na meranie a pozorovanie deformácií a vývoja pohybu podzemných a priesakových vôd. Výškové zmeny hrádzu a jej objektov sa sledujú meraním geodetickou metódou veľmi presnej nivelácie na vzťažných bodoch a na pozorovaných výškových bodoch. Na vodnej stavbe sú vzťažné body (PVB-1 až PVB-3), pozorovacie výškové body (KVB-1 až 10) a pozorovacie sondy (PS-1 až PS-6, MG-1 až MG-6, HPS-1 až HPS-3, Obr. 4).

Na vodnej stavbe sú súhrne vybudované zariadenia na meranie a pozorovanie týchto javov:

- Poveternostné pomery (teplota vzduchu, teplota vody, atmosférické zrážky).
- Prevádzkové pomery (prítok do nádrže, hladina vody v nádrži, odber vody z nádrže - v súčasnosti sa nerealizuje, hladina v upravenom koryte pod priehradou).
- Deformácie (výškové zmeny telesa hrádzu).
- Priesaky – merané v kamennej pätku a v štólne dnových výpustov.
- Hladinový režim podzemných a priesakových vôd – pomocou pozorovacích sond, zabudovaných do telesa priehradu, príľahlých údolných svahov a do oblasti pod priehradou.
- Sprievodné znaky sufózných javov – meraním zanášania pozorovacích sond.
- Riziko porušenia filtračnej stability – geofyzikálnymi meraniami rýchlosti prúdenia podzemných a priesakových vôd v pozorovacích sondách.



Obrázok 4: Situácia s vyznačenými pozorovacími sondami (VV)

2 Vývoj hladinového režimu v pozorovacích sondách

Vplyv hladiny vody v nádrži na zmeny hladinového režimu podzemných a priesakových vôd možno vyjadriť prostredníctvom korelačných závislostí (Bednárová, E.- Grambličková, D. - Bakaljarová, M., 2002). Vyčíslil som korelačné súčinitele, vyjadrujúce väzbu medzi hladinou v nádrži a hladinovým režimom v jednotlivých sondách, prezentujúcich vývoj podzemných a priesakových vôd v telese priehrady, v jej podloží, v podhrádzí a v príľahlých údolných svahoch. V rámci analýzy boli sledované aj amplitúdy kolísania hladiny v nádrži a v pozorovacích sondách v dvoch oddelených časových úsekoch a to pred rekonštrukciou v roku 2004 a po nej (1991 – 2004 a 2006 – 2019).

Súhrn poznatkov

K súhrnnej analýze vývoja hladín podzemných a priesakových vôd boli použité vypočítané súčinitele korelácie, vyjadrujúce väzby medzi sledovanými hladinami a tiež amplitúdy kolísania hladín v sondách a hladiny vody v nádrži. Po analýze získaných výsledkov, vyjadrujúcich korelačné väzby hladín v sondách na hladinu v nádrži (Tab. 2, Obr. 5) možno konštatovať, že výraznejšia korelačná väzba medzi hladinou podzemných a priesakových vôd a hladinou v nádrži bola preukázaná v pozorovacej sonde MG-1, MG-3, MG-6 a PS-1, na Obrázku 5 označené červeným krúžkom. Polohy týchto pozorovacích objektov poukazujú na proces obtekania telesa priehrady vodou z nádrže v oblastiach zaviazaní do údolných svahov.

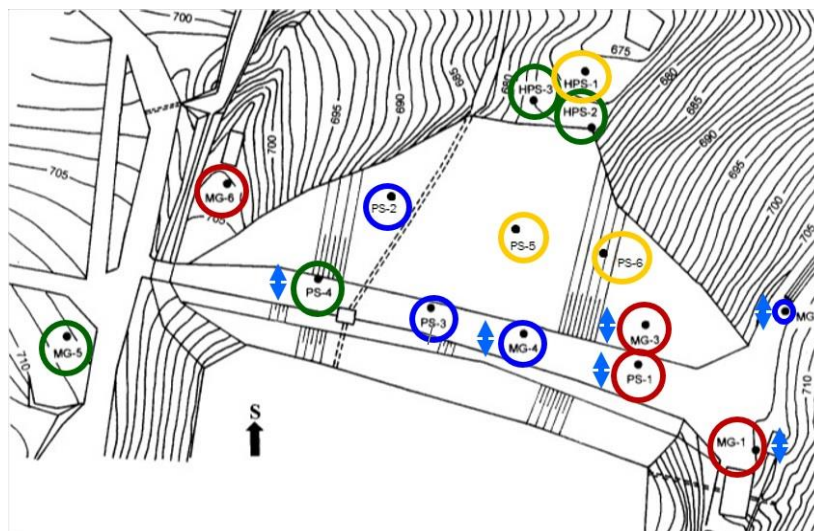
Strednú korelačnú väzbu na hladinu v nádrži (označenie modrým krúžkom na Obr. 5) možno zaznamenať v pozorovacích objektoch MG-4, PS-4, PS-2 a HPS-3 nachádzajúcich sa v telese priehrady a v MG-2 – v pravostrannom údolnom svahu. V pozorovacích objektoch PS-3, MG-5 a HPS-2 bola zaznamenaná nízka korelačná väzba na hladinu v nádrži (označenie zeleným krúžkom na Obr. 5) a v ostatných pozorovacích objektoch PS-5, PS-6 a v HPS-1 nebola korelačná väzba na hladinu v nádrži zaznamenaná (označenie žltým krúžkom na Obr. 5).

Pri zhodnocovaní amplitúd rozkolísania hladín v sondách a hladiny v nádrži (Tab. 2) sa neuvažovalo s obdobím rekonštrukcie, kedy bola nádrž vypustená. Vyššia amplitúda kolísania hladiny vody v sonde, oproti hladine vody v nádrži signalizuje vplyv podružných javov, ako napr. zatekanie sondy zrážkovými vodami, resp. vplyv svahových vôd. Takéto anomálie boli zaznamenané v pozorovacích objektoch PS-1, PS-4, MG-1, MG-2, MG-3 a MG-4. Na Obrázku 5 sú tieto javy zvýraznené modrou dvojšípkou. Z nich PS-1, PS-4 a MG-4 sú na korune priehrady, s rizikom zatekania zrážkovými vodami a MG-1, MG-2 a MG-3 v oblastiach príľahlých svahov s možným vplyvom svahových vôd, príp. na lesnej ceste (MG-2). Sonda MG-5 je svojou polohou predurčená k monitorovaniu hladiny svahových vôd.

Na základe uvedených poznatkov a súhrnných informácií o vývoji hladinového režimu možno zaznamenať anomálie v sondách PS-1, PS-4 a MG-4.

Tabuľka 2: Stupeň korelačných väzieb a amplitúda rozkolísania hladín

Sonda	Korelácia	Amplitúda rozkolísania		Výskyt podružných vplyvov
		Pred rekonštrukciou	Po rekonštrukcii	
PS-1	Vysoká	6,59	3,95	Vplyv svah. vôd ?
PS-2	Stredná	-	2,44	
PS-3	Nízka	4,20	3,73	
PS-4	Stredná	12,83	12,40	Zatekanie ? Preferované priesakové cesty ?
PS-5	Bez	-	1,51	
PS-6	Bez	-	1,07	
MG-1	Vysoká	5,96	3,82	Vplyv svah. vôd ?
MG-2	Stredná	5,64	6,65	Svah. vody, zatekanie?
MG-3	Vysoká	5,70	6,17	Svah. vody, zatekanie?
MG-4	Stredná	8,74	5,71/6,12	Zatekanie ? Svah. vody?
MG-5	Nízka	5,74	5,01	Svahové vody – dominantný vplyv
MG-6	Vysoká	3,31	3,90	
HPS-1	Bez	1,67	0,62	
HPS-2	Nízka	1,45	1,58	
HPS-3	Stredná	1,80	2,32	
Nádrž		5,31	2,10	

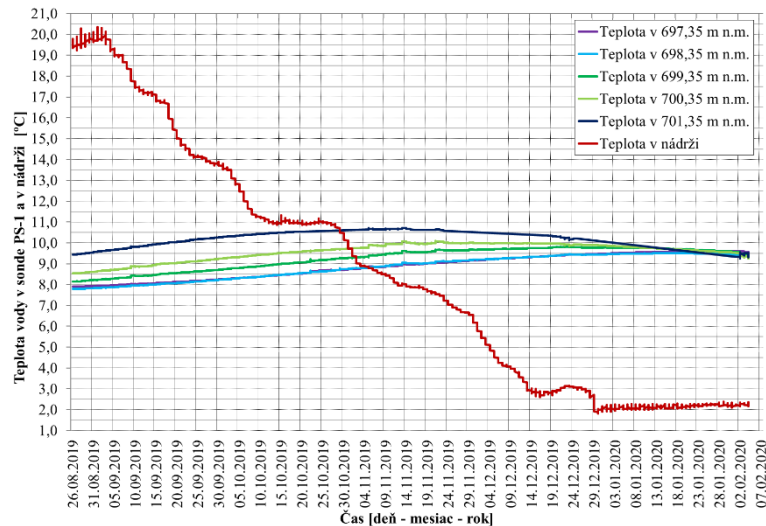


Obrázok 5: Situácia korelačných väzieb v merných zariadeniach

Analýza anomálií v pozorovacích sondách PS-1 a MG-4

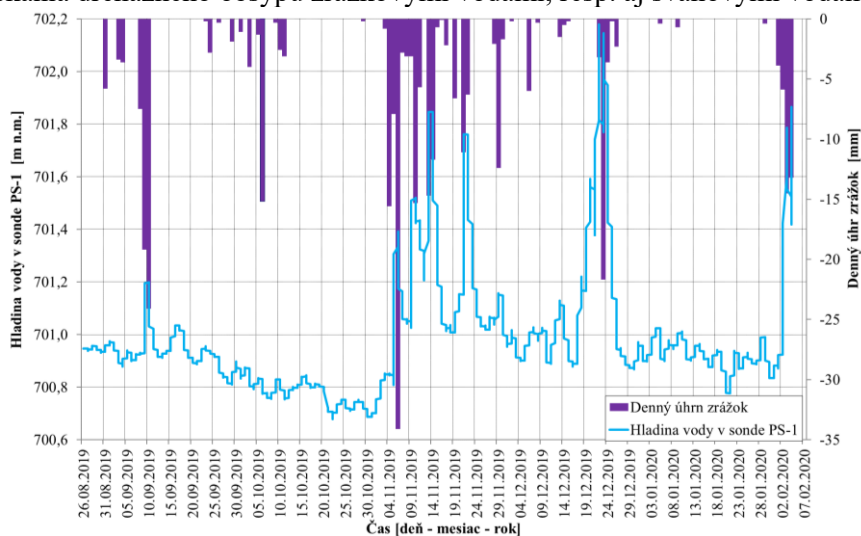
Sondy sa nachádzajú na korune hrádze vpravo, v oblasti zaviazania do údolného svahu. Nakoľko dlhodobo vykazujú anomálie vo vývoji hladinového režimu, bola tu vykonaná analýza vývoja teploty vody. Dňa 26.08.2019 boli v sondách osadené automatizované snímače teploty vody v rôznych hĺbkových horizontoch. Taktiež bola snímaná teplota vody v nádrži, v hĺbke 3 m. Výsledky meraní dokumentujú Obrázky 6 a 7. Kolísanie teploty vody v sondách je v rozmedzí od 8°C do 11°C (za obdobie od augusta 2019 do februára 2020), teplota vody v nádrži postupne klesá z cca 20°C v auguste na 2°C vo februári. Z meraní vyplýva, že vplyv sezónnej teploty vody v nádrži sa na teplotách vody

v sondách neprejavuje. Výsledky meraní zdanlivo signalizujú, že medzi teplotou vody v nádrži a v sondách neexistuje súvislosť. Treba však brať do úvahy, že voda, presakujúca horninovým prostredím, resp. prostredím telesa priehrady bude ochladzovaná. Súvislosť medzi teplotou vody v sonde PS-1 a teplotou vody v nádrži možno nepatrne registrovať v zmene jej teplotného režimu. Zmena teploty vody v sonde PS-1 s hĺbkou poklesáva (Obr. 6). Rozdiel teplôt je najmarkantnejší v jesenných mesiacoch, najviac v októbri – cca 2°C, s kulmináciou 11°C v úrovni 701,35 m n. m. Potom sa rozdiel teplôt znižuje a v zimnom období, vo februári je teplota po hĺbke sondy ustálená na 9,5°C.



Obrázok 6: Teplotný režim v rôznych horizontoch hladiny podzemnej vody v pozorovacej sonde PS-1

Vzhľadom na preukázanú vysokú korelačnú väzbu medzi hladinou v sonde PS-1 a v nádrži, nemožno vplyv nádrže (preferované priesakové cesty) v tejto oblasti zaviazania priehrady do údolného svahu vylúčiť. Vzájomná súvislosť medzi hladinou v sonde PS-1 a zrážkovou činnosťou súčasne signalizuje existenciu zatekania drenážneho obsypu zrážkovými vodami, resp. aj svahovými vodami (Obr. 7).

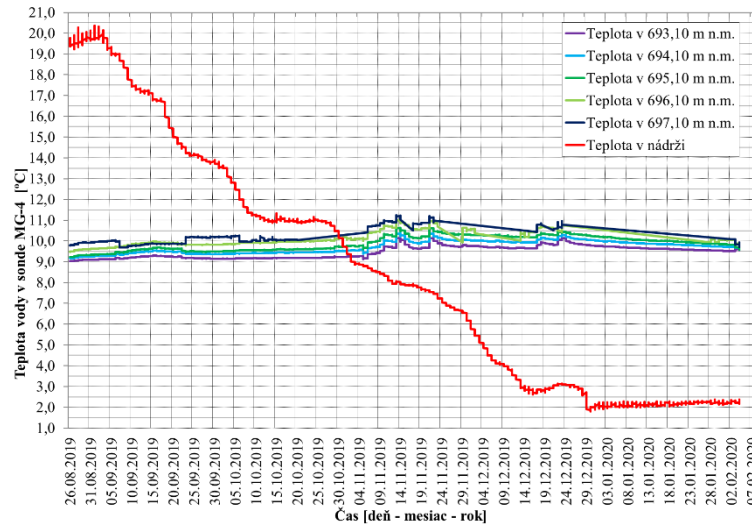


Obrázok 7: Hydrologické a klimatologické dáta v pozorovacej sonde PS-1 za obdobie 26.8.2019 – 4.2.2020

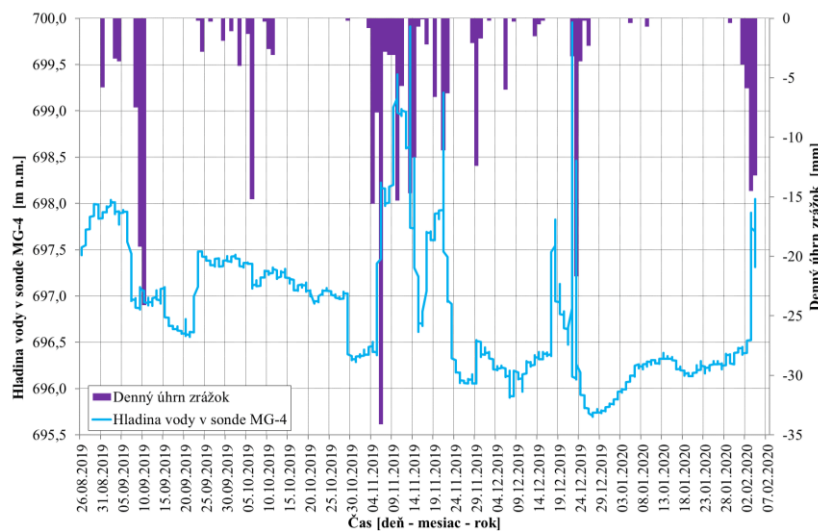
Vo vývoji hladiny vody v sonde PS-1 nemožno ignorovať aj jej rastúci trend. Za roky 1991 – 2020 je tu evidovaný nárast o cca 3,5 m, čo môže znamenať nielen skôr spomínanú kumuláciu preferovaných priesakových ciest v oblasti pravostranného zaviazania priehrady do údolného svahu, ale aj lokálnu zmenu priepustnosti dotknutého prostredia.

V sonde MG-4 je kolísanie teploty vody po hĺbke v rozmedzí 9°C až 11°C, závislosti na čase je vývoj teploty vody v sonde poznamenaný náhlymi zmenami, pravdepodobne spôsobenými inými podružnými

vplyvmi (Obr. 8). Teplotu vody v sondách determinuje samotné horninové prostredie, priesakové vody sa stávajú podzemnými vodami. V prípade sondy MG-4, vzhľadom na vykazované náhle zmeny vo vývoji teplôt (nepatrný nárast), nemožno vylúčiť ich čiastočné miešanie so zrážkovými vodami z okolia vrtu (obsypu) vplyvom zatekania. Vylúčiť nemožno ani vplyv svahových vôd. Náhle zmeny v teplotnom režime vody v sonde MG-4 signalizujú neustálený (pulzujúci) filtračný pohyb v dotknutom prostredí, čo možno registrovať aj na jej hladinovom režime (Obr. 9).



Obrázok 8: Teplotný režim v rôznych horizontoch hladiny podzemnej vody v pozorovacej sonde MG-4

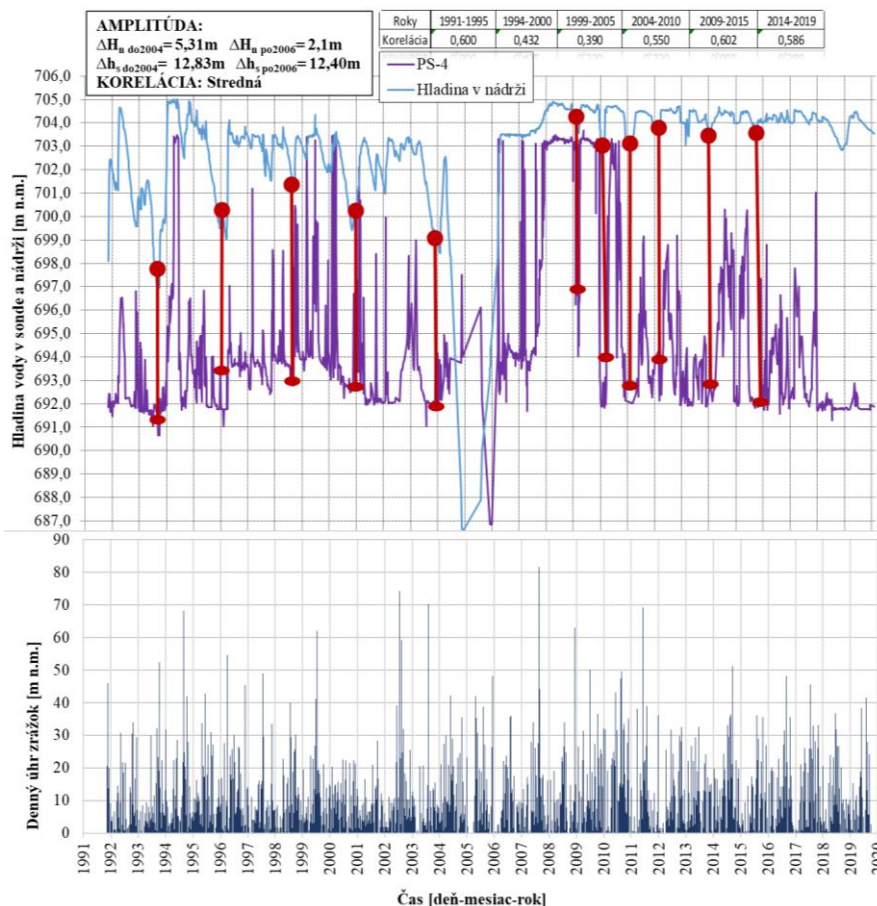


Obrázok 9: Hydrologické a klimatologické dáta v pozorovacej sonde MG-4 za obdobie 26.8.2019 – 4.2.2020

Filtračný pohyb môže byť spôsobený charakterom geologickej skladby okolia vrtu MG-4, v dôsledku čoho sa dá predpokladať, že zmeny v hladinovom režime sú vyvolané krátkodobými zmenami tlakových pomerov. To znamená, že pri prekročení istej hodnoty (tlakovej výšky) môže dôjsť k náhlemu poklesu hladiny vody vo vrtu. Uvedené anomálne javy v MG-4 sú spojené, tak ako pri sonde PS-1, aj s rastúcim trendom vývoja hladiny. Za obdobie 1995 – 2020 je tento nárast až 8 m. Preto by bolo vhodné pozorne sledovať a analyzovať príčiny týchto anomálií inak, ako len analýzou hladinového vývoja a vývoja zrážok. Do úvahy prichádza napr. nalievací skúška pri súčasnom meraní filtračných rýchlostí, príp. aj súčasnom sledovaní pohybu vody vo vrtu kamerovým systémom.

Analýza anomálií v pozorovacej sonde PS-4

Z grafického spracovania vývoja hladiny vody v nádrži a v sonde PS-4, ako aj z podporných výpočtov korelačných súčiniteľov vyplýva, že medzi sledovanými javmi bola (okrem obdobia rekonštrukčných prác) zaznamenaná stredná korelačná väzba (Obr. 10). Trend vývoja hladiny vody v sonde je ustálený, s minimálnymi hladinami okolo úrovne 692 m n. m., v ostatných rokoch poznamenaný poklesom hladiny pod túto úroveň (2018 – 2019). V súčasnosti je sonda suchá. Pozoruhodné sú však amplitúdy kolísania hladiny v tejto sonde (12,83 m, resp. 12,40 m), ktoré sú v porovnaní s amplitúdami kolísania hladín v ostatných sondách extrémne vysoké. Vysoká amplitúda kolísania v období pred rokom 2018 súvisí tak s vývojom hladiny vody v nádrži, ako aj s vývojom zrážkovej činnosti (Obr. 10). Náhla zmena v hladinovom režime po roku 2018, resp. až jej súčasný pokles pod úroveň dna sondy môžu súvisieť s poklesom hladiny vody v nádrži pod úroveň 704 m n. m., ako aj s dlhodobým poklesom úhrnu zrážok v rokoch 2018 – 2019. Z uvedeného možno usúdiť, že tu buď existujú preferované priesakové cesty v telese priehrady, alebo je sonda zatekaná zrážkovými vodami, pričom nemožno vylúčiť ani kombináciu týchto vplyvov. Takýto predpoklad signalizuje fakt, že s poklesom hladiny vody v nádrži klesá aj hladina v sonde (Obr. 10), čo môže signalizovať výskyt lokálnych preferovaných priesakových ciest v horných oblastiach telesa priehrady.



Obrázok 10: Vývoj hladiny vody v sonde PS-4, hladiny vody v nádrži a denného úhrnu zrážok

3 Záver

Vývoj hladín vody v pozorovacích objektoch a hladiny vody v nádrži tvorili podstatnú časť podkladov k skúmaniu príčin existujúcich anomálií. Tieto boli doplnené o amplitúdy kolísania týchto hladín. Ich analýzou bolo možné analyzovať, v ktorých pozorovacích objektoch sa na hladinovom režime, okrem hladiny vody v nádrži, podieľajú aj iné vplyvy, napr. zatekanie ich okolia zrážkovými vodami, príp.

svahovými vodami. Doplňujúcimi podkladmi boli informácie, získané výpočtom súčiniteľov korelácie, vyjadrujúcej väzbu medzi hladinou v nádrži a hladinovým režimom v jednotlivých sondách, prezentujúcich vývoj podzemných a priesakových vôd telesom priehrady, jej podloží, v podhrádzí a v priľahlých údolných svahoch. Zo súhrnných informácií o vývoji hladinového režimu je zrejmé, že anomálie sa dlhodobo vyskytujú v pozorovacích objektoch PS-1, PS-4 a MG-4. Ich podrobnou analýzou možno konštatovať, že na ich vývoji sa okrem hladiny vody v nádrži významnou mierou podieľajú aj zrážky. Dokazujú to výrazne vyššie amplitúdy ich kolísania, ktoré sú spravidla kumulované do obdobia zvýšených úhrnov zrážok. Vzhľadom na ich situatívne usporiadanie (na korune priehrady, kde je umiestnený kolektor), do úvahy prichádza zatekanie okolia pozorovacích objektov zrážkovými vodami. V prípade sond PS-1 a MG-4 však nemožno vylúčiť ani vplyv svahových vôd. Negatívnym javom vo vývoji hladinového režimu v sondách PS-1 a MG-4 je ich rastúci trend. V prípade sondy PS-4 prichádza do úvahy aj výskyt preferovaných priesakových ciest v horných polohách telesa priehrady.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0383. Táto práca bola podporená Vedeckou grantovou agentúrou - projekt VEGA 1/0800/17.

4 Literatúra

Bednárová, E.- Lukáč, M.: Priehradné staviteľstvo na Slovensku. Originály – míľniky -zaujímavosti, Bratislava: Kuskus s. r. o. 2010. 207 s. ISBN 978-80-970428-0-6

Bednárová, E.- Grambličková, D. - Bakaljarová, M.: Využitie geofyzikálnych metód pri objasňovaní anomálií filtračného režimu na VD Rozgrund. In: Polní geotechnické metody 2002: 22.mezinárodní seminář./Česká republika,Ústí nad Labem,12.-13.9.2002. s. 88-94.

Lukáč, M. - Bednárová, E. - Grambličková, D. : Historický význam banskoštiavnických nádrží v kontexte výstavby nádrží a priehrad na Slovensku a vo svete. Spravodaj BEVEX-Banského výskumu Prievidza 43, 2003, č. 2-4, s. 136-140.

Vodohospodárska výstavby, š.p. Bratislava,: Vodná stavba: ROZGRUND - Súhrnná etapová správa o dohľade za obdobie existencie vodnej stavby. November 2012