

POZNATKY A SKÚSENOSTI Z DLHODOBÝCH ETAPOVÝCH MERANÍ ZVISLÝCH POSUNOV NA VS ZEMPLÍNSKA ŠÍRAVA

Milan Žák¹, Štefan Lukáč²

Abstrakt

Príspevok prináša ucelený obraz o poznatkoch a skúsenostiach z dlhodobých periodických meraní a vyhodnotení zvislých posunov jednotlivých objektov Vodnej stavby Zemplínska Šírava za obdobie rokov 2000 až 2014 z pohľadu konkrétnych realizátorov predmetných špecifických geodetických meraní vysokej presnosti. Autori na observačných plánoch merania, v prehľadných tabuľkách a časových diagramoch názorne dokumentujú vývoj zvislých posunov na jednotlivých objektoch vodnej stavby podľa rokov.

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Každý, aj správne založený a vybudovaný vodohospodársky objekt, či stavba zaznamenáva nielen počas výstavby, ale aj počas prevádzky určité priestorové zmeny, ktoré pôsobia na geometrické parametre konštrukcií objektov alebo technologických zariadení a tým narušujú ich statickú funkciu a spoľahlivosť. V praxi dochádza najčastejšie k sadaniu základov objektov a k pretvoreniam nosných konštrukcií, ktoré prebiehajú rôzne, podľa druhu, rozmerov a tvaru základov, priebehu vnútorných a vonkajších síl a iných faktorov, najmä prostredia, ktoré rušivo pôsobia na stabilitu a geometrický tvar základových nosných konštrukcií objektu, najmä ak ide o nerovnomerné sadanie základov, čo zvyčajne spôsobuje vážne poruchy v stabilite základových konštrukcií, ktoré môžu vyvrcholiť statickou poruchou konštrukcie, prípadne až haváriou objektu.

Preto z hľadiska bezpečnosti, bezporuchovej výstavby a prevádzky objektov vodných stavieb sú potrebné aj geodetické merania, ktorými sa overujú tvarové a rozmerové geometrické podmienky základových a nosných konštrukcií objektov. Ak zmeny v tvarových a rozmerových parametroch presiahnu určitú krajnú hodnotu, je potrebné vykonať opatrenia za účelom odstránenia signalizovaných závad. Diagnostikou objektov vodných stavieb spravidla získavame objektívne informácie o deformačných procesoch, ktoré tvoria podklady:

- na posúdenie správania sa objektu a prostredia, s ktorým je objekt v interakcii,
- na porovnanie skutočných hodnôt posunov s teoretickými hodnotami,
- na hodnotenie bezpečnosti a správnej funkcie, či prevádzkyschopnosti objektu.

¹ Ing. Milan Žák, GEOIG, s.r.o., Smolenice, e-mail: milan.zak@geoig.sk

² Ing. Štefan Lukáč, Katedra geodézie Stavebnej fakulty STU, e-mail: stefan.lukac@stuba.sk

Výsledky diagnostiky možno v širokej miere využiť nielen na posudzovanie bezpečnosti a správania sa základových a nosných konštrukcií objektu, ale aj na prognózovanie vývoja posunov, ďalej ako podklad na plánovanie účelovej údržby a ako podnet na predlžovanie životnosti a prevádzky objektov.

Potrebu merania posunov a pretvorení objektov vodných stavieb počas výstavby predpisuje spravidla projektant po dohode so stavebníkom v zmysle platných technických predpisov a to na základe vyhodnotených prieskumov o základovej pôde, hladine podzemných vôd a pod. Potrebu merania posunov a pretvorení existujúcich objektov vodných stavieb, resp. objektov počas prevádzky predpisuje spravidla správca objektu, či prevádzkovateľ objektu na pokyn svojho garantujúceho odboru v zmysle platných technických predpisov.

Meranie posunov a pretvorení objektov vodných stavieb môže mať charakter dlhodobého periodického merania, charakter krátkodobého merania, charakter bezpečnostného merania. Pod dlhodobými a krátkodobými periodickými meraniami rozumieme merania opakované v dlhších, či kratších časových intervaloch, stanovených v projekte merania posunov. Ich účelom je overiť stabilitu objektov v dlhšom, či kratšom časovom období a zistiť, kde a v ktorej fáze výstavby, či prevádzky objektov dochádza k nežiaducim vplyvom na objekty. Účelom bezpečnostných meraní je rýchle zistenie nezanedbateľných posunov, ktoré môžu spôsobiť porušenie stability objektov. Vykonávajú sa v čase bezprostredného ohrozenia objektov okolitou výstavbou alebo počas zaťažovacích skúšok objektov, spravidla v kratších časových intervaloch, ktoré stanovuje projekt merania posunov. Tieto intervaly merania môže projektant aj meniť na základe výsledkov zrealizovaných etáp merania.

2 LOKALIZÁCIA A ZÁKLADNÉ TECHNICKÉ PARAMETRE VODNEJ STAVBY ZEMPLÍNSKA ŠÍRAVA

Zemplínska Šírava je vodná nádrž na východnom Slovensku v povodí Bodrogu pod Vihorlatskými vrchmi. Je druhou najväčšou vodnou priehradou na Slovensku (po Oravskej priehrade) a 12. najväčšou jazernou plochou v Európe. Vodná nádrž Zemplínska Šírava, v minulosti známa pod názvom vodná nádrž pod Vihorlatom bola vybudovaná ako súčasť rozsiahleho projektu vodohospodárskych úprav Východoslovenskej nížiny, ktoré sa tu realizovali v rokoch 1956 - 1968. Výstavba vodnej nádrže začala v roku 1962 a trvala do roku 1965. Vodná nádrž plní svoju vodohospodársku funkciu od roku 1966 ako nádrž viacúčelová s nasledovnými funkciami:

- objemom zásobného priestoru zabezpečiť nadlepšenie nízkych prietokov pre potreby tepelnej elektrárne Vojany a závlahy pozemkov na ploche 54 000 ha,
- kompenzačné nadlepšenie Laborca pod sútokom s Uhom pre tepelnú elektráreň Vojany,
- nadlepšovanie minimálnych prietokov Laborca pod rozdeľovačom objektov v Petrovciach, objemom retenčného priestoru priaznivo ovplyvniť nielen povodňový režim na Laborci, ale aj v celej Východoslovenskej nížine, najmä pod sútokom s Uhom, ako aj na Bodrogu.

Bola vytvorená vedľa toku Laborec dvomi sypanými homogénnymi hrádzami, juhozápadnou o dĺžke 2014 m a východnou o dĺžke 5373 m. Vodná plocha Zemplínskej Šíravy zaberá rozlohu 33 km². Jej maximálna dĺžka je 11 km, maximálna šírka 3,5 km,

priemerná hĺbka 3,5 m a maximálna hĺbka 14,7 m Obe hrádze sú homogénne, výšku dosahujú do 13,5 m a opatrené sú drenážnym systémom. Voda je do nádrže privádzaná prírodným kanálom z Laborca , ktorý je dlhý 4736 m a je lichobežníkového profilu s prietokovou kapacitou $570 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Z nádrže voda odteká odpadovým kanálom s kapacitou $310 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ten bol vybudovaný od objektu bezpečnostného priepadu v juhozápadnej hrádzi smerom k južnému okraju Michaloviec, kde ústi do Laborca. Na vypustenie vodnej nádrže slúži dnový výpusť vo východnej hrádzi, ktorým sa voda vypúšťa do koryta vodného toku Čierna voda. Objem nádrže je 334 mil. m^3 . Podrobnejšie informácie o vodnej stavbe uvádzajú autori [1] a [2].

Súčasťou vodnej stavby Zemplínska Šírava je aj hať Petrovce v katastri obce Petrovce nad Laborcom, kde sa nachádza, tzv. rozdeľovací objekt a to v riečnom km 45,100 Laborca. V roku 2005 bol na hati dobudovaný nový regulačný objekt s dvoma poľami hradenými segmentmi. Tým sa dosiahla vyššia bezpečnosť hrádzí prírodného kanála a možnosť optimálneho prepúšťania povodňových prietokov a využívania retenčného priestoru nádrže.

Správcom predmetnej vodnej stavby I. kategórie je Slovenský vodohospodársky podnik, š.p., - Odštepny závod Košice.

3 NOSNÁ METÓDA NA URČOVANIE ZVISLÝCH POSUNOV JEDNOTLIVÝCH OBJEKTŮ VODNEJ STAVBY A POUŽITÁ PRÍSTROJOVÁ TECHNIKA

Na vodnej stavbe Zemplínska Šírava sa pre potreby technicko-bezpečnostného dohľadu Vodohospodárskej výstavby, š.p. Bratislava realizujú merania zvislých posunov jednotlivých objektov vodného diela, a to výlučne metódou veľmi presnej nivelácie. Meranie v rokoch 2003 až 2014 sme realizovali digitálnym nivelačným prístrojom Trimble DiNi 12T, jedným párom 2-metrových kódových nivelačných lát, jedným párom 3-metrových kódových nivelačných lát a na dvoch K22, K23 je potrebná tiež 1-metrová kódová nivelačná lata. V rokoch 2000 až 2002 boli predmetné merania realizované nivelačným prístrojom Zeiss NI007 a k nemu patričné príslušenstvo. Zmenou prístrojovej techniky sa doba merania skrátila asi o 1,5 dňa. Merania na korune hrádze sa uskutočňujú v doobedňajších hodinách do 10.00 hod a v poobedňajšom čase po 17.00 hod. Na meranie vplýva nepriaznivo hlavne nárazový vietor, ktorý často krát znemožňuje meranie na korune hrádze. Zo skúseností autorov jednoznačne rezonuje potreba každodennej kontroly hlavnej podmienky u digitálneho nivelačného prístroja Trimble DiNi 12T.

4 SPRACOVANIE NAMERANÝCH ÚDAJOV VODNEJ STAVBY

Spracovanie a vyhodnotenie nameraných údajov realizujeme softvérom NIVE-VNS, verzia 2.0 MaKlo 1994. Nivelačné ťahy sú vyrovnávané spoločne, pričom váhy merania vstupujú do výpočtu v závislosti od dĺžky nivelačného oddielu. Výpočet presnosti výšok bodov je realizovaný pri koeficiente konfidencie $t = 2,5$ s pravdepodobnosťou 98,8 %.

Pri vzťahných bodoch na **východnej hrádzi** boli v roku 2014 vyhodnotené ako stabilné body č. : PVB2, PVB5, PVB6, PVB8, PVB11, PVB14, PVB15. Tieto body boli zaфіxované s výškami z roku 2013, keďže sa potvrdila ich stabilita. Pri ostatných vzťahných bodoch na východnej hrádzi bol preukázaný ich posun a teda ich výška prepočítaná.

Pozorované body **dnového výpustu** boli vyrovnávané samostatne, pretože dĺžka zámer, prostredie ako aj spôsob stabilizácie bodov na potrubí dnového výpustu sú odlišné od blízkych bodov na východnej hrádzi. Výška bodu XXI, ku ktorému bol vzťahnutý výpočet bodov dnového výpustu, bola určená vyrovnaním bodov východnej hrádze.

Na **juhozápadnej hrádzi** sa v aktuálnom roku 2014 potvrdila stabilita vzťažných bodov PVB5, PVB6, na základe ktorých sme vypočítali vzťažný horizont (za podmienky $\Sigma\Delta h=0$, kde Δh sú zvislé posuny (nesignifikantné) na týchto vzťažných bodoch), ku ktorému boli vzťahnuté posuny v 63. etape merania.

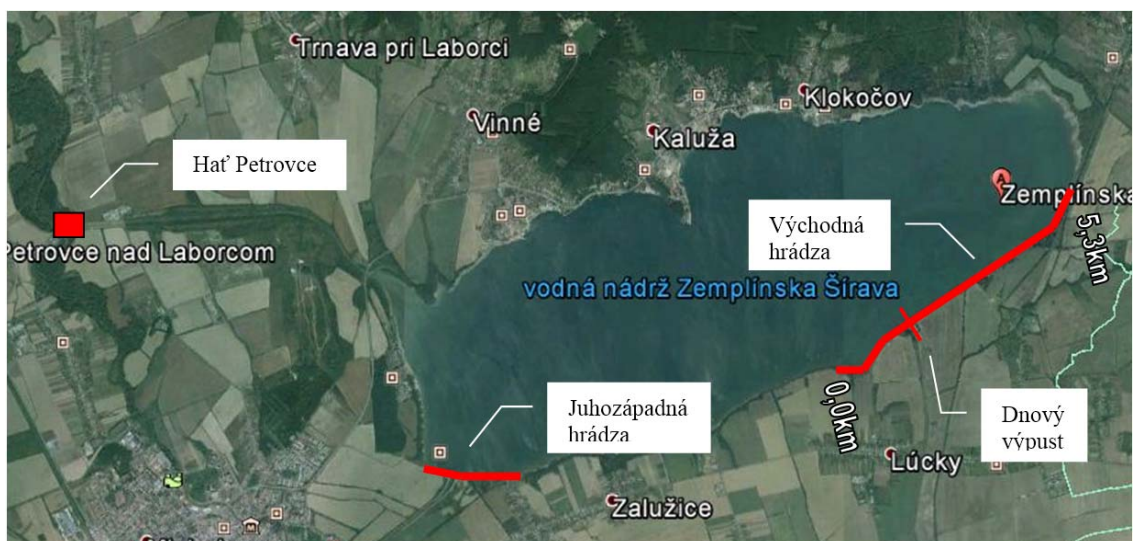
Pri objekte **Hať Petrovce** sú stabilné všetky vzťažné body okrem bodu PPVB1 a ZPVB1. Pri výpočte absolútnych posunov sme teda fixovali výšky vzťažných bodov PPVB2, PPVB3 a PVB1 z roku 2013 (definovanie podmienky pre vyrovnanie).

Pri stabilných vzťažných bodoch je možnosť nemeniť ich výšky vo vyrovnaní, a teda ich zafixovať. V najhoršom prípade sa nám zníži presnosť výslednej jednotkovej strednej chyby, tiež výšok a v neposlednom rade aj zvislých posunov. Druhá možnosť je definovať vzťažný výškový horizont na základe stabilných vzťažných bodov, pričom po vyrovnaní nastanú na všetkých vzťažných bodoch posuny (prípadne mikroposuny). Výšky bodov ako aj ich posuny tak budú určené s maximálnou presnosťou.

4 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH OBJEKTOV VODNEJ STAVBY A PREHĽAD VÝSLEDKOV MERANIA ZA OBDOBIE ROKOV 2000 - 2014

Vodná stavba Zemplínska Šírava pozostáva z nasledovných objektov, na ktorých sa vykonávajú okrem iného aj geodetické merania zvislých posunov:

- Hať Petrovce – ako nápusťný, resp. rozdeľovací a regulačný objekt,
- Prívodný kanál – od hate po zaústenie do vodnej nádrže,
- Vodná nádrž – vytvorená dvoma hrádzami: východnou a juhozápadnou,
- Bezpečnostný priepad na juhozápadnej hrádzi pri Zalužiciach a dnový výpust na východnej hrádzi.

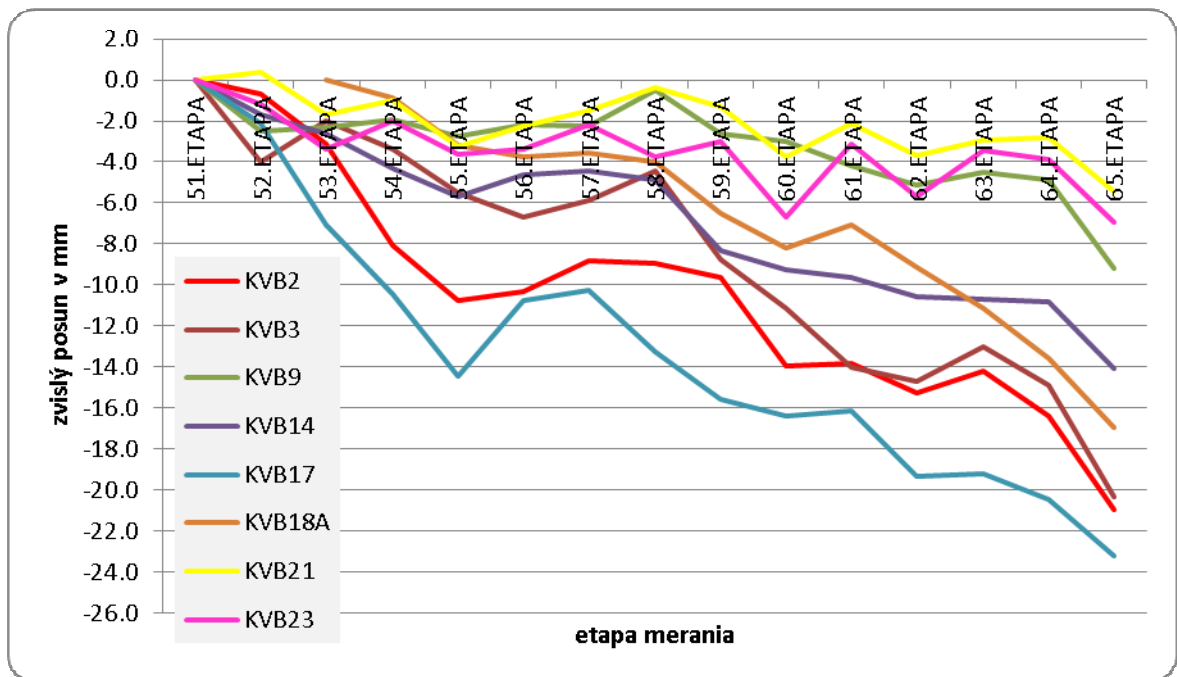


Obr. 1 Lokalizácia objektov vodnej stavby

Východná hrádza je dlhá 5373 m. Pozdĺž hrádze sú rozmiestnené 4 skupiny vzťažných bodov. V každej skupine sú vždy tri vzťažné body. Na korune hrádze je spolu 26 pozorovaných bodov, navzájom vzdialené od seba od 50 do 500 m, teda značne nerovnomerne. Okrem bodov na korune hrádze sú osadené pozorované body aj na výškomerných škatuliach (šachtách štvorcového pôdorysu) v počte 13 bodov. V roku 2014 bolo realizované na tomto objekte 65. etapové meranie zvislých posunov. Základná etapa bola realizovaná v roku 1965. V tabuľke č. 1 uvádzame údaje o zvislých posunoch na vybraných bodoch na korune východnej hrádze za obdobie od r. 2000 (51. etapa) do roku 2014 (65.etapa).

Tab. 1 Zvislé posuny

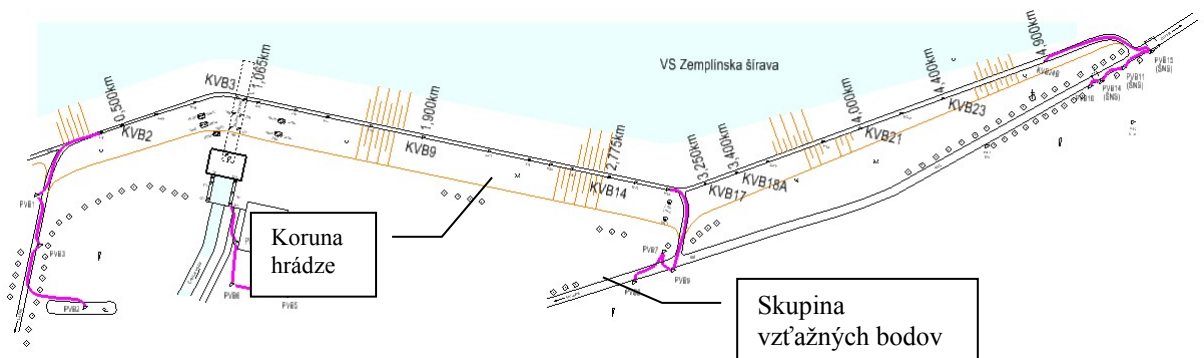
	Zvislé posuny							
	KVB2	KVB3	KVB9	KVB14	KVB17	KVB18A	KVB21	KVB23
	Km 0,500	Km 1,040	Km1,900	Km 2,775	Km 3,250	Km 3,400	Km 4,000	Km 4,400
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
51.ETAPA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
52.ETAPA	-0.7	-4.0	-2.5	-1.7	-2.1		0.4	-1.2
53.ETAPA	-3.1	-2.0	-2.3	-2.6	-7.1	0.0	-1.7	-3.4
54.ETAPA	-8.1	-3.4	-1.9	-4.3	-10.4	-0.9	-1.0	-2.0
55.ETAPA	-10.8	-5.5	-2.8	-5.7	-14.5	-3.2	-3.3	-3.6
56.ETAPA	-10.3	-6.7	-2.2	-4.6	-10.7	-3.8	-2.3	-3.4
57.ETAPA	-8.8	-5.9	-2.2	-4.5	-10.3	-3.6	-1.5	-2.2
58.ETAPA	-8.9	-4.5	-0.5	-4.9	-13.2	-4.0	-0.4	-3.7
59.ETAPA	-9.6	-8.7	-2.7	-8.4	-15.6	-6.5	-1.3	-3.0
60.ETAPA	-14.0	-11.2	-3.0	-9.3	-16.4	-8.2	-3.8	-6.7
61.ETAPA	-13.8	-14.0	-4.2	-9.7	-16.2	-7.1	-2.2	-3.1
62.ETAPA	-15.3	-14.7	-5.1	-10.6	-19.3	-9.1	-3.7	-5.7
63.ETAPA	-14.2	-13.0	-4.5	-10.7	-19.2	-11.1	-2.9	-3.5
64.ETAPA	-16.4	-14.9	-4.9	-10.8	-20.5	-13.6	-2.8	-3.8
65.ETAPA	-21.0	-20.4	-9.2	-14.1	-23.2	-17.0	-5.4	-6.9



Graf 1 Grafické znázornenie zvislých posunov vybraných bodov na korune východnej hrádze

Približne v km 3,2 východnej hrádze nastal pred štyrmi rokmi zosuv časti svahu. Najbližší pozorovaný bod – KVB17 nevykazoval v posledných rokoch odlišné hodnoty posunov od iných bodov na korune hrádze. Samotná koruna hrádze zostala akoby neporušená, s malými trhlinami v asfaltovom kryte. Ku včasnému odhaleniu prípadného porušeniu vzdušnej strany hrádze by bolo potrebné osadiť ďalšie pozorované body, asi do výšky $1/2$ až $2/3$ hrádze. Tie sú momentálne osadené len v obmedzenom množstve a to pri dnovom výpuste v km 1,06 hrádze.

Z grafického znázornenia č.1 vyplýva výborná stabilita bodov KVB21 a KVB23, nachádzajúcich sa v časti, kde výška hrádze výrazne klesá až napokon v km 5,300 splynie s terénom. Momentálne pozorujeme najrýchlejšie sadanie na bodoch KVB2 a KVB3.

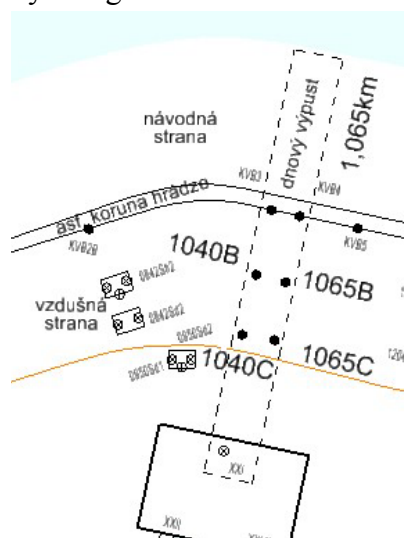


Obr. 2 Štyri skupiny vzťažných bodov na východnej hrádzi a vybrané pozorované body na jej korune

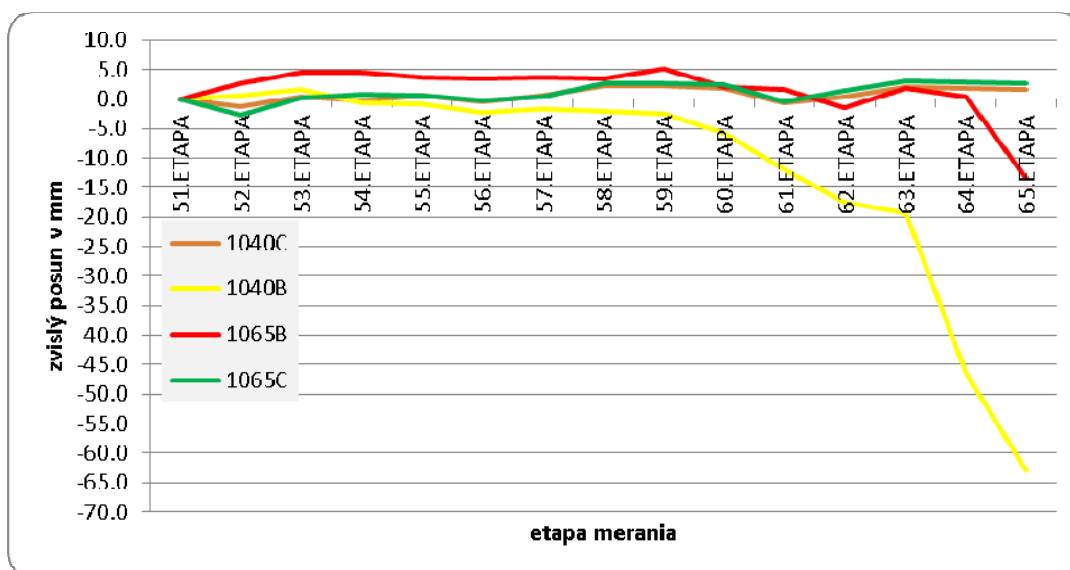
V aktuálnom etapovom meraní v roku 2014 bola potvrdená stabilita bodov 1040C a 1065C, nachádzajúcich sa na päte svahu vzdušnej strany hrádze. Naopak, trend rapidného poklesu pozorovaného bodu 1040B pri dnom výpuste zachytáva graf č. 2.

Tab. 2

	Zvislé posuny			
	1040C [mm]	1040B [mm]	1065B [mm]	1065C [mm]
51.ETAPA	0.0	0.0	0.0	0.0
52.ETAPA	-1.2	0.6	2.7	-2.7
53.ETAPA	0.4	1.7	4.5	0.1
54.ETAPA	-0.2	-0.7	4.5	0.8
55.ETAPA	0.6	-1.0	3.6	0.6
56.ETAPA	-0.4	-2.4	3.4	-0.2
57.ETAPA	0.6	-1.6	3.7	0.4
58.ETAPA	2.2	-2.1	3.4	2.6
59.ETAPA	2.3	-2.4	5.0	2.6
60.ETAPA	1.9	-5.7	1.9	2.4
61.ETAPA	-0.6	-11.9	1.6	-0.4
62.ETAPA	0.5	-17.4	-1.5	1.3
63.ETAPA	2.1	-19.3	1.7	3.1
64.ETAPA	1.8	-46.5	0.5	2.8
65.ETAPA	1.5	-62.8	-13.4	2.7



Obr. č. 3 Detail rozmiestnenia bodov na východnej hrádzi

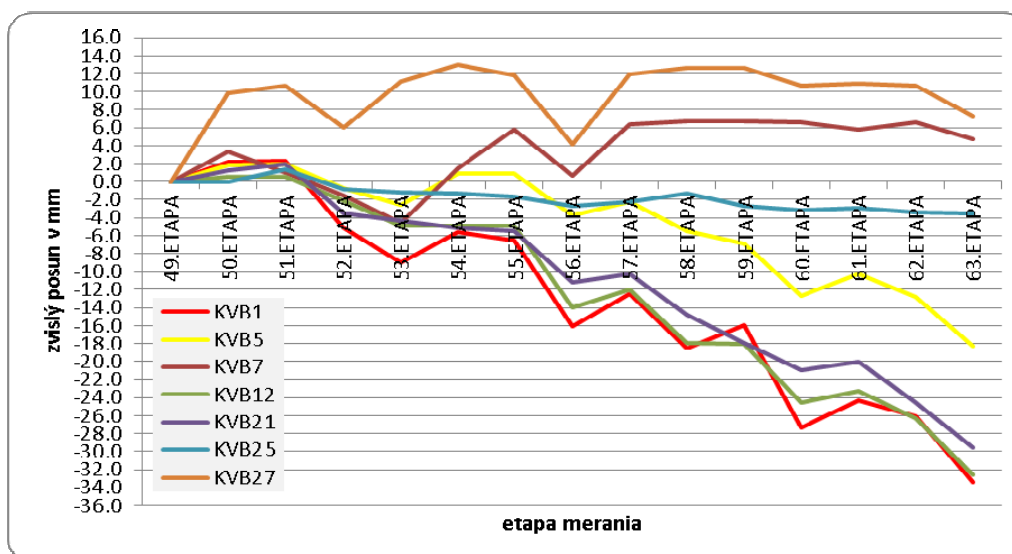


Graf 2 Grafické znázornenie zvislých posunov vybraných bodov na svahu vzdušnej strany východnej hrádze pri dňovom výpuste

Juhozápadná hrádza je dlhá 2014 m. Súčasťou hrádzového systému je aj bezpečnostný priepad Zalužice. Pozdĺž hrádze sú rozmiestnené 3 vzťažné body, no vzhľadom na rozsah merania by bolo potrebné ich počet zdvojnásobiť. Na korune hrádze je spolu 16 pozorovaných bodov, navzájom vzdialených od seba od 50 do 200 m. Okrem bodov na korune hrádze sú osadené pozorované body aj na výškomerných škatuliach (šachtách štvorcového pôdorysu) v počte 7 bodov, ďalej 29 bodov na vtokových a výtokových krídlach bezpečnostného priepadu, body na svahoch vzdušnej strany hrádze, teda spolu 60 pozorovaných bodov. V roku 2014 bolo realizované na tomto objekte 63. etapové meranie zvislých posunov. Základná etapa bola realizovaná v roku 1965. V tabuľke č. 3 uvádzame údaje o zvislých posunoch na vybraných bodoch koruny východnej hrádze za obdobie od r. 2000 (49. etapa) do roku 2014 (63. etapa).

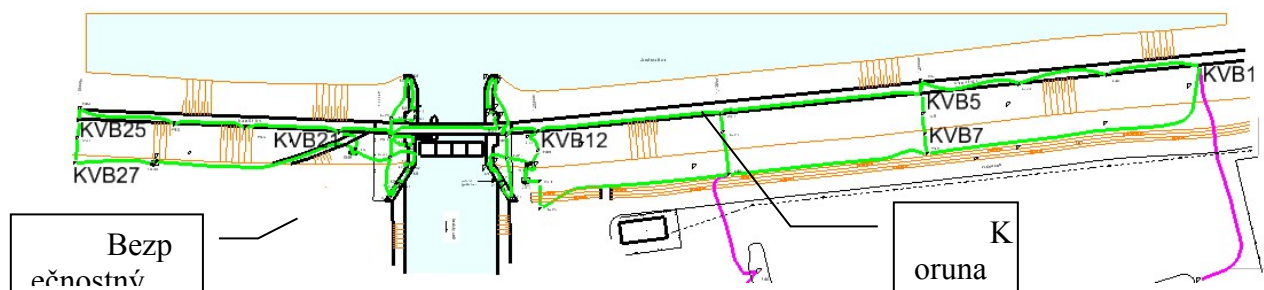
Tab. 3

	Zvislé posuny						
	KVB1	KVB5	KVB7	KVB12	KVB21	KVB25	KVB27
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
49.ETAPA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50.ETAPA	2.2	1.8	3.4	0.5	1.2	0.0	9.8
51.ETAPA	2.3	1.9	1.0	0.5	1.9	1.4	10.7
52.ETAPA	-5.2	-0.8	-1.5	-2.1	-3.5	-0.8	6.1
53.ETAPA	-9.0	-2.6	-4.6	-4.9	-4.4	-1.2	11.2
54.ETAPA	-5.6	0.9	1.4	-4.9	-5.2	-1.3	13.0
55.ETAPA	-6.5	0.9	5.7	-4.9	-5.5	-1.7	11.9
56.ETAPA	-16.0	-3.7	0.7	-14.0	-11.2	-2.7	4.2
57.ETAPA	-12.5	-2.3	6.3	-12.0	-10.3	-2.3	11.9
58.ETAPA	-18.5	-5.5	6.8	-17.9	-14.8	-1.3	12.7
59.ETAPA	-16.0	-6.9	6.7	-18.0	-17.9	-2.7	12.7
60.ETAPA	-27.4	-12.7	6.6	-24.5	-20.9	-3.1	10.7
61.ETAPA	-24.4	-10.2	5.8	-23.3	-20.1	-2.9	10.9
62.ETAPA	-26.0	-12.8	6.6	-26.4	-24.6	-3.4	10.6
63.ETAPA	-33.4	-18.3	4.8	-32.6	-29.6	-3.6	7.3



Graf 3 Grafické znázornenie zvislých posunov vybraných bodov na juhozápadnej hrádzi

Pozorované body KVB7 a KVB27, nachádzajúce sa na päte vzdušnej strany hrádze vykazujú v posledných 6-tich rokoch ustálený stav, podobne aj bod KVB25 na korune hrádze. Z vybraných bodov na korune hrádze najviac za 14 rokov poklesol bod KVB1, nachádzajúci sa na začiatku staničenia hrádze, ktorý spolu s ostatnými bodmi na korune vykazuje stály trend poklesu. Od roku 2000 je to pokles asi 2,3 mm/rok.

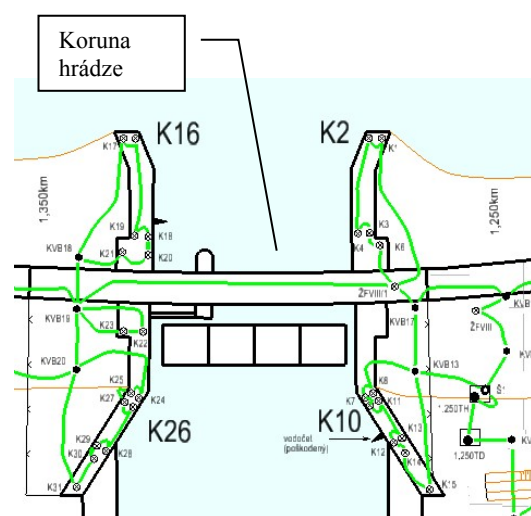


Obr. č. 4 Sústava vzťažných a pozorovaných bodov na juhozápadnej hrádzi

Odlíšna situácia je na bodoch vtokových a výtokových krídel bezpečnostného priepadu, ktoré sa vyznačujú vysokou stabilitou, čo jednoznačne vyplýva z tabuľky č.4.

Tab. 4

	Zvislé posuny			
	K2	K16	K10	K26
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
49.ETAPA	0.0	0.0	0.0	0.0
50.ETAPA	-2.8	-1.5	-0.5	0.1
51.ETAPA	0.4	1.5	0.9	1.3
52.ETAPA	-2.2	-0.6	-0.2	-0.8
53.ETAPA	-2.0	-0.2	-0.3	-0.3
54.ETAPA	-1.7	0.1	-1.2	-0.8
55.ETAPA	-1.0	1.3	-1.4	-0.9
56.ETAPA	0.4	1.8	0.1	0.3
57.ETAPA	1.2	2.8	0.7	1.1
58.ETAPA	0.4	3.4	0.5	2.0
59.ETAPA	-0.5	1.6	-0.5	-0.3
60.ETAPA	1.1	3.8	0.1	1.1
61.ETAPA	0.9	3.5	-0.1	0.8
62.ETAPA	1.0	3.9	0.0	1.0
63.ETAPA	2.8	5.7	1.3	2.3

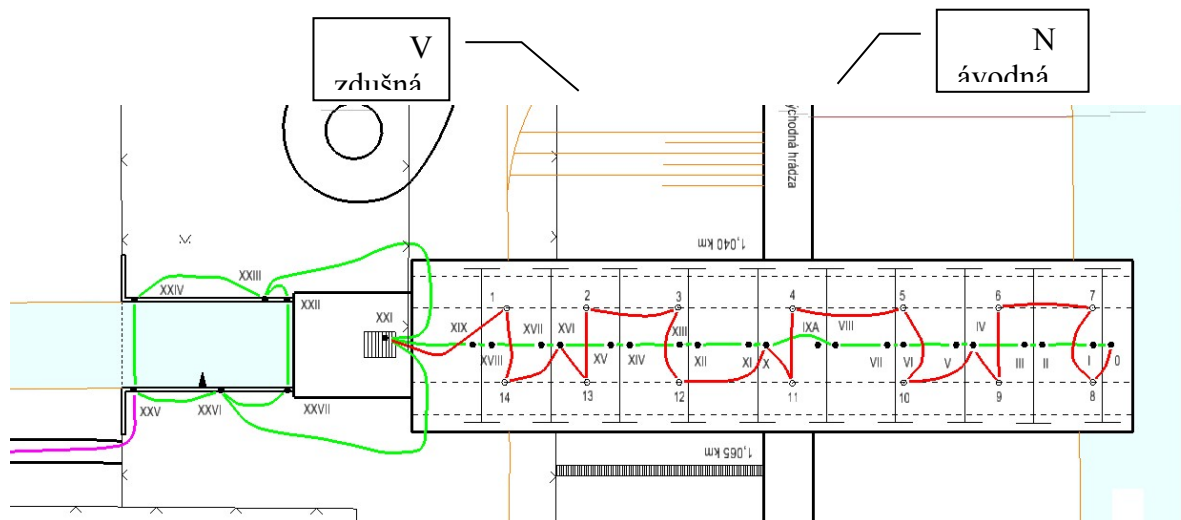


Obr. 5 Bezpečnostný priepad

Dnový výpust je lokalizovaný kolmo na východnú hrádzu v km 1,05 a jeho dĺžka je asi 120 m. Je situovaný pod úrovňou dna Zemplínskej Šíravy, aby bolo možné v prípade potreby vypustiť celý objem nádrže. V blízkosti dnového výpustu sa nachádzajú tri vzťažné body: PVB4, PVB5, PVB6. Sústava pozorovaných bodov pozostáva zo skupiny 21 bodov v podlahe dnového výpustu, ďalej zo 14-tich bodov na potrubí dnového výpustu a ďalších 7 bodov je na výtokových krídlach. Pozorované body sú relatívne husto osadené, zámery počas merania dosahujú do 10 m, teplota v podzemí je stála okolo 13°C. Na meranie je potrebné umelé

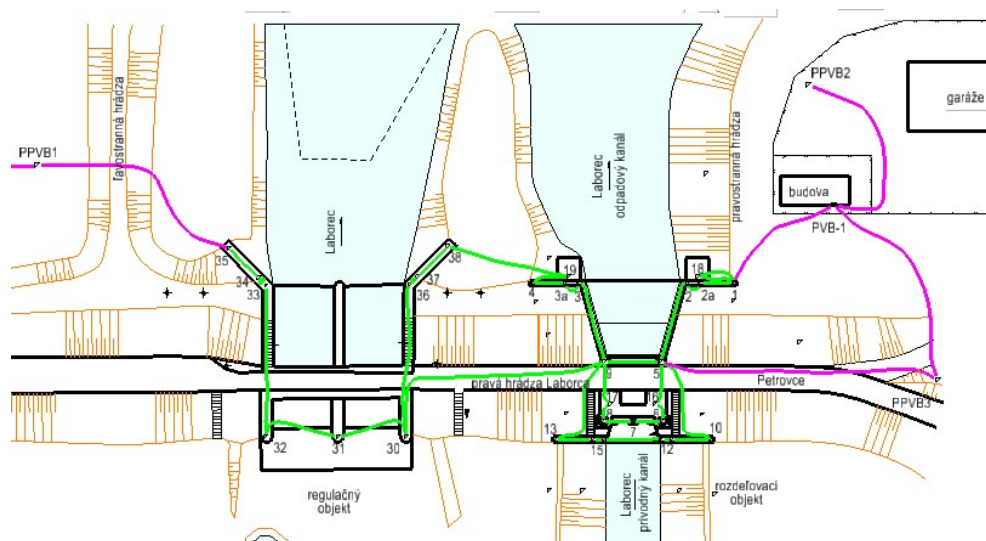
osvetlenie. Z uvedených dôvodov sa vyrovnanie robí samostatne, teda oddelene od meraní bodov východnej hrádze, ale s tým, že sa použije jeden pripojovací bod, ktorý vzíde práve z komplexného vyrovnania východnej hrádze vzťahnutého k 12-tim vzťažným bodom a k nemu sa meranie dnového výpustu pripojí.

V roku 2014 bolo realizované na tomto objekte 82. etapové meranie zvislých posunov. Všetky body dnového výpustu vykazujú dobrú stabilitu a teda potvrdzujú tým aj stabilitu celého objektu. Zvislé posuny za obdobie 14-tich rokov nadobúdajú hodnoty ± 2 mm. Obrázok č. 6 znázorňuje postup nivelácie cez všetky pozorované body v dnovom výpuste, t.j. predstavuje observačný plán merania.



Obr. č. 6 Observačný plán merania pozorovaných bodov v dnovom výpuste

Hať Petrovce pozostáva z regulačného objektu (postaveného v r. 2004) a pôvodného rozdeľovacieho objektu, v hrádzi prírodného kanála. Objekty prevádzajú povodňové prietoky do Laborca pod vodohospodárskym uzlom Petrovce. Regulačný objekt je navrhnutý ako hať s dvoma poľami so šírkou 2 x 12 m. Pôvodný rozdeľovací objekt pozostával z jedného poľa.



Obr. č. 7 Observačný plán merania vzťažných a pozorovaných bodov Hate Petrovce

V okolí Hati Petrovce sa nachádza päť vzťažných bodov. Sústava pozorovaných bodov pozostáva zo skupiny 9 bodov, osadených na „regulačnom objekte“ a 21 bodov na „rozdeľovacom objekte“.

V roku 2014 bolo realizované na rozdeľovacom objekte 52. etapové meranie zvislých posunov a na regulačnom objekte 9. etapové meranie. Všetky pozorované body na Hati Petrovce vykazujú veľmi dobrú stabilitu. Zvislé posuny za obdobie 14-tich rokov nadobúdajú hodnoty ± 2 mm. Obrázok č. 7 znázorňuje observačný plán merania vzťažných a pozorovaných bodov Hate Petrovce.

5 ZÁVER

Na základe našich skúseností, ktoré sme nadobudli počas 15-tich etapových meraní na vodnej stavbe Zemplínska Šírava môžeme konštatovať, že zvislé posuny, či sadanie jednotlivých objektov predmetnej vodnej stavby zásadne nekorešponduje s aktuálnym stavom, resp. výškou hladiny vody vo vodnej nádrži. Priemerná výška hladiny vodnej stavby Zemplínska Šírava bola 113,06 m počas 15-tich nami realizovaných meraní. Minimálna výška hladiny bola zaznamenaná v 49. etape (111,28 m) a maximálna v 53. etape (113,84 m). Aj keď sa závislosť zvislých posunov od meniacej sa výšky vodnej hladiny na predmetnej vodnej stavbe nepotvrdila, nemožno túto vylúčiť pri iných typoch hrádzi, hlavne vyšších, na ktorých dochádza k väčším zmenám výšky hladiny v nádrži. Namerané a vyhodnotené výsledky zvislých posunov, či sadania na vodnej stavbe Zemplínska Šírava možno prisúdiť predovšetkým pokračujúcej miernej konsolidácii jednotlivých hrádzi a objektov.

LITERATÚRA

- [1] ABAFFY, D.- LUKÁČ, M.: Priehrady a nádrže na Slovensku. Bratislava, Vydavateľstvo Alfa 1991. ISBN 80-05-00926-7. 144 s.
- [2] LUKÁČ, M.- BEDNÁROVÁ, E.: Navrhovanie a prevádzka vodných stavieb. Sypané priehrady a hrádze. Bratislava, Vydavateľstvo Jaga group, s.r.o. 2006. 184 s.
- [3] LUKÁČ, Š.: Vyhodnocovanie nameraných údajov a interpretácia výsledkov deformačných meraní rozsiahlych vodných diel. In: XXVIII. Priehradné dni 2002. Bratislava, SPV a SVS 2002. 8 s.
- [4] LUKÁČ, Š.- ŽÁK, M.: Etapové merania zvislých posunov VS Zemplínska Šírava. Bratislava, LIPG, s.r.o. 2000 – 2014.