

# POROVNANIE ETAPOVÝCH MERANÍ POSUNOV VS STARINA REALIZOVANÝCH VIACERÝMI ZHOTOVITEĽMI Z POHĽADU POVERENEJ ORGANIZÁCIE

**Martin Hamrák<sup>1</sup>**

## **Abstrakt**

*Tento príspevok ukazuje spôsoby merania VS Starina od jej základného merania, spôsob spracovania výsledkov deformačných meraní v rámci TBD, ich interpretácie a nápravy.*



*Obr. 1 Pohľad na VS Starina*

---

<sup>1</sup> Martin Hamrák, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava e-mail: martin.hamrak@vzb.sk

## 1 ÚVOD

Priehrada bola vybudovaná na rieke Ciroche v riečnom km 37,250, cca 5 km severne nad obcou Stakčín. Ide o viacúčelovú vodnú nádrž, pričom jej hlavnou funkciou je zásobovanie východného Slovenska pitnou vodou (najmä Prešova a Košíc). Geologická skladba je reprezentovaná flyšoidným, prevažne pieskovcovým súvrstvom, najmä na vzdušnej strane. Časť návodnej strany na pravom svahu sa skladá z pieskovcov, ílovcov a slitovcov. Na návodnej strane je podložie charakterizované ílovcovým súvrstvom. Na skalnom podloží sa nachádza kvartérna pokrývka, ktorej mocnosť dosahuje veľkosť až 8,5 m. Toto množstvo štrkopieskov však nebolo postačujúce na výstavbu celej priehrady, preto bolo potrebné nájsť ložiská materiálu do stabilizačných priziem aj v iných lokalitách. Ďalšou úlohou geologického prieskumu bolo nájsť vhodné ložiská hliny, ktorá bola zabudovaná do tesniaceho jadra. Výstavba priehrady sa realizovala v rokoch 1983 – 1988. Vodná stavba Starina je heterogénna zemná priehrada, so stredovým hlinitým tesnením, v korune je široká 7 m a v päte, v oblasti údolnej nivy približne 310 m. Dĺžka priehrady v korune, ktorá je na kóte 345,0 m n. m. je 311 m. Prevýšenie priehrady nad maximálnou retenčnou hladinou je 2,0 m, sklony svahov sú premenlivé. Návodný svah má pri korune sklon 1 : 2 a pri päte 1 : 3,75, sklon vzdušného svahu sa pohybuje v rozmedzí 1 : 2 až 1 : 2,75. Plynulosť svahu prerušujú lavičky o šírke 3,0 m. Vzdušný svah je zahumusovaný a zatravnovaný. [1]

## 2 MERANIE ZVISLÝCH POSUNOV

Ako prvé boli vybudované vzťažné body PVB-1, PVB-2 a PVB-3 a ich základné meranie bolo 2. 11. 1984 a boli pripojené na tri body štátnej nivelačnej siete (nivelačný ťah: Z<sub>34</sub> ab Stakčín – Ruská, body: 11, 13, 15). Postupne počas výstavby vodného diela boli priberané do merania zvislých posunov novovybudované pozorované body na budovaných objektoch. Tieto merania zabezpečovali pracovníci Vodohospodárskej výstavby.

V prvom etapovom meraní 11.4.1985 bolo vykonané základne meranie 40 pozorovaných bodov, založených na lavičke návodnej strany hrádze, v komunikačnej a injekčnej chodbe. V ôsmom etapovom meraní 8.7.1987 bolo už do merania zahrnutých viac ako 200 pozorovaných bodov.

Po spustení priehrady do overovacej prevádzky boli v deviatom etapovom meraní 6.11.1987 zamerané nové vzťažné body PVB-4 až PVB-7 v tesnej blízkosti priehrady a pozorované body na korune hrádze, najvyššej lavičke a na schodoch vzdušnej strany hrádze. V ďalších rokoch boli už nové body priberané do merania len sporadicky. Počas napúšťania priehrady bolo deformačné meranie vykonané celkovo sedemkrát za dva roky.

12.7.1989 bolo vykonané 16. kontrolné meranie zvislých posunov, ktoré bolo prvým meraním pri naplnenej priehrade. Do roku 1992 bola priehrada meraná nivelačne dvakrát do roka a od roku 1993 vždy v jesenných mesiacoch jedenkrát ročne. V súčasnej dobe sú na vodnej stavbe Starina vyhodnocované zvislé posuny na siedmich vzťažných a 253 pozorovaných výškových bodov. Jeden bod je zničený a 26 bodov je pod vodnou hladinou na návodnej strane.

Do 20. etapového merania boli kontrolné geodetické práce vykonávané zamestnancami Vodohospodárskej Výstavby, š.p. Bratislava, prístrojom Zeiss Ni 007. Ďalšie merania až do 39. etapového merania z roku 2010 boli vykonávané spoločnosťou Geoservis TBD.

V roku 2011 meranie vykonala firma Sudop trade, s.r.o., Košice prístrojom Sokia SDL1X. V tomto meraní neboli zamerané 4 body. Iné nedostatky v elaboráte neboli zistené !

V roku 2012 meranie vykonala firma LIPG, s.r.o., Bratislava, prístrojom Trimble DINI 12T. Nemerané boli 4 body. Iné nedostatky neboli zistené.

V roku 2013 meranie vykonala firma Geodestav, s.r.o., Košice prístrojmi Leica DNA03 a Topcon DL-101C. Firma zamerala len štyri vzťažné výškové body pod priehradou a z nich vybrala jeden, ktorého výšku zafixovala a priradila mu posun 0 mm. Zvyšné vzťažné body domerala až po výzve od poverenej organizácie na výkon TBD.

### 3 MERANIE VODOROVNÝCH POSUNOV

Vodorovné posuny sa začali merať v auguste 1987. Vodorovné uhly sa merali prístrojom Wild T3 (presnosť merania uhla 0,5") a dĺžky medzi vzťažnými bodmi boli zmerané prístrojom Kern DM 502 s presnosťou meranej dĺžky 5mm + 5ppm. Vzťažné body boli vyrovnané cez polygónový ťah, keďže sa sieť nedala merať kvôli budovám staveniska. Súradnicový systém bol zvolený tak, že os +Y je rovnobežná s korunou hrádze. Os +X je v smere toku vody.

V ďalších dvoch meraniach boli posuny merané len trigonometricky. V treťom kontrolnom meraní bolo vykonané základne meranie vzťažných bodov nad korunou hrádze a bodov zámernej priamky. Na spresnenie siete vzťažných bodov boli dĺžka medzi vzťažnými bodmi zamerané novozakúpeným prístrojom Mekometer ME 5000 (presnosť meranej dĺžky 0,2 mm + 0,2 ppm). V ďalších meraniach boli pozorované aj vzťažné body merané trigonometricky prístrojom Wild T3 a dĺžka premeriavané prístrojom Mekometer ME 5000.

Od 13. etapového merania v roku 1992 vykonávala merania firma Geoservis TBD. Vodorovné posuny boli merané len trigonometricky. V roku 2010 v 31. etapovom meraní vodorovných posunov bol použitý prístroj Leica TC 1610 (presnosť meranej dĺžky 3 mm+2 ppm) na meranie dĺžok a prístrojom Wild T3 boli merané osnovy smerov na vzťažné body. Od tohto merania boli vodorovné súradnice pozorovaných bodov vypočítané spoločným vyrovnaním z dĺžok a vzťažné body aj z uhlov.

V roku 2011 32. etapové meranie vodorovných posunov realizovala firma Sudop trade, spol. s.r.o. Košice. Tá na meranie použila totálnu stanicu Topcon GTS7002i (s presnosťou merania dĺžok 2 mm+2 ppm a uhlov 2").

V roku 2012 meranie uskutočnila firma LIPG, s.r.o., Bratislava s prístrojom Topcon GTS 602 (presnosť meranej dĺžky 2 mm + 2 ppm a presnosť uhla 2").

V roku 2013 meranie uskutočnila firma Geodestav, s.r.o., Košice. Na meranie použila meračskú stanicu Leica Viva TS15 (s presnosťou merania dĺžok 1 mm+1,5 ppm a uhlov 1"). V technickej správe je uvedené, že na meranie použili jeden odrazový hranol Leica a mini hranolová súprava!

## 4 SPRACOVANIE NAMERANÝCH ÚDAJOV

Úlohou oddelenia Technicko-bezpečnostného dohľadu (TBD), v ktorom majú svoje miesto aj geodeti je zhromažďovať a vyhodnocovať merania vykonávané na vodných stavbách (VS) I. a II. kategórie (zo zákona č. 364/2004 Z.z. - Vodný zákon) a niektorých stavbách z nižších kategórií na základe objednávok. Prevádzkovateľ VS si podľa harmonogramu meraní objedná deformačné meranie u geodetickej firmy. Tá dodá autorizačne overené výsledky deformačného merania prevádzkovateľovi VS a ten ich prepošle na TBD Vodohospodárskej výstavby, š.p.. Tu sa uložia do príslušného adresára v rámci zaužívanej adresárovej štruktúry **\PbaH(povodie)\Starina (vodná stavba)\**. V tejto štruktúre sú ukladané výsledky merania, tak ako došli k nám v rôznych elektronických formátoch. Jednotlivé etapové merania sú potom nahrané do excelového súboru **Data\_Starina\_VM.xls**. V tomto súbore sú v stĺpcoch zapísané jednotlivé etapové merania. V prvom stĺpci je označenie riadkov názvom bodu, alebo meranej hodnoty. V druhom stĺpci je základné meranie, v treťom je dátum základného merania. Ak by na VS pribudol nový vzťažný, alebo pozorovaný bod, tak do týchto stĺpcov vložíme riadok, dopíšeme jeho výšku a kódovaný dátum základného merania. V ďalších stĺpcoch sú už samotné etapové merania. V prvom riadku je číslo etapového merania v našom prípade **42**, v druhom je zakódovaný dátum merania vo formáte **1(konštanta)01(deň)10(mesiac)13(rok)**, v treťom riadku je teplota vzduchu, pri ktorom bolo meranie realizované **10°C**, v štvrtom riadku je výška hladiny vody v nádrži **334,79** m n.m., v ďalších riadkoch sú vyrovnané výšky jednotlivých vzťažných a následne pozorovaných bodov, rozdelených podľa jednotlivých objektov VS. Ak danú hodnotu z rozličných dôvodov nemáme, vložíme konštantu **-1**.

	A	B	C	D	E	F	AS	AT	AU	AV	AW	AX
2	STARINA	ZM	Dátum	0	1	2	3-40	41	42			
3	Dátum	1021184	ZM	1021184	1110485	1180985		1041012	1011013			
4	Teplota	8,0		8,0	14,0	20,0		17,5	10,0			
5	Hladina	295,00		295,00	295,00	295,00		337,60	334,79			
6		VZTAŽNÉ VÝŠKOVÉ BODY :										
7	PVB-1	296,1979	2.11.1984	296,1979	296,1973	296,1973		296,19740	296,1972	0,1	PVB-1	
8	PVB-2	292,6573	2.11.1984	292,6573	292,6572	292,6572		292,65710	292,6570	0,4	PVB-2	
9	PVB-3	299,9879	2.11.1984	299,9879	299,9880	299,9874		299,98708	299,9871	0,2	PVB-3	
10	PVB-4	306,4316	6.11.1987	-1	-1	-1		306,43707	306,4373	0,1	PVB-4	
11	PVB-5	305,6601	6.11.1987	-1	-1	-1		305,66015	305,6601	0,1	PVB-5	
12	PVB-6	297,8702	6.11.1987	-1	-1	-1		297,86794	297,8679	0,0	PVB-6	
13	PVB-7	295,5579	6.11.1987	-1	-1	-1		295,55780	295,5579	0,0	PVB-7	
14		POZOROVANÉ VÝŠKOVÉ BODY :										
15		KVB - na vtokovom objekte :										
16	KNB-1	301,6308	6.11.1987	-1	-1	-1		301,62412	301,6248	0,4	KNB-1	
17	KNB-2	301,6212	6.11.1987	-1	-1	-1		301,61557	301,6162	0,4	KNB-2	
18	KNB-3	301,4405	19.3.1986	-1	-1	-1		301,43336	301,4341	0,4	KNB-3	
19	KNB-4	301,3041	19.3.1986	-1	-1	-1		301,29955	301,3001	0,4	KNB-4	
20		KVB - v komunikačnej chodbe :										
21	KNB-5	301,2908	19.3.1986	-1	-1	-1		301,28571	301,2864	0,4	KNB-5	
22	KNB-6	301,1729	11.4.1985	-1	301,1729	301,1728		301,16502	301,1657	0,4	KNB-6	
23	KNB-7	301,1703	11.4.1985	-1	301,1703	301,1707		301,16256	301,1632	0,4	KNB-7	
24	KNB-8	301,0498	11.4.1985	-1	301,0498	301,0518		301,04256	301,0432	0,4	KNB-8	
25	KNB-9	301,0356	11.4.1985	-1	301,0356	301,0374		301,02700	301,0275	0,4	KNB-9	

Obr. 2 Excelový súbor výšok od základného po 42. etapové meranie na VS Starina

Z týchto údajov sú spracovávané požadované prílohy do etapových správy (ES) príslušnej VS. Vytvárajú sa tabuľky, grafy podľa požiadaviek povereného pracovníka TBD,

ktorý má pridelenú danú VS. Výsledkom je **Geodetická príloha do ES TBD VS STARINA za rok 2013.pdf**, ktorá obsahuje textovú časť, tabuľky, situácie a grafy.

V textovej časti je uvedená firma a zodpovedná osoba, ktorá meranie realizovala, popis spôsobu merania, použité geodetické prístroje a stredné chyby z vyrovnania. Následne je podľa jednotlivých objektov počínajúc od vzťažných bodov zhodnotená ich stabilita. Sú tu vypísane maximálne a minimálne hodnoty posunov za posledné sledované obdobie (spravidla ročné), za posledných päť rokov, desať rokov, od základného merania, alebo od významnej udalosti (začiatok skúšobnej prevádzky, začiatok trvalej prevádzky). Ak sú body alebo celé objekty s významnými anomáliami, tak na nich upozorníme, zdôvodníme prečo neboli body merané.

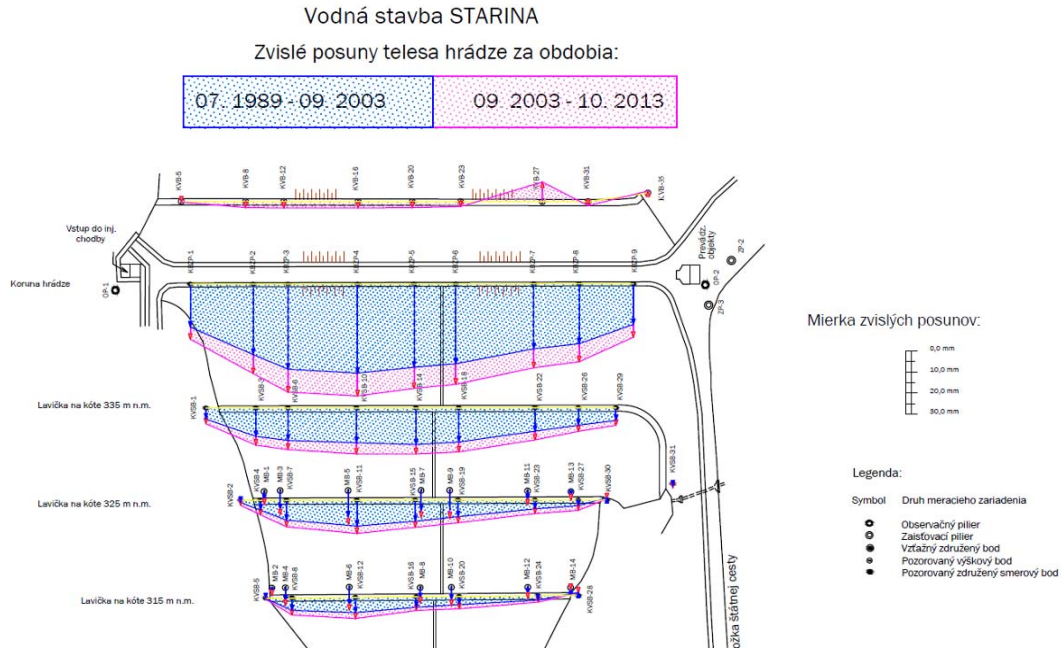
V tabuľkách sú pre všetky body danej VS uvedené vyrovnané nadmorské výšky základného merania s ich dátumom, výšky posledného etapového meranie a posuny za posledné tri ročné obdobia, za posledných päť, desať rokov a od základného meranie. Pre správy, ktoré sú od výstavby, to môžu byť aj za iné obdobia podľa požiadaviek.

Bod	Nadmorská		Zvislý posun za obdobie [mm]						Nadmorská výška 42. m.	Zvislý posun za obdobie [mm]					
	výška ZM	Dátum ZM	09. 2008	09. 2009	09. 2010	10. 2011	10. 2012	10. 2013		ZM	07. 1987	07. 1989	10. 2013	09. 2008	09. 2003
Teplota	8,0		1,0	-2,0	-6,5	7,0	-7,5	10,0	16,0	-1,5	-12,5	-8,0	-8,0	-8,0	2,0
Hladina	295,00		-0,70	1,10	-2,20	1,50	-2,81	334,79	0,00	45,00	-5,21	-3,11	-0,41	39,79	
<b>VZŤAŽNÉ VÝŠKOVÉ BODY :</b>															
PVB-1	296,1979	11.1984	-0,1	0,0	0,4	0,0	-0,2	296,1972	-0,6	0,7	-0,8	0,1	-0,1	-0,7	
PVB-2	292,6573	11.1984	-0,8	-0,7	0,8	0,0	-0,1	292,6570	-0,2	0,9	-1,0	-0,8	0,0	-0,3	
PVB-3	299,9879	11.1984	-0,4	-0,3	-0,2	0,6	0,0	299,9871	0,0	-0,1	-0,7	-0,3	-0,5	-0,8	
PVB-4	306,4316	11.1987	0,6	0,3	-0,2	0,9	0,2	306,4373	xx.x	xx.x	6,2	1,8	3,3	5,7	
PVB-5	305,6601	11.1987	0,4	0,2	-0,6	0,3	0,0	305,6601	xx.x	xx.x	0,0	0,3	-0,8	0,0	
PVB-6	297,8702	11.1987	0,3	0,3	-0,3	-0,2	0,0	297,8679	xx.x	xx.x	-1,8	0,1	-0,7	-2,3	
PVB-7	295,5579	11.1987	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	295,5579	xx.x	xx.x	-0,3	0,2	0,1	-0,1	
<b>POZOROVANÉ VÝŠKOVÉ BODY :</b>															
<b>KVB - na vtakovom objekte :</b>															
KNB-1	301,6308	11.1987	0,2	0,2	-0,8	0,2	0,7	301,6248	xx.x	xx.x	-1,5	0,5	-0,1	-6,0	
KNB-2	301,6212	11.1987	0,3	0,3	-0,9	0,4	0,7	301,6162	xx.x	xx.x	-0,7	0,7	0,3	-5,0	
KNB-3	301,4405	03.1986	0,4	0,1	-0,9	0,4	0,7	301,4341	-1,5	-3,6	-1,3	0,7	0,1	-6,4	
KNB-4	301,3041	03.1986	0,5	0,4	-1,3	0,7	0,6	301,3001	-0,1	-3,2	-0,7	0,9	0,4	-4,0	
<b>KVB - v komunikačnej chodbe :</b>															
KNB-5	301,2908	03.1986	0,5	0,3	-1,3	0,7	0,7	301,2864	-0,3	-3,4	-0,7	0,9	0,4	-4,4	
KNB-6	301,1729	04.1985	0,6	0,1	-1,0	0,6	0,7	301,1657	-3,7	-2,4	-1,1	1,0	0,1	-7,2	
KNB-7	301,1703	04.1985	0,5	0,2	-0,9	0,6	0,6	301,1632	-3,7	-2,7	-0,7	1,0	0,2	-7,1	
KNB-8	301,0498	04.1985	0,4	0,5	-1,2	0,6	0,6	301,0432	-3,7	-1,6	-1,3	0,9	0,0	-6,6	
KNB-9	301,0356	04.1985	0,3	0,5	-1,1	0,6	0,5	301,0275	-5,1	-1,8	-1,2	0,8	0,0	-8,1	

*Obr. 3 Tabuľka zvislých posunov VS Starina, príloha do ES za rok 2013*

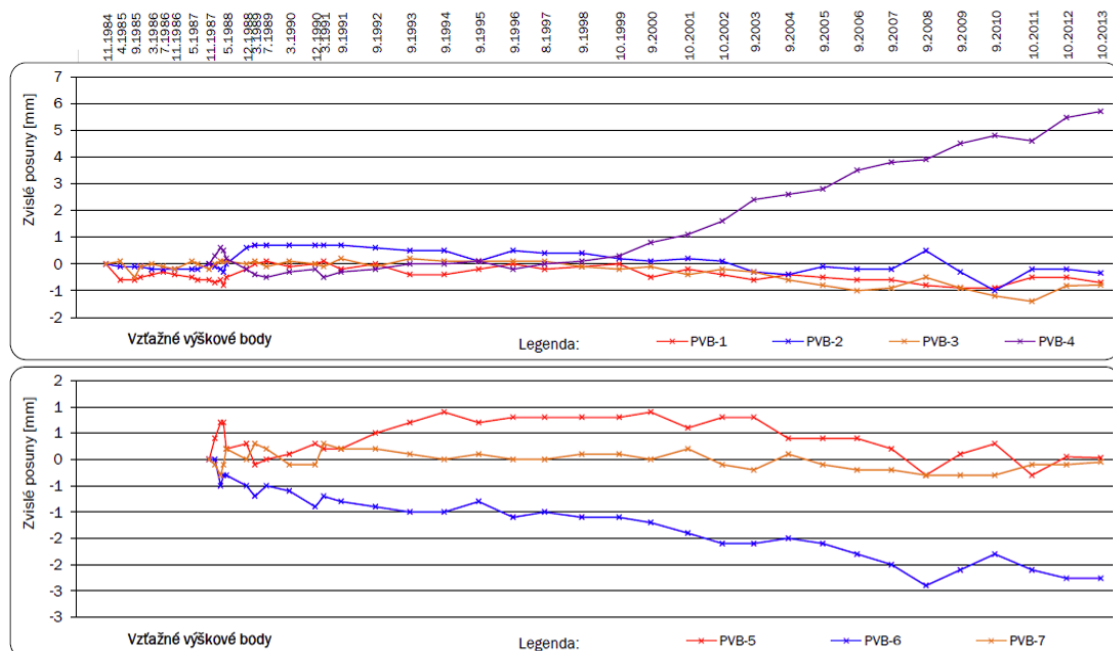
V situáciách je graficky znázornená poloha bodu v rámci VS a na niektorých bodoch znázornený aj posun za určitý časový úsek.



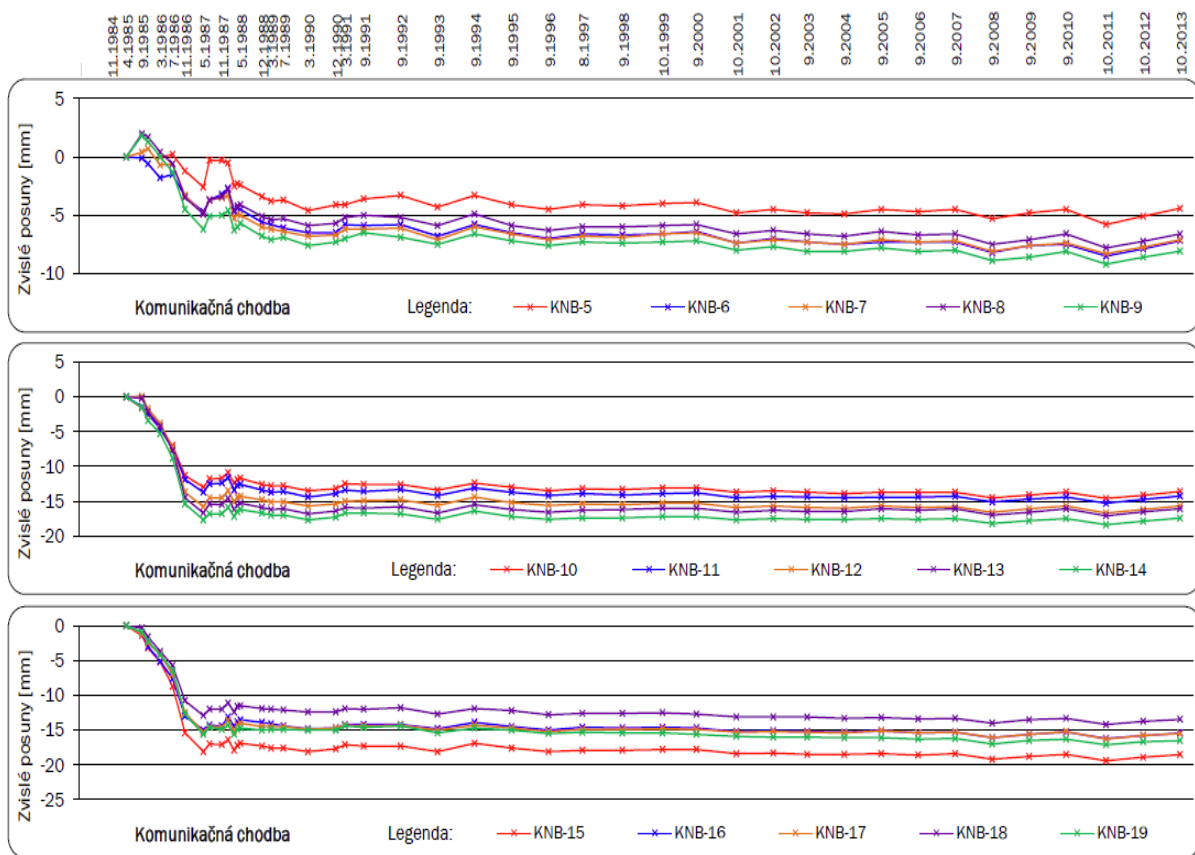


*Obr. 4 Zvislé posuny telesa hrádze, príloha do ES za rok 2013*

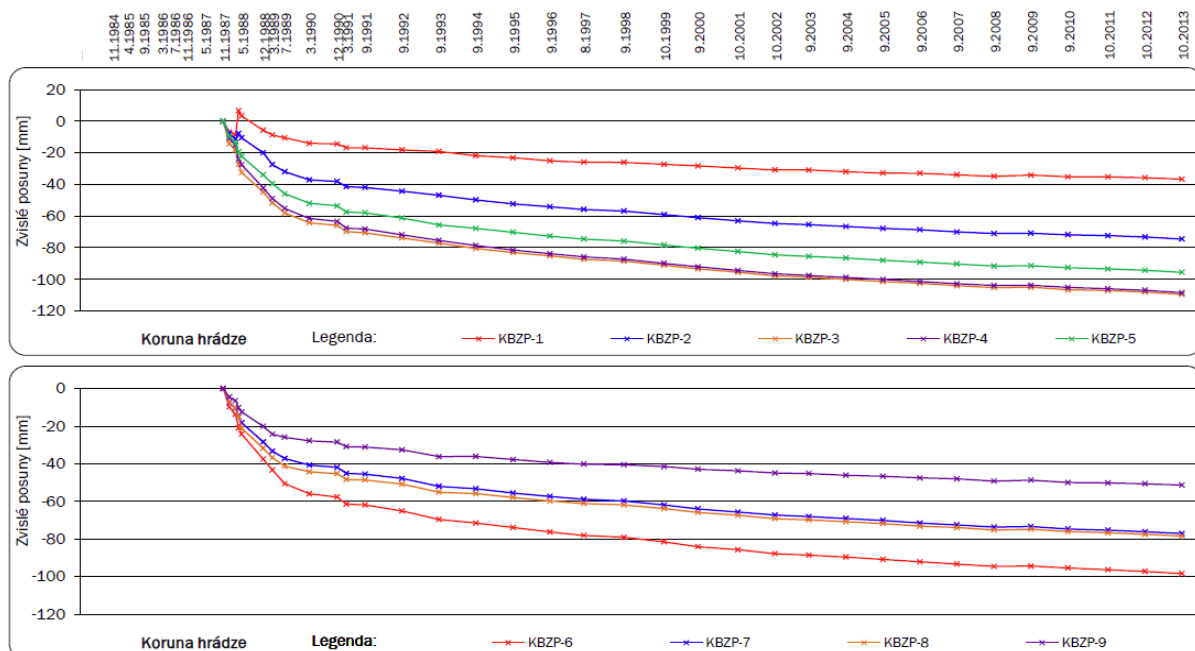
Ďalšou nemenej podstatnou časťou sú grafy. Z týchto grafov možno vyčítať aj trendy posunov bodov, ktoré sú z tabuliek menej zrozumiteľné. Grafy rozdeľujeme na časové, kde je graficky vykreslený posun bodov za dlhšie časové obdobie alebo od základného merania. V pričných grafoch sú vykreslené posuny koruny a lavičiek od základného merania a obvykle za posledných päť rokov.



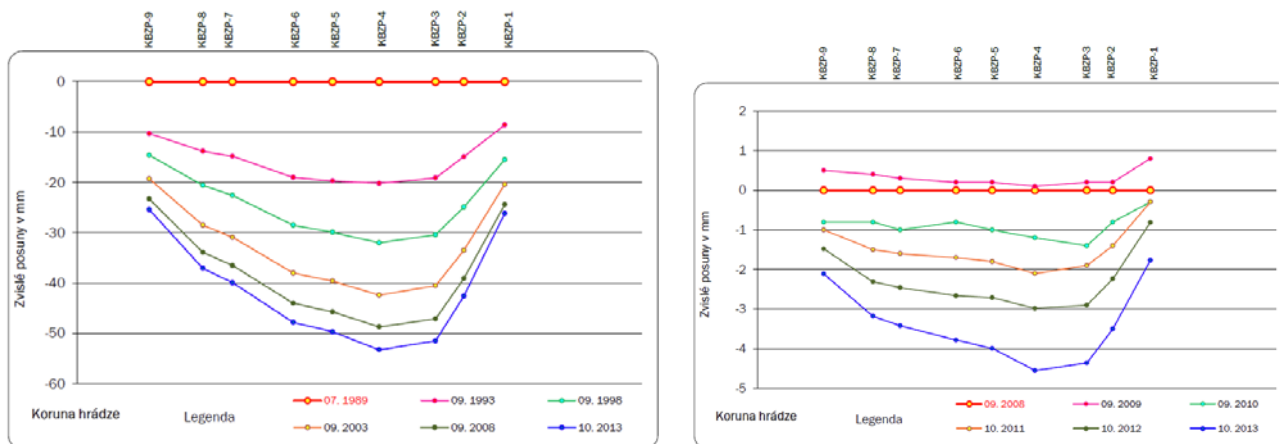
*Obr. 5 Grafické znázornenie časového priebehu zvislých posunov na VS Starina, príloha do ES za rok 2013, vzťažné body*



Obr. 6 Grafické znázornenie časového priebehu zvislých posunov na VS Starina, príloha do ES za rok 2013, komunikačná chodba



Obr. 7 Grafické znázornenie časového priebehu zvislých posunov na VS Starina, príloha do ES za rok 2013, koruna hrádze



Obr. 8 Grafické znázornenie priebehu sadania v pozdĺžnom reze na VS Starina, príloha do ES za rok 2013, koruna hrádze

Z grafov možno vyčítať, že vzťažný výškový bod PVB-6 je najmenej stabilný od základného merania a bod PVB-4 sa začal dvíhať až od roku 2000. Komunikačná chodba od roku 1989 dosadla a ďalej sadá len minimálne. Koruna hrádze ešte nedosiahla konsolidáciu a je tu ešte predpokladané sadanie. Všetky tieto a ďalšie dáta vstupujú do výpočtov krajných a kritických hodnôt a majú aj priamy vplyv na prevádzku VS.

Z meraní vodorovných posunov spracujeme rovnakým spôsobom údaje v excelovskom formáte, v ktorom sú vyrovnané súradnice vzťažných a pozorovaných bodov. Ak však prídu od prevádzkovateľa VS nekorektné údaje, upozorníme odborne spôsobilú osobu na výkon TBD, ktorá má danú VS na starosti a po dohode s prevádzkovateľom sa dohodnú ďalšie kroky, potrebné na to, aby sa mohli dané údaje použiť na ďalšie spracovanie.

Dodávateľ nám zaslal výsledky deformačných meraní z roku 2013, ktoré som v tabuľke označil ako 34A. Následne bol vyzvaný dodávateľ a spracovateľ, aby nám doručil svoje prvotné namerané dáta, aby bolo možné vykonať kontrolný výpočet v našom programe na vyrovnanie lokálnej polohovej siete. Zápisníky merania nám však neposlal a ako dodávateľ si meranie prerátal sám. Výsledky sú označené ako 34B. Nakoniec sme meranie vodorovných posunov VD Starina za rok 2013 uskutočnili sami z dôvodu neočakávaného posunu bodov, nameraným dodávateľom v rámci technickej pomoci SVP, š.p. v apríli 2014 v tabuľke označené ako 34. etapové meranie vodorovných posunov.



Označenie bodu	Stredné chyby 34A a 34B m. 15. 04. 2014		Stredné chyby 34. merania 15. 04. 2014		Vodorovné posuny za obdobie [mm]					
					10. 2012 - 33		10. 2012 - 33		10. 2012 - 33	
					10. 2013 - 34A		10. 2013 - 34B		04. 2014 - 34	
	mY[mm]	mX[mm]	mY[mm]	mX[mm]	dY [mm]	dX [mm]	dY [mm]	dX [mm]	dY [mm]	dX [mm]
<b>VZŤAŽNÉ POLOHOVÉ BODY :</b>										
PVB-5	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	0,0	-1,2	8,2	0,0	0,0
PVB-6	1,3	0,0	0,9	0,6	-0,4	0,7	-7,9	8,3	-2,3	-1,6
PVB-4	0,8	1,3	0,6	1,0	-3,6	15,2	-4,4	20,1	1,8	-1,8
PVB-7	0,8	1,1	0,5	0,6	-0,8	1,8	-7,6	4,9	0,3	1,4
PVB-3	1,0	0,7	0,3	0,9	-10,4	-5,8	-12,0	-4,0	0,9	0,0
PVB-2	1,3	0,8	0,3	0,1	21,5	-12,9	10,2	-18,2	0,9	0,9
PVB-1	0,9	0,6	0,0	0,0	-2,5	-4,2	-12,0	-4,0	1,5	1,3
OP-1	rajón		1,5	0,9	xx,x	2,9	xx,x	2,9	xx,x	2,9
OP-2	rajón		1,5	0,9	xx,x	2,4	xx,x	2,4	xx,x	2,4
ZP-3	rajón		1,5	0,9	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
<b>POZOROVANÉ POLOHOVÉ BODY :</b>										
Lavička na kóte 335,0 m n.m.										
KVSB-1	1,2	0,8	1,5	0,8	15,8	-4,4	5,2	8,0	-0,5	1,0
KVSB-3	0,7	1,0	1,5	0,7	13,3	-9,8	3,6	2,7	2,5	1,8
KVSB-6	0,6	1,0	1,5	0,6	10,4	-11,5	1,5	1,1	1,2	1,2
KVSB-10	0,6	1,1	1,5	0,6	10,3	-9,9	2,8	2,9	2,4	2,1
KVSB-14	0,6	1,1	1,5	0,7	9,7	-13,5	3,4	-0,5	0,7	0,7
KVSB-18	0,6	1,1	1,5	0,7	8,0	-15,3	2,7	-2,2	1,2	0,9
KVSB-22	0,6	1,1	1,5	0,8	3,9	-12,8	0,2	0,5	0,7	1,6
KVSB-26	0,6	1,1	1,5	0,9	-2,6	-9,4	-5,5	4,1	1,3	2,3
KVSB-29	1,1	0,8	1,5	1,1	-16,8	-2,1	-18,4	11,5	-1,4	1,4
KVSB-31	1,2	0,7	1,4	1,2	-9,9	-12,0	-10,1	1,0	-0,7	2,0

Obr. 9 Tabuľka vodorovných posunov na VS Starina, porovnanie 33. etapového merania a dvoch 34A 34B od dodávateľa a nami meraného 34. etapového merania

Stredné chyby dodávateľa sú v poriadku do dvoch milimetrov. Po prepočítaní svojich meraní sa hodnoty stredných chýb nezmenili. No keď sa pozrieme na posuny, vidíme, že vzťažné body nie sú podľa jeho merania stabilné ani v jednom prípade. Vykazujú posuny nad 2 cm. V týchto hodnotách sa pohybujú posuny vzťažných bodov od základného merania a nie je pravdepodobné, aby dosiahli veľkosť také isté hodnoty za jeden rok. Naše meranie tieto hypotézy potvrdilo. Vzťažné body po roku a pol dosiahli hodnoty posunov do 3 mm, kde ich môžeme kvalifikovať ako stabilné. Najväčší posun mal bod PVB-6 2,8 mm.

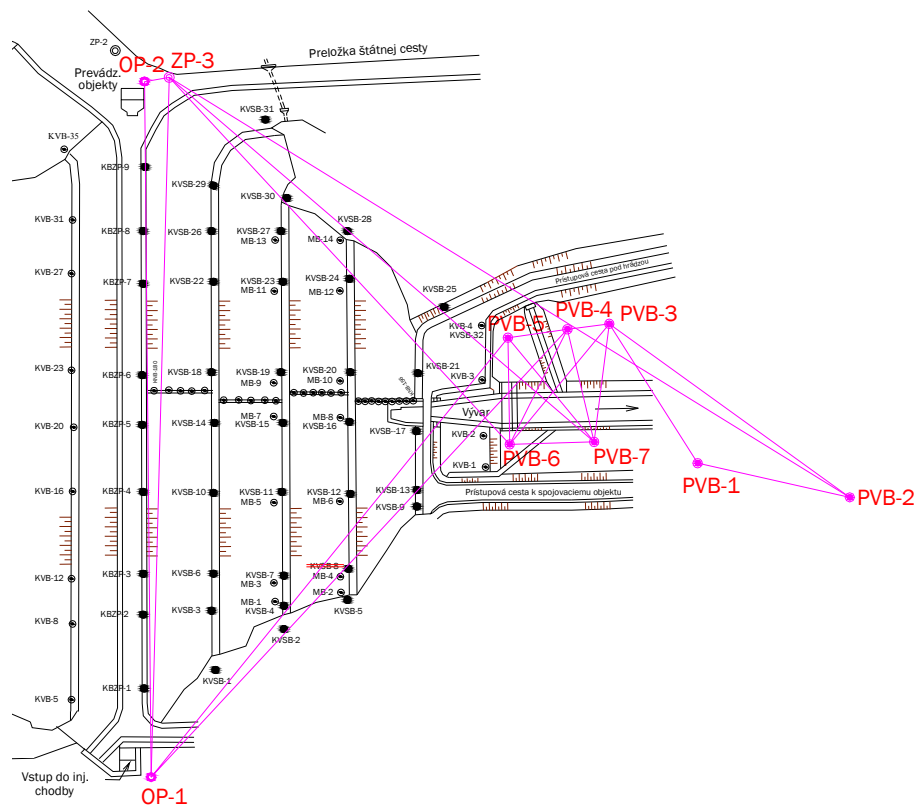
## 5 KONTROLNÉ MERANIE VYKONANÉ POVERENOU ORGANIZÁCIOU

Pri kontrolnom meraní bol zmenený aj postup merania. Do siete vzťažných bodov boli doplnené tri body nad korunou hrádze v jej osi OP-1, OP-2, ZP-3. Pozorované body zámernej priamky boli pravidelne merané len rajónom z bodu OP-1, s orientáciou na bod OP-2. Súradnice týchto vzťažných bodov boli považované za nemenné. Toto riešenie bolo vyhovujúce v dobe slávy prístroja Wild T3, kedy bola presnosť merania uhla oveľa väčšia ako presnosť merania dĺžky. V súčasnej dobe, keď je presnosť merania dĺžky na tak vysokej úrovni, je dané riešenie nevyhovujúce. Pozorované body sú stabilizované pilierom s centračnou doskou asi meter nad zemou a je ich možné zamerať aj z dolných vzťažných bodov, považujeme za nevyhnutné, aby boli body zámernej priamky merané aj vypočítané spoločným vyrovnaním uhlov a dĺžok vzťažných a pozorovaných bodov.

Vzhľadom na to, že deformačné merania sú precíznou a špecifickou oblasťou problematiky inžinierskej geodézie a nie rutinná geodézia. Je to dlhodobý proces a preto je nevyhnutné, aby geodeti, ktorí túto prácu robia mali potrebné skúsenosti zo systémom merania a následným spracovaním nameraných údajov. Nie menej podstatné je aj použité technické vybavenie. No nestačí, ak prídu na VS s vyhovujúcim prístrojom a len dvoma odrazovými hranolmi. Musia však aj vedieť, ako boli údaje spracovávané v predchádzajúcich etapových meraniach, na aký spoločný horizont sa redukovali vodorovné dĺžky a zásadne použiť rovnaký spôsob výpočtu. Nie je vhodné, aby si svojvoľne vnášali rôzne redukcie, alebo menili súradnicový systém VS. Podľa našich doterajších skúseností je neustále menenie dodávateľov týchto špecifických geodetických prác viac na škodu veci ako na ošoh.

## 6 ZÁVER

Pre meranie vodorovných posunov VS Starina bol vypracovaný vzorový elaborát. V závere boli formulované odporúčania pre merania vodorovných posunov. Sieť vztážných bodov je potrebné udržiavať a zameriavať podľa priloženého observačného plánu.



Obr. 10 Rozmiestnenie vztážných a pozorovaných bodov VS Starina vrátane navrhnutého observačného plánu

Požadujeme vykonať kontrolné polohové meranie vzťahných polohových bodov (PVB-1 až PVB-7, OP-1, OP-2 a ZP-3) spoločne a zisťovať ich polohové zmeny v spoločnom vyrovnaní.

Body zámernej priamky pre meranie vodorovných posunov merat' aspoň z troch vzťahných bodov, pričom jeden z nich musí byť bod z bodov PVB-4 až PVB-7 pod päťou hrádze.

Pozorované body telesa hrádze pre meranie vodorovných posunov merat' aspoň z troch vzťahných bodov, pričom by aspoň jeden z bodov mal byť z bodov nad korunou hrádze (OP-1, OP-2 alebo ZP-3).

## LITERATÚRA

- [1] BEDNÁROVÁ E. a kol.: Priehradné staviteľstvo na Slovensku, 2010.
- [2] VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, Š.P.: VS Starina Projekt stanovenia medzných a kritických hodnôt, 2010.
- [3] VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, Š.P.: Geodetická príloha do ES TBD VS STARINA za rok 2013, 2014.