

zhotovitel:

AZ Consult, spol. s r.o.

Klíšská 12, 400 01 Ústí nad Labem

VD Kryry – předprojektová příprava – generální

projektant

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA Z MONITORINGU

10/2024

Číslo zakázky zhotovitele: **21/045**

Název zprávy: C.2.6.4 Závěrečná zpráva z monitoringu

Zpracovali: Mgr. Jakub Šindelář; Ing. Jakub Mudra; Ing. Jan Kurka, CSc.

Ústí nad Labem

říjen 2024

OBSAH

1.	ÚVOD	3
1.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE A SPECIFIKACE ZAKÁZKY	3
1.2	ÚVOD A CÍL MONITORINGU.....	3
1.3	PODKLADY	3
2.	MONITOROVANÉ OBJEKTY.....	4
2.1	HYDROGEOLOGICKÉ VRTY	4
2.2	DOMOVNÍ A ZEMĚDĚLSKÉ STUDNY	4
2.3	INKLINOMETRICKÉ VRTY	5
2.4	GEODETICKÉ PROFILY	5
3.	METODIKA A PRŮBĚH PRACÍ	5
3.1	PROJEDNÁNÍ S VLASTNÍKY	5
3.2	MONITORING VRTŮ A SOUKROMÝCH STUDEN	5
3.3	MONITORING INKLINOMETRICKÝCH VRTŮ.....	6
3.4	MONITORING GEODETICKÝCH BODŮ	6
4.	VÝSLEDKY MONITORINGU VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ	6
4.1	HG MONITORING	6
4.2	INKLINOMETRICKÝ MONITORING	13
4.3	GEOGETICKÝ MONITORING.....	13
5.	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ OBDOBÍ	25
6.	ZÁVĚR	25

Příloha 1 – Situace monitorovaných objektů

Příloha 2 – Protokol_AZC-21-045-241021

1. ÚVOD

1.1 Základní údaje a specifikace zakázky

Název zakázky:	VD Kryry – předprojektová příprava – generální projektant
Kraj:	CZ042 Ústecký
Okres:	Louny
Obec s rozšířenou působností:	Podbořany
Obec:	Kryry, Petrohrad, Bílenec, Strojetic

1.2 Úvod a cíl monitoringu

Tato zpráva shrnuje závěry dvouletého monitoringu podzemní vody, inklinometrického monitoringu a geodetického monitoringu v ploš a v okolí plánovaného VD Kryry.

Monitoring hladiny podzemní vody v rámci předprojektové přípravy byl zahájen v listopadu 2022. Data uvedená v této zprávě jsou získána měřením během celého období monitoringu.

Základní návrh monitoringu byl zpracován dokumentem VD Kryry – Věcný rozsah a obsah technického řešení, Povodí Ohře, 02/2021. Na základě tohoto zadání byl rozsah monitoringu specifikován během provádění prací IG a HG průzkumu (AZ Consult, 11/2022), během kterého byly dohledány studny v okolí budoucích objektů VD Kryry, byli kontaktováni vlastníci těchto studen dle údajů v katastru nemovitostí a zahájena měření.

Cílem hydrogeologického monitoringu je stanovení kolísání hladiny podzemní vody v okolí plánovaných objektů dopravní části VD Kryry v období listopad 2022 až říjen 2024. Dále je cílem bližší specifikace vodního režimu v lokalitě – poskytnutí podkladů pro modelování proudění podzemní vody.

Inklinometrický a geodetický monitoring byl též zahájen v listopadu 2022 a zpráva obsahuje data do října 2024. Pozorovány jsou 3 inklinometrické vrty a 5 profilů geodetických bodů z cílem odhalit potenciální svahové nestability ve svazích plánovaného vodního díla.

1.3 Podklady

Ke zpracování monitoringu byly využity projekční a archivní geologické podklady, veřejně přístupné databáze, mapy a registry přírodních podmínek. Hlavním zdrojem informací jsou data získaná při terénním měření hladin podzemní vody v hydrogeologických vrtech a studnách, inklinometrických vrtech a profilech geodetických bodů v blízkosti trasy, sestavená do časových řad.

.

2. MONITOROVANÉ OBJEKTY

2.1 Hydrogeologické vrtý

Pro sledování hladiny podzemní vody bylo zvoleno 20 vystrojených hydrogeologických vrtů provedených v rámci aktuálního IG a HG průzkumu (17 vrtů) a 3 straší hydrogeologické vrtý (viz tabulku 1). V uvedených vrtech je prováděno manuální měření hladiny podzemní vody s frekvencí 1x za dva měsíce do března 2024. Od dubna 2024 se, po konzultaci se zadavatelem, tato frekvence zvýšila na 1x za měsíc z důvodu splnění požadovaného počtu měření.

U vrtu HG112 došlo k poruše z důvodu stavby. Vrt byl poté stavební firmou uveden do původního stavu a obnovena jeho funkce (duben 2024). Po geodetickém zaměření byla naměřena odchylka od původní hodnoty terénu o 0,08 m (8 cm) a hodnota odměrného bodu (OB) vůči terénu o 0,14 m (14 cm). Tato odchylka je započtena v dubnovém měření a zohledněna ve všech následujících. V následující tabulce je nová hodnota uvedena.

Tabulka 1: Seznam sledovaných hydrogeologických vrtů

vrt	poznámka	x	y	z	
A3/HJ1	pod školou Černčice 1	1026794.26	811414.48	321.61	archivní vrt
A3/HJ2	pod školou Černčice 2	1026876.21	811381.25	322.23	archivní vrt
A3/HJ3	pod školou Černčice 3	1026885.94	811246.13	321.61	archivní vrt
HG101	hráz VD - chmelnice	1024756.99	811458.42	307.79	
HG102	hráz VD - chmelnice	1024792.41	811398.42	307.86	
HG103	hráz VD - chmelnice	1024824.03	811343.61	308.25	
HG104	hráz VD - pod svahem	1024670.53	811408.06	309.46	
HG105	zátopa - pod svahem 1	1024740.84	811135.98	315.45	
HG106	zátopa - pod svahem - za domy	1024844.1	810795.33	317.95	
HG107	zátopa - pod svahem - včelín	1025004.91	810531.17	318.76	
HG108	nad zářezem dráhy	1025205.13	811434.62	333.98	
HG109	zátopa - pod Novým mlýnem	1025564.24	811073.53	317.11	
HG110	zátopa - nad Novým mlýnem	1026604.39	811198.87	325.90	
HG111	PPO - za hřbitovem	1027068.15	811295.62	324.51	
HG112	pod hrází Finklova r.	1027551.93	811445.62	325.50	
HG140	pod hrází VD - mostek	1024624.58	811508.73	306.78	
HG141	zátopa - za rybníkem vpravo	1025071.16	809861.92	325.29	
HG144	nad přednádrží - les	1025508.91	810054.65	325.93	
HG155	mostek Petrohrad	1027336.34	811340.36	324.18	
HG164	za viaduktem - hliník	1025115.21	811490.72	319.96	

2.2 Domovní a zemědělské studny

Pro monitoring byly vybrány všechny dohledané studny, které jsou v prostoru VD Kryry a v nejbližším okolí. V níže uvedených studnách je hladina podzemní vody měřena manuálně elektrickým hladinoměrem s frekvencí 1x za 2 měsíce do března 2024. Od dubna 2024 se, po konzultaci se zadavatelem, tato frekvence zvýšila na 1x za měsíc z důvodu splnění požadovaného počtu měření.

Seznam studní obsahuje tabulka 2.

Tabulka 2: Seznam sledovaných studní

studna č.	poznámka	adresa	vlastník	x	y	z
S1	Samota 2-chata	Samota 96	G. Šašková	810880.48	1024823.57	313.08
S2	stodola Březnice	Strojetice ev. č. 1	J. Klempíř	x	x	x
S3	Nový mlýn	Černčice č. p. 74	Graf v. D.	x	x	x
S4	Černčice před hřbitovem 1	Černčice č. p. 26	J. Vrána	811594.23	1027080.51	327.68
S5	Černčice před hřbitovem 2	Černčice 61	A. Tuhý	811553.05	1027085.26	326.94
S6	Petrohrad před mostkem	-	Petrohradská	811417.54	1027269.78	327.39
S7	nad Novým mlýnem 2	Černčice 198	S. Archman	811119.68	1026468.11	325.74
S8	nad Novým mlýnem 1	Černčice ev. č. 2	POh	811080.18	1026406.33	324.79
S9	Kněžek	Bílenec 29	POh	810493.39	1025260.47	324.92
S10	Mandelinka	Kryry 601	P. Šilhánek	811374.39	1024951.63	315.43
S11	trafo Petrohrad, pod hrází	-	Petrohradská	811424.74	1027567.23	326.16
S12	hřbitov Černčice	-	Obec Pet.	811340.17	1027071.63	325.46
S13	studna pro areál Šilhánek	-	P. Šilhánek	811544.04	1024689.69	308.80

2.3 Inklinometrické vrtý

V rámci IG a HG průzkumu byly zhotoveny 3 inklinometrické vrtý (INK101, INK102, INK103). V uvedených vrtech je prováděno měření inklinometrickou sondou s frekvencí 1x za dva měsíce do března 2024. Od dubna 2024 se, po konzultaci se zadavatelem, tato frekvence zvýšila na 1x za měsíc z důvodu splnění požadovaného počtu měření.

2.4 Geodetické profily

V rámci průzkumných prací bylo zhotoveno 5 profilů o 4 bodech, tedy celkově bylo měřeno 20 geodetických bodů v 5 různých profilech. Měření bylo prováděno s frekvencí 1x za dva měsíce do března 2024. Od dubna 2024 se, po konzultaci se zadavatelem, tato frekvence zvýšila na 1x za měsíc z důvodu splnění požadovaného počtu měření.

3. METODIKA A PRŮBĚH PRACÍ

3.1 Projednání s vlastníky

Po ověření existence všech sledovaných vrtů a studní byli osloveni vlastníci dotčených objektů se žádostí o umožnění přístupu a provedení měření. S vlastníky byl domluven interval měření po předchozím telefonickém oznámení termínu.

Studny S2 a S3, které byly vytipovány k monitoringu v rámci mapování, nebudou po dohodě s projektantem dále sledovány. Studna S2, která je v relativně velké vzdálenosti od zátopy proti proudu p. Březnice, byla nahrazena vhodnější studnou S13, která se nachází blízko hráze; v případě studny S3 vlastníci trvale žijící v zahraničí nereagoval na korespondenci se žádostí o umožnění monitoringu. Požadovaný počet monitorovaných studen je přesto naplněn.

3.2 Monitoring vrtů a soukromých studen

Vedle sledování hydrogeologických vrtů probíhalo měření hladiny podzemní vody ve studnách s četností 1x za dva měsíce (od března 2024 1x za měsíc) po předchozím telefonickém oznámení

termínu vlastníkům. Měření bylo prováděno manuálně pomocí elektrického kontaktního hladinoměru G50 (výrobce NPK Europe, Uhřetín).

3.3 Monitoring inklinometrických vrtů

Přesná inklinometrie ve vrtech slouží jednak ke sledování obecné změny tvaru (naklání, zvlnění), jednak v detailu k indikaci a sledování vývoje případné smykové zóny. Posuny v hloubkových úrovních po 0,5 m se vypočítají jako změna tvaru od úvodního, resp. kteréhokoli z předcházejících měření. Jelikož výsledkem výpočtu je kumulativní hodnota posunů určovaná ode dna vrtu k povrchu, jsou i chyby měření kumulativního charakteru. Ze zkušeností bylo odvozeno, že chyby tvaru mohou dosahovat +/- 2-3 mm/30 cm vrtu. U sledování smykových zón na kratším hloubkovém úseku je dosahováno vyšší přesnosti, jak vyplývá z popisovaného principu měření.

K měření byla použita inklinometrická sonda Glötzl, typu NMG D v.č. 061773 (případně NMG v.č.30/2/91347), s hloubkovým intervalem měření po 0,5 m a registrační zařízení Glötzl typ NMA 9. Směr A+ byl vybrán ve směru předpokládaného maximálního pohybu a jeho azimut je součástí grafického zobrazení jeho tvaru. Zde je též uvedena jejich měřitelná hloubka.

3.4 Monitoring geodetických bodů

Zaměření stanovisek v polygonu pro jednotlivé profily bylo provedeno metodou protínání zpět, která zaručuje co nejpresnější aktuální určení polohy. Jednotlivé body profilů byly zaměřeny polární metodou.

Měření probíhá pomocí totální stanice TRIMBLE S9 High Precision v.č. 38030073, přesnost stroje je: úhlová 0.5" a dálkoměr 0.8 mm + 1 ppm (1 mm na 100 m). Přesnost měření přístroje ovlivňuje souhrnem chyb a nepřesností, které vstupují do měření (klíma, urovnaná libela na hranolu, stabilita stativu apod.). Přesnost měření určuje vnitřní přesnost použitého přístroje udanou výrobcem. Použitá metoda měření má na výsledek určitý vliv, avšak ne tak podstatný jako samotné podmínky při měření, které definují výslednou chybu, resp. odchylku měření která je relativní v závislosti na uvedených faktorech a v daném případě odpovídá ± 10 až 15 mm.

Jednotlivé měřičské body byly osazeny roxory profilu 18 mm s hloubkou zaražení 1,2 m do podloží. Horní část byla zafixována betonovou směsí. Pro stabilizaci měřičské stanice byly použity měřičské hřeby osazené na vozovce, a následně (červen 2024) byly pro zvýšení přesnosti doplněny stabilizované body (obdobně jako body měřičské).

4. VÝSLEDKY MONITORINGU VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ

4.1 HG monitoring

V tabulce 3 a 4 uvedené níže jsou uvedeny technické údaje ke všem měřeným objektům.

Tabulka 3: Technická specifikace měřených vrtů

vrt	Odměrný bod (OB) - popis	OB poloha vůči terénu (m)	hloubka (m od OB)	Nadmořská výška terénu v místě vrtu
A3/HJ1	okraj ocelové chráničky vrtu	1.40	13.80	321.61
A3/HJ2	okraj ocelové chráničky vrtu	1.07	10.90	322.23
A3/HJ3	okraj ocelové chráničky vrtu	1.05	11.33	321.61
HG101	okraj ocelové chráničky vrtu	0.58	10.06	307.79
HG102	okraj ocelové chráničky vrtu	0.50	8.57	307.86
HG103	okraj ocelové chráničky vrtu	0.40	14.00	308.25
HG104	okraj ocelové chráničky vrtu	0.45	13.33	309.46
HG105	okraj ocelové chráničky vrtu	0.48	10.44	315.45
HG106	okraj ocelové chráničky vrtu	0.48	10.12	317.95
HG107	okraj ocelové chráničky vrtu	0.49	10.21	318.76
HG108	okraj ocelové chráničky vrtu	0.45	10.85	333.98
HG109	okraj ocelové chráničky vrtu	0.48	10.66	317.11
HG110	okraj ocelové chráničky vrtu	0.45	10.50	325.90
HG111	okraj ocelové chráničky vrtu	0.42	5.87	324.51
HG112	okraj ocelové chráničky vrtu	0.61	10.34	325.50
HG140	okraj ocelové chráničky vrtu	0.37	4.21	306.78
HG141	okraj ocelové chráničky vrtu	0.49	3.48	325.29
HG144	okraj ocelové chráničky vrtu	0.43	4.60	325.93
HG155	okraj ocelové chráničky vrtu	0.56	6.10	324.18
HG164	okraj ocelové chráničky vrtu	0.49	5.34	319.96

Tabulka 4: Technická specifikace měřených studen

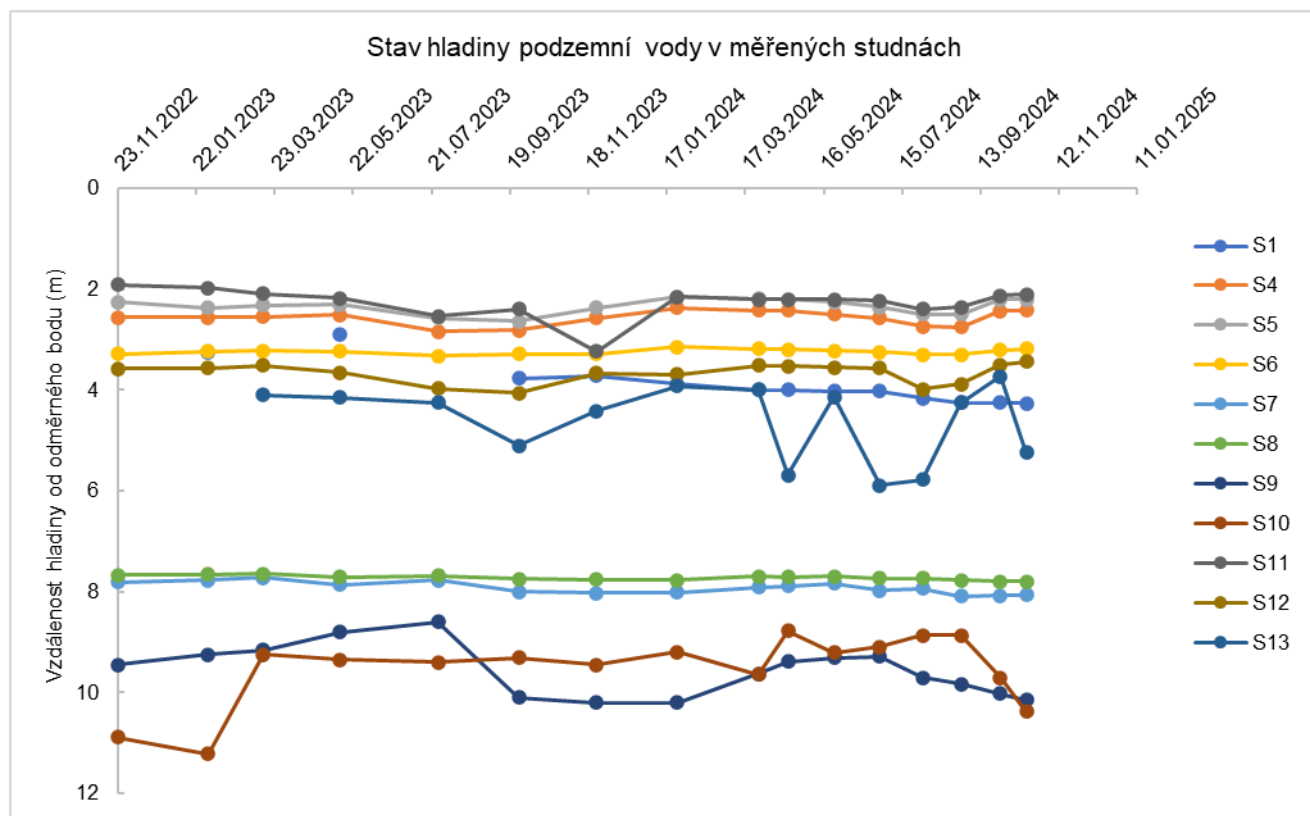
studna č.	odměrný bod (OB) - popis	OB poloha vůči terénu (m)	hloubka (m od OB)
S1	hor. plocha bet. poklopu	0.25	4.42
S2	majitel dosud nezastižen		
S3	majitel dosud nezastižen		
S4	hor. plocha bet. poklopu	0.40	4.22
S5	hor. plocha bet. poklopu	0.39	4.75
S6	hor. okraj obezdívky	0.10	4.90
S7	hor. plocha bet. poklopu	0.58	8.87
S8	hor. okraj plastové skruže	0.30	8.47
S9	hor. plocha bet. poklopu	0.25	11.43
S10	hor. plocha bet. poklopu	0.45	19.50
S11	hor. plocha bet. poklopu	0.36	3.50
S12	hor. plocha bet. poklopu	0.30	4.75
S13	hor. okraj ocel. trubky	0.59	17.40

Tabulka 5 a 6: Souhrn manuálních měření hladiny podzemní vody ve sledovaných studnách a HG vrtech

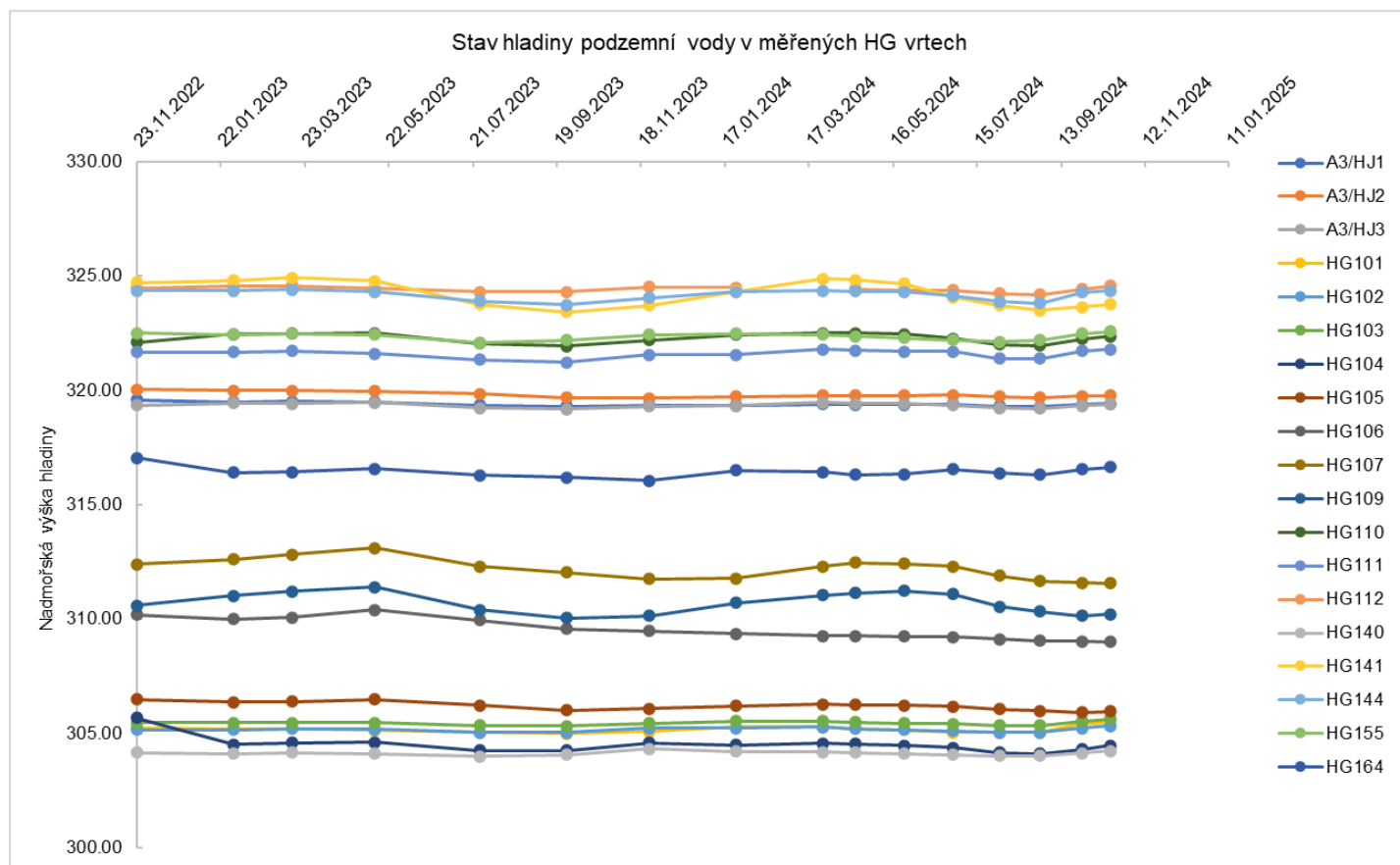
studna č.	stav hladiny 9.11.2021 (m od OB)	stav hladiny 18.- 23.11.2022 (m od OB)	stav hladiny 26.- 31.1.2023 (m od OB)	stav hladiny 14.3.2023 (m od OB)	stav hladiny 12.5.2023 (m od OB)	stav hladiny 26.7.2023 (m od OB)	stav hladiny 26.9.2023 (m od OB)	stav hladiny 24.11.2023 (m od OB)	stav hladiny 25.01.2024 (m od OB)	stav hladiny 27.03.2024 (m od OB)	stav hladiny 19.04.2024 (m od OB)	stav hladiny 24.05.2024 (m od OB)	stav hladiny 28.06.2024 (m od OB)	stav hladiny 31.07.2024 (m od OB)	stav hladiny 29.08.2024 (m od OB)	stav hladiny 27.09.2024 (m od OB)	stav hladiny 18.10.2024 (m od OB)
S1	-	-	3.26	-	2.90	-	3.77	3.72	3.88	4.00	4.00	4.02	4.02	4.16	4.25	4.25	4.26
S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	2.56	2.56	2.55	2.51	2.84	2.82	2.57	2.37	2.42	2.42	2.50	2.57	2.74	2.75	2.44	2.42
S5	-	2.25	2.37	2.32	2.31	2.57	2.64	2.37	2.15	2.19	2.20	2.25	2.36	2.50	2.50	2.21	2.21
S6	-	3.29	3.24	3.22	3.23	3.32	3.28	3.28	3.15	3.19	3.20	3.22	3.25	3.30	3.30	3.21	3.18
S7	-	7.81	7.77	7.72	7.86	7.77	8	8.03	8.01	7.91	7.88	7.84	7.97	7.94	8.09	8.07	8.06
S8	6.76	7.67	7.66	7.64	7.71	7.68	7.74	7.76	7.77	7.70	7.71	7.69	7.73	7.73	7.77	7.80	7.80
S9	8.50	9.45	9.24	9.15	8.80	8.6	10.1	10.2	10.2	9.63	9.39	9.31	9.28	9.70	9.83	10.02	10.15
S10	-	10.88	11.22	9.25	9.35	9.4	9.31	9.45	9.2	9.64	8.77	9.21	9.09	8.86	8.86	9.70	10.38
S11	-	1.91	1.98	2.09	2.18	2.53	2.4	3.23	2.15	2.20	2.21	2.21	2.23	2.40	2.36	2.13	2.11
S12	3.38	3.58	3.56	3.52	3.65	3.97	4.06	3.67	3.69	3.52	3.53	3.55	3.57	3.98	3.88	3.50	3.44
S13	-	-	-	4.10	4.15	4.25	5.1	4.42	3.92	4.00	5.69	4.14	5.89	5.78	4.25	3.73	5.24

vrť	stav hladiny 9.11.2021 (m od OB)	stav hladiny 9.- 11.9.2022 (m od OB)	stav hladiny 18.- 23.11.2022 (m od OB)	stav hladiny 26.- 31.1.2023 (m od OB)	stav hladiny 14.3.2023 (m od OB)	stav hladiny 12.5.2023 (m od OB)	stav hladiny 26.7.2023 (m od OB)	stav hladiny 26.9.2023 (m od OB)	stav hladiny 24.11.2023 (m od OB)	stav hladiny 25.01.2024 (m od OB)	stav hladiny 27.03.2024 (m od OB)	stav hladiny 19.04.2024 (m od OB)	stav hladiny 24.05.2024 (m od OB)	stav hladiny 28.06.2024 (m od OB)	stav hladiny 31.07.2024 (m od OB)	stav hladiny 29.08.2024 (m od OB)	stav hladiny 27.09.2024 (m od OB)	stav hladiny 18.10.2024 (m od OB)
A3/HJ1	3.16		3.43	3.52	3.50	3.52	3.67	3.71	3.67	3.67	3.61	3.63	3.63	3.62	3.71	3.74	3.63	3.60
A3/HJ2	2.80		3.27	3.32	3.32	3.34	3.46	3.62	3.64	3.58	3.52	3.52	3.52	3.50	3.58	3.62	3.55	3.52
A3/HJ3	3.25		3.32	3.22	3.24	3.19	3.44	3.49	3.36	3.35	3.20	3.24	3.25	3.31	3.43	3.45	3.33	3.27
HG101			3.12	3.17	3.17	3.23	3.32	3.37	3.28	3.08	3.08	3.16	3.21	3.33	3.32	3.32	2.93	2.87
HG102			3.24	3.20	3.16	3.18	3.33	3.32	3.13	3.14	3.09	3.15	3.21	3.24	3.31	3.31	3.13	3.03
HG103			3.27	3.18	3.17	3.18	3.3	3.33	3.2	3.11	3.11	3.16	3.21	3.23	3.29	3.30	3.10	3.01
HG104			4.22	5.38	5.31	5.29	5.64	5.65	5.31	5.42	5.34	5.37	5.43	5.53	5.74	5.80	5.61	5.44
HG105			9.44	9.55	9.53	9.43	9.71	9.91	9.84	9.73	9.66	9.68	9.71	9.74	9.87	9.95	10.00	9.96
HG106			8.23	8.42	8.35	8.02	8.49	8.86	8.96	9.08	9.16	9.17	9.20	9.21	9.30	9.37	9.41	9.42
HG107			6.85	6.63	6.42	6.14	6.95	7.21	7.5	7.47	6.95	6.78	6.84	6.94	7.35	7.58	7.67	7.68
HG108			suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý
HG109			6.99	6.57	6.37	6.18	7.18	7.54	7.45	6.87	6.54	6.46	6.36	6.49	7.04	7.27	7.45	7.37
HG110			5.32	4.95	4.93	4.92	5.37	5.49	5.21	4.98	4.90	4.92	4.96	5.14	5.40	5.46	5.18	5.06
HG111			3.26	3.27	3.21	3.34	3.6	3.72	3.37	3.38	3.15	3.20	3.24	3.23	3.54	3.54	3.21	3.14
HG112			1.59	1.50	1.48	1.60	1.75	1.74	1.53	1.56	-	1.70	1.73	1.74	1.89	1.93	1.68	1.55
HG140			2.99	3.03	2.98	3.03	3.16	3.08	2.82	2.94	2.96	2.98	3.04	3.08	3.14	3.14	3.00	2.92
HG141			1.08	0.97	0.86	1.01	2.03	2.35	2.08	1.45	0.91	0.95	1.11	1.71	2.07	2.28	2.14	2.03
HG144			2.00	2.00	1.97	2.06	2.45	2.62	2.33	2.06	2.01	2.04	2.06	2.23	2.48	2.56	2.09	2.02
HG155			2.25	2.31	2.27	2.31	2.67	2.56	2.3	2.27	2.31	2.38	2.46	2.54	2.61	2.56	2.26	2.18
HG164			3.41	4.04	4.02	3.89	4.16	4.27	4.4	3.96	4.02	4.14	4.12	3.90	4.07	4.13	3.90	3.82

Graf 1: Hladiny podzemní vody ve sledovaných studnách



Graf 2: Hladiny podzemní vody ve sledovaných HG vrtech



Monitoring hladiny podzemní vody zahrnuje období 11/2022 – 10/2024, tedy téměř dvouleté období. V lokalitě Kryry se toto doplňování projevilo vzestupem a následným poklesem hladiny podzemní vody ve většině sledovaných objektů v řádu centimetrů až decimetrů, ovšem s níže popsány výjimkami.

Největší rozdíl (vzestup) hladiny byl zaznamenán u studny S10 o 2,36 m – tato hodnota je v celé lokalitě vyjímečná – jedná se však o studnu využívanou pro průmyslový areál a měřená hladina je proto silně závislá na předchozím odběru vody. Další měření indikují ustálení trendu.

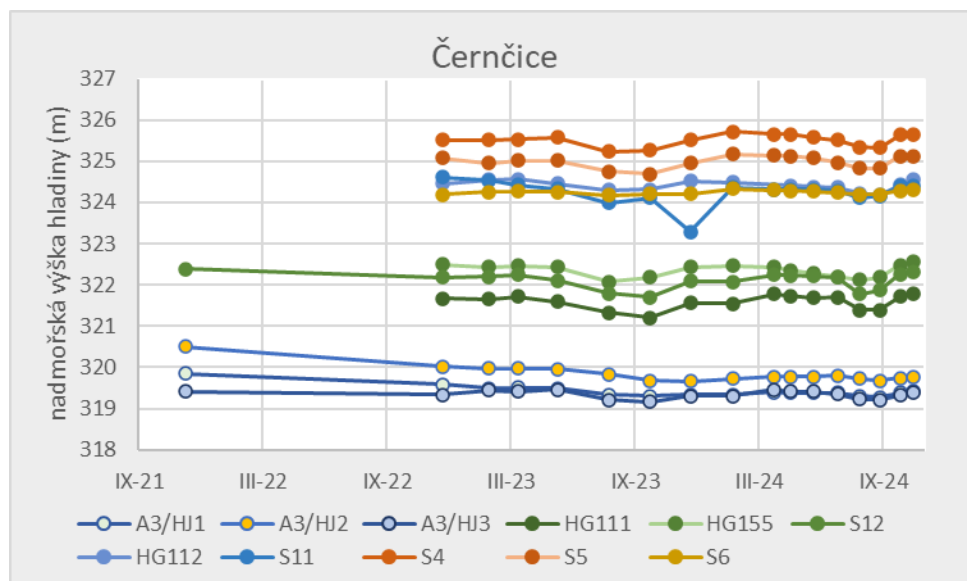
U studny S13 v porovnání července 2023 a července 2024 byl zaznamenán pokles o 1,53 m, tento skok je pravděpodobně způsoben využitím pro průmyslový areál. Měřená hladina je proto silně závislá na předchozím odběru vody. Jedná se o vyjímečnou hodnotu.

U studny S1 je sledován delší dobu klesající trend hladiny vody. V říjnu 2024 byl naměřen nejnižší stav hladiny vody od počátku měření. Pro porovnání je možné využít hodnot z května 2023 a května 2024, kde se jedná o pokles hladiny o 1,13 m. Obdobný trend lze pozorovat i u ostatních vrtů a studny v údolí Březnice (viz dále v textu).

U ostatních studen a vrtů je sledováno kolísání v řádech decimetrů, ustálený trend nebo aktuální mírný pokles hladin vody.

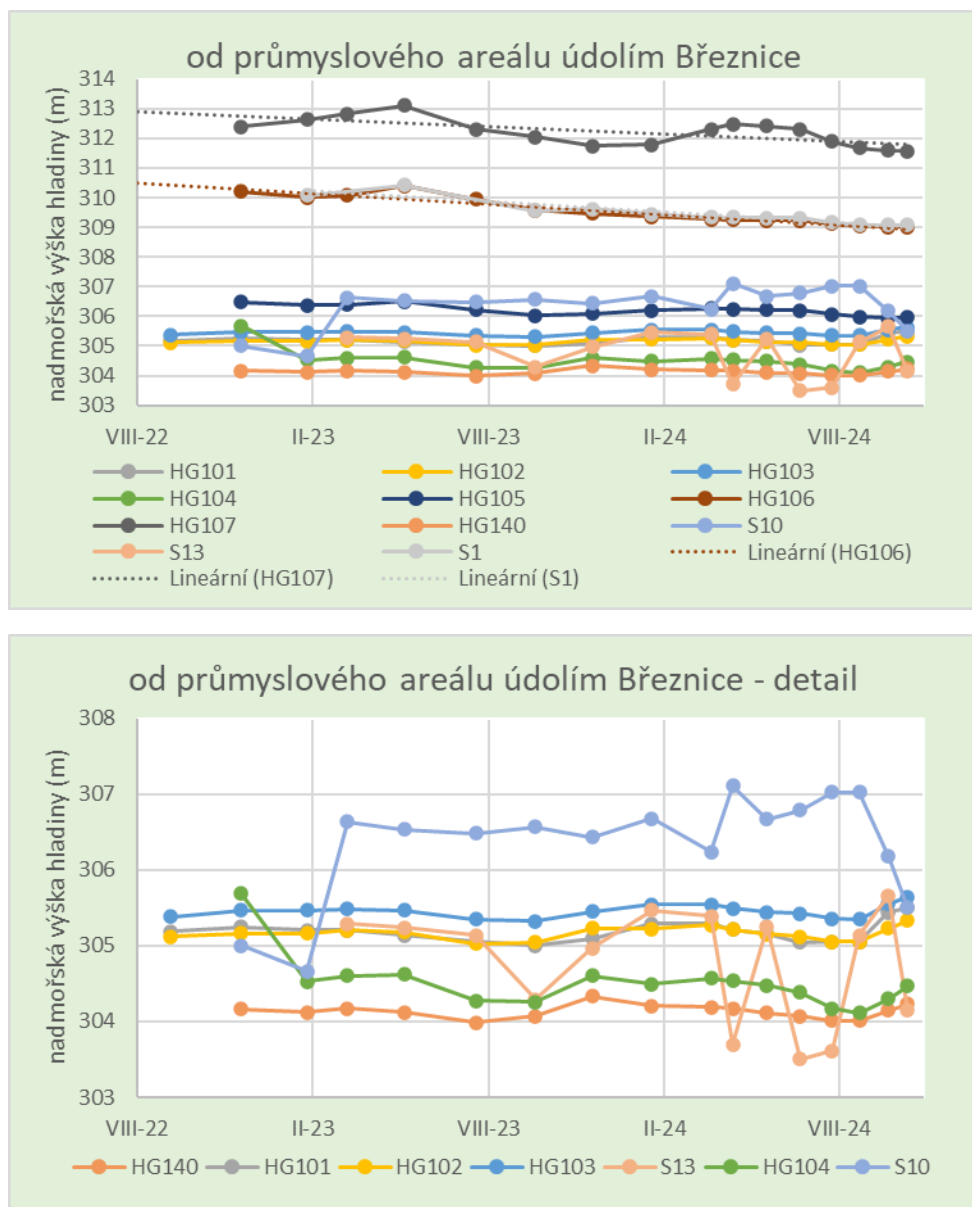
Výsledky monitoringu vrtů a studní jsou hodnoceny podle oblastí:

Graf 3: Hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech pro oblast Černčice



V obci Černčice a blízkém okolí je hladina sledovaná ve studních a vrtech místně v různých výškových úrovních. Nejvyšší hladinu mezi nadmořskými výškami 324 a 326 m vykazují studny v obci v ulici ke hřbitovu a čistírně odpadních vod, o něco níže pak ve studni a vrtu u hráze Finklova rybníka, resp. ve studni S6 na jižní straně silnice I/6 v blízkosti okraje zástavby v obci Petrohrad. Do prostřední skupiny výškově mezi 321 a 322,5 m spadá studna u hřbitova, blízký vrt HG112 a vrt HG155 u mostku přes Podvinecký potok u cesty ke skládce TKO. Nejnižší položené hladiny v dílčí oblasti jsou sledovány v archivních vrtech severovýchodně od Černčic. Dlouhodobější trend chování hladin je shodný prakticky ve všech sledovaných objektech, mírné kolísání během roků s mírným jarním nárůstem a podzimním poklesem.

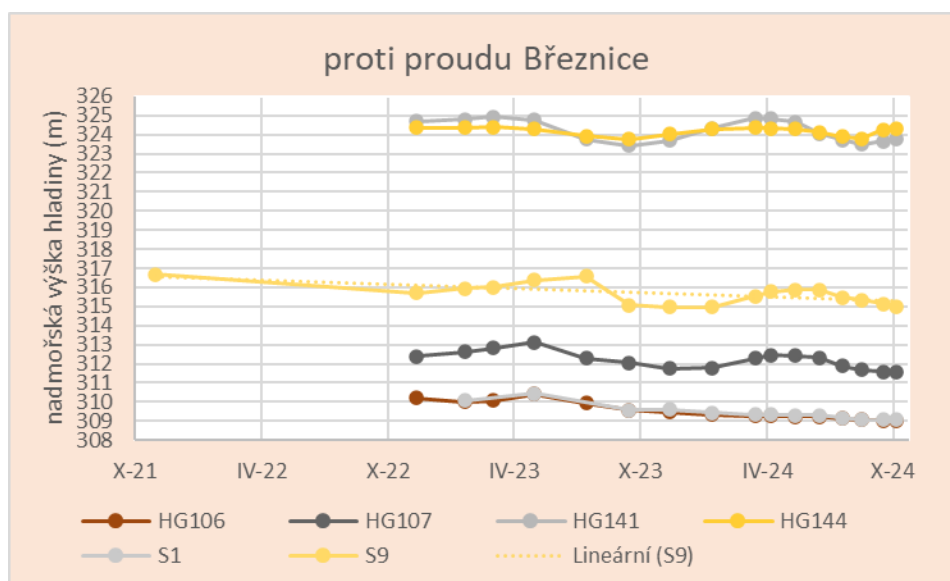
Graf 4: Hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech pro oblast od průmyslového areálu údolím Březnice (vč. detailu)



Ve skupině objektů zahrnutých do skupiny označené 'od průmyslového areálu údolím Březnice' klesají absolutní úrovně hladin směrem k západu až severozápadu ve shodě se směrem toku Podvineckého potoka i Březnice a většinou i s nadmořskou výškou terénu. Skokové změny ve studních zřejmě souvisejí s jejich využíváním jako zdroje vody.

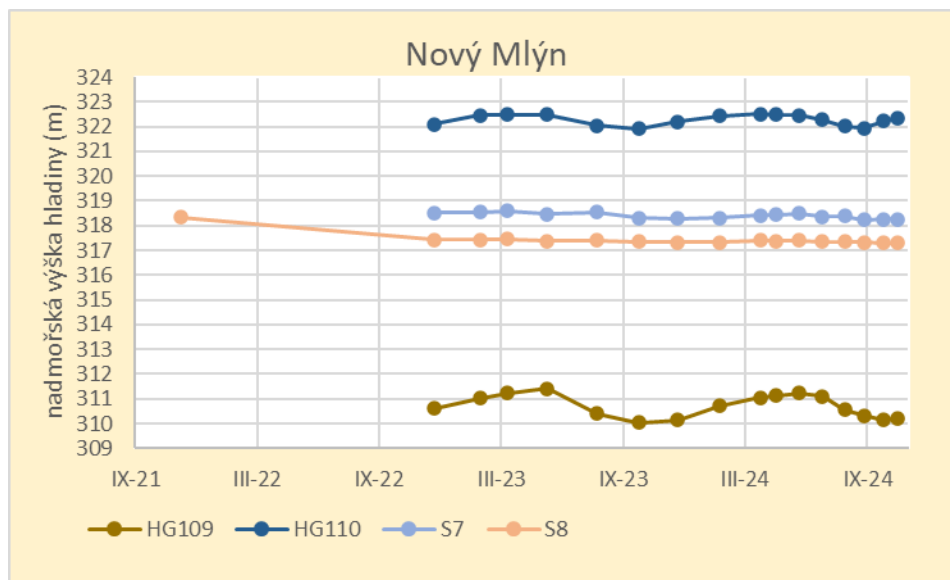
U dalších objektů proti toku Březnice rovněž narůstá i úroveň hladiny podzemní vody postupně ve vrtech HG141, HG144 (v údolí levostranného přítoku Březnice) a studni S9 (Kněžek).

Graf 5: Hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech pro oblast proti proudu Březnice



V místě Nového mlýna je registrován trvalý rozdíl hladin ve studnách (S7, S8) a blízkém vrtu HG110, který přesahuje 3 m. Důvodem může vyšší hladina podzemní vody v údolí Bílenceckého potoka (oproti údolí Podvineckého potoka), kterou vrt HG110 zřejmě registruje. Pokles úrovně hladiny ve vrtu HG109 ve směru po proudu Podvineckého potoka je ve shodě s předpoklady.

Graf 6: Hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech pro oblast Nový Mlýn



Ačkoli oba vrty v blízkosti dráhy nejsou navzájem vzdálené, jsou umístěné v odlišných poměrech, takže výsledky měření hladiny se v nich liší. Vrt HG108 je trvale suchý (hladina v místě je tedy hlouběji než 10,4 m), ve vrtu HG164 se hloubka hladiny pohybuje mezi 3,4 a 4,4 m.

Shrnutí hydrogeologického monitoringu:

Jak již bylo uvedeno výše, u většiny objektů je zaznamenáván ustálený stav s kolísáním v průběhu roku. Za celou dobu měření dosáhly největší rozdíly u vrtů velikosti 1,58 m (HG104), rozdíl větší než 1,00 m byl zaznamenán také ve vrtech HG107 (1,54 m), HG141 (1,49 m), HG106 (1,40 m) a HG109 (1,36 m). Nejmenší rozdíl úrovní hladin během doby měření byl zjištěn ve vrtech HG102 (0,30 m) a HG103 (0,32 m). U vrtů HG106 a HG107 a u studen S1 a S9 je trend lineárního poklesu hladiny. Největší nárůsty obvykle nastávají od března do května, poklesy od září do listopadu. U studní vzhledem k nekontrolovanému odběru tyto závislosti sledovány nejsou.

Zjištěné poměry během sledovaného období odpovídají předpokladům v daném území. Kolísání hodnot během období provádění měření nebylo přes delší období sucha nebo přívalové srážky zásadní, k náhlým okamžitým poklesům došlo pouze u čerpaných studen, které však globálně sledují trend kolísání hladiny v širším území. Korelace měřených hodnot s úhrny srážek nicméně není součástí zadaných činností v rámci monitoringu.

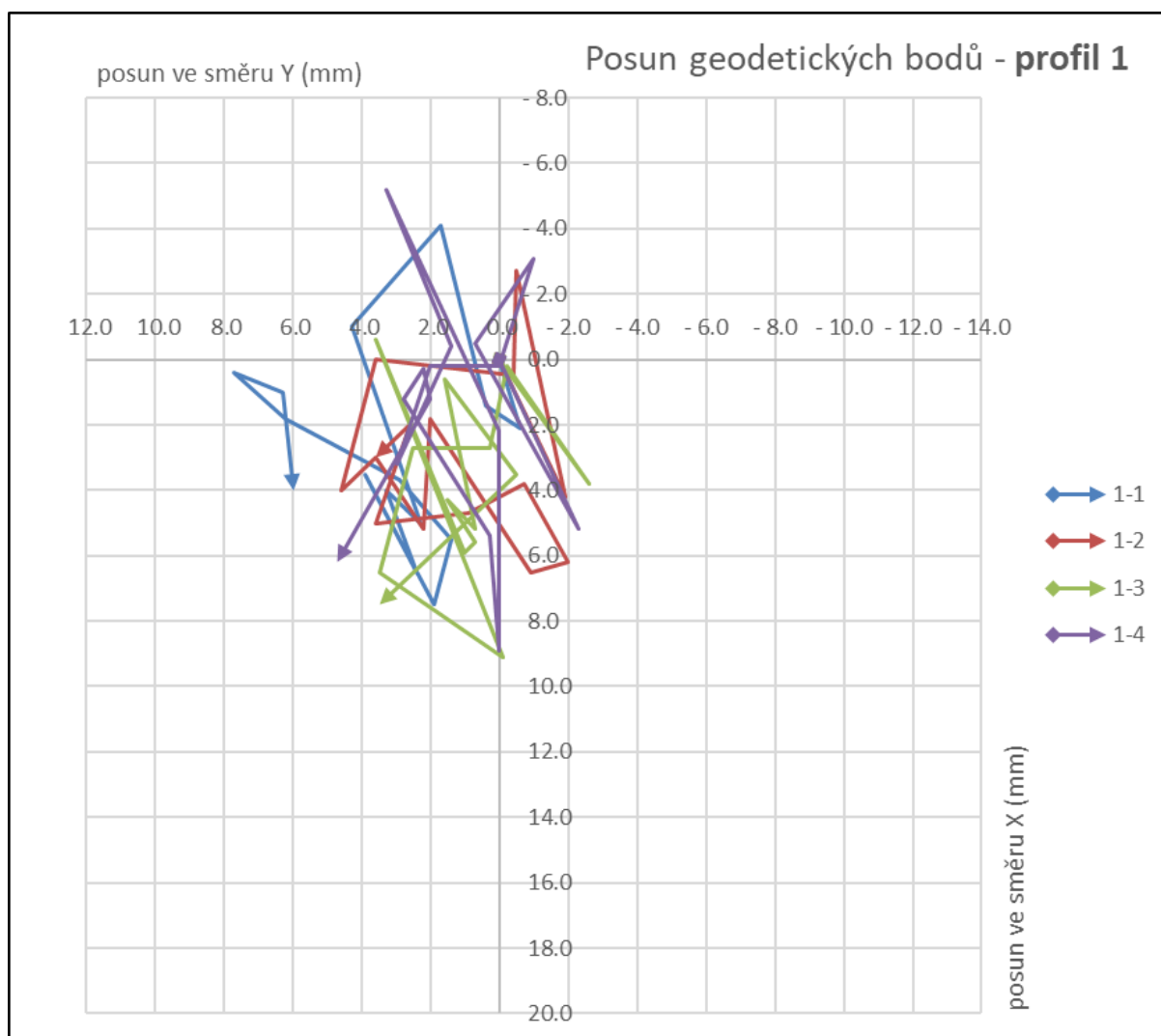
4.2 Inklinometrický monitoring

U vrtů INK101 a INK102 byly zaznamenány nepatrné náklony jejich zhlaví do hloubky 2 m. U INK101 3,5 mm v ose A+ (směr se svahu) a 4 mm v B+. U INK102 5 mm v ose A+ a 4 mm v ose B- do 1,5 m (po odečtu výšky pažnice se jedná o hloubku 1 až 1,5 m). INK103 byl po celou dobu úplně bez pohybu. Celkový pohyb je v dlouhodobém horizontu nepatrný až zanedbatelný, lze konstatovat, že oblast byla v klidu. Protokol s detailními daty je přiložen v příloze 2.

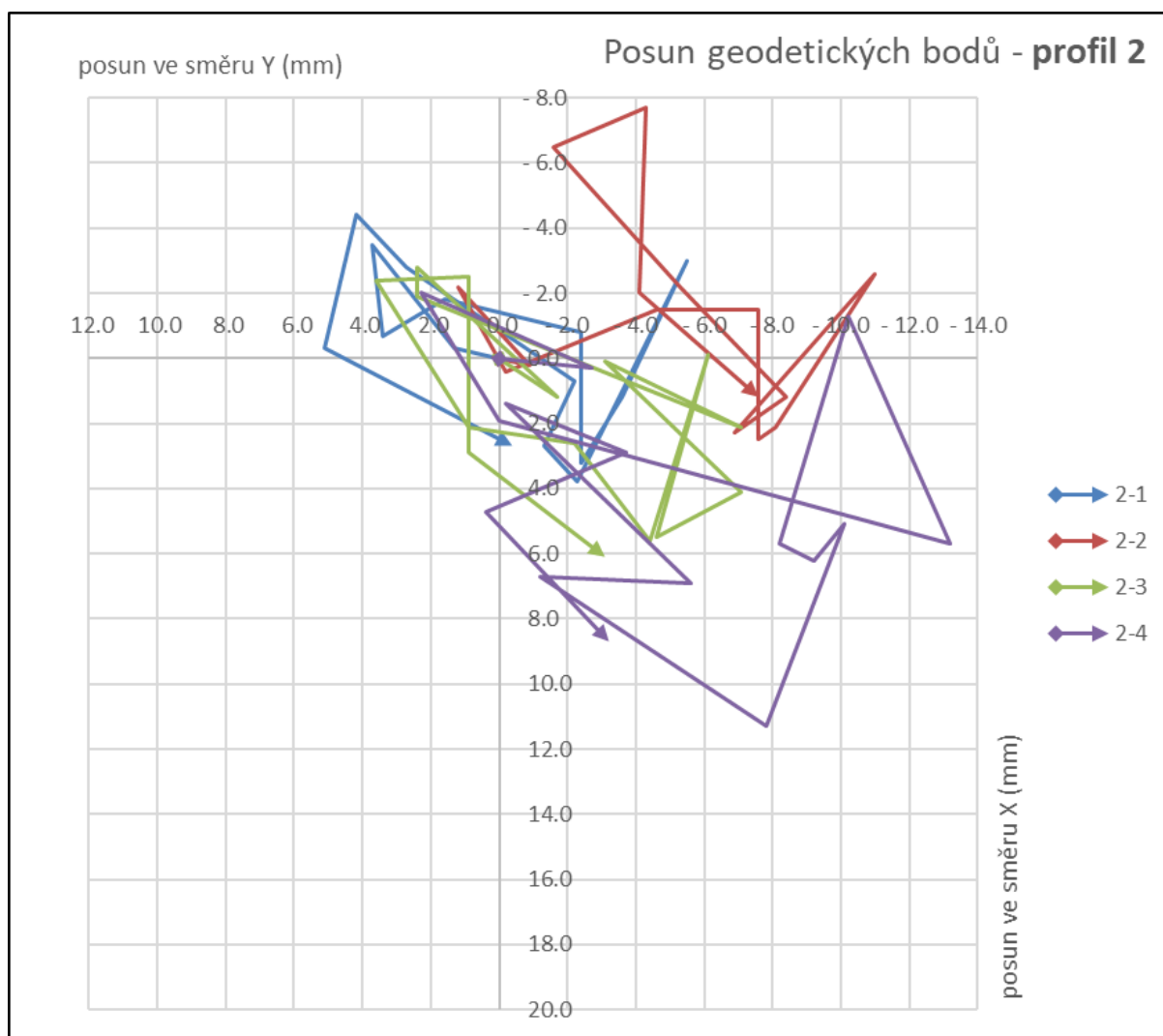
4.3 Geogetický monitoring

V rámci průzkumných prací bylo zhotoveno 5 profilů o 4 bodech, tedy celkově bylo měřeno 20 geodetických bodů v 5 různých profilech. V následujících grafech jsou vyzobrazeny pohyby jednotlivých bodů ve všech 5 profilech. Jde o vývoj změny nadmořské výšky v čase a pohyb bodu v rovině souřadného systému JTSK (Y,X).

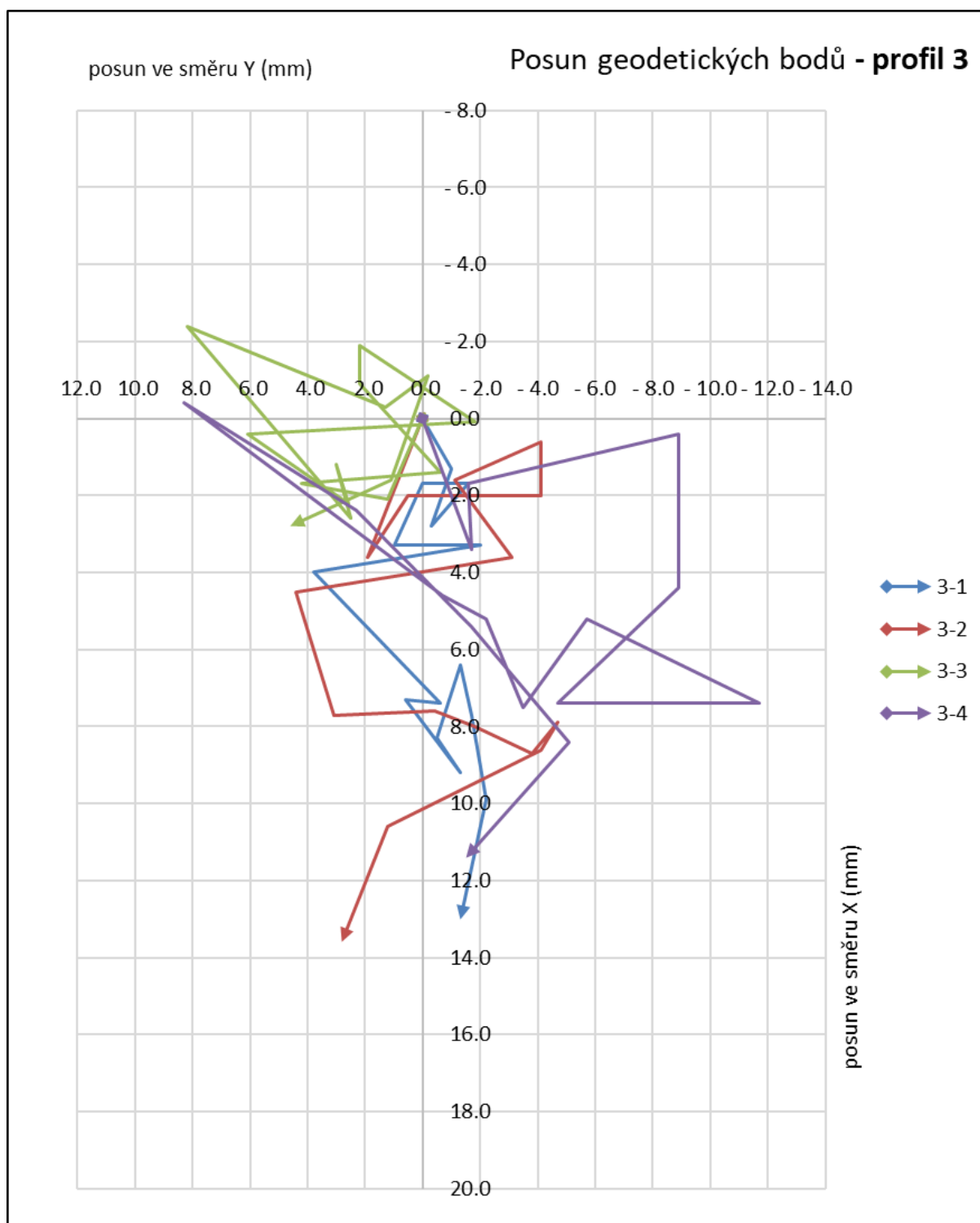
Graf 7: Posun geodetických bodů – profil 1



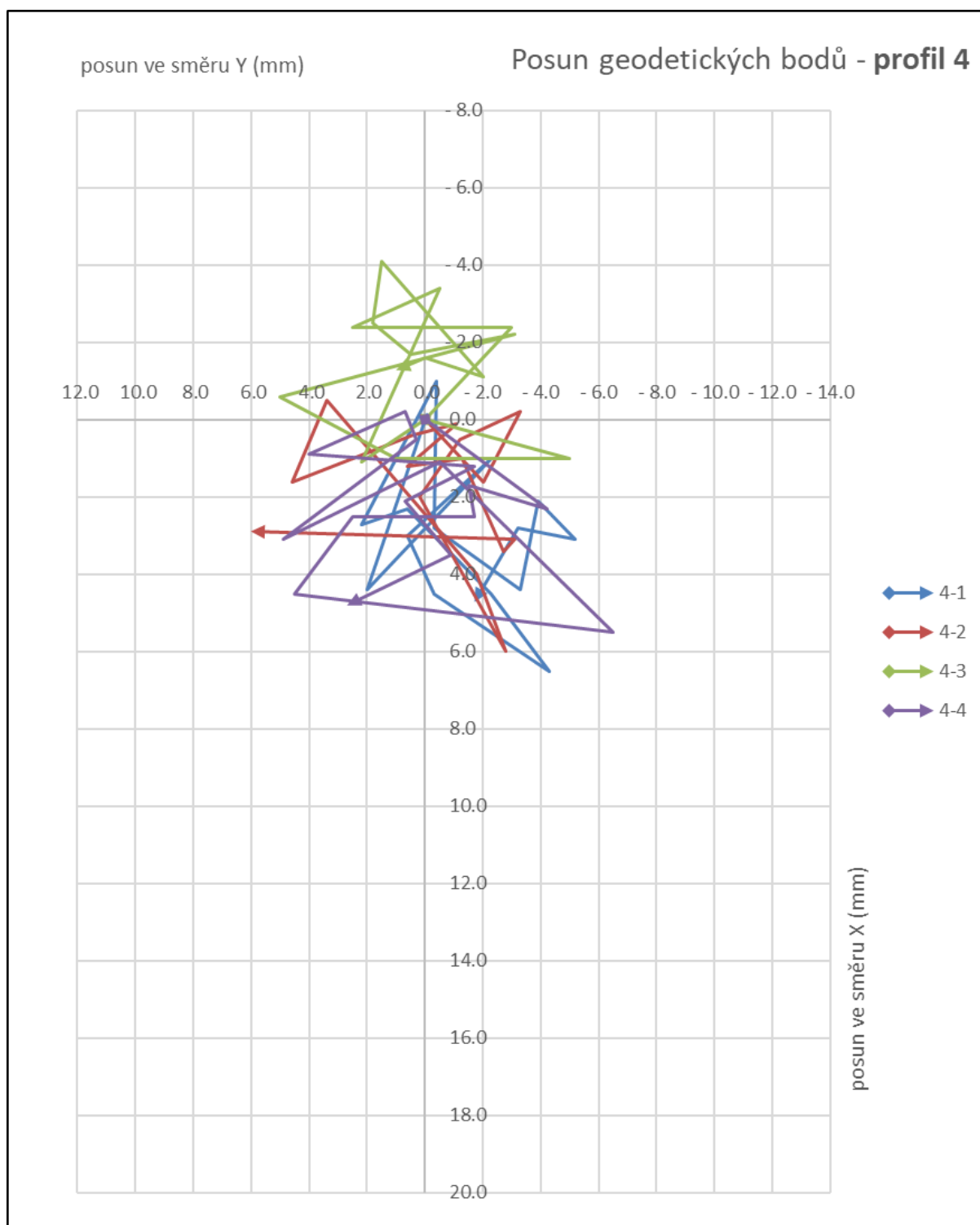
Graf 8: Posun geodetických bodů – profil 2



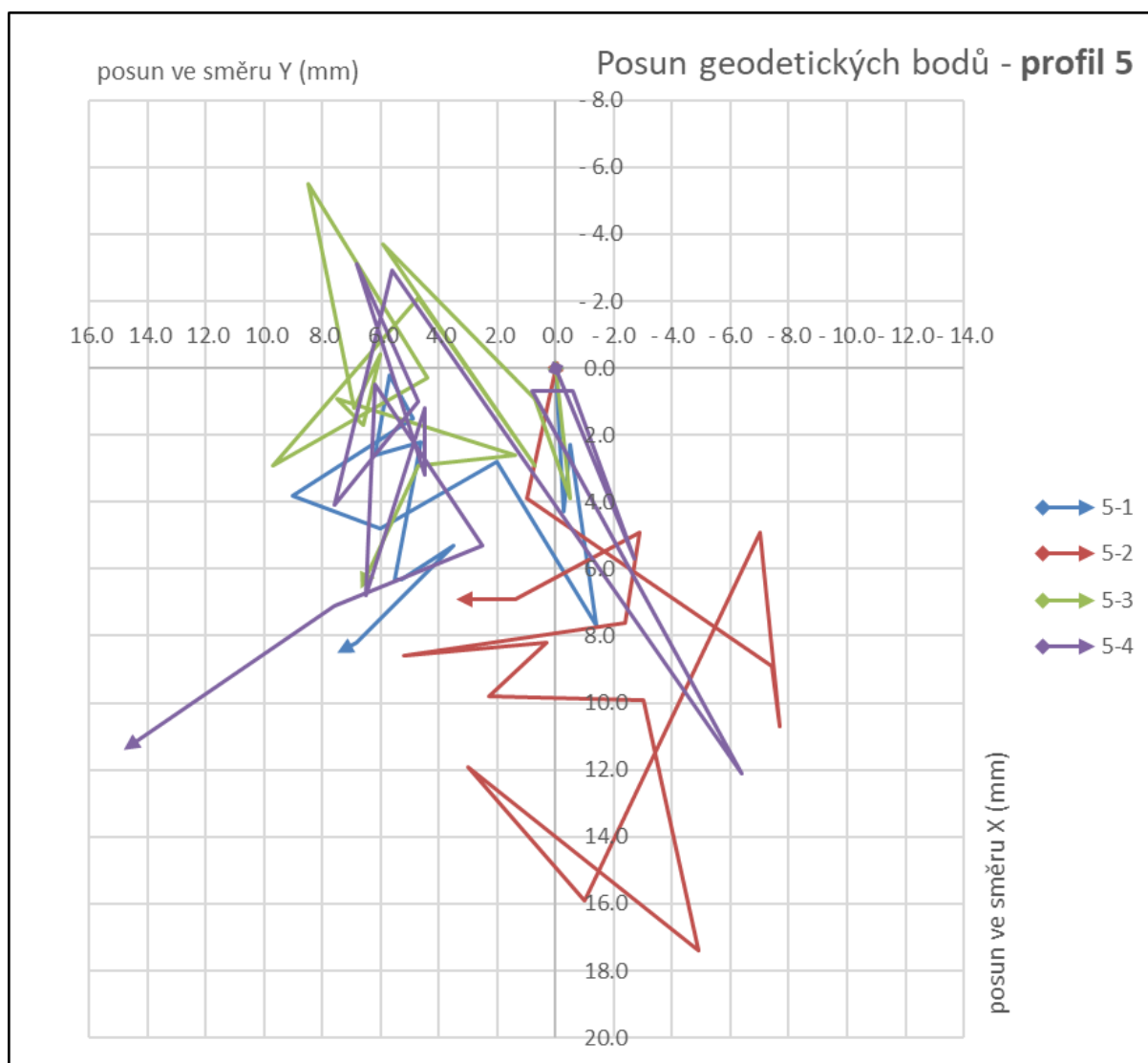
Graf 9: Posun geodetických bodů – profil 3



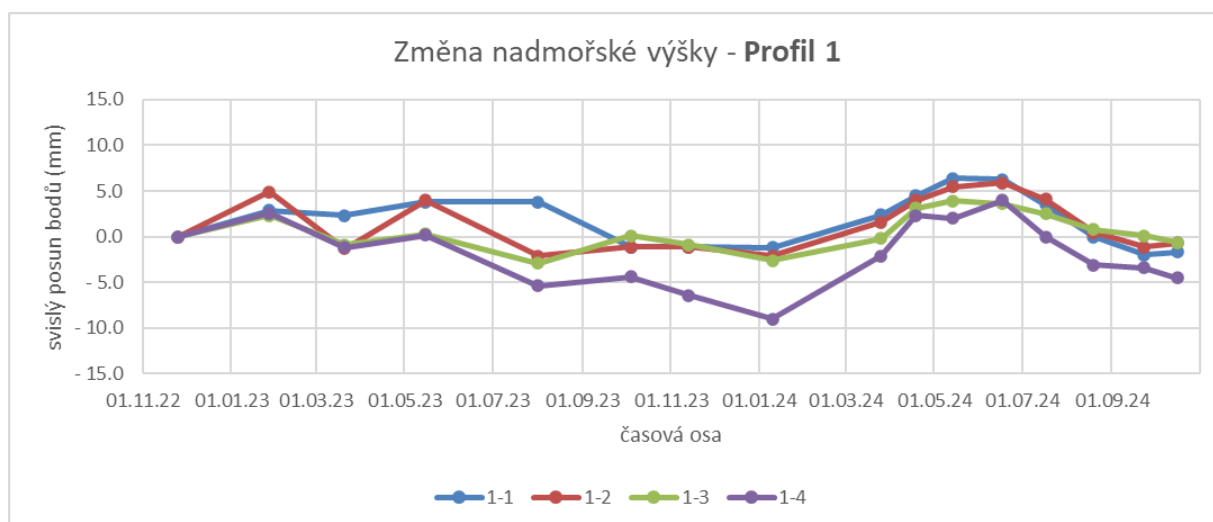
Graf 10: Posun geodetických bodů – profil 4



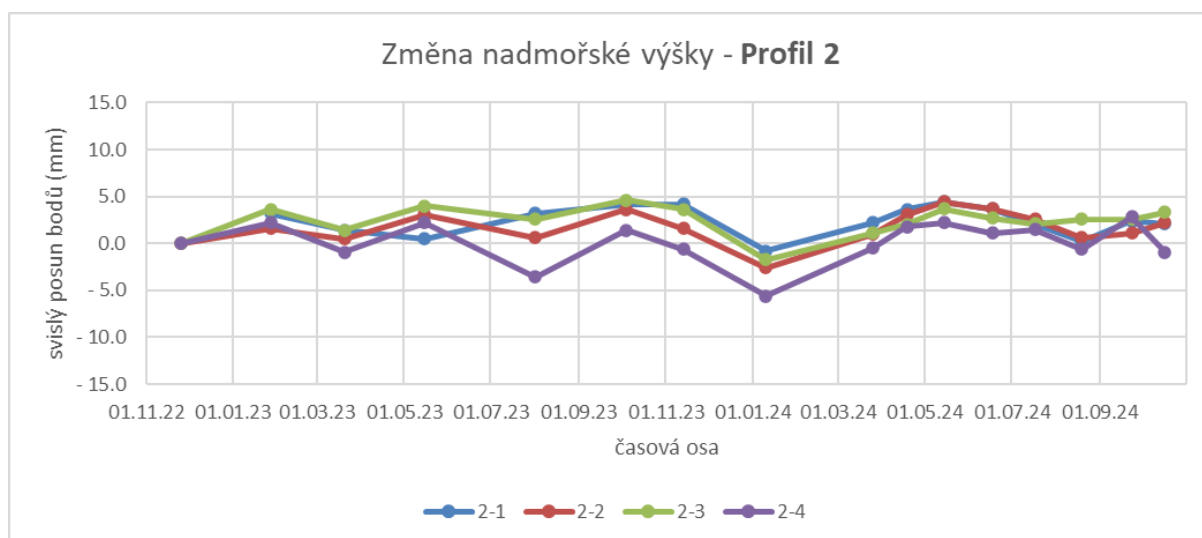
Graf 11: Posun geodetických bodů – profil 5



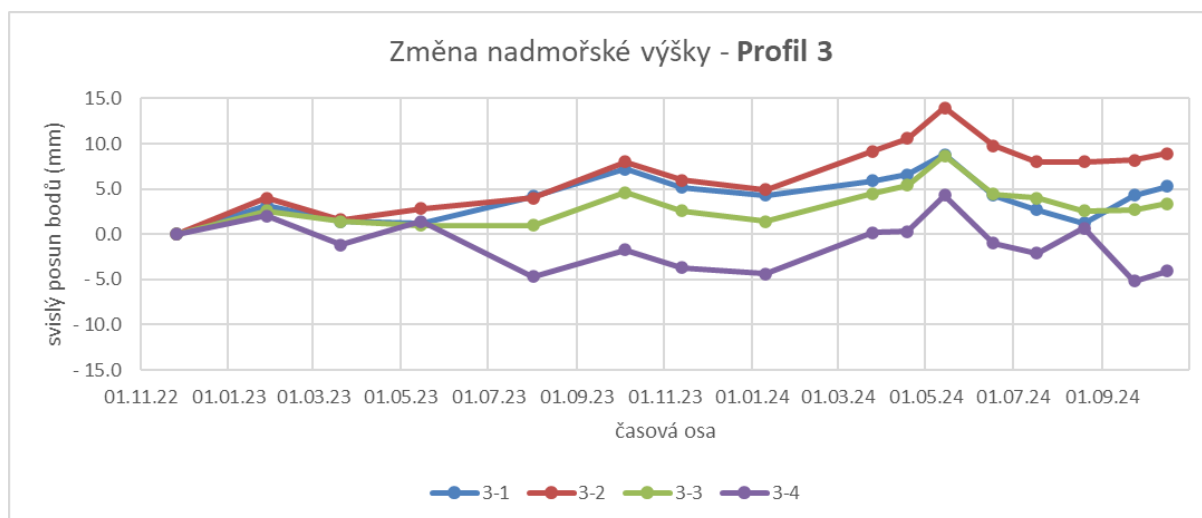
Graf 12: Změna nadmořské výšky – profil 1



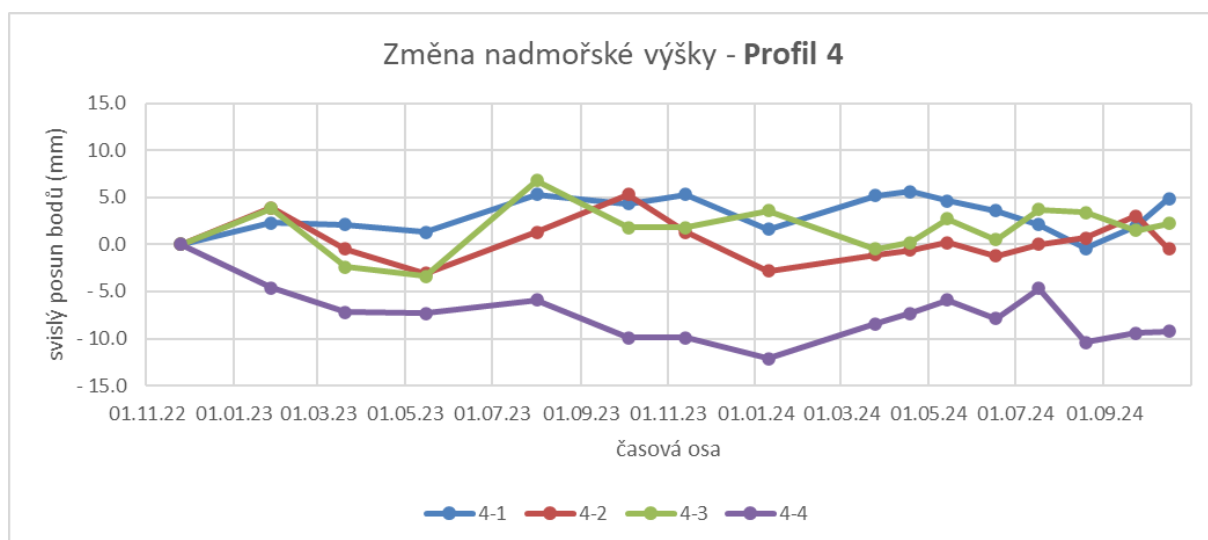
Graf 13: Změna nadmořské výšky – profil 2



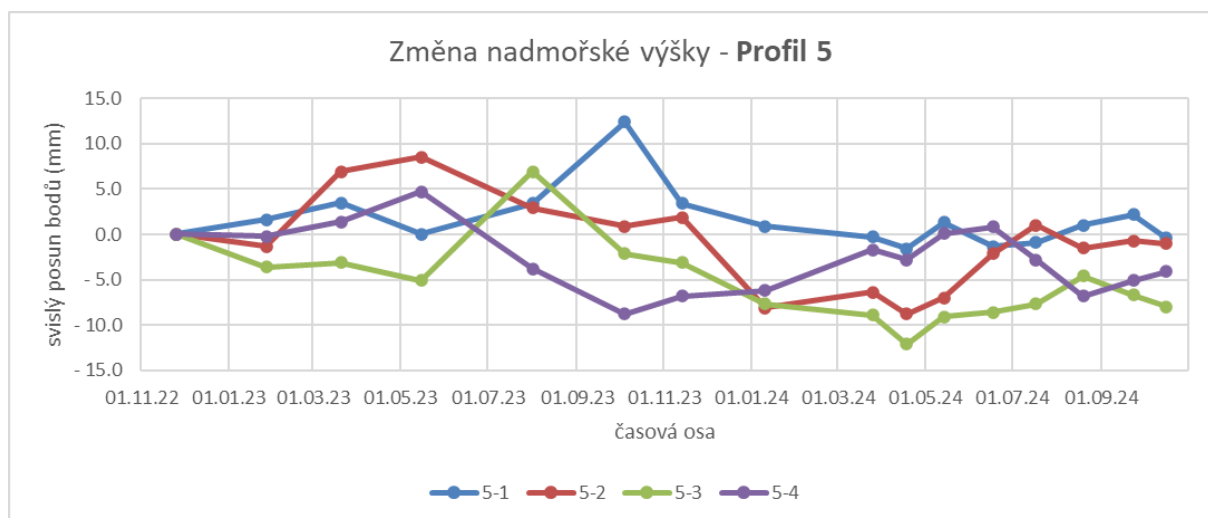
Graf 14: Změna nadmořské výšky – profil 3



Graf 15: Změna nadmořské výšky – profil 4

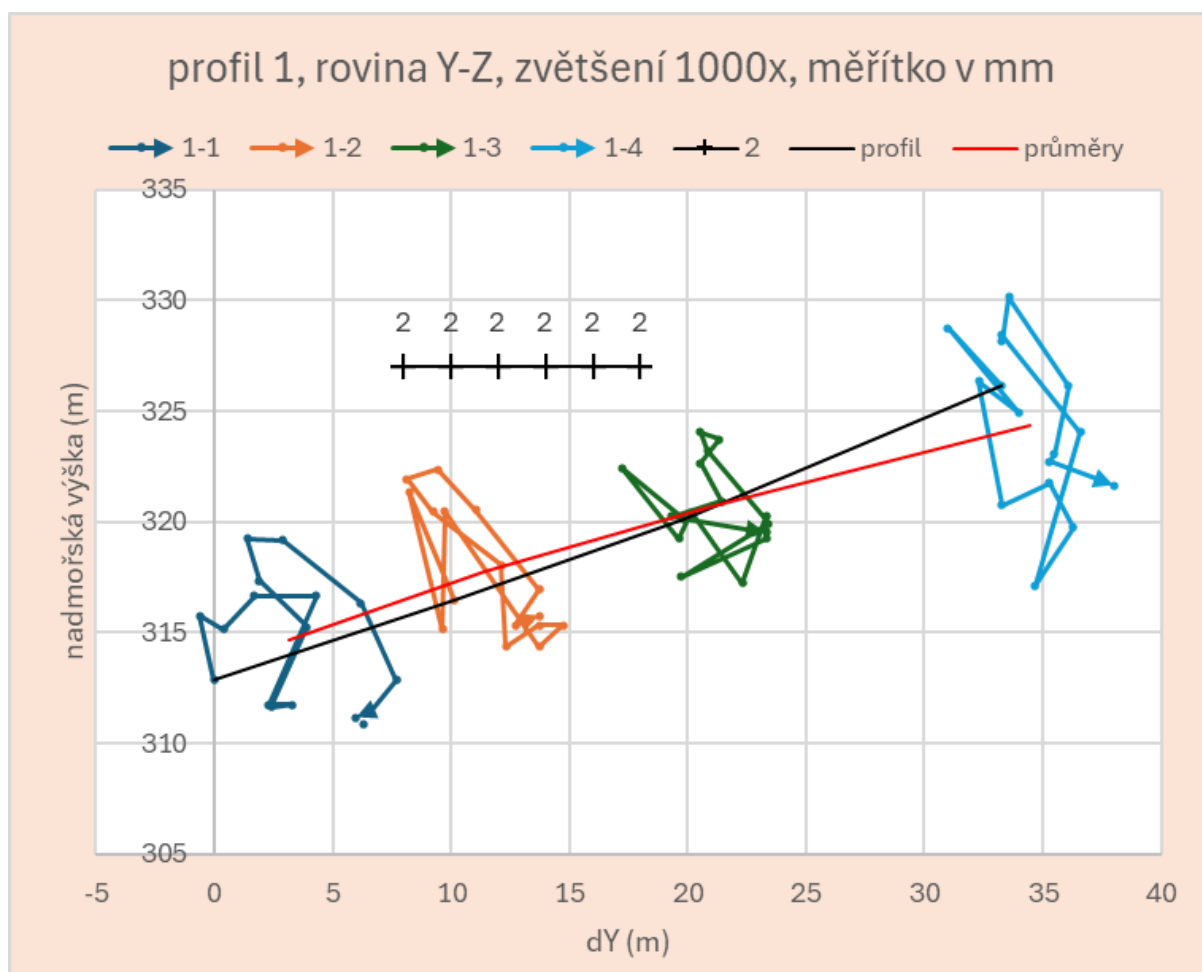


Graf 16: Změna nadmořské výšky – profil 5

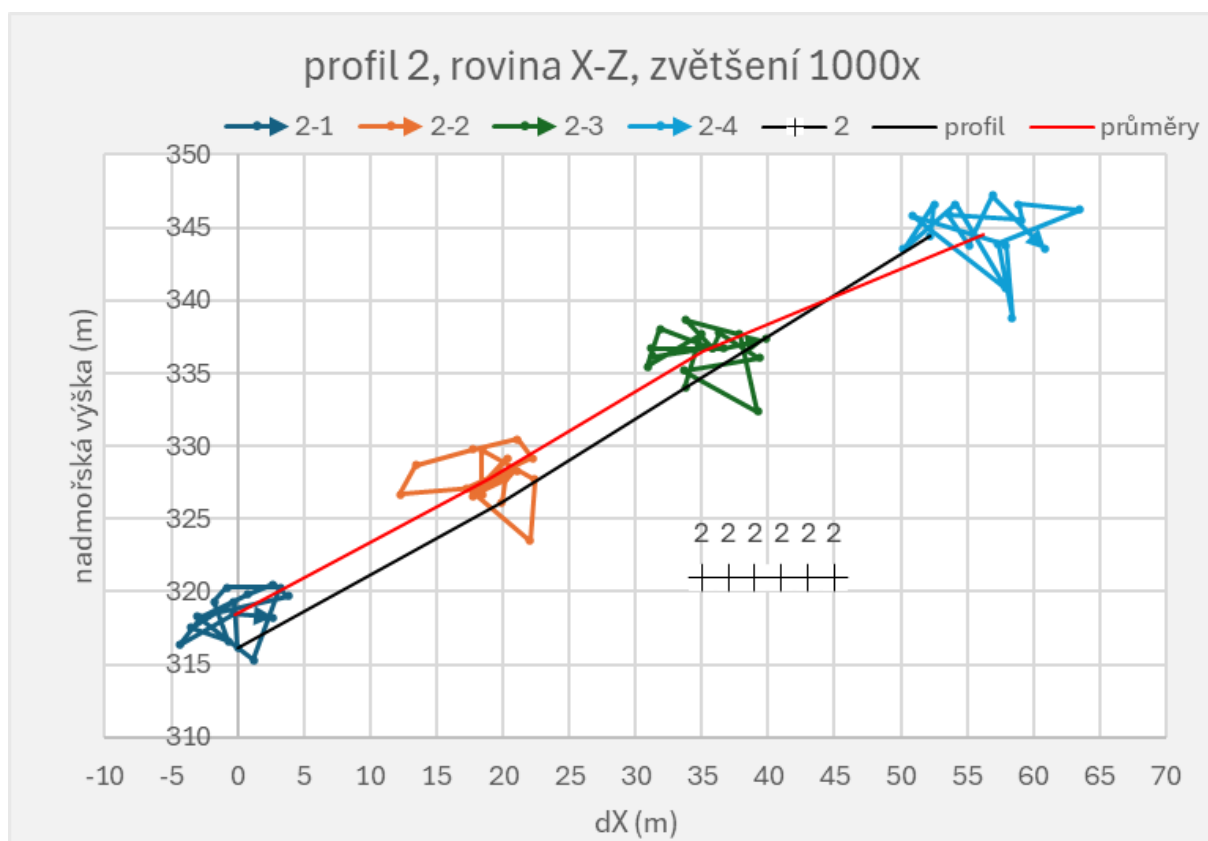


Pro prostorové zobrazení jsou dále uvedeny grafy posunu bodů v profilech 1 až 5 ve svislých rovinách X-Z resp. Y-Z (podle toho, ke které souřadnici profil více přiléhá). Posuny bodů jsou oproti souřadnému systému s 1000 násobným zvětšením ve vodorovném i svislém směru:

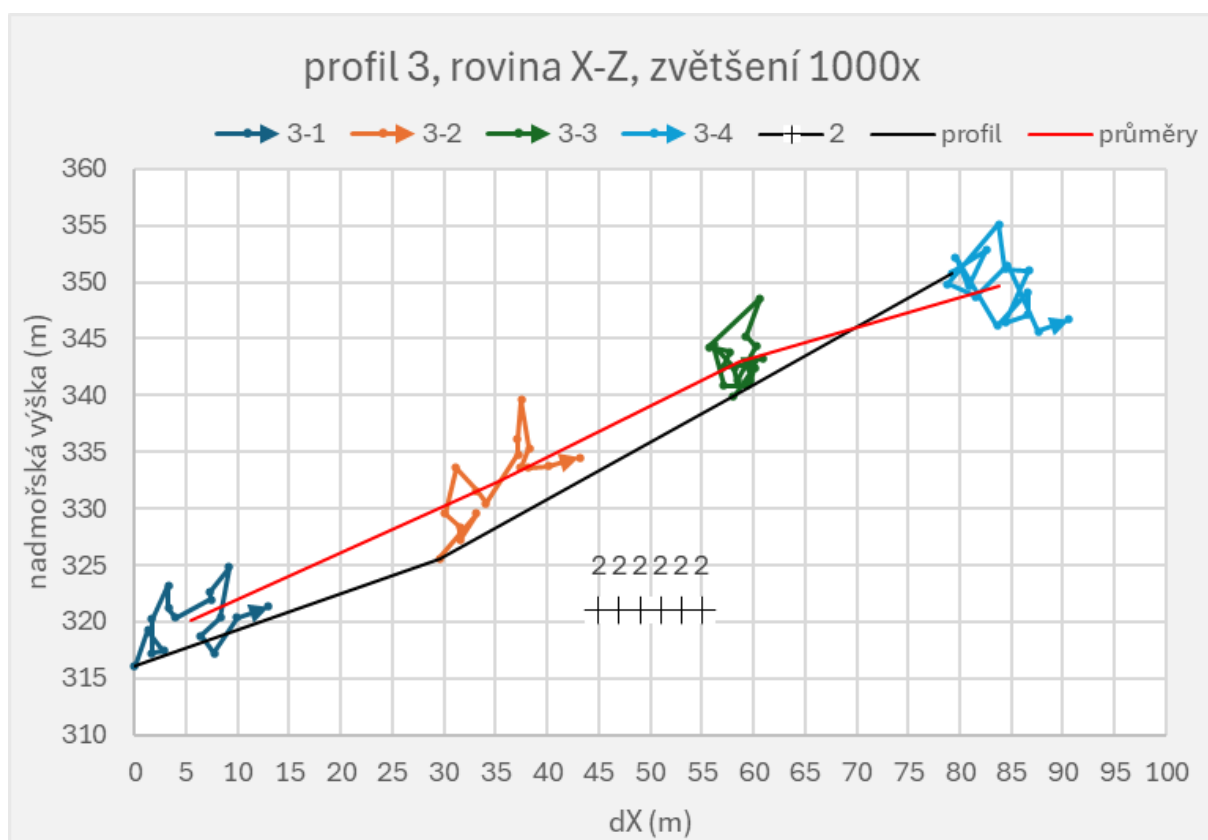
Graf 17: Profil 1 – rovina Y-Z



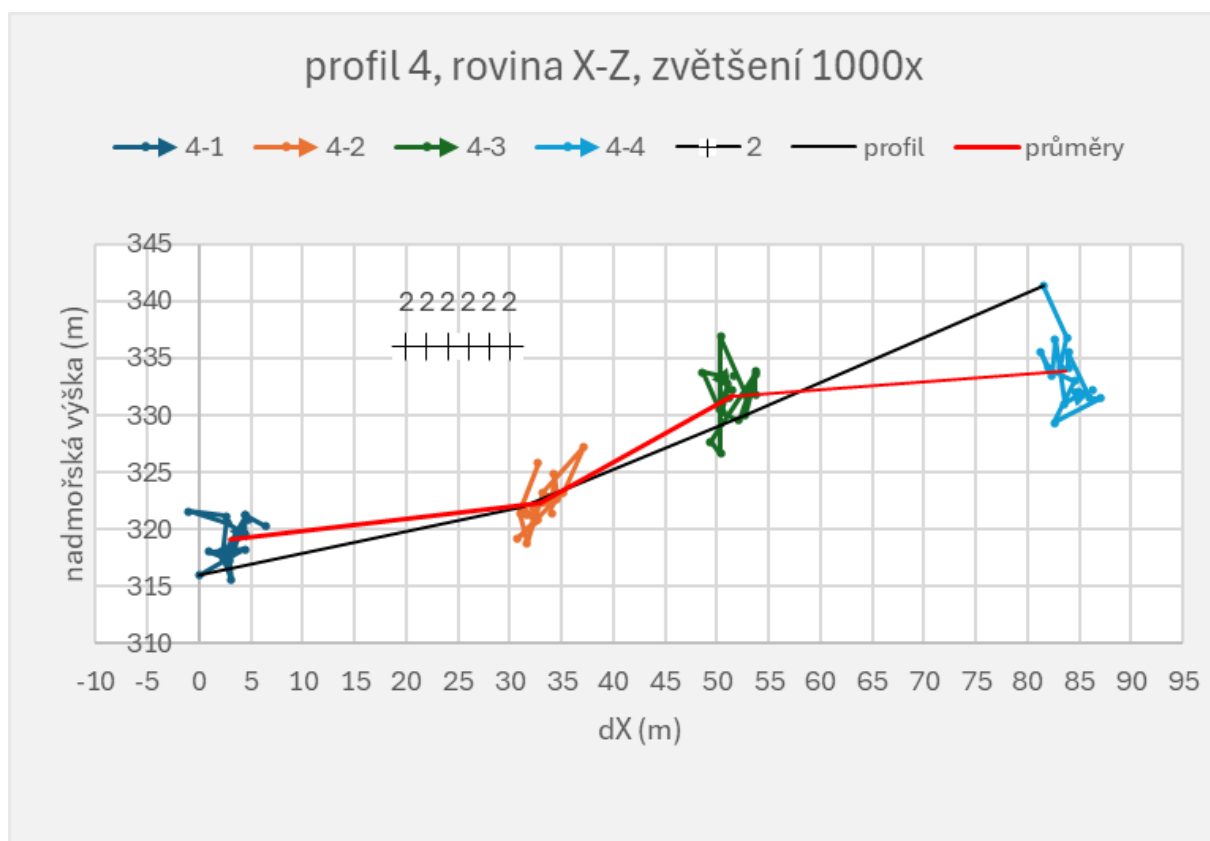
Graf 18: Profil 2 – rovina X-Z



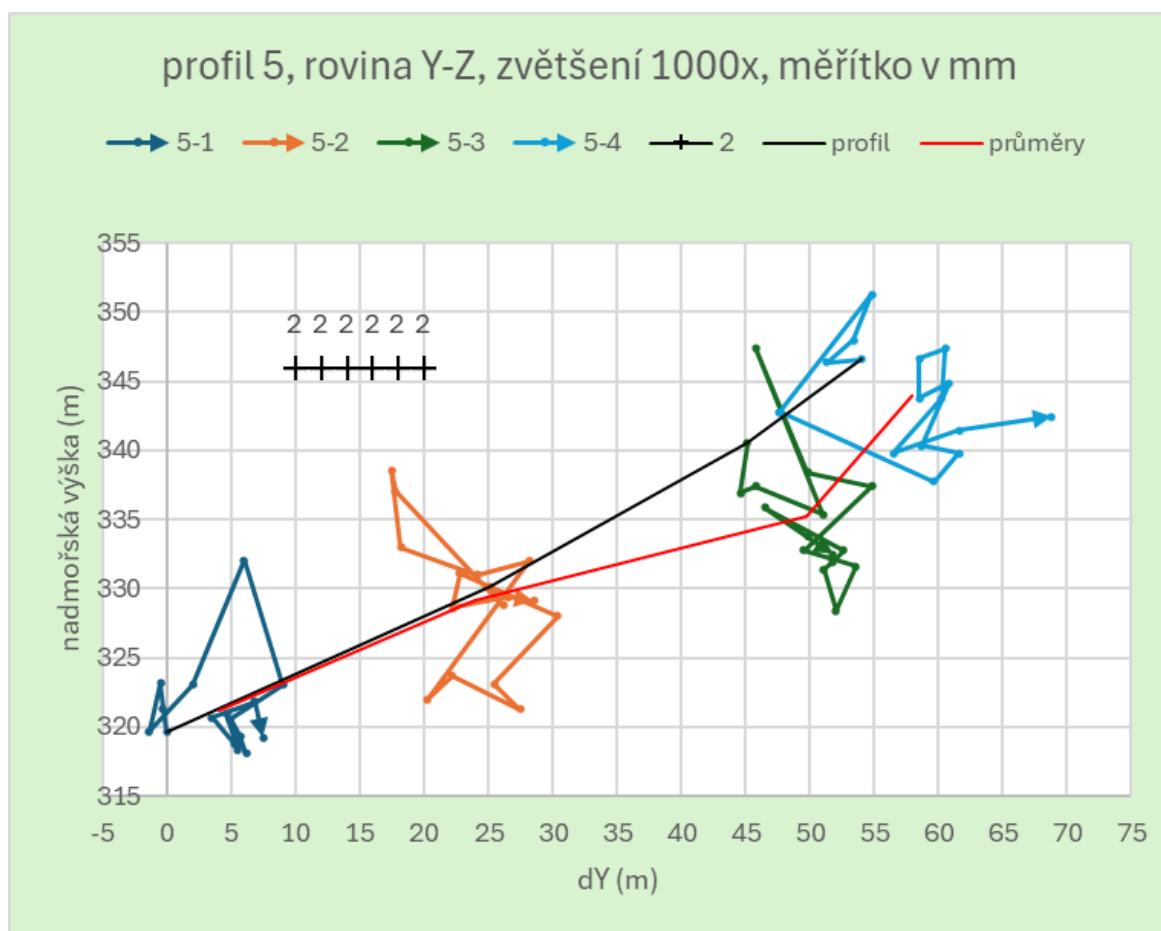
Graf 19: Profil 3 – rovina X-Z



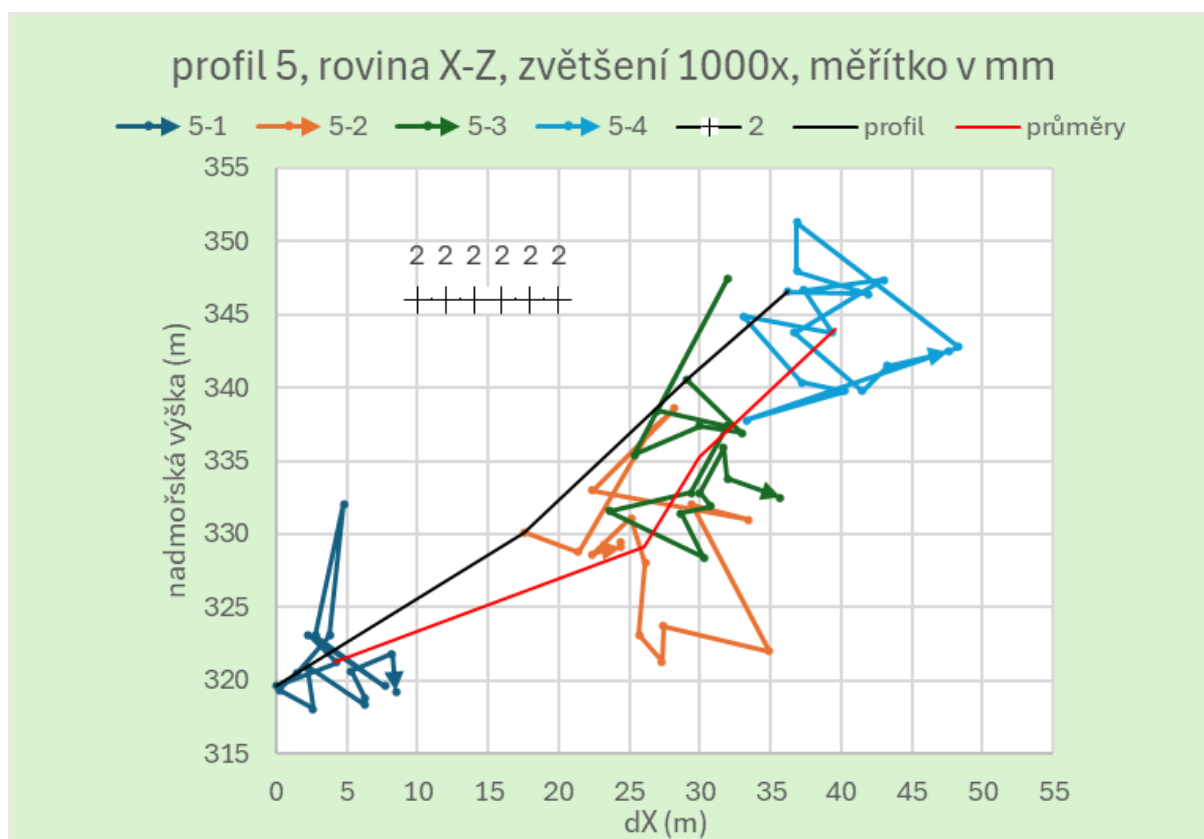
Graf 20: Profil 4 – rovina X-Z



Graf 21: Profil 5 – rovina Y-Z



Graf 22: Profil 5 – rovina X-Z



Dosavadní pohyby bodů neukazují na větší stabilitní problém. U většiny bodů byly zaznamenány pohyby od 5 do 8 mm. Body 1-4, 2-3, 4-1, 4-2, 4-3 vykazují pohyb nižší než 5 mm. Naměřené odchylky a výsledné trendy nejsou vypovídající, neboť se pohybujeme v rámci přesnosti měření a není tedy definován žádný prokazatelný pohyb. Zdánlivě chaotický pohyb bodů dle znázornění ve grafech je ovlivněn pouze chybou měření, kde body v profilech 1 až 4 nevykazují jakýkoli trend indikující svahové deformace, což je v souladu i s výsledky inklinometrických měření (INK 101 až 103) instalovaných v geodetických profilech 2, 3 a 4. Významnější rozptýl pohybu bodů na hranici přesnosti/chyby měření lze pozorovat pouze u profilu 5, resp. u bodu 5-2, i zde se však jedná o pohyb bez zjevného trendu.

Měření tak dosud nevykazují znaky svahových deformací charakteru sesuvu, nelze však s jistotou vyloučit možnost creepového pohybu povrchových vrstev. Pro přehlednější sledování možného creepového pohybu jsou do závěrečné zprávy přiloženy grafy (graf 17-22) posunu bodů v profilech 1 až 5 ve svislých rovinách X-Z a Y-Z (podle toho, ke které souřadnici profil více přiléhá) s 1000násobným zvětšením posunů ve vodorovném i svislém směru. Ve zdánlivě chaotickém pohybu bodů, zatíženém obvyklou chybou danou možnostmi metody, je vidět většinově pokles v horní části i navýšení ve spodní části svahu (porovnáním černé a červené linie v grafech). Polohové změny takto průkazné nejsou, přesto zjištěné pohyby jsou pravděpodobně důsledkem creepu. Pro přesnější závěry je zapotřebí delší období sledování, případně také zlepšení dosažitelné přesnosti metody.

5. DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ OBDOBÍ

Pro získání nepřetržitých časových řad měření do doby stavby doporučujeme pokračování monitoringu ve všech sledovaných vrtech a studnách a případně dalších objektech, u kterých by tato potřeba vyplynula např. v rámci jednání investora s vlastníky pozemků o výkuech před stavbou. Doporučená četnost měření je 1x za měsíc, případně 1x za 2 měsíce. Sít monitorovaných hydrovrtů a studen, by mohla být rozšířena o další objekty v dalších etapách průzkumu.

Data z monitoringu doporučujeme vždy interpretovat v souvislosti se srážkoměrnými údaji. Například za rok 2022 se jedná o 431 mm, což je pro dané území podprůměrný úhrn srážek – místní průměr cca 550 mm. (zajištění a vyhodnocení těchto dat není součástí zadání HG monitoringu).

Dále doporučujeme provádět odběry vody pro chemickou analýzu v oblasti pod hrází a v oblasti Černčic (HG112, S6, S11, S12) s četností 2x ročně. K těmto účelům bychom doporučovali alespoň 2 monitorované objekty.

U inklinometrických vrtů výsledné posuny neindikují smykové zóny a jejich velikost je zatím pod hranicí reálně dosažitelné přesnosti metody. Celá sledovaná oblast byla v klidu bez zjištěných deformací. Doporučujeme nadále sledovat s minimální četností 2x ročně.

Co se týče geodetického monitoringu, pokud dosažená přesnost při současné konfiguraci je nedostačující, doporučujeme v další etapě průzkumných a monitorovacích prací ke každému profilu vybudovat měřický pilíř. Každý ze sledovaných bodů bude mít pevný odrazný cíl. Použité metody měření (protínání zpět, polární metoda) zůstanou beze změny. Pevnými měřičskými pilíři docílíme menší nejistoty nahodilých i systematických chyb.

6. ZÁVĚR

V rámci monitoringu hladiny podzemní vody v místě budoucího VD Kryry a blízkém okolí byla v období 11/2022 – 10/2024 měřena úroveň hladiny v 11 domovních a zemědělských studnách a ve 20 hydrogeologických vrtech.

U většiny objektů je zaznamenáván ustálený stav s kolísáním v průběhu roku. Za celou dobu měření dosáhly největší rozdíly u vrtů velikosti 1,58 m (HG104), rozdíl větší než 1,00 m byl zaznamenán také ve vrtech HG107 (1,54 m), HG141 (1,49 m), HG106 (1,40 m) a HG109 (1,36 m). Nejmenší rozdíl úrovní hladin během doby měření byl zjištěn ve vrtech HG102 (0,30 m) a HG103 (0,32 m). U vrtů HG106 a HG107 a u studen S1 a S9 je trend lineárního poklesu hladiny. Největší nárůsty obvykle nastávají od března do května, poklesy od září do listopadu. U studní vzhledem k nekontrolovanému odběru tyto závislosti sledovány nejsou.

Zjištěné poměry během sledovaného období odpovídají předpokladům v daném území. Kolísání hodnot během období provádění měření nebylo přes delší období sucha nebo přívalové srážky zásadní, k náhlým okamžitým poklesům došlo pouze u čerpaných studen, které však globálně sledují trend kolísání hladiny v širším území. Korelace měřených hodnot s úhrny srážek nicméně není součástí zadáných činností v rámci monitoringu.

V rámci monitoringu v období 11/2022 – 10/2024 byly monitorovány 3 inklinometrické vrty. U vrtů INK101 a INK102 byly zaznamenány nepatrné náklony jejich zhlaví do hloubky 2 m. U INK101 3,5 mm v ose A+ (směr se svahu) a 4 mm v B+. U INK102 5 mm v ose A+ a 4 mm v ose B- do 1,5 m (po odečtu výšky pažnice se jedná o hloubku 1 až 1,5 m). INK103 byl po celou dobu úplně bez pohybu. Celkový pohyb je v dlouhodobém horizontu nepatrný až zanedbatelný, lze konstatovat, že oblast byla v klidu.

Měření geodetických bodů v 5-ti profilech dosud nevykazují znaky svahových deformací charakteru sesuvu, nelze však s jistotou vyloučit možnost creepového pohybu povrchových vrstev. Pro přehlednější sledování možného creepového pohybu jsou v kap. 4.3 uvedeny grafy posunu bodů v profilech 1 až 5 ve svislých rovinách X-Z a Y-Z. Ve zdánlivě chaotickém pohybu bodů, zatíženém obvyklou chybou danou možnostmi metody, je vidět většinou pokles v horní části i navýšení ve spodní části svahu (porovnáním černé a červené linie v grafech). Polohové změny takto průkazné nejsou, přesto zjištěné pohyby jsou pravděpodobně důsledkem uvedeného creepu. Pro přesnější závěry je zapotřebí delší období sledování, případně také zlepšení dosažitelné přesnosti metody.

Celková doporučení jsou uvedena v předchozí kapitole.

Ústí nad Labem, říjen 2024

Zpracovali: Mgr. Jakub Šindelář; Ing. Jakub Mudra; Ing. Jan Kurka, CSc.