

BOBROVNÍKY – MONITORING SESUVU

Závěrečná zpráva

číslo úkolu: Z123001

Odpovědný řešitel:



Představitel a.s.:



ředitel divize Geologie, těžby
a sanace

CERTIFIKACE:

ČSN EN ISO
9001

ČSN EN ISO
14001

ČSN EN ISO
45001

Ostrava,
prosinec 2023

Výtisk č. 2

Objednatel: statutární město Ostrava
Prokešovo náměstí 1803/8
702 00 Ostrava Moravská Ostrava
IČ: 00845451
DIČ: CZ00845451

Zhotovitel: UNIGEO a.s.
Místecká 329/258
720 00 OSTRAVA-HRABOVÁ
IČ: 45192260
DIČ: CZ45192260

Útvar realizace: **DIVIZE GEOLOGIE, TĚŽBY A SANACE**


Účel: monitoring

Kraj / obec: Moravskoslezský / Bobrovníky

Řešitelský tým:  – odpovědný řešitel úkolu
 – řešitel úkolu
 – grafické zpracování

Tato závěrečná zpráva: „Bobrovníky – monitoring sesuvu“, je vyhotovena ve 4 výtiscích, které obsahují:

**14 stran textu
2 přílohy**

Rozdělovník: 1 - 2 Město Ostrava
3 UNIGEO a.s., divize Geologie, těžby a sanace (elektronicky)

OBSAH

1	ÚVOD.....	4
1.1.	PŘEDMĚT ZAKÁZKY A POŽADAVKY OBJEDNATELE.....	4
1.2.	POPIS REALIZOVANÝCH PRACÍ.....	4
2	CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	6
3	VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	9
4	ZÁVĚR.....	12
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	14

PŘÍLOHY

1. Přehledná situace zájmového území 1 : 10 000
2. Situace průběhu extenzometrického profilu 1 : 500

1 ÚVOD

Na základě smlouvy o dílo mezi Městem Ostrava (objednatel) a společností UNIGEO a.s. (zhotovitel) byl realizován monitoring svahu v Bobrovníkách. Zájmová oblast se nachází v katastrální území Bobrovníky č. 605875, na listu základní mapy ZM (M 1:10 000) 15-43-03, viz příloha č. 1. Zakázka je evidována zhotovitelem pod číslem Z123001.

1.1. Předmět zakázky a požadavky objednatele

Předmětem zakázky bylo vybudování nových monitorovacích bodů sítě pro účely měření metodou pásmové extenzometrie (PEX) s následným základním a opakovaným měřením. Objednatel požadoval provedení geotechnického monitoringu nestabilní oblasti. Pro účely geotechnického monitoringu bylo požadováno následující:

- přípravné práce – vyřízení povolení vstupů na pozemky
- vybudování nového extenzometrického profilu (9 bodů);
- realizace třech opakovaných etap měření metodou pásmové extenzometrie;
- provedení vizuální kontroly svahu;
- zpracování naměřených dat;
- zhodnocení výsledků monitoringu a sestavení závěrečné zprávy.

Objednatel požadoval vybudování monitorovacího systému – 1 extenzometrického profilu, ozn. A. Nově vybudovaný měřicí profil momentálně se využívá pro monitoring sesuvné oblasti. V roce 2023 bylo plánováno 1 základní a 3 opakované etapy měření. V roce 2024 je plánována realizace dalších 3 etap opakovaných měření.

Práce na zakázce byly realizovány v souladu s platnými zákony a normami ČR, zákonem ČNR č.62/1988 Sb. "o geologických pracích", dle vyhlášky Ministerstva životního prostředí - MŽP: č.206/2001 Sb., "o osvědčení odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce", č.368/2004 Sb., "o geologické dokumentaci", č. 369/2004 Sb., "o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací" - vše v platném znění.

1.2. Popis realizovaných prací

Vlastnímu vybudování extenzometrických bodů předcházelo vyřízení vstupů na dotčené pozemky.

Vybudování extenzometrických opěr

Extenzometrické body ozn. A1 – A9 byly vybudovány 18.5.2023 - 19.5.2023 v jedné linii (ozn. A).

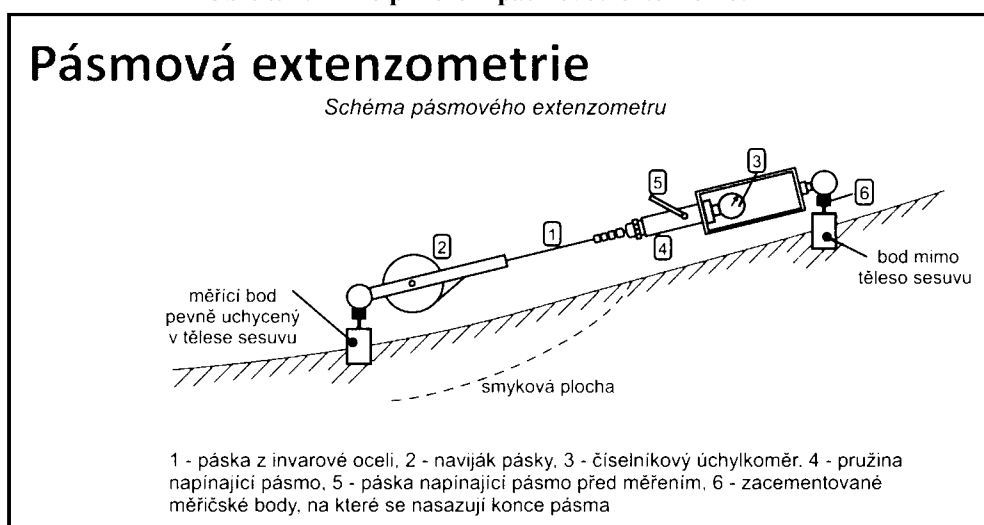
Měřicí body jsou tvořeny bežešvými ocelovými trubkami o vnějším průměru 42,4 mm, síla stěny 2,6 mm, pevnosti v tahu 360-500 MPa, které byly zapuštěny do krátkého vrtu hloubky cca 0,8 m o průměru 180 mm. Prostor mezi trubkou a vrtem byl vyplněn betonovou zálivkou. Vnitřní prostor trubky byl rovněž vyplněn betonovou zálivkou. Na horní hranu trubek byly připevněny úchyty pro upevnění extenzometrického pásma a těla extenzometru. Výše uvedenými technologiemi byly pro daný účel vytvořeny stabilní a odolné extenzometrické body. Extenzometrické body ozn. A1 až A9 byly vybudovány v jedné linii (ozn. A) začínající v relativně stabilní části svahu nad chatou ev.č.1 a ukončené na břehu řeky Opavy pod chatou ev.č.1. Pozice měřících bodů je přehledně zobrazena v Příloze č.2.

Měření metodou pásmové extenzometrie

Metoda pásmové extenzometrie (PEX) spočívá ve sledování změn vzdáleností mezi dvěma stabilizovanými body pomocí měřicího pásma, které je napínáno konstantní silou – 140 N. Základní čtení na 2.5 cm je odečítáno na pásmu. Doplnkové čtení zajišťující dostatečnou přesnost měření je realizováno pomocí mikrometrického šroubu s digitálním odečtem s přesností 0.01 mm. *Pozn: reálná přesnost měření po zohlednění většiny vlivů majících vliv na přesnost odečtu je cca 0.5 mm.*

Pro dosažení požadované přesnosti měření je nutné ve fázi zpracovávání výsledků terénních měření provést teplotní korekci, která má vliv na změny délky ocelového pásma a těla extenzometrického přístroje. Referenční teplota udaná výrobcem přístroje je 17 C°. Další nezbytnou podmínkou měření je stálá síla, kterou je pásmo napínáno.

Obr. č. 1: Princip měření pásmovou extenzometrií



Pro dosažení co nejpřesnějších výsledků měření metodou pásmové extenzometrie je potřebné dodržovat následující metodiku měření:

- Extenzometr i úchyt pásma musí být umístěny vždy na stejné body, nelze v průběhu následujících etap měnit pozici pásma - extenzometr ve směru spádnice svahu.
- Extenzometrická měření by neměla být realizována za nepříznivých klimatických podmínek, jakými jsou silný vítr a sluneční svit. Ideální počasí pro měření je bezvětří a zataženo.
- Teplotní vlivy se musí eliminovat teplotními korekcemi, které se vztahují k referenční teplotě 17 C°. Teplota vzduchu musí být zaznamenávána u každé extenzometrické záměry.
- Natažené pásmo se během měření nesmí dotýkat země, vegetace ani jiných předmětů.
- Vlivy postupných dilatací extenzometrického pásma a únavy dynamometru extenzometrického šroubu jsou ověřovány na kalibračním rámu před vlastním terénním měřením.

Veškeré činnosti související s vybudováním extenzometrických bodů, terénními měřeními (pásmová extenzometrie, vizuální kontroly), průběžným zpracováváním výsledků jednotlivých etap, finálním zpracováním, vyhodnocením a interpretací naměřených dat, včetně sestavení závěrečné zprávy byly prováděny pracovníky UNIGEO a.s. Ostrava.

Obr. č. 2: pohled na natažené extenzometrické pásmo mezi dvěma stabilizovanými extenzometrickými body.



2 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Dosavadní prozkoumanost. Na základě objednávky Statutárního města Ostravy byl společností UNIGEO a.s. v období 06-08/2022 realizován, pro účely získání a zpracování geologických informací sesuvné oblasti, inženýrskogeologický průzkum v prostoru svahu v blízkosti chaty ev. č. 1 v Bobrovníkách. Průzkum zahrnoval mapovací práce, ověření inženýrsko-geologických poměrů, vymezení, popis a klasifikaci sesuvného jevu, zhodnocení geotechnických a základových poměrů oblasti s návrhem opatření zajišťujících stabilizaci sesuvu. Výsledky uvedeného průzkumu byly využity pro doplnění informací o geologické stavbě území:

- Merta P., 2022: Bobrovníky – sesuv – IG průzkum, UNIGEO a.s. (Z122007),

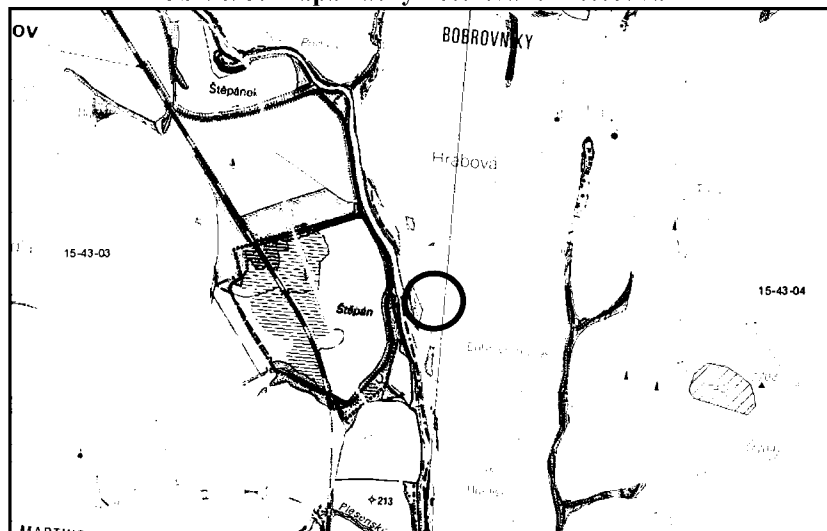
Ze správního hlediska náleží zájmový prostor do Moravskoslezského kraje, katastrálního území Bobrovníky, list ZM 1 : 10 000 č. 15-43-03 (příloha č. 1). Zájmová oblast je reprezentována erozně denudačním reliéfem – Děhylovskou pahorkatinou. Západně od zájmové lokality je povrch reprezentován akumulacním typem reliéfu (niva řeky Opavy).

Geologicky je zájmové území součástí soustavy Českého masivu, oblasti moravskoslezské a regionu moravskoslezského paleozoika. Předkvartérní podloží je budováno zvrásněnými sedimenty spodního karbonu hradecko-kyjovického souvrství. Povrch skalního podloží pod kvartérními uloženinami a ve výchozech je reprezentován kulmskými jílovci, prachovci a drobami. Kvartérní pokryv je v zájmovém území reprezentován eluviálními, deluviálními, deluviofluviálními, eolickými a fluviálními nesoudržnými a soudržnými sedimenty. Průzkumnými pracemi (2022) byly zastiženy na lokalitě deluviální (svahové) sedimenty zastoupené hlinitokamenitými sutěmi a jílovito-hlinitými sedimenty s proměnlivým podílem méně zvětralých úlomků hornin (Merta P., 2022).

Zájmová oblast byla zařazena (viz obr. č. 3) z hlediska stupně náchylnosti svahu k sesouvání do kategorie č. 2 (žlutá barva) a č. 3 (červená barva). Kategorie č. 3 definuje oblast, kde podmínky pro vznik svahových deformací jsou nejvíce vhodné. Přes registraci sesuvu v r.2022, dle aplikace České geologické služby, v místě zájmové oblasti nebyly dosud registrovány svahové nestability a sesuvy. Kategorie č. 2 definuje oblast, ve které nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit.

Zájmové území se nachází v prostoru západního úbočí bezejmenného kopce nad dolní nivou řeky Opavy. Zájmový svah je generelně ukloněný k Z, je relativně strmý, v horní části svahu je sklon svahu cca 18-25°, v dolní sklon dosahuje hodnot 38-55°. Svah nad zářezem za chatou ev. č. 1 má průměrný sklon 64°.

Obr. č. 3: Mapa náhylnosti svahů k sesouvání



zdroj: www.geology.cz

○ - zájmová lokalita

- 1. třída nízké náhylnosti svahů k sesouvání
- 2. třída střední náhylnosti svahů k sesouvání
- 3. třída vysoké náhylnosti svahů k sesouvání

Zájmové území neleží v prostoru žádného **poddolovaného** území a nevyskytují se zde žádná označená **důlní díla**.

Dle mapy **seismických** oblastí ČR (ČSN EN 1998-1) je zájmové oblasti přiřazeno referenční špičkové zrychlení podloží a_{gR} velikosti 0,06 g. Zájmová lokalita náleží (dle mapy seismického rajónování ČSSR) do seismické oblasti s hodnotou 7⁰ MSK64 makroseismické intenzity. Dle tabulky č. 3.1 citované normy ČSN EN 1998-1, náleží základové půdy na lokalitě typu A – skalní horninový masiv nebo geologická formace typu skalních hornin při nadloží z měkčího materiálu, s parametry $V_{s,30} \geq 800$ m/s.

Z **klimatického** hlediska se zájmové území nachází v klimatické oblasti mírně teplé MT10. Dlouhodobé průměrné měsíční a roční úhrny teplot odečtené z meteostanice Hošťálkovice (Moravskoslezský kraj, 308 m n. m.) za období let 2017–2022 jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: vybraná meteorologická data – meteostanice Hošťálkovice (<https://www.in-pocasi.cz/>)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV-IX
Teplota (°C)	0,1	1,3	4,2	9,9	13,5	19,4	19,9	19,9	14,6	10,7	5,3	1,7	10,0	16,2

Klimatické podmínky, konkrétně dešť a sněhové srážky, patří mezi klíčové přírodní faktory, které negativně ovlivňují stabilitu svahu. Dešťová voda a voda z tajícího sněhu saturuje zeminy svahu, vyplňuje pukliny a póry, zvyšuje v nich tlak a tím klesá soudržnost a hodnota vnitřního tření zemin. S nasycením zemin vodou dochází k nárůstu zatížení svahu. Níže uvádíme měsíční srážkové úhrny v roce 2023 v celé České republice a Moravskoslezském kraji ve srovnání s normálem 1991–2020 na území ČR.

Tabulka č. 2: územní srážky v roce 2023 (<https://www.chmi.cz/>)

Kraj		Měsíc												Rok
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Česká republika	S	43	37	50	68	43	46	59	135	18	51			
	N	44	37	46	39	70	82	89	78	60	49			
	%	98	100	109	174	61	56	66	173	30	104			
Moravskoslezský	S	65	42	32	62	81	56	92	145	38	80			
	N	43	42	51	52	90	99	110	84	83	60			
	%	151	100	63	119	90	57	84	173	46	133			

Vysvětlivky: S = úhrn srážek [mm], N = dlouhodobý srážkový normál 9120 [mm],
 % = úhrn srážek v % normálu 9120

Měsíční srážkové úhrny se ve Moravskoslezském kraji v některých měsících pohybovaly nad dlouhodobým srážkovým normálem (1991-2020), zejména srpen a říjen byly bohatými na dešťové srážky. Z výše uvedeného je patrné, že během hlavního období měření se střídaly měsíce s výrazně vysokým úhrnem srážek a měsíce, kdy úhrn srážek byl nižší o více než 50 % ve srovnání s normálem (září).

Západní část zájmového území spadá do **chráněné oblasti** Natura 2000 – Děhylovský potok – Štěpán a zároveň chráněné oblasti IUCN – Štěpán (přírodní rezervace).

Z hlediska **hydrogeologických poměrů** lze v dané oblasti vyčlenit tři rozdílné oběhy podzemních vod. První mělčí oběh je vázán na průlinově propustné fluvialní šterky řeky Opavy. Druhý - sezónní oběh podzemních vod je situován do značně heterogenních deluviálních sedimentů, svahových sutí. K živějšímu oběhu podzemní vody dochází také v horninách jesenického kulmu v pásmu povrchového rozpojení puklin s různým hloubkovým dosahem, zde se nachází třetí zvodnělý systém s převážně puklinovou propustností. V hlouběji uložených částech karbonského komplexu je pohyb podzemní vody velmi omezen. Zóny rozpukání hornin jesenického kulmu mohou dosahovat prvních desítek metrů.

Hydrologicky náleží předmětná lokalita do povodí řeky Odry (číslo hydrologického povodí 2), území je odvodňováno řekou Opavou (číslo hydrologického pořadí 2-02-03 – Opava od Moravice po ústí). Část zájmové oblasti leží v aktivní zóně záplavového území a zároveň záplavového území pro 20-ti letou vodu. Zájmová oblast není součástí chráněné oblasti přirozené akumulace vod, v oblasti nebyla stanovena ochranná pásma vodních zdrojů.

3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Měření metodou pásmové extenzometrie bylo realizováno na 1 spádnicovém profilu ozn. A. Tento profil se skládá z 9 stabilizovaných bodů ozn. A1 až A9. Bod A1 se nachází v horní „stabilní“ oblasti nad chatou ev.č.1. Body A2 až A7 se nacházejí v mírném zalesněném svahu v blízkosti lesních stezek (cyklostezek) nad hlavní tahovou trhlinou sesuvu zdokumentovaného v r.2022. Bod A8 je umístěn v prostoru transportní zóny sesuvu. Koncový bod A9 leží pod akumulací zónou sesuvu, u paty svahu, na břehu řeky Opavy, pod chatou ev.č.1.

Výsledky extenzometrických měření: V následujících dvou tabulkách (Tab. č.3 a č.4) jsou znázorněny jednak změny délek mezi jednotlivými extenzometrickými opěrami - změny délek jsou vždy vztaženy k základnímu měření a dále jsou zde prezentovány pohyby extenzometrických bodů ve směru spádnice svahu, přesněji ve směru extenzometrické dráhy – rovněž vztažené k základnímu měření.

V tabulce, která prezentuje pohyby jednotlivých extenzometrických bodů, představují kladné hodnoty (červeně zvýrazněné) - pohyby po svahu dolů, naopak záporné hodnoty jsou pohyby proti spádnici svahu.

Přestože extenzometrický přístroj – pásmový extenzometr umožňuje přesnost odečtu $\pm 0.01 \text{ mm}$, nelze v polních podmínkách spoléhat na tak vysokou přesnost měření – přesnost měření a přesnost odečtu jsou dva rozdílné pojmy. Na samotnou přesnost terénních měření má vliv řada dalších faktorů a jejich vzájemných nepříznivých kombinací, které i při sebelepší kontrole a disciplíně v dodržování metodiky měření nelze stoprocentně eliminovat. Podle našich zkušeností, lze označit za úroveň (hladinu) přesnosti terénního měření hodnotu cca $0.3 \text{ mm} - 0.4 \text{ mm}$, při překročení této hranice lze označit naměřenou délkovou změnu za pohyby sledovaných bodů.

Druhým faktorem, který má vliv na změny naměřených délek jsou tzv. periodické - sezónní vlivy. Tyto vlivy mají zpravidla oscilační charakter, z toho důvodu je lze lépe poznat až při delším měření (více opakovaných etap, několik let). Periodické - sezónní vlivy se mohou podílet na změnách naměřených délek v hodnotách až několika mm, výjimečně mohou dosáhnout velikosti přes 10 mm.

Jako jedna z dalších zásadních věcí mající vliv na interpretaci výsledků měření ve vztahu k sesuvné aktivitě je jev odborně označený jako povrchové ploužení – creep.

Povrchové vrstvy jílovitých svahových zemin [2] a rozvětralých pelitických hornin se posunují po svahu účinkem pomalého plastického přetváření, které má charakter ploužení creepu. V podstatě se jedná o přetváření plastických hmot (svahových jílovitých zemin) účinkem gravitace – tangenciální složky. Při těchto pohybech se obvykle nevytváří zřetelná smyková plocha, ale širší zóna, v níž dochází k mnoha dílčím posunům. Posuny jsou sice velice malé, ale dlouhodobé ploužení způsobuje vychýlení sloupů nadzemních vedení, poškození staticky poddimenzovaných opěrných zdí, mělce založených staveb i podpovrchových vedení.

Podle autorů [2], kteří se zabývali otázkou hloubkového dosahu plouživého pohybu lze pokládat za jistou maximální hloubku, kde již dochází ke zklidnění, hloubkový dosah 3.0 m – 4.0 m. Z hlediska rychlosti a charakteru pohybu, lze creep označit za dlouhodobý pomalý, nezrychlující se pohyb v minimálním rozsahu desetin mm za rok až po 2 cm za rok výjimečně až 5 cm za rok. Ještě v hloubce 1.0 m lze naměřit pohyb až 1 cm za rok. Závěrem lze konstatovat, že v případě strměji exponovaných svahů, jejichž povrchovou geologickou skladbu tvoří jílovité zeminy, nelze vyloučit existenci jevu – pomalého plastického přetváření – creepu v reálných hodnotách až do 2.0 cm za rok. Při specifikaci fyzikálního charakteru - druhu pohybu se bude jednat o nezrychlující se přibližně rovnoměrný pohyb.

Profil A

Výsledky extenzometrických měření na profilu A jsou prezentovány v Tabulce č. 3 a č. 4. V tabulce č.3 jsou rozdíly změřených vzdáleností mezi sousedními extenzometrickými body – vždy se jedná o rozdíl aktuálního měření, od kterého je odečteno měření základní (26.05.2023). V tabulce č. 4 jsou přibližné pohyby konkrétního bodu ve směru extenzometrické dráhy, která je až na některé ojedinělé výjimky paralelní se spádníci svahu.

Tab. č. 3 změny naměřených délek mezi extenzometrickými opěrami na profilu A. Kladná změna – protažení extenzometrické dráhy, záporná změna – zkrácení extenzometrické dráhy.

Rozdíly záměr na profilu A (mm)								
Datum	A1-A2	A2-A3	A3-A4	A4-A5	A5-A6	A6-A7	A7-A8	A8-A9
	26.05.2023	0	0	0	0	0	0	0
15.09.2023	-0.723	8.598	-1.890	-1.140	-2.388	-0.924	-4.572	3.738
24.10.2023	5,328	-2.153	-4.906	-2.683	-4.210	-2.240	-6.872	-7.802
24.11.2023	0,457	0,545	-2,047	-1,607	20,117	-0,914	-4,668	4,670

Tab. č. 4 posuny, respektive změny pozic extenzometrických bodů ve směru extenzometrické dráhy A. **Kladná hodnota** – posun extenzometrického bodu ve směru extenzometrické dráhy (ve směru spádnice svahu), **záporná hodnota** – posun extenzometrického bodu proti směru extenzometrické dráhy (proti spádnici svahu).

		Přibližné pohyby bodů na profilu A ve směru spádnice svahu							
datum	dny	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
26.05.2023	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15.09.2023	112	-0,72	7,88	5,99	4,85	2,46	1,53	-3,04	0,70
24.10.2023	151	5,33	3,18	-1,73	-4,41	-8,62	-10,86	-17,74	-25,54
24.11.2023	182	0,46	1,00	-1,05	-2,65	17,47	16,55	11,88	16,55

Z tabulky č.4 je zjevné, že u extenzometrických bodů A2, A3, A4 a A5 byly v průběhu monitoringu naměřeny změny jejich pozic v řádech mm. Změny pozic mají oscilační charakter a lze je považovat za periodické, sezónní změny.

Změny pozice bodu A6 (u cyklostezky, bod nad aktivním sesuvem) se pohybovaly až do 24.10.2023 v řádech prvních mm. Změna nastala v období mezi 24.10.2023 a 24.11.2023, byl zaznamenán posun bodu o 17,47 mm směrem po spádnici svahu. Mapovací práce, vizuální kontrola lokality, nicméně nezaznamenaly sesuvnou aktivitu v blízkosti tohoto dokumentačního bodu. Velikost posunu odpovídá plouživým pohybům (creepu). Charakter posunu (rychlá změna) spíše nikoliv. Naměřená změna pozice bodu může i indikovat vznikající sesuv s odtrhovou hranou nacházející se mezi bodem A6 a bodem A5. Posun měřícího bodu může být také způsoben poškozením bodu od projíždějících cyklistů. Plánovaný monitoring lokality v r.2024 ukáže, zda se jedná o trend, nebo posun bodu byla náhlá událost (např. způsobená poškozením bodu).

Rozdíly vzdáleností mezi bodem A7 (bod nad aktivním sesuvem) a bodem A6 se pohybovaly v řádech prvních mm. Z toho vyplývá, že vzdálenost mezi těmito body se výrazně neměnila. Ale zároveň to znamená, že také u bodu A7 došlo k jeho pohybu po spádnicí svahu.

U bodu A8 (transportní zóna sesuvu) byl zaznamenán posledním realizovaným měřením pohyb bodu po spádnicí svahu. Velikost pohybu ukazuje na pomalý pohyb. V průběhu druhého měření (říjen 2023) byla ve svahu, v okolí bodu č. A8 (mezi bodem a chatou), zaznamenána výrazná sesuvná aktivita. Byly viditelné lokální odtrhy a zaevidován posun zemin tělesa sesuvu v prostoru za chatou ev. č. 1. V daném úseku došlo k opakovanému sesunutí hmot kvarterních sedimentů.

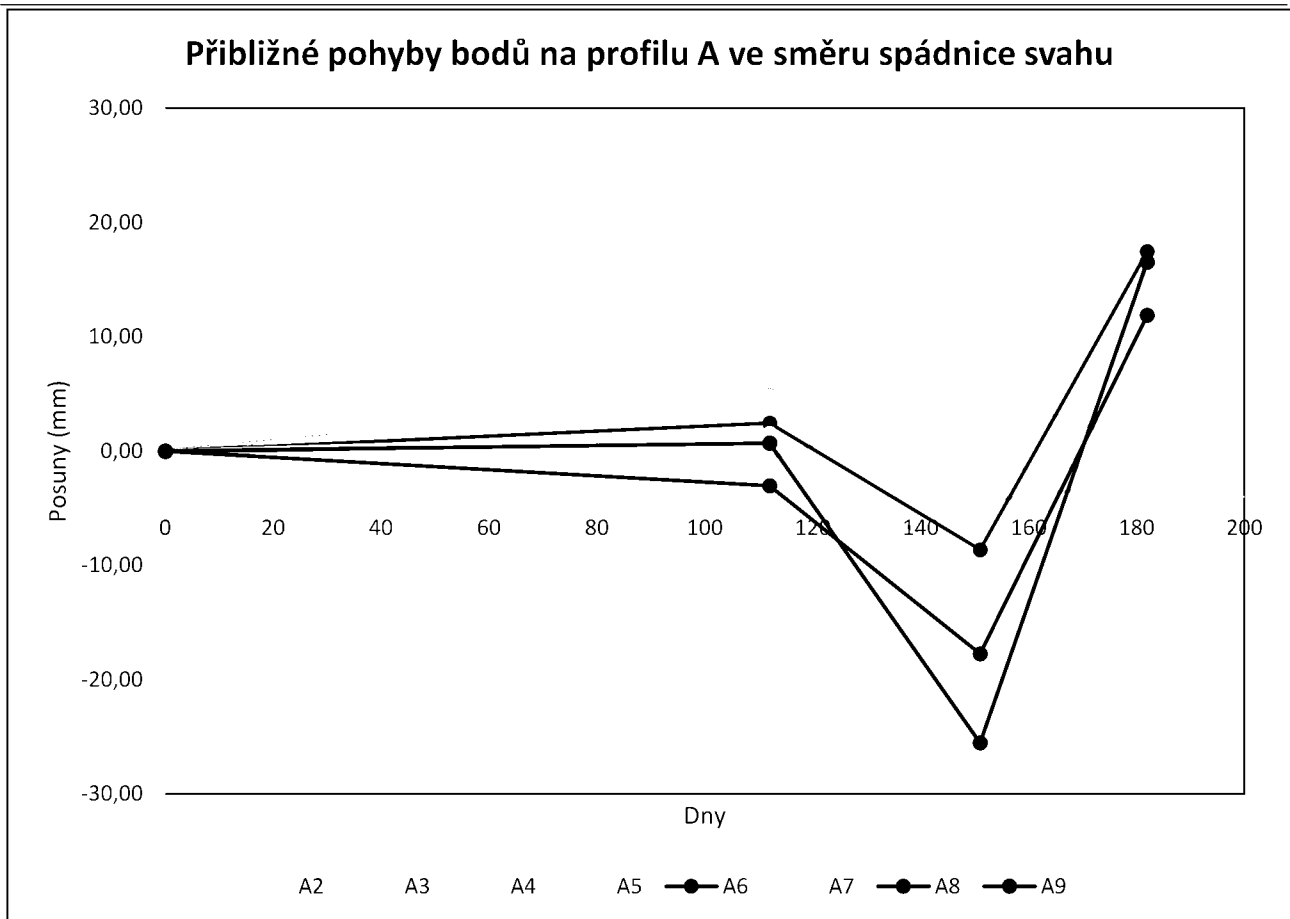
Obr. č. 4: Sesuté hmoty za chatou ev. č. 1 (foto 24.10.2023)



Pozice bodu A9 se změnila v návaznosti na body A6 až A8, bod se posunul po spádnicí svahu.

Zaznamenané posuny bodů v období mezi 10/2023 a 11/2023 mohou indikovat sesuvnou aktivitu svahu, nelze ale vyloučit z důvodu krátkého období monitoringu vliv periodických změn v kombinaci s ploužením, creepem, či mechanické poškození bodu A6.

Z provedených měření pásmové extenzometrie a z vizuálních kontrol lokality lze označit **okolí profilu A jako aktivní sesuvnou oblast**, kde dochází k pohybu svahových hmot po již vytvořených smykových plochách. Zároveň zde probíhá pohyb povrchových vrstev zemin ploužením, creepem.



Graf č.1 – přibližné pohyby bodů na profilu A ve směru spádnice svahu.

4 ZÁVĚR

V období 05/2023 – 11/2023 byl pracovníky fy UNIGEO a.s. realizován geotechnický monitoring sesuvu v Bobrovníkách. Stavební a terénní práce zahrnovaly vybudování monitorovacího systému extenzometrických bodů, tak terénní měření, vizuální kontroly lokality a průběžné zpracování a hodnocení výsledků terénních dat. Zájmová lokalita je svým charakterem, morfologií a geologickou skladbou velice náchylná ke vzniku svahových jevů.

Extenzometrická měření byla realizována na 1 extenzometrickém profilu ozn. A. *Profil A* se nachází na západní straně bezejmenného vrchu v Bobrovníkách v blízkosti chaty ev.č.1. Body A1 až A7 se nacházejí v prostoru mírného svahu nad odtrhovou hranou aktivního sesuvu zdokumentovaného v r.2022. Bod A8 je umístěn v transportní zóně sesuvu a koncový bod A9 u paty svahu pod akumulací zónou sesuvu na břehu řeky Opavy. Z provedených měření pásmové extenzometrie a vizuálních kontrol lokality lze označit okolí profilu A jako aktivní sesuvnou oblast, kde dochází k pohybu svahových hmot po již vytvořených smykových plochách. Zároveň zde probíhá pohyb povrchových vrstev zemin ploužením, creepem. Podrobně jsou výsledky Extenzometrického měření analyzovány v kap. 3.

Vizuální prohlídky. Vizuální kontroly byly prováděny při každé návštěvě lokality. Práce navázaly na mapování realizované v předchozích letech. Vizuálními prohlídkami byly zaznamenány nové prvky indikující svahovou nestabilitu oblasti. V průběhu monitoringu byla ve svahu, v okolí bodu č. A8, zaznamenána výrazná sesuvná aktivita. Byly viditelné lokální tahové trhliny a zaevidován posun


zemin tělesa sesuvu v prostoru za chatou ev. č. 1 (obr. č. 4). V případě, že sesouvání kvartérního pokryvu po předkvartérním podloží v prostoru zdokumentovaného sesuvu v r.2022 bude dále pokračovat, může toto významně narušit stabilitu svahu nad odtrhovou hranou sesuvu.

Na základě výše uvedených poznatků doporučujeme pokračovat v monitoringu oblasti. Sledování stability svahu má zásadní význam pro prevenci možných rizik spojených s geologicky nestabilním prostředím. Extenzometrická měření se ukázala jako užitečná metoda pro sledování deformací a změn v měřených objektech. Doporučujeme pokračovat v extenzometrickém měření s důrazem na kontinuální monitorování a zohlednění vlivu povětrnostních podmínek. Vliv zimního počasí a jarní tání na stabilitu svahu by měl být pozorně monitorován a analyzován.

Doporučení

- Doporučujeme provést technická opatření zajišťující stabilizaci sesuvu, minimálně v rozsahu výstavby kotvené záporové stěny po celé délce zářezu za chatou ev.č.1, viz návrh v [1]. Odhad nákladů (kotvená záporová stěna) – cca 500 až 700 tis. Kč.
- Navrhujeme v místě pokáceného dubu do výsadbu nových stromů (buk, habr). Výsadba stromů může být kombinována s výsadbou keřů. Odhad nákladů – cca do 10 tis.Kč.
- Navrhujeme implementovat inklinometrická měření pro ověření hloubky smykové plochy a sledování změn v napětích v půdě. Odhad nákladů – cca 150 až 250 tis. Kč. Při zohlednění této metodologie by však mohly vzniknout určité výzvy, které je nutné vzít v úvahu. Problémy spojené s dojezdem mohou vzniknout v souvislosti se specifickými terénními podmínkami, které mohou ovlivnit přístupnost a možnost instalace inklinometrických měřidel. Strmý svah může představovat technickou náročnost při umisťování zařízení a při zajištění stabilního umístění měřicích prvků.
- Doporučujeme pokračovat na lokalitě v geotechnickém monitoringu svahu včetně mapování extenzometrického měření za účelem ověření sesuvné aktivity svahu. Tento monitoring provádět ještě minimálně 1 rok po realizaci technických opatření zajišťujících stabilizaci sesuvu. Dále bychom doporučili pravidelné terénní inspekce a geotechnické studie pro získání komplexního pohledu na geologické a geotechnické podmínky v oblasti svahu. Tato kombinace měření a analýzy by měla pomoci v identifikaci potenciálních rizik a umožnit přijmutí vhodných opatření pro zachování stability svahu. Odhad nákladů na monitoring v r.2024 do 60 tis.Kč.
- V případě, že monitoringem bude zjištěno, že provedené zajišťovací práce jsou nedostatečné a dále dochází k progresi svahových pohybů ohrožujících chatu ev.č.1, bude nutné provést další sanační opatření, např. opatření zajišťující odvod povrchových vod, podzemních vod mimo těleso sesuvu, případně zajištění svahu kotvenou geomříží. Je ke zvážení, zda neprovést zajištění svahu nad plochou kde došlo k celkovému sesutí kvartérního pokryvu kotvenou geomříží již během realizace kotvené záporové stěny a to v rozsahu cca 8x5 m.
- Veškeré práce a zásahy v dané oblasti je nutné provádět tak, aby nedošlo k narušení stability svahu a aktivizaci sesuvu.

V Ostravě dne 18.12.2023

Zpracoval: 

Schválil: 

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Merta P., 2022: Bobrovníky – sesuv – IG průzkum, UNIGEO a.s.
2. Záruba Q., Mencl V., 1987: Sesuvy a zabezpečování svahu
3. Portál ČHMÚ, <https://portal.chmi.cz/>.
4. Portál IN-POČASÍ, <https://www.in-pocasi.cz/>.