



**TERRA – GEO, s.r.o., Ružová 5219/29, 080 01 Prešov**  
IČO: 458 53 002    DIČ 2023 111 519    IČ DPH: SK 2023111519  
Okr. súd Prešov, oddiel: Sro, vložka číslo 41814/P

## **ZÁVEREČNÁ SPRÁVA GEOLOGICKEJ ÚLOHY**

**Názov geologickej úlohy:** Ľubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inklinometrické a hydrogeologické meranie  
na vrtoch INK-1 až INK 4 a HG-1 a HG-2

**Číslo úlohy:** 2023 – 01

**Etapa :** doplnkový inžinierskogeologický prieskum

**Objednávateľ:** Obec Ľubotice, Čsl. letcov 2,  
080 06 Ľubotice

**Zodpovedný riešiteľ:** Ing. Branislav Žec, CSc.

**Dátum vyhotovenia:** 28. 04. 2023

**Objednávateľ:**  
Obec Ľubotice,  
Čsl. letcov 2,  
080 06 Ľubotice

**Zhotoviteľ:**  
TERRA – GEO, s.r.o.  
Ing. Branislav Žec, CSc.  
konateľ s. r. o.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	4
1.1	Účel prieskumu – inklinometrické a hydrogeologické meranie .....	4
1.2	Vymedzenie záujmového územia .....	5
2	CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	5
2.1	Doterajšia geologická preskúmanosť .....	6
3	POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	7
3.1	Charakteristika záujmového územia .....	7
3.1.1	Geomorfologické pomery .....	7
3.1.2	Geologické pomery .....	8
3.1.3	Hydrogeologické pomery .....	10
3.1.4	Klimatické pomery .....	11
3.1.5	Geodynamické javy a seizmicita územia .....	13
3.2	Technické práce – inklinometrické a hydrogeologické meranie .....	14
3.2.1	Inklinometrické meranie .....	14
3.2.2	Hydrogeologické meranie .....	17
3.3	Krátke zhrnutie sanačných opatrení a zonácie územia .....	18
4	ZÁVER .....	20
5	ZOZNAM LITERATÚRY .....	22

**ZOZNAM PRÍLOH:**

- Príloha č. 1** Prehľadná situácia záujmového územia v základnej topografickej mape M 1 : 25 000.
- Príloha č.2** Situácia realizovaných prieskumných (inklinometrických a hydrogeologických) sond v topografickom podklade v mierke M 1 : 5 000.
- Príloha č. 3** Geotechnická správa – Správa z inklinometrického merania vrtov INK–1 až INK–4.
- Príloha č. 4** Hydrogeologická správa – Správa z piezometrického merania vrtov HG–1 a HG–2.
- Príloha č. 5** Fotodokumentácia.

## 1 ÚVOD

Na základe OB/202 314 zo dňa 21.02.2023, uzatvorenej medzi obcou Ľubotice a spoločnosťou TERRA –GEO, s.r.o., bol uskutočnený doplnkový inžinierskogeologický prieskum, a to inklinometrické a hydrogeologické meranie na realizovaných vrtoch. Na dlhodobý monitoring hladín podzemnej vody a svahových pohybov boli na lokalite vybudované dva monitorovacie hydrogeologické vrty HG-1 a HG-2 a štyri inklinometrické vrty INK-1 až INK-4, na ktorých sa vykonalo v roku 2017 *prvé – nulté meranie (marec 2017)*. *Prvé kontrolné meranie* inklinometrických vrtov bolo realizované do 3 mesiacov (*jún 2017*) od ukončenia geologickej úlohy (Spišák, Z. a Hajduková, J., 2017). Od roku 2017 do roku 2023 nebolo uskutočnené žiadne kontrolné meranie. Už pri prvom kontrolnom meraní bolo konštatované, že vo vrtoch INK-1 a INK-4 došlo k miernemu posunu po celej dĺžke inklinometrickej pažnice so vzrastom smerom k povrchu s maximálnym pohybom do 2 mm a vo vrtoch INK-2 a INK-3 bol náznak šmykovej plochy pričom došlo k pohybu v hĺbke 6,0 m. Veľkosť tohto pohybu bol do 2 mm.

Záverečná správa je vypracovaná v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon a v zmysle Smernice MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme.

### 1.1 Účel prieskumu – inklinometrické a hydrogeologické meranie

Účelom realizovaného doplnkového inžinierskogeologického prieskumu je zhodnotenie inžinierskogeologických, hydrogeologických a stabilitných pomerov svahu v katastri obce Ľubotice, nad sídliskom Sekčov (v katastri mesta Prešov) na základe meraní inklinometrických vrtov INK-1 až INK-4 a hydrogeologických vrtov HG-1 a HG-2. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery boli zhodnotené v rámci posledného podrobného inžinierskogeologického prieskumu (na základe realizovaných technických prác a tiež na základe dostupných archívnych údajov). V záveroch a odporúčaní predkladanej záverečnej správy z podrobného inžinierskogeologického prieskumu boli uvedené potrebné opatrenia na zabezpečenie stability územia, v území sú plošne vyčlenené nestabilné, podmienenčne stabilné

a nestabilné územia a sú odporúčané spôsoby a postupy výstavby v danom území. Záujmové územie sa nachádza na svahu so z. orientáciou nad sídliskom Sekčov, v súčasnosti je územie nevyužívané, resp. na jeho sz. okraji už prebieha výstavba RD.

## 1.2 Vymedzenie záujmového územia

Názov stavby: Lubotice – IBV „Pod Vodojemom“

Miesto stavby: Prešovský kraj,  
Okres Prešov

Katastrálne územie: Lubotice: 833 584

Podľa administratívneho členenia SR sa záujmové územie nachádza v prešovskom samosprávnom kraji (7), v okrese Prešov (707) a je zobrazené v topografickej mape mierky M 1 : 10 000, list: 37-22-05 (Príloha č. 1).

**Objednávateľ projektu:** Obec Lubotice, Čsl. letcov 2, 080 06 Prešov

**Zhotoviteľ:** TERRA-GEO, s.r.o., Ružová 29, 080 01  
Geologické oprávnenie na vykonávanie geologických prác  
vydané MŽP SR pod č. 2049. IČO: 45853002  
IČ DPH: SK2023111519, Bankové spojenie: PRIMA Banka  
SK80 3100 0000 0043 5034 3300

## 2 CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY

V zmysle požiadaviek objednávateľa geologickej úlohy, a to obce Lubotice uskutočniť na lokalite „Pod Vodojemom“ inklinometrické a hydrogeologické merania na realizovaných vrtoch INK–1 až INK–4 a HG–1 a HG–2“. Cieľom meraní je zistenie a obdržanie údajov zo skutočného stavu stability zosuvného svahu v každom z vrtoch a možnosti spracovania inžinierskogeologických a hydrogeologických informácií pre pochopenie skutočného stavu tejto stability.

- v rámci doplnkového IGHP zistiť najnovšie informácie o inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch v jednotlivých vrtoch po viac ako šesťročnom období za účelom overenia priebehu šmykových plôch, charakteru horninového prostredia, hĺbky a charakteru hladiny podzemnej vody,

- uskutočniť stanovenie úrovne hladiny podzemnej vody,
- v nestabilných územiach upresniť informácie o hĺbkach šmykových plôch,
- posúdiť súčasnú stabilitu územia,
- doplnkový inžinierskogeologický prieskum bude ukončený záverečnou správou s písomnými a grafickými prílohami.

## 2.1 Doterajšia geologická preskúmanosť

V záujmovom území resp. v jeho bezprostrednej blízkosti boli doteraz realizované nasledovné úlohy :

1. Jánoš, J., Bačo, J., Šťastný, V. a Karol, J., 1988: Prešov – svahové deformácie na okraji sídliska Sekčov, Manuskript, Archív ŠGÚDŠ Bratislava.
2. Kaličiak, M., Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, Ľ., Spišák, Z., Vozár, J. a Žec, B., 1991: Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – severná časť, M 1 : 50 000. Vyd. GÚDŠ, Bratislava.
3. Kaličiak, M., Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, Ľ., Priečhodská, Z., Syčev, V., Škvarka, L., Vozár, J., Zlinská, A., a Žec, B., 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – severná časť, M 1 : 50 000. GÚDŠ, Bratislava, 231 s.
4. Kizáková, M., 1980: Prešov – Sekčov IBV, Stavoprojekt Prešov, Manuskript, Archív ŠGÚDŠ Bratislava.
5. Spišák, Z., Stercz, M. a Polaščinová, E., 2017: Obec Ľubotice, lokalita „Pod Vodojemom“, podrobný inžinierskogeologický prieskum. TERRA–GEO, s.r.o., 41 s., Ev.č., v Geofonde: 8/2017.
6. Spišák, Z. a Hajduková, J., 2017: Inklinometrické meranie. Ľubotice, lokalita Pod Vodojemom, podrobný inžinierskogeologický prieskum. I. kontrolné meranie, TERRA–GEO, s.r.o.
7. Šimeková, J., et al., 2006: Atlas máp stability svahov SR v M = 1 : 50 000, INGEO – ighp, s. r. o., Žilina. Geofond Bratislava, 155 s.

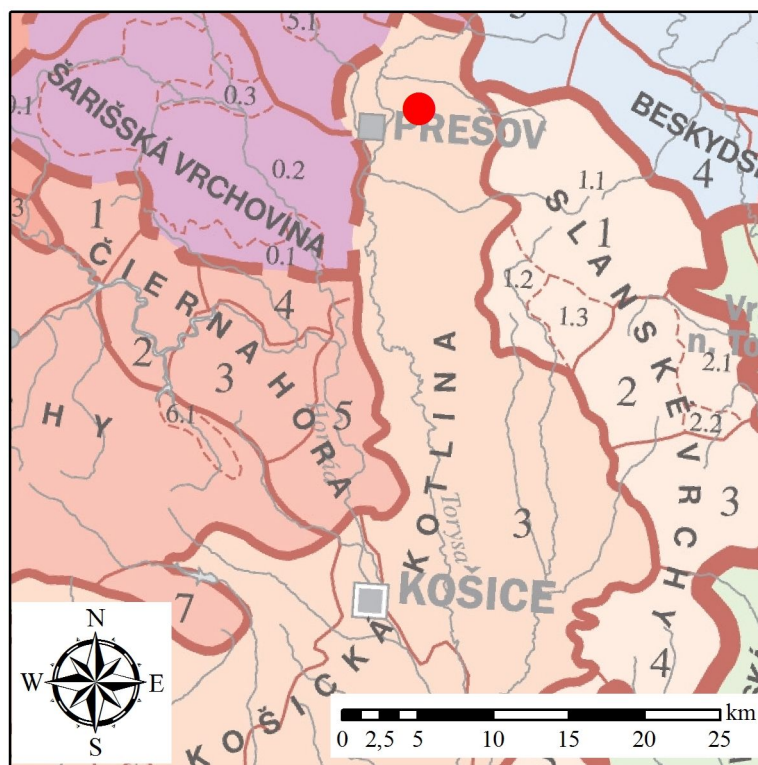
### 3 POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

#### 3.1 Charakteristika záujmového územia

##### 3.1.1 Geomorfologické pomery

Podľa geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1986), patrí záujmové územie do provincie Západné Karpaty, subprovincie Vonkajšie Západné Karpaty, oblasť Lučenecko – košická zníženina, do celku Košická kotlina a oddielu Toryská pahorkatina (obr.1).

Vlastnosti reliéfu a jeho morfologická modelácia sú úzko späté s charakterom geologického substrátu a preto základné typy reliéfu v širšom okolí záujmového územia korešpondujú so základnými geologickými jednotkami, podieľajúcimi sa na jeho geologickej stavbe.



● záujmová lokalita

**Obr. 1** Lokalizácia záujmového územia v geomorfologickom členení SR, (Mazúr a Lukniš, 1986).

V hodnotenom území a jeho širšom okolí potom môžeme z hľadiska typizácie reliéfu vyčleniť tieto základné typy:

- reliéf nivy a terás toku Sekčov
- reliéf svahov a chrbtov neogénnej kotliny

- *reliéf vulkanického pohoria*

*Reliéf nivy a terás toku Sekčova* je tvorený rovinou a mierne zvlnenou rovinou na fluviálnych riečnych sedimentoch - riečnych štrkoch holocénneho veku a mierne sa zvažujúcim reliéfom zachovaných pleistocénnych a holocénnych proluviálnych kužeľov.

*Reliéf svahov a chrbtov neogénnej kotliny* vytvára pestrú mozaiku chrbtov, svahov a údolí pahorkatinného charakteru na ílovitom a ílovito – piesčitom podloží. Údolia miestnych vodných tokov a príahlé svahy sú najčlenitejšími časťami územia. Svahy sú erózneho pôvodu, vyvinuli sa v dôsledku hĺbkovej a bočnej erózie vodných tokov. Poriečne nivy sú úzke, na niektorých miestach minimálne vyvinuté. Osobitným fenoménom tohto typu reliéfu je náchylnosť na vznik a vývoj svahových deformácií, hlavne typu zosúvania.

### 3.1.2 Geologické pomery

Na geologickej stavbe širšieho okolia záujmového územia sa podieľajú neogénne súvrstvia kladzianskeho súvrstvia (stredný – vrchný karpat) a kvartérne sedimenty (obr. 2).

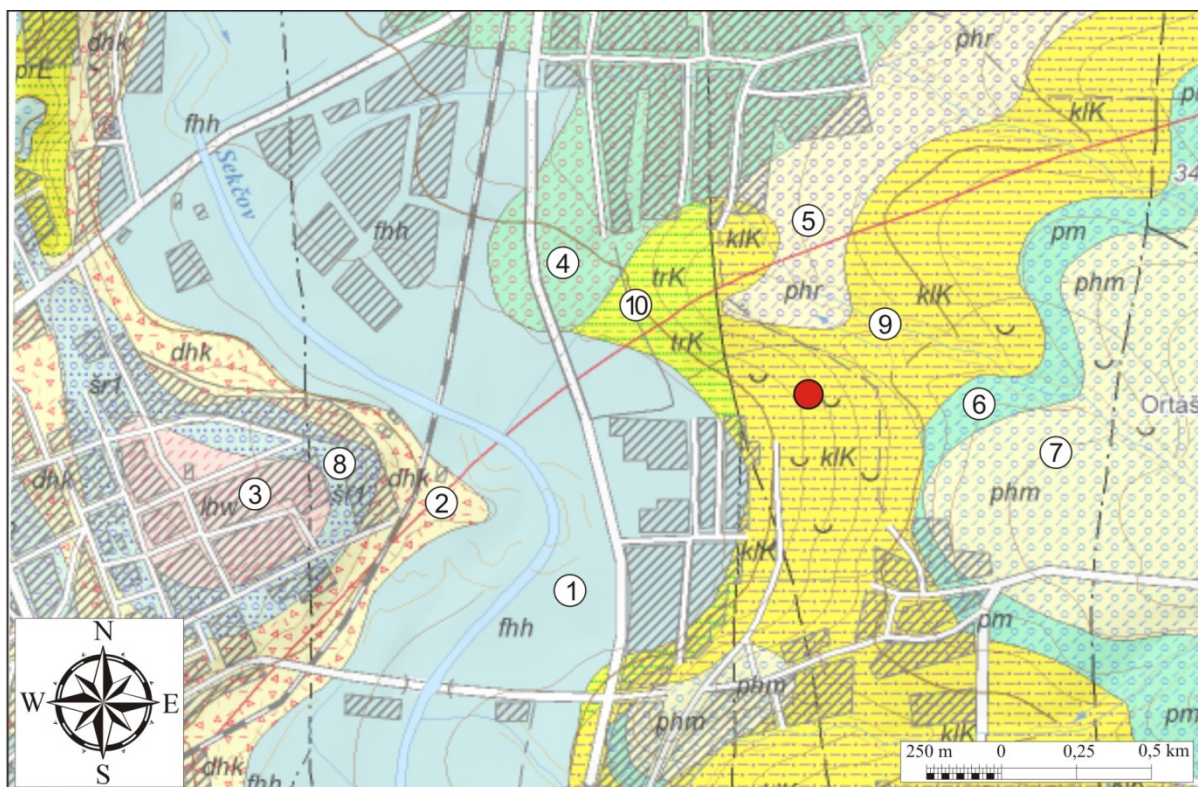
Kladzianske súvrstvie v priestore Košickej kotliny sa pozvoľna vyvíja zo solnobanského súvrstvia, alebo ostro nasadá na teriakovské súvrstvie, v južnej časti kotliny priamo nasadá na mezozoické podložie. Prevládajúcim litotypom sú prachovité ílovce, ktoré lokálne prechádzajú do prachovcov. Sú prevažne slabo vápnité, relatívne pestré, s hnedožltými až hnedobordovými škvrkami. V pripovrchovej zvetranej vrstve majú sedimenty charakter ílov, piesčitých ílov a pieskov (Kaličiak, et al., 1991).

Kvartérne sedimenty sú v širšom okolí prieskumného územia zastúpené fluviálnymi, proluviálnymi a deluviálnymi sedimentmi.

*Fluviálne sedimenty* sú zastúpené holocénnymi až mladopleistocénnymi náplavami potoka Sekčov, pričom ide o štrkovité až piesčito-štrkovité sedimenty dobre zachovanej aluviálnej nivy. Materiál štrkov tvoria suboválne až subangulárne valúny pestrého petrografického zloženia. Štrky dnovej výplne sú prekryté pomerne hrubou vrstvou povodňových hĺn.

*Proluviálne sedimenty* zastupujú strednopleistocénne a vrchnopleistocénne náplavy potoka Delňa. Strednopleistocénne proluviálne sedimenty (mindel) s pokryvom sprašových hĺn vytvárajú najstaršiu generáciu náplavových kužeľov na západnom úpätí Slanských vrchov. Pôvodný, charakteristicky vejárovitý tvar kužeľa bol neskoršími eróznymi – denudačnými procesmi značne poznačený, v súčasnosti vystupujú len jeho reliкty.





● záujmové územie

Vysvetlivky:

**Kvartér:** **1** - fluviaľne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov (holocén); **2** - deluviálne sedimenty: prevažne hlinito-kamenité (podradne piesčito-kamenité)svahoviny a sutiny (pleistocén-holocén); **3** - eolicko-deluviálne sedimenty: nevápnité sprašové hliny a sprašiam podobné zeminy (mladší pleistocén); **4** - proluviálne sedimenty: hlinité a piesčité štrky s úlomkami hornín v nízkych náplavových kužel'och (mladší pleistocén); **5** - proluviálne sedimenty: hlinité až piesčito-hlinité štrky s úlomkami hornín v stredných náplavových kužel'och s pokryvom deluviálnych splachov (stredný pleistocén); **6** - proluviálne sedimenty: hlinité až piesčito-hlinité štrky až reziduálne štrky s úlomkami hornín vo vrchných náplavových kužel'och (str. pleistocén); **7** - proluviálne sedimenty: hlinité až piesčito-hlinité štrky s úlomkami hornín vo vrchných náplavových kužel'och s pokryvom deluviálnych splachov (str. pleistocén); **8** - fluviaľne sedimenty: piesčité štrky a štrky vyšších stredných terás (stredný pleistocén); **Neogén:** **9** - kladzianske súvrstvie: pestré íľovce, pieskovce, hality, anhydrity (miocén); **10** - teriakovské súvrstvie: flyšové striedanie pieskocov a íľovcov, zlepenca, tufy (miocén).

**Obr. 2** Výsek geologickej mapy záujmového územia (mapový server ŠGÚDŠ).

Vrchnopleistocénny (ris) náplavový kužel' potoka Delňa sa vyznačuje morfológicky zachovaným vejárovitým tvarom, do ktorého „teleskopicky“ zasahuje tylová časť holocénneho kužel'a. Podobne ako starší náplavový kužel', aj tento má na povrchu vyvinutú vrstvu sprašových hĺn. Vývoj náplavových kužel'ov bol okrem klímy a litológie hornín zdrojovej oblasti, limitovaný aj tektonikou územia.

*Deluviálne sedimenty (sedimenty zosuvných delúvií)* majú z kvartérnych sedimentov v širšom okolí najväčšie plošné rozšírenie. Ide prevažne o súdržné zeminy s premenlivým

obsahom valúnov degradovaných pleistocénnych kužeľov s výraznou prevahou andezitových valúnov a hrubopiesčitého andezitového detritu.

Deluviálne sedimenty tvoria povrchovú vrstvu hlavne na hladko modelovaných svahoch kotlinovej pahorkatiny a miernych úvalinách a dolinkách.

### 3.1.3 Hydrogeologické pomery

V širších vzťahoch sa územie z hydrogeologicko-štruktúrneho hľadiska člení na nádrže vrstvových vôd v sedimentárnych kolektoroch kvartéru a neogénu Košickej kotliny a na hydrogeologický masív vulkanitov Slanských vrchov. Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984), spadá záujmové územie do hydrogeologického rajóna NQ 123 – Neogén v. časti Košickej kotliny a V 111 – Neovulkanity Slanských vrchov (obr. 3).



**Obr. 3** Lokalizácia záujmového územia v mape hydrogeologických regiónov SR (Malík a Švasta, 2002).

Neogénne sedimenty v Košickej kotlině sú v spodnej časti tvorené prevažne pelitic-kými sedimentmi, miestami s polohami pieskovcov. Tieto súvrstvia nevytvárajú vhodné prostredie pre akumuláciu výdatnejších zdrojov podzemných vôd, pričom výdatnosť nepresahuje  $0,5\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Hydraulické vlastnosti neovulkanitov Slanských vrchov do značnej miery závisia od tektonického porušenia. Zvýšenú puklinovú priepustnosť majú najmä vrchné a čelné partie lávových prúdov a brekciovitých andezitov. Z hydrogeologicko-štruktúrneho hľadiska možno komplexy neovulkanitov pokladať za hydrogeologický masív, t. j. horninový komplex so sústredným obehom podzemných vôd do pripovrchovej zóny s výrazne vyššou priepustnosťou oproti hlbším častiam masívu.

Najvýznamnejším kvartérnym kolektorom sú fluviálne hrubozrnné štrky dnovej výplne potoka Sekčov a čiastočne aj hrubozrnné štrky proluviálnych kužeľov. Význam fluviálnych náplavov potoka Sekčov s odhadovaným koeficientom filtrácie  $10^{-5}$  až  $10^{-6}$  m.s<sup>-1</sup> je však limitovaný ich malou hrúbkou 3,0 – 4,0 m. Hrubozrnné štrky proluviálnych kužeľov s odhadovaným koeficientom filtrácie  $10^{-6}$  až  $10^{-7}$  m.s<sup>-1</sup> vzhľadom na ich pozíciu voči eróznej báze predstavujú kolektor podzemnej vody len lokálneho významu. Akumulácie štrkov sú na svahoch kotlinovej pahorkatiny odvodňované sériou vrstvových prameňov a na mnohých miestach priamo dotujú existujúce zosuvy, čím dochádza k zvýšeniu hladiny podzemnej vody vo svahoch a zvýšeniu vztlakových účinkov.

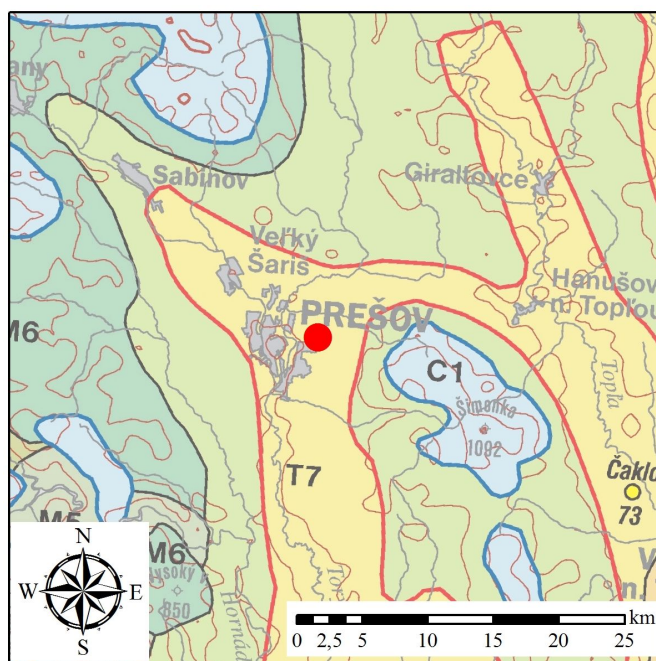
#### 3.1.4 Klimatické pomery

Podľa mapy klimatických oblastí (Lapin et al., 2002) obr. 4, študované územie zaradujeme do teplej oblasti (T), ktorá sa vyznačuje počtom priemerne 50 a viac letných dní za rok (s denným maximom teploty vzduchu  $\geq 25$  °C). Záujmové územie sa nachádza v okrsku T7 (teplý, mierne vlhký okrsk, s chladnou zimou).

Podľa mapy klimatickogeografických typov (Tarábek, 1980) sa jedná o územie s kotlinovou klímou charakterizovanou veľkou inverziou teplôt, mierne suchou až vlhkou, teplou. Ročné úhrny zrážok v tejto oblasti dosahujú 650 – 680 mm.

Územie patrí do mierne teplej kotlinovej klímy. Ročný priemer teplôt sa v oblasti pohybuje okolo 8,5 – 9,5° C. Najchladnejším mesiacom v priemere je január s priemernou mesačnou teplotou - 2,4° C, najteplejším mesiacom je august s priemernou mesačnou teplotou 19,6° C.

Za posledných dvanásť rokov (2010–2021) najnižšia priemerná ročná teplota dosiahla 8,3° C (v roku 2010). V lete maximálna teplota za spomínané obdobie vystúpila v mesačnom priemere na 22,0° C (v roku 2015). Minimálna priemerná teplota v januári bola - 7,2° C (v roku 2017) a maximálna priemerná teplota bola v júli 21,8° C.



● záujmová lokalita

Obr. 4 Lokalizácia záujmového územia v mape klimatických oblastí, (Lapin et al., 2002).

Priemerná teplota	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
2010	-4,1	-1,5	3,4	9,5	14,0	17,7	20,4	19,2	12,6	5,6	6,8	-3,9	8,3
2011	-1,7	-3,4	4,0	10,7	14,4	19,5	18,4	19,5	16,0	7,9	1,0	0,9	8,9
2012	-2,1	-6,8	5,0	10,0	14,9	18,6	20,8	19,6	15,7	9,0	5,7	-2,6	9,0
2013	-2,9	-0,2	0,5	10,4	14,6	18,6	19,6	19,8	12,5	10,5	5,3	-0,2	9,0
2014	0,5	2,8	7,3	10,5	13,7	17,0	20,2	17,7	15,2	9,8	5,7	0,8	10,1
2015	-0,4	0,2	4,8	8,8	13,7	18,0	20,5	22,0	15,9	8,7	4,0	1,6	9,8
2016	-3,4	3,7	5,1	10,7	14,4	19,5	20,3	18,3	16,2	7,9	3,3	-2,7	9,4
2017	-7,2	0,0	6,4	8,5	14,9	19,0	18,9	20,0	13,8	8,9	3,6	0,5	8,9
2018	0,4	-2,7	0,8	13,8	17,1	18,8	20,4	21,3	15,4	10,6	4,8	-0,5	10,0
2019	-3,7	1,7	6,4	10,7	12,4	21,6	18,9	20,0	14,4	10,5	7,6	1,5	10,2
2020	-2,0	2,7	4,8	9,8	12,0	18,4	18,9	20,3	15,4	10,1	3,7	2,1	9,7
2021	-1,0	-1,2	3,0	6,6	12,8	20,0	21,8	17,2	13,5	7,8	4,2	-0,8	8,7

Tab. 1 Priemerné mesačné a priemerné ročné teploty vzduchu z meteorologickej stanice Prešov vojsko za obdobie 2010 až 2021.

### 3.1.5 Geodynamické javy a seizmicita územia

Podľa inžinierskogeologickej klasifikácie geodynamických javov (Ondrášik, 1984) sa v záujmovom území vyskytujú:

- svahové pohyby
- erózia
- seizmicita

Medzi najvýznamnejšie geodynamické procesy patria v predmetnom území svahové pohyby a svahová erózia.

#### ***Svahové pohyby***

Svahové pohyby predstavujú najtypickejší a morfologicky najvýraznejší geodynamický proces v hodnotenom území. Existujúce geologické, geomorfologické a hydrogeologické pomery hlavne po obvode mohutných akumulácií niekoľkých generácií pleistocénnych prolúviálnych kužeľov potokov Delňa a Šebastovka, ktoré „teleskopicky“ do seba zapadajú od okraja pohoria až po okraj aluviálnej nivy Torysy. Hĺbkovou eróziou bol obnažený styk hrubozrnných – kamenitých a balvanitých andezitových štrkov a podložných, plastických neogénnych ílov. Priesaky podzemnej vody na báze hydrogeologického kolektora následne spôsobili (a spôsobujú) výrazné zníženie šmykových parametrov zemín zóny zvetrávania neogénneho podložia a následné zosúvanie svahov v podobe plošných a najmä frontálnych zosuvov po zložených rotačno – planárnych a rotačných šmykových plochách.

Prevažná časť zosuvov je potenciálnych, po extrémnych zrážkach v roku 2010 však na mnohých miestach došlo k reaktivizácii svahových pohybov a vzniku aktívnych foriem zosúvania (hlavne mimo záujmové územie).

Na základe realizovaných technických prác a starších archívnych údajov, bola v tejto časti územia ***potvrdená veľmi priaznivá geologicko-geomorfologická štruktúra pre vznik zosuvných procesov***. V nadloží plastických súvrství ílov a ílovcov vystupujú polohy hrubozrnných až balvanitých andezitových prolúviálnych štrkov s pokryvom polygenetických hĺn. V dôsledku geologicko-geomorfologického vývoja územia došlo v období kvartéru k obnaženiu styku prolúviálnych štrkov a podložných, plastických súvrství neogénu s výraznými priesakmi podzemnej vody týchto dvoch hydrogeologicky rozdielnych štruktúr. Následkom toho dochádza na príľahlých svahoch k výraznej zmene pevnostno-deformačných charakteristík ílovitých zemín (hlavne znižovaniu ich šmykovej pevnosti), zmene vlhkosti zemín

a zvýšení ich objemovej hmotnosti, zvýšeniu úrovne hladiny podzemnej vody na svahoch pahorkatiny a zvýšeniu vztlakových síl na svahové sedimenty.

### ***Erózia***

Výmole a erózne ryhy sú jednými z rozšírených foriem svahovej modelácie a geodynamických javov tak v území budovanom súvrstviami neogénu a paleogénu, tak aj v pokryvných kvartérnych sedimentoch. Výhodné podmienky pre rozvoj výmoľovej svahovej erózie sú dané malou priepustnosťou podkladu a jeho ílovito-hlinitých zvetralín. Z toho dôvodu je infiltrácia zrážkových vôd malá a prevláda povrchový odtok (špecifický povrchový odtok je  $15 - 25 \text{ l.s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ). Väčšina zrážkových vôd rýchlo odteká po povrchu najmä tam, kde bol porušený pôvodne súvislý porast. Hlboko založené erózne ryhy kontrolujú priebeh hlavne hlboko zarezaných potokov zhruba V-Z smeru, ktoré segmentujú plošne rozsiahle akumulácie proluviálnych štrkov s pokryvom polygenetických hĺn.

Charakteristický je retrográdny postup vývoja týchto erózných rýh a dolínok, t. j. postupujú od západu smerom na východ, miestami vo východnej časti pozvoľne zanikajú na plochom teréne proluviálnej roviny.

### ***Seizmicita***

Podľa seizmotektonickej mapy Slovenska projektovaná trasa R4 prechádza územím s výskytom seizmických otrasov s intenzitou od 7 stupňov MSK – 64. Podľa STN EN 1998-1/NA/Z2 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť, predmetná lokalita sa nachádza v zdrojovej oblasti seizmického rizika s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia  $a_{gR} = 0,40 \text{ m.s}^{-2}$ .

Z hľadiska vplyvu lokálnych vlastností podložia na seizmický pohyb zaradujeme predmetné územie do kategórie A a tiež do kategórie B.

## **3.2 Technické práce – inklinometrické a hydrogeologické meranie**

### **3.2.1 Inklinometrické meranie**

V rámci inklinometrického merania prebehli v skúmanom území merania podpovrchových horizontálnych deformácií (Spišák et al., 2017). V rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu boli realizované 4 inklinometrické vrty INK-1 až INK-4 (Tab. 2).

Označenie vrtu	Hĺbka (m)	x	y	z
INK-1	15,0	-259 876,680	-1 208 289,150	266,997
INK-2	15,0	-259 887,466	-1 208 538,537	258,089
INK-3	15,0	-259 671,070	-1 208 531,740	278,624
INK-4	15,0	-259 522,775	-1 208 685,489	296,460

**Tab. 2** Súradnice monitorovaných vrtov v systéme JTSK a B. p. v.

### INK – 1

Monitorovací, inklinometrický vrt s označením INK-1 je situovaný v telese plošného, potenciálneho zosuvu na severnom okraji územia. Od úrovne terénu do hĺbky 7,6 m p. t. sa overili súdržné zeminy zosuvného delúvia, zaradené do triedy F6, CL – íl s nízkou plasticitou a do triedy F8, CH – íl s vysokou plasticitou, zeminy sú tuhej a pevnej konzistencie. Predkvartérne podložie bolo overené do 15,0 m p. t. a ide o navetrané, vrstevnaté ílovce s polohami sadrovca, zaradené do triedy R6, pevnej konzistencie. Hladina podzemnej vody do 15,0 m p. t. nebola overená. Monitorovací vrt bol situovaný v roku 2017 na mieste bez výstavby rodinných domov resp. na okraji.výstavby.

#### Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)

V súčasnosti realizovaný vrt vystupuje priamo na okraji výstavby (Príloha 5, obr. 1) rezidencie Ľubotice – Bytový dom Akropola (stavebník MS – Bau, spol. s r.o. Prešov, SP SÚ – S/1008/98676/2019 – Kt, výstavba 9.5.2019 – 30.9.2020). Vrt na rozdiel od minulosti je dnes už „*strihnutý*“ v hĺbke 8 m od povrchu. Hladina podzemnej vody vo vrte sa dnes nachádza v hĺbke 1,14 m pod úrovňou terénu (príloha 5, obr. 2). Nutné je informovať objednávateľa o problémovej situácii s vrtom INK-1.

### INK – 2

Monitorovací, inklinometrický vrt s označením INK-2 je situovaný v akumuláčnej časti plošného, potenciálneho zosuvu, na morfolologickej hrane terénu nad príťažovacou lavicou (Príloha 5, obr. 4). Zeminy zosuvného delúvia boli overené do hĺbky 7,5 m p. t., vo vrchnej časti boli zeminy zaradené do triedy F8, CH a F6, CI, na báze do triedy F8, CH s drobnými valúnkami andezitových štrkov do 1 – 3 cm.

Silne zvetrané a navetrané, predkvartérne podložie je tvorené súdržnými zeminami triedy F8, CH, resp. navetranými polohami vrstevnatých ílovcov s polohami sadrovca triedy R6. Hladina podzemnej vody do 15,0 m p. t. nebola overená.

**Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)**

V súčasnosti realizovaný vrt vystupuje na okraji prítlačovacej lavici (Príloha 5, obr. 3, 5). Vrt INK-2 je v súčasnosti priechodný v celom svojom profile. Hladina podzemnej vody vo vrte sa dnes nachádza v hĺbke 6,29 m pod úrovňou terénu.

**INK – 3**

Monitorovací, inklinometrický vrt s označením INK-3 je situovaný v strednej časti predmetného územia, v telese menšieho aktívneho zosuvu severne od eróznej ryhy. Zeminy zosuvného delúvia boli overené do hĺbky 7,4 m p. t. Vo vrchnej polohe, pod vrstvou vysoko-plastických, organických zemín boli v intervale 0,7 – 2,9 m p. t. overené piesčité íly (trieda F4, CS) s valúnkami andezitov, tuhej konzistencie. V intervale 2,9 – 6,2 m p. t. ide o stredne plastické zeminy triedy F6, CI, tuhej konzistencie, v spodnej časti zosuvného delúvia boli overené zeminy triedy F8, CH s valúnkami andezitov do 1 – 3 cm, pevnej konzistencie.

Neogénne podložie je v intervale 7,4 – 8,9 m p. t. reprezentované ílovitými zeminami triedy F8, CH, pevnej konzistencie a v intervale 8,9 – 15,0 m p. t. polohami vrstevnatých navetraných ílovcov s polohami a šošovkami sadrovca triedy R6. Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 2,5 a 8,4 m p. t. a ustálila sa v hĺbke 1,5 m p. t.

**Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)**

V súčasnosti realizovaný vrt vystupuje v strednej časti skúmaného územia (Príloha 5, obr. 6, 7). Vrt na rozdiel od minulosti je dnes už „**strihnutý**“ **v hĺbke 6 m od povrchu**. Hladina podzemnej vody vo vrte sa dnes nachádza v hĺbke 1,82 m pod úrovňou terénu (príloha 4, obr. 2).

**INK-4**

Monitorovací, inklinometrický vrt s označením INK-4 je situovaný na južnom okraji územia, v telese potenciálneho zosuvu, pod zástavbou rodinných domov v obci Šalgovík. Zeminy zosuvného delúvia boli overené do hĺbky 6,6 m p. t. V intervale 0,2 – 3,0 m p. t. boli overené zeminy triedy F6, CI s valúnkami andezitových štrkov, tuhej konzistencie. V intervale 3,0 – 4,5 m p. t. ide o zeminy triedy F8, CH, pevnej konzistencie. V intervale 4,5 – 5,3 m



p. t. boli overené zeminy s vyšším percentuálnym podielom piesčitej frakcie, zaradené do triedy F4, CS, pevnej konzistencie a na báze zosuvných zemín boli v intervale 5,3 – 6,6 m p. t. overené zeminy triedy F6, CI, pevnej konzistencie. Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 6,5 m p. t. a ustálila sa v hĺbke 5,8 m p. t.

### Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)

V súčasnosti realizovaný vrt vystupuje v telese potenciálneho zosuvu (Príloha 5, obr. 8, 9). Vrt INK-4 je v súčasnosti priechodný v celom svojom profile. Hladina podzemnej vody vo vrte sa dnes nachádza v hĺbke 3,20 m pod úrovňou terénu.

### 3.2.2 Hydrogeologické meranie

V rámci hydrogeologického merania prebehli v skúmanom území merania hladiny podzemnej vody (Spišák et al., 2017). V rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu boli realizované 2 hydrogeologické vrty HG-1 a HG-2 (tab. 3). Hladina podzemnej vody bola stanovená od súčasného povrchu t.zn. výška pažnice nad terénom bola odrátaná.

Označenie vrtu	Hĺbka (m)	x	y	z
HG-1	12,0	-259 930,033	-1 208 375,480	255,187
HG-2	12,0	-259 790,317	-1 208 674,985	265,650

**Tab. 3** Súradnice monitorovaných vrto v systéme JTSK a B. p. v.

#### HG-1

Monitorovací, hydrogeologický vrt s označením HG-1 (Príloha 4, obr. 12) je situovaný v akumuláčnej časti plošného, potenciálneho zosuvu. Zeminy zosuvného delúvia boli overené od úrovne terénu do hĺbky 7,0 m p. t., pričom ide o vysokoplastické zeminy triedy F7, MH – silt s vysokou plasticitou, F8, CH – íl s vysokou plasticitou a tiež do triedy F4, CS – íl piesčitý, zeminy sú pevnej konzistencie. Zeminy neogénneho podložia boli zaradené do triedy F8, CH a F4, CS, resp. do triedy R6, zeminy sú pevnej konzistencie. Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 6,5 m p. t. a po 24 hodinách sa ustálila v hĺbke 1,1 m p. t. (2017).

**Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)**

V súčasnosti realizovaný vrt HG–1 nie je možné použiť na presiometrické meranie z dôvodu jeho deštrukcie počas výstavby (Príloha 5, obr. 12). Jeho poloha je naznačná geodetickým vytýčením (Príloha 5, obr. 11).

**HG–2**

Monitorovací, hydrogeologický vrt s označením HG-2 je situovaný v telese plošného, potenciálneho až aktívneho zosuvu v južnej časti predmetného územia. Zeminy zosuvného delúvia boli vrtom overené až do hĺbky 9,4 m p. t. Ide o polohy vysokoplastických zemín triedy F7, MH a F8, CH, CV s tenkou polohou viac piesčitých zemín triedy F6, CL – íl s nízkou plasticitou. Zeminy sú tuhej a pevnej konzistencie. V podloží vystupujú polohy tenko vrstevnatých ílovcov triedy R6. Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 4,7 a 6,5 m p. t. a po 24 hodinách sa ustálila v hĺbke 1,6 m p. t. (2017).

**Stav v roku 2023 (28. 04. 2023)**

V súčasnosti realizovaný vrt HG–2 vystupuje v južnej časti predmetného územia. Vrt je v celom svojom profile priechodný. Hladina podzemnej vody vo vrte sa dnes nachádza v hĺbke 1,45 m pod úrovňou terénu (Príloha 5, obr. 13, 14).

**3.3 Krátke zhrnutie sanačných opatrení a zonácie územia**

V záverečnej správe (Spišák et al., 2017) bol prezentovaný ideový návrh sanačných opatrení, ktorý vychádzal z overených inžinierskogeologických, hydrogeologických a stabilitných pomerov svahu nad sídliskom Sekčov, porušeného plošnými aktívnymi a potenciálnymi zosuvmi. Rozhodujúcim a najvýznamnejším faktorom spôsobujúci nestabilitu územia sú priesaky podzemnej vody z polohy hrubozrnných, proluviaálnych andezitových štrkových akumulácií, ktoré vystupujú v hornej a vrcholovej časti kotlinovej pahorkatiny.

V rámci ideového riešenia odvodnenia bolo navrhnutých zrealizovať 5 hlbokých stabilizačno – odvodňovacích rebier s označením SOR-1 až SOR-5 (Spišák et al., 2017). Spolu v predmetnom území bola navrhnutá realizácia hlbokých stabilizačno – odvodňovacích rebier (SOR) do hĺbky 4,5 – 5,0 m p. t. a v päte svahu ich zaústenie do existujúceho povrchového odvodňovacieho rigolu (POR).

Pri plošnej zonácii hodnoteného územia boli svahové deformácie zaradené do skupiny zosúvania po zložených – rotačno-planárnych šmykových plochách a z výpočtov stupňa stability na zostavených priečných profiloch zosuvnými svahmi. V rámci plošnej zonácie (Spišák et al., 2017) bolo vyčlenené: A) *stabilné územie*, označené ako S1 a S2, B) *podmienečne stabilné územie*, označené ako P1 a P, C) *nestabilné územie*, označené ako N1 a N2

V záverečnej správe (Spišák et al, 2017) bola potvrdená v tejto časti územia, na základe realizovaných technických prác a starších archívnych údajov, veľmi priaznivá geologicko-geomorfologická štruktúra pre vznik zosuvných procesov. V nadloží plastických súvrství ílov a ílovcov vystupujú polohy hrubozrnných až balvanitých andezitových proluviálnych štrkov s pokryvom polygenetických hlín. V dôsledku geologicko-geomorfologického vývoja územia došlo v období kvartéru k obnaženiu styku proluviálnych štrkov a podložných, plastických súvrství neogénu s výraznými priesakmi podzemnej vody týchto dvoch hydrogeologicky rozdielných štruktúr. Následkom toho dochádza na príľahlých svahoch k výraznej zmene pevnostno-deformačných charakteristík ílovitých zemín (hlavne znižovaniu ich šmykovej pevnosti), zmene vlhkosti zemín a zvýšeniu ich objemovej hmotnosti, zvýšeniu úrovne hladiny podzemnej vody na svahoch pahorkatiny a zvýšeniu vztlakových síl na svahové sedimenty. V zostavenej mape svahových deformácií boli vyčlenené: A) Potenciálny zosuv, B) Aktívne zosuvy

Potenciálny zosuv je starší zosuv, vyvinutý na svahu so sklonom 5 – 12° k západu a jeho vznik bol v minulosti viazaný predovšetkým na hĺbkovú a bočnú eróziu riečky Sekčov. Priebeh bazálnej šmykovej plochy je v hĺbke 4,0 – 10,0 m p. t. Svahovými pohybmi boli postihnuté a tiež premiestnené deluviálne a neogénne sedimenty.

Aktívne zosuvy sú vyvinuté v potenciálnom zosuve. Aktívne zosuvy s označením a<sub>1</sub> a a<sub>2</sub> porušujú novo vybudovanú komunikáciu K-1. Šmykové plochy aktívnych zosuvov boli overené v hĺbke 2,0 – 4,8 m p. t. Aktívne zosuvy s označením a<sub>3</sub> je vyvinutý v južnej časti potenciálneho zosuvu a zasahuje do obce Šalgovík. Zosuv v čase realizácie prieskumných prác (rok 1988) mal dĺžku 500 – 520 m a bol široký 100 – 155 m. Šmyková plocha sa predpokladala v hĺbke 4,0 – 6,0 m p. t. Aktívne zosuvy s označením a<sub>4</sub> je vyvinutý severnejšie od aktívneho zosuvu a<sub>3</sub> v dĺžke cca 350 m a šírke 90 – 120 m. Predpokladaný priebeh šmykovej plochy bol 5,0 – 6,0 m p. t. Aktívne zosuvy s označením a<sub>5</sub> vznikol severnejšie od eróznej ryhy a je rovnobežný s aktívnym zosuvom a<sub>4</sub>. Zosuv je dlhý cca 190 m a široký 50 – 90 m, svojou akumuláčnou časťou zasahoval až po komunikáciu K-1. Aktívne zosuvy s označením a<sub>6</sub> sa nachádza vo vrchnej časti potenciálneho zosuvu, na okraji pleistocénneho

proluviálneho kužeľa. Zosuv má dĺžku 90 m a je široký 50 – 60 m. Šmyková plocha bola interpretovaná v hĺbke 4,0 – 5,0 m p. t.

Aktívne zosuvy s označením a<sub>7</sub> je najrozsiahlejší aktívny zosuv v danej lokalite. Zosuv je dlhý 450 – 510 m a v čase prieskumu bol široký 140 – 150 m. Odlučná hrana zosuvu zasahuje až po okraj proluviálnych štrkov, výška odlučnej hrany je 3,0 – 4,0 m, šmyková plocha je v hĺbke 3,5 – 6,0 m p. t. Vo vrchnej časti aktívneho zosuvu sú výrazné priesaky podzemnej vody a územie je silne podmáčané. Aktívne zosuvy s označením a<sub>8</sub> je vyvinutý v severnej časti potenciálneho zosuvu, je dlhý cca 120 – 140 m a široký 90 m, s priebehom šmykovej plochy v hĺbke 4,5 – 5,0 m p. t.

Stabilitné výpočty (Spišák et al., 2017) na šmykových plochách potenciálneho zosuvu preukázali nízky stupeň stability svahu  $F_s = 1,01 - 1,33$ , a bolo konštatované, že pri necitlivom antropogénnom zásahu môže dôjsť k opätovnej aktivizácii pohybu.

Stabilitné výpočty na šmykových plochách aktívnych zosuvov  $F_s = 0,96 - 1,15$  poukazujú na lokálnu nestabilitu svahu, resp. svah je na hranici stability.

Z uvedených výpočtov stupňa stability je konštatované, že hlavným destabilizujúcim faktorom v predmetnom území je stav hladiny podzemnej vody. Podzemná voda svojimi nepriaznivými účinkami v podstatnej miere ovplyvňuje stabilitu predmetného svahu.

V závere podrobného inžinierskogeologického prieskumu sa na sanáciu územia navrhovali:

- Tesniaca stena a subhorizontálne odvodňovacie vrty.
- Hĺbkové odvodnenie proluviálneho kužeľa subhorizontálnymi odvodňovacími vrtmi.
- Hĺbkové odvodnenie proluviálneho kužeľa studňami a subhorizontálnymi odvodňovacími vrtmi.

*Pokiaľ je zodpovednému riešiteľovi predkladanej monitorovacej správy známe, do dnešného dňa (apríl 2023) sa v danom území navrhované sanačné práce nerealizovali.*

#### 4 ZÁVER

Predkladaná záverečná monitorovacia správa podáva výsledky meraní k. ú. Ľubotice, s lokalitným názvom „Pod Vodojemom“.

- Na dlhodobý monitoring hladín podzemnej vody a svahových pohybov boli na lokalite monitorované dva hydrogeologické vrty HG-1 (v súčasnosti už deštruovaný) a HG-2

ako aj štyri inklinometrické vrty INK-1 až INK-4, na ktorých sa vykonalo znovu nulté (základné) meranie v mesiaci apríl 2023. Posledné kontrolné meranie inklinometrických vrtov bolo realizované v podstate pred 6 rokmi, v mesiaci jún 2017, teda 3 mesiace od ukončenia geologickej úlohy (Spišák et al., 2017). Územie aktívnych a lokálne aj potenciálnych zosuvov je výrazne zamokrené s priesakmi a vývermi podzemnej vody hlavne na báze štrkových akumulácií, časté sú zamokrené a močaristé miesta s typickou vodomilnou vegetáciou.

- Svahy sú porušené svahovými deformáciami skupiny zosúvania, v súčasnosti boli na svahu vymapované plošné, potenciálne a aktívne zosuvy s výraznými morfológickými prejavmi na povrchu (výrazné odlučné hrany, nerovný – stupňovitý a zvlnený povrch terénu, poškodená infraštruktúra v území, vývery a zamokrené (močaristé) miesta.
- Šmykové plochy plošných – potenciálnych a aktívnych zosuvov boli overené v hĺbke 4,4 – 9,4 m p. t., zeminy sú tvorené vo výraznej prevahe súdržnými zeminami triedy F6, CI a F8, CH, tuhej a pevnej konzistencie. Charakteristickým znakom zemín zosuvného delúvia je prítomnosť drobných valúnkov andezitov z degradovaných štrkových akumulácií vo vrcholovej časti terénu.
- Hladina podzemnej vody vo vrcholovej časti pahorkatiny do hĺbky 8,0 m p. t. nebola naražená, v zosuvných svahoch bola hladina podzemnej vody v strednej časti svahov overená v hĺbke 4,7 – 6,5 m p. t., v spodnej časti svahoch v hĺbke 0,8 – 1,6 m p. t.
- Výpočty stupňa stability svahov na overených šmykových plochách preukázali výrazný vplyv výšky hladiny podzemnej vody na ich celkovú stabilitu. Vzhľadom k tejto skutočnosti boli v rámci ideového riešenia odvodnenia svahu navrhnuté stabilizačno – odvodňovacie rebrá (SOR-1 až SOR-5) v počte 5 ks do hĺbky 4,5 – 5,0 m p. t. s ich zaústením do otvoreného povrchového odvodňovacieho rigolu (POR) v päte svahu, resp. do miestneho recipienta. **Do súčasnosti neboli vybudované v predmetnom území žiadne sanačné opatrenia.**
- Podmienky výstavby RD a miestnej infraštruktúry poukazujú na potrebu dodržiavania základných postupov a činností v danom území, pre celé záujmové územie to platí za podmienky realizácie navrhovaných sanačných opatrení.
- Z dvoch monitorovacích hydrogeologických vrtov dnes je k monitoringu prístupný len vrt HG-2. Piezometrický vrt HG-1 bol počas výstavby bytového domu Akropola deštruovaný. Zo štyroch monitorovacích inklinometrických vrtov INK-1 až INK-4 sú dva vrty – **vrt INK-1 (v hĺbke 8,0 m) a INK-3 (v hĺbke 6,0 m) nepriechodný** čo naznačuje, že monito-

rované skúmané územie prejavuje známky deformácie. Podzemná voda svojimi nepriaznivými účinkami v podstatnej miere ovplyvňuje stabilitu predmetného svahu a pokiaľ nedôjde k realizácii navrhovaných sanačných opatrení je realizácia bytovej výstavby ťažko realizovateľná.

## 5 ZOZNAM LITERATÚRY

8. Jánoš, J., Bačo, J., Šťastný, V., Karol, J., 1988: Prešov – svahové deformácie na okraji sídliska Sekčov, Manuskript, Archív ŠGÚDŠ Bratislava.
9. Lapin, M., Faško, P., Melo, M., Šťastný, P. a Tomlain, 2002: Mapa klimatických oblastí. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica.
10. Kaličiak, M., Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, Ľ., Spišák, Z., Vozár, J. a Žec, B., 1991: Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – severná časť, M 1 : 50 000. Vyd. GÚDŠ, Bratislava.
11. Kaličiak, M., Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, Ľ., Priečhodská, Z., Syčev, V., Škvarka, L., Vozár, J., Zlinská, A., a Žec, B., 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – severná časť, M 1 : 50 000. GÚDŠ, Bratislava, 231 s.
12. Kizáková, M., 1980: Prešov – Sekčov IBV, Stavoprojekt Prešov, Manuskript, Archív ŠGÚDŠ Bratislava.
13. Malík, P. a Švasta, J., 2002: Mapa hlavných hydrogeologických regiónov. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica.
14. Mapový server Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava.
15. Mazúr, E., Lukniš, M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Časť Slovensko. Atlas Slovenskej socialistickej republiky, Slovenská kartografia, Bratislava.
16. Spišák, Z., Stercz, M. a Polaščinová, E., 2017: Obec Ľubotice, lokalita „Pod Vodojemom“, podrobný inžinierskogeologický prieskum. TERRA–GEO, s.r.o., 41 s., Ev.č., v Geofonde: 8/2017.
17. Spišák, Z. a Hajduková, J., 2017: Inklinometrické meranie. Ľubotice, lokalita Pod Vodojemom, podrobný inžinierskogeologický prieskum. I. kontrolné meranie, TERRA–GEO, s.r.o.

18. Šimeková, J., et al., 2006: Atlas máp stability svahov SR v M = 1 : 50 000, INGEO – ighp, s. r. o., Žilina. Geofond Bratislava, 155 s.

Technické normy:

STN 72 1001	Klasifikácia zemín a skalných hornín
STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie, Zakladanie stavieb
STN 73 3050	Zemné práce
STN EN 1998-1/Na/Z2	Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť

Vyhláška č. 51 z 21. januára 2008, ktorou sa vykonáva geologický zákon, čiastka 20, MŽP SR, Bratislava.

Zákon č. 569 z 25. októbra 2007 o geologických prácach (geologický zákon), čiastka 237, MŽP SR, Bratislava.



# PRÍLOHY





*Obec Lobotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inklinometrické a hydrogeologické meranie*

---

**PREHLADNÁ SITUÁCIA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA  
V ZÁKLADNEJ TOGRAFICKEJ MAPE V M = 1 : 25 000**

**Názov úlohy:** Obec Lobotice „Lokalita Pod Vodojemom“,

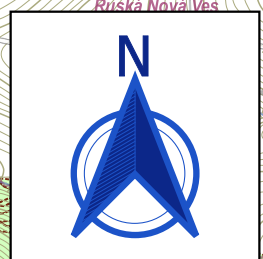
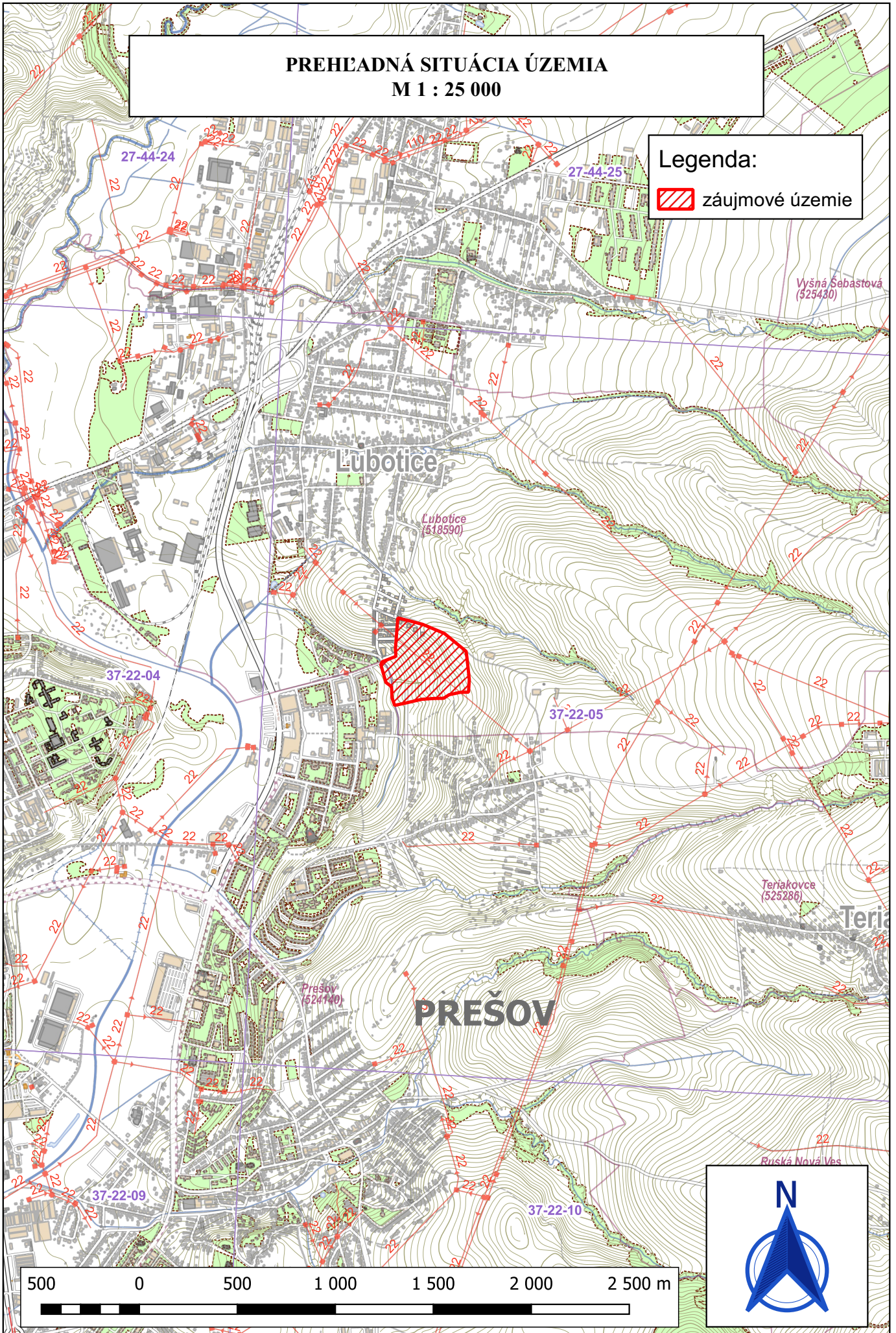
**Číslo úlohy:** 2023 – 01

**Príloha č.:** 1

# PREHLADNÁ SITUÁCIA ÚZEMIA M 1 : 25 000

Legenda:

 záujmové územie





*Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inklinometrické a hydrogeologické meranie*



---

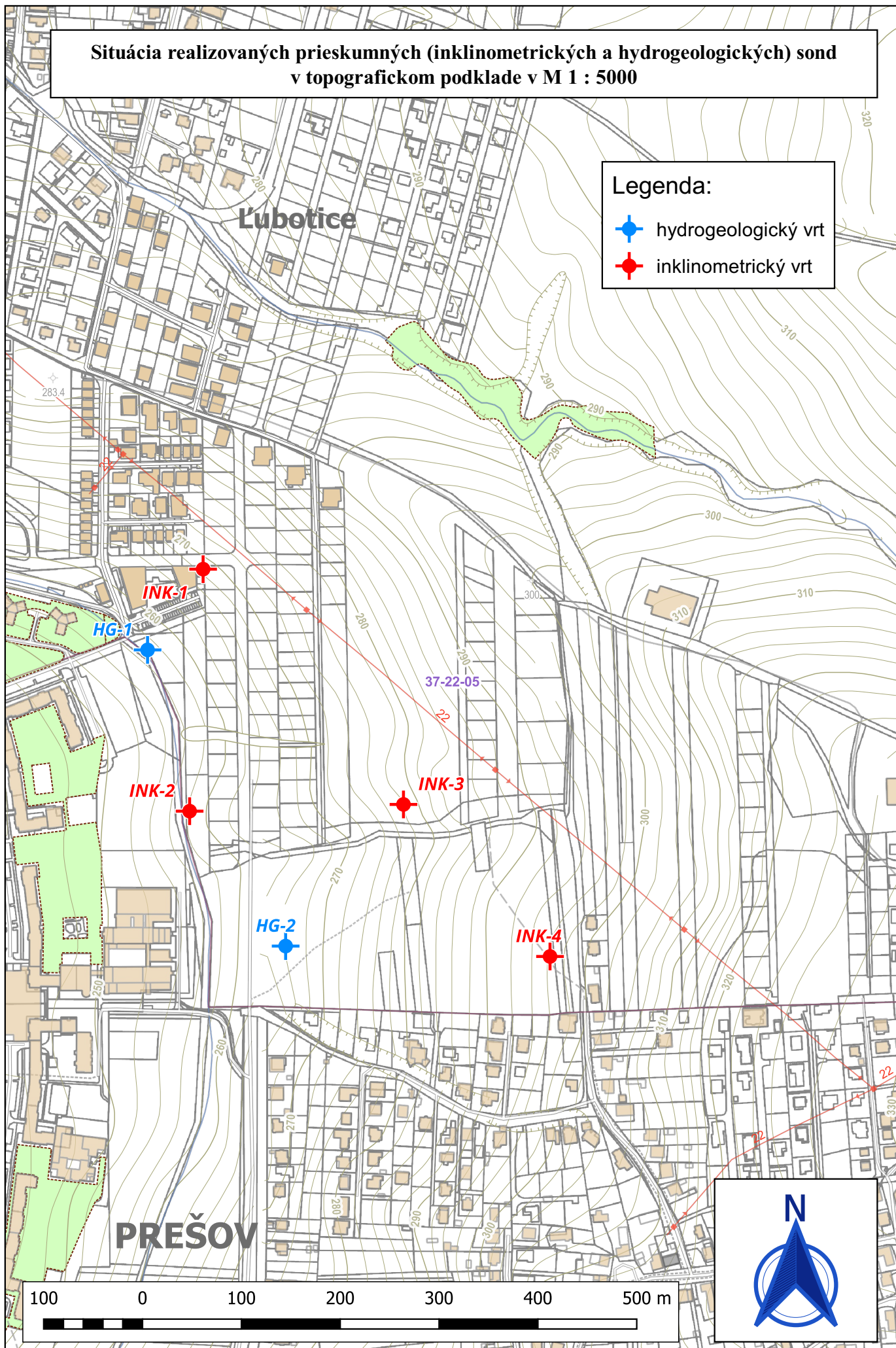
**SITUÁCIA REALIZOVANÝCH PRIESKUMNÝCH  
(INKLINOMETRICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH)  
SOND V TOPOGRAFICKOM PODKLADE  
V MIERKE M 1 : 5 000**

**Názov úlohy:** Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
**Číslo úlohy:** 2023 – 01  
**Príloha č.:** 2

**Situácia realizovaných prieskumných (inklinometrických a hydrogeologických) sond  
v topografickom podklade v M 1 : 5000**

**Legenda:**

-  hydrogeologický vrt
-  inklinometrický vrt





*Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inklinometrické a hydrogeologické meranie*

---

## **GEOTECHNICKÁ SPRÁVA – SPRÁVA Z INKLINOMETRICKÉHO MERANIA**

**Názov úlohy:** Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
**Číslo úlohy:** 2023 – 01  
**Príloha č.:** 3

# Inklinometrické merania podpovrchových horizontálnych deformácií

## Geotechnická správa

Správa zo základného merania  
v inklinometrických vrtoch

**Stavba:** Ľubotice - lokalita Pod Vodojemom

**Objednávateľ prác:** TERRA-GEO, s.r.o.  
Ružová 5219/29, 080 01 Prešov

**Zhotoviteľ prác:** Geoexperts spol. s r.o.  
Smaragdová 3, 010 09 Žilina



V Bratislave, 4.5.2023



Vypracoval: **RNDr. Ivan Trangoš**

**Geoexperts, spol. s r.o.**  
Smaragdová 588/3,  
010 09 Žilina

[www.geoexperts.sk](http://www.geoexperts.sk)





## OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Základné údaje.....	3
3. Popis merania podpovrchových horizontálnych deformácií inklinometrom .....	3
4. Merania podpovrchových horizontálnych deformácií .....	5
5. Záver.....	6



## 1. Úvod

Predkladaná správa je vypracovaná na základe objednávky č. 2023 - 09 zo dňa 17.04.2023 medzi spoločnosťami TERRA-GEO s r.o. (objednávateľ) a Geoexperts, spol. s r.o. (zhotoviteľ).

## 2. Základné údaje

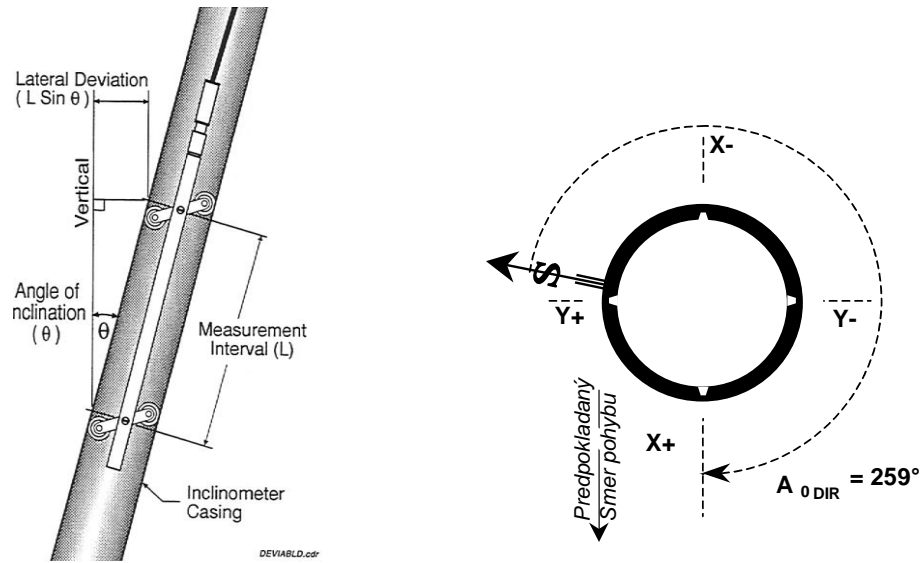
Názov stavby:	Ľubotice - lokalita Pod Vodojemom
Predmet úlohy:	geotechnický monitoring – inklinometrické meranie podpovrchových horizontálnych deformácií
Objednávateľ:	TERRA-GEO, s.r.o. Ružová 5219/29 080 01 Prešov
Zhotoviteľ:	Geoexperts, spol. s r.o. Smaragdová 588/3 010 09 Žilina

## 3. Popis merania podpovrchových horizontálnych deformácií inklinometrom

Vlastné merania deformácií vo vodorovnej rovine boli vykonané inklinometrickým prístrojom od firmy Slope Indicator pre meranie podpovrchových posunov. Meracia sonda bola spúšťaná do inklinometrických pažníc z PVC, ktoré sú vybavené drážkami v dvoch na seba kolmých smeroch a zabezpečujú orientáciu sondy v predurčenom smere. Drážka v smere A+ je orientovaná čo najbližšie v smere predpokladaného svahového pohybu (Obrázok 1)

Samotné meranie sa vykonávalo inklinometrickou sondou, ktorá bola spustená do PVC pažnice až na dno vrtu. Vyťahovaním sondy z dna vrtu sa odčítal náklon sondy každých 0,5 m odčítacou jednotkou Digitilt DataMate. Porovnaním jednotlivých meraní je možné zistiť veľkosť posunu v rôznych hĺbkach za sledované obdobie, ich orientáciu a rýchlosť pohybu v určitých časových intervaloch.





Obrázok 1 – Inklinometrický systém s vertikálnou meracou sondou



#### 4. Merania podpovrchových horizontálnych deformácií

P.č.	Označenie vrtu	Dĺžka meraného úseku (m)	Dátum základného merania	Poznámky
1	INK-1	-	-	Vrt je „strihnutý“ v 8,0 m od povrchu meracieho profilu.
2	INK-2	0,5 - 14,5	28.4.2023	-
3	INK-3	-	-	Vrt je „strihnutý“ v 6,0 m od povrchu meracieho profilu.
4	INK-4	0,5 - 14,5	28.4.2023	-

**Dátumy meraní:**

- 28.4.2023 – základné meranie



## 5. Záver

Na predmetnej lokalite bolo zrealizované základné meranie v inklinometrických vrtoch INK-2 a INK-4. Tieto vrty sú priechodné a funkčné (viď kapitola 4).

Vrt INK-1 bol „strihnutý“ v 8,0 m od povrchu meracieho profilu, vrt INK-3 bol „strihnutý“ v 6,0 m od povrchu meracieho profilu. Tieto vrty sú nepriechodné a v budúcich etapách nebudú merané.

Výsledky zo základného merania (absolútna poloha vrtu) pre vrty INK-2 a INK-4 sa nachádzajú v Prílohe A.

V Bratislave 4. mája 2023

Vypracoval: RNDr. Ivan Trangoš

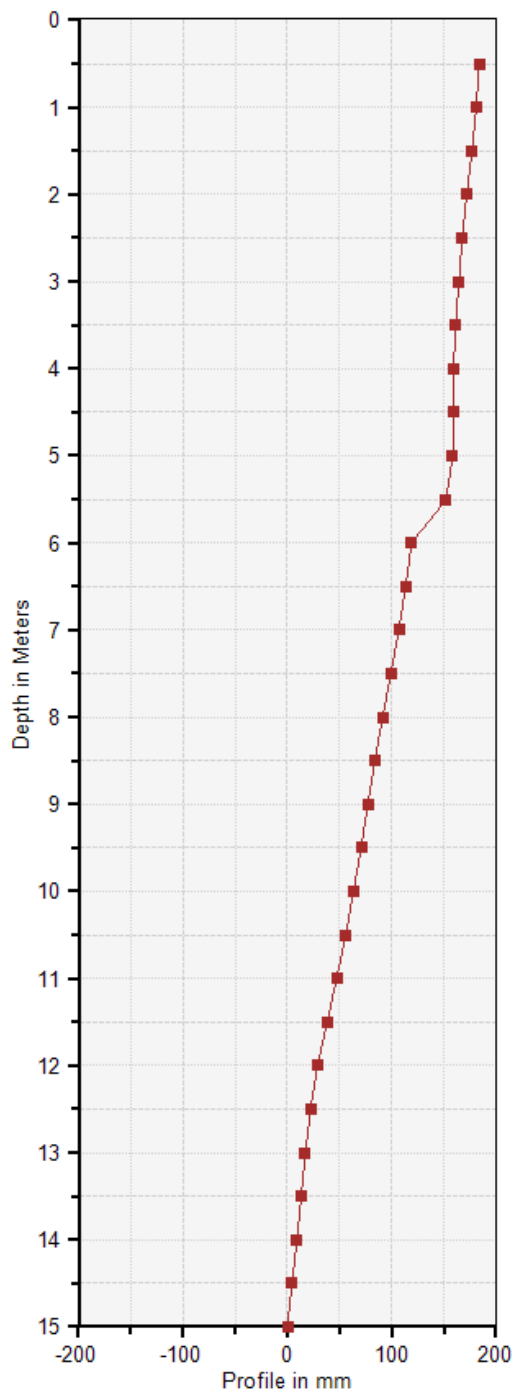
Schválil: Ing. Michal Poláček

## **Príloha A**

**Základné meranie v inklinometrických vrtoch INK-2 a INK-4  
-  
absolútna poloha vrtu**

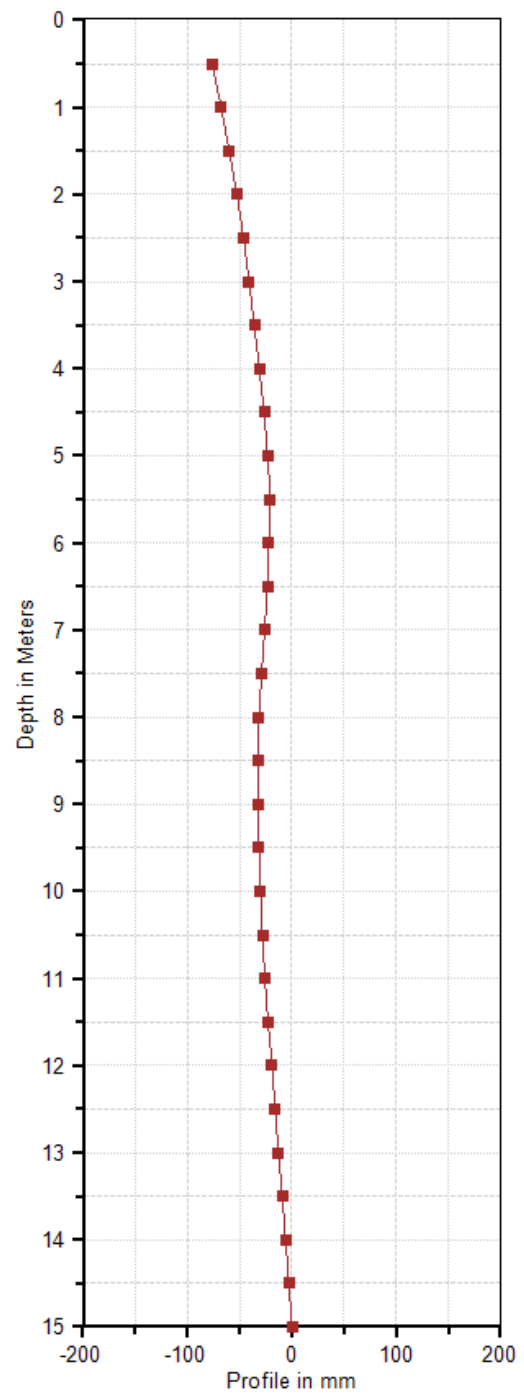
LUBOTI INK 2 A

28. 4. 2023



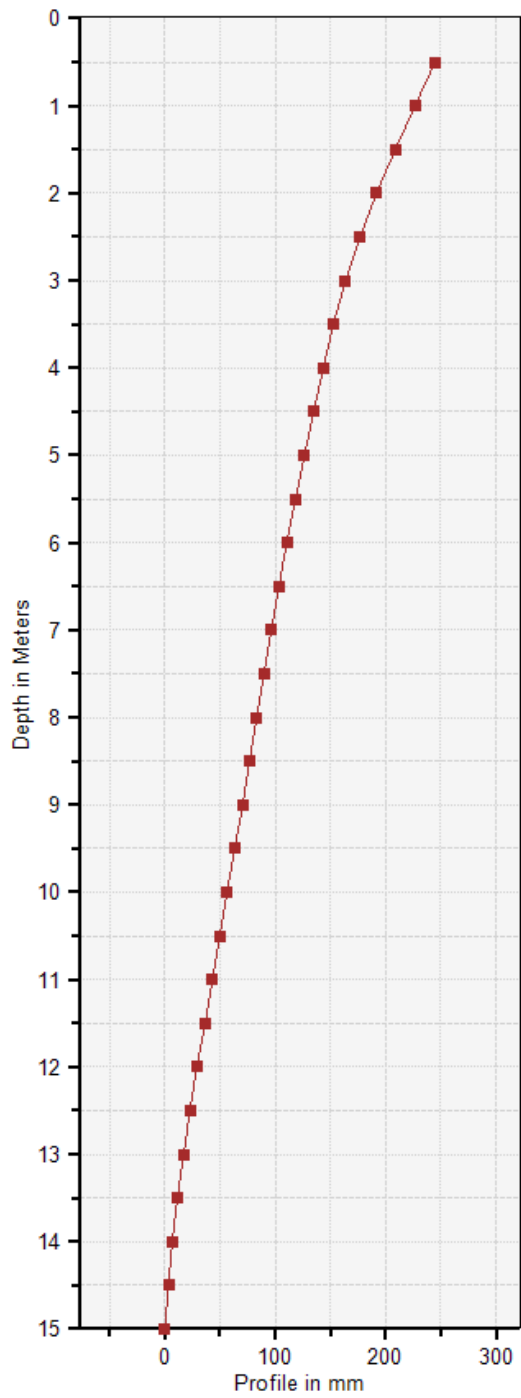
LUBOTI INK 2 B

28. 4. 2023



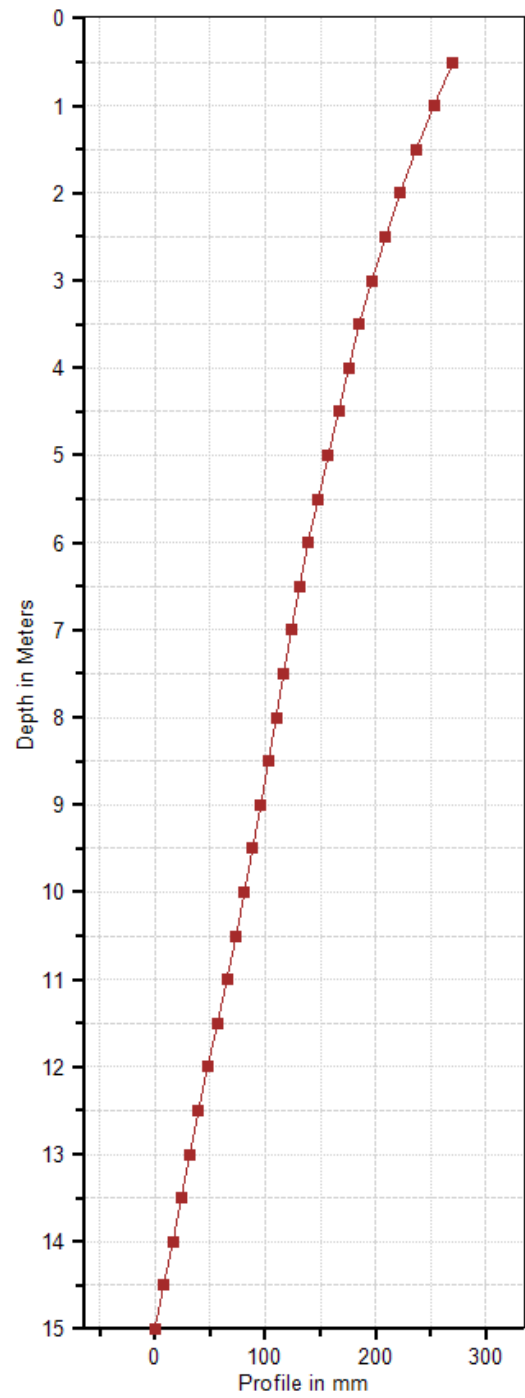
### LUBOTI INK 4 A

28. 4. 2023



### LUBOTI INK 4 B

28. 4. 2023





*Obec Lobotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inklinometrické a hydrogeologické meranie*

---

## **SPRÁVA Z HYDROGEOLOGICKÉHO MERANIA**

**Názov úlohy:** Obec Lobotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
**Číslo úlohy:** 2023 – 01  
**Príloha č.:** 4



## **MERANIE HLADINY PODZEMNEJ VODY VO VRTOCH INK-1 AŽ INK-4 A HG-1 a H-2**

Meranie hladiny podzemnej vody patrí k štandardným meraniam pri vyšetrení hydrogeologických pomerov v priepustných homogénnych zeminách. Hladina vody sa meria v pozorovacích hydrovrtoch pri výstavbe a prevádzke prakticky všetkých geotechnických objektov. Meranie možno vykonávať v jednotlivých časových intervaloch hladinomerom alebo kontinuálne snímačmi tlaku kvapalín so zbernicou dát.

Podzemná voda sa lokálne akumuluje v priepustnejších polohách, t.z. v polohách s bohatším obsahom úlomkov, resp. piesčitých preplástkov či závalkov. Hladina nevytvára súvislý horizont.

Neogénne sedimenty v Košickej kotline sú v spodnej časti tvorené prevažne pelitickými sedimentmi, miestami s polohami pieskovcov. Tieto súvrstvia nevytvárajú vhodné prostredie pre akumuláciu výdatnejších zdrojov podzemných vôd, pričom výdatnosť nepresahuje  $0,51 \text{ s}^{-1}$ .

Hydraulické vlastnosti neovulkanitov Slanských vrchov do značnej miery závisia od tektonického porušenia. Zvýšenú puklinovú priepustnosť majú najmä vrchné a čelné partie lávových prúdov a brekciovitých andezitov. Z hydrogeologicko-štruktúrneho hľadiska možno komplexy neovulkanitov pokladať za hydrogeologický masív, t. j. horninový komplex so sústredením obehu podzemných vôd do pripovrchovej zóny s výrazne vyššou priepustnosťou oproti hlbším častiam masívu.

Najvýznamnejším kvartérnym kolektorom sú fluviálne hrubozrné štrky dnovej výplne potoka Sekčov a čiastočne aj hrubozrné štrky proluviálnych kužeľov. Význam fluviálnych náplavov potoka Sekčov s odhadovaným koeficientom filtrácie  $10^{-5}$  až  $10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  je však limitovaný ich malou hrúbkou 3,0 – 4,0 m. Hrubozrné štrky proluviálnych kužeľov s odhadovaným koeficientom filtrácie  $10^{-6}$  až  $10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$  vzhľadom na ich pozíciu voči eróznej báze predstavujú kolektor podzemnej vody len lokálneho významu. Akumulácie štrkov sú na svahoch kotlinovej pahorkatiny odvodňované sériou vrstvomých prameňov a na mnohých miestach priamo dotujú existujúce zosuvy, čím dochádza k zvýšeniu hladiny podzemnej vody vo svahoch a zvýšeniu vztlakových účinkov.





Pri etapovom meraní sa z povrchu do vrtu spustí špeciálny merací kábel s centimetrovým delením (hladinomer), v okamihu ako sa sonda na špici kábla dokne vody, spustí sa akustická signalizácia. Jemným vytiahnutím pásma (prerúšením signálu) zistíme presnú úveň podzemnej vody.

Analyzovaná vzorka vody z vrtu HG-1 je slabo kyslá s pH = 6,75, stredne tvrdá s celkovou tvrdosťou 4,85 mmol/l. Vzorka vody obsahuje zvýšený obsah CO<sub>2</sub> = 32,88 mg/l, čo ju podľa STN EN 206 zaraďuje do stupňa XA1 – slabo agresívne prostredie na betónové konštrukcie. Analyzovaná vzorka vody z vrtu HG-2 je slabo alkalická s pH = 7,35, stredne tvrdá s celkovou tvrdosťou 5,34 mmol/l. Vzorka vody neobsahuje agresívne zložky pôsobiace korozívne na betónové konštrukcie.

Z dvoch monitorovacích hydrogeologických vrtov dnes je k monitoringu prístupný len vrt HG-2. Piezometrický vrt HG-1 bol počas výstavby bytového domu Akropola deštruovaný. Zo štyroch monitorovacích inklinometrických vrtov INK-1 až INK-4 sú dva vrty – vrt INK-1 (v hĺbke 8,0 m) a INK-3 (v hĺbke 6,0 m) nepriechodný čo naznačuje, že monitorované skúmané územie prejavuje známky deformácie. Monitoring hladiny podzemnej vody však neovplyvnili.

Merania hladiny štandardným hladinomerom podzemnej vody v spomínaných vrtoch bolo uskutočnené v prvom meraní dňa 28. 04. 2023, pričom bolo pekné slnečné počasie. Výsledky meraní sú zosumarizované v tabuľke č. 1.

**Tab. 1** Režimné sledovanie hladiny podzemnej vôd

Vrt	Hladina podzemnej vody /m/
	28. 04. 2023
<b>INK – 1</b>	1,14
<b>INK – 2</b>	6,29
<b>INK – 3</b>	1,82
<b>INK – 4</b>	3,20
<b>HG-1</b>	-----
<b>HG-2</b>	1,45



*Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,  
inclinometrické a hydrogeologické meranie*

---

## **FOTODOKUMENTÁCIA**

**Názov úlohy:** Obec Lubotice „Lokalita Pod Vodojemom“,

**Číslo úlohy:** 2023 – 01

**Príloha č.:** 5



**Obr. 1** Umiestnenie inclinometrického vrtu **INK-1**, severovýchodný okraj bytového domu Akropola



**Obr. 2** Inklinometrický vrt INK –1, v hĺbke 8,0 m „strihnutý“.



**Obr. 3** Inklinometrický vrt INK –2.



**Obr. 4** Inklinometrický vrt **INK –2**, vystupuje na okraji sídliska Sekčov, východne od ul. Sibírska.



**Obr. 5** Inklinometrické meranie na vrte **INK –2**, vystupuje na okraji sídliska Sekčov, východne od ul. Sibírska.



**Obr. 6** Inklinometrické meranie na vrte **INK –3**, situovaný v strednej časti predmetného územia.



**Obr. 7** Inklinometrický vrt **INK –3**, v hĺbke 6,0 m „strihnutý“.



**Obr. 8** Inklinometrické meranie na vrte INK –4, situovaný v južnej časti predmetného územia.



**Obr. 9** Inklinometrický vrt INK –4.



**Obr. 10** Inklinometrický vrt INK –4, meranie hladiny podzemnej vody.



**Obr. 11** Hydrogeologický vrt HG –1, v súčasnosti deštruovaný.





**Obr. 12** Pôvodný hydrogeologický vrt **HG –1**, v súčasnosti deštruovaný.



**Obr. 13** Hydrogeologický vrt **HG –2**, v strednej časti predmetného územia.



**Obr. 14** Hydrogeologický vrt HG –2.