

NOBAGEOS, Mariánska 6, Nová Baňa

## **ZÁVEREČNÁ SPRÁVA** z inžinierskogeologického prieskumu

Názov úlohy : **Horné Opatovce – skládka odpadov,**  
*inžinierskogeologický prieskum na území areálu  
Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov*

Objednávateľ : **Mesto Žiar nad Hronom, Š. Moyzesa 439/46,**  
**Žiar nad Hronom**

Zodpovedný riešiteľ : *RNDr. Emil Ďurovič – NOBAGEOS,*  
geologickej úlohy *Mariánska 6, Nová Baňa*

*Dátum vyhotovenia : 6. marec 2015*

# OBSAH

	strana
1. Geologická úloha a údaje o území	3
1.1. Základné údaje o geologickej úlohe	3
1.2. Úvod	3
1.3. Prírodné pomery záujmového územia	4
1.4. Geologická stavba územia	4
1.5. Hydrogeologické pomery územia	7
1.6. Seizmicita územia	8
2. Postup riešenia geologickej úlohy	8
2.1. Obhliadka terénu a vytýčenie vrtov	8
2.2. Vrtné práce	9
2.3. Vzorkovacie a laboratórne práce	9
2.4. Geologické práce	9
3. Inžinierskogeologická stavba územia	10
3.1. Komplex antropogénnych sedimentov	10
3.2. Deluviálny komplex zemín	11
3.3. Fluviálny komplex zemín	12
3.4. Vulkanický a vulkanicko-sedimentárny komplex	12
4. Príčiny vzniku svahového pohybu	13
5. Návrh sanačných opatrení	16
6. Záver	16

## PRÍLOHY

1. Situácia širšieho okolia záujmového územia 1 : 50 000
2. Miesta realizácie prieskumných vrtov 1 : 550
3. Geologická dokumentácia prieskumných vrtov V-1, 2, 3, 4 a V-5
4. Protokoly s výsledkami laboratórnych stanovení vo vzorkách zemín
5. Zoznam súradníc prieskumných vrtov V-1 až V-5

# 1. Geologická úloha a údaje o území

## 1.1. Základné údaje o geologickej úlohe

Názov geologickej úlohy : *Horné Opatovce – skládka odpadov, inžinierskogeologický prieskum na území areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov*

Číslo úlohy : 0415

Druh prác : *inžinierskogeologický prieskum*

Etapa prieskumu : *podrobný prieskum*

Objednávateľ prieskumu : *Mesto Žiar nad Hronom, Š. Moyzesa 439/46, Žiar nad Hronom*

Zhotoviteľ : *RNDr. Emil Ďurovič – NOBAGEOS, Mariánska 6, Nová Baňa*

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy : RNDr. Emil Ďurovič

### *Administratívne údaje :*

Kraj : Banskobystrický čís. kód : 6

Okres : Žiar nad Hronom čís. kód : 613

Katastrálne územie : Horné Opatovce čís. kód : 874 515

*Cieľ geologických prác :*

- charakteristika geologických a hydrogeologických pomerov záujmového územia a jeho okolia,
- overenie a charakteristika inžiniersko-geologických pomerov povrchovej časti územia na území areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov,
- popisanie základných fyzikálnych vlastností zemín a zatriedenie zemín v zmysle STN 72 1001 "Klasifikácia zemín a skalných hornín",
- posúdenie stability územia a prognóza vývoja stability v budúcnosti,
- návrh opatrení na zabezpečenie stability územia.

Obdobie realizácie geologicko-prieskumných prác : *február – marec 2015*

Dátum vyhotovenia záverečnej správy : *6. marec 2015*

## 1.2. Úvod

Mesto Žiar nad Hronom vybuďovalo v južnej časti areálu skládky odpadov „Horné Opatovce novú kazetu na ukladanie odpadu a objekt Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov.

Priestor pre novú kazetu vznikol odťažením v minulosti uloženého odpadu a zemín nachádzajúcich sa v podloží starej skládky.

Na južnom okraji kazety je vybudovaná hala s pôdorysnými rozmermi 80 x 33,5 m, v ktorej sa bude mechanicky upravovať nie nebezpečný odpad.

Medzi objektom mechanickej úpravy a južným okrajom kazety sa nachádza areálová komunikácia (asfaltová plocha) široká cca 18 m.

V mesiacoch november - december 2014 došlo k zosuvu na južnom okraji kazety, čo malo za následok, okrem poškodenia priláhlej časti kazety, aj deštrukciu časti asfaltovej plochy pred objektom Mechanickej úpravy v šírke 5-7 m a dĺžke cca 60 m.

V decembri 2014 bol v zosuvnom území penetračnými sondami vykonaný orientačný inžinierskogeologický prieskum, ktorý je vyhodnotený záverečnou správou „Geologický prieskum a posúdenie svahu v lokalite Horné Opatovce - Mechanická úprava nie nebezpečných odpadov (Ing. Míka, AGG, s.r.o. Bratislava).

Prieskumom boli zistené polohy s nízkym penetračným odporom, avšak sa nepodarilo jednoznačne stanoviť šmykové plochy. Preto riešiteľ úlohy odporučil realizáciu podrobného inžinierskogeologického prieskumu prostredníctvom 5 ks jadrových vrtov do hĺbky 15 m a vykonanie príslušných laboratórnych prác vo vzorkách zemín z vrtného jadra prieskumných vrtov.

Prejavy svahového pohybu boli pozorované aj v januári 2015, preto investor objednal vykonanie odporúčaného podrobného inžinierskogeologického prieskumu.

### 1.3. Prírodné pomery záujmového územia

Podľa geomorfologického členenia Slovenska sa záujmové územie nachádza na styku juhovýchodnej časti Žiarskej kotliny so severným okrajom vulkanického pohoria Štiavnické vrchy neogénneho veku.

Žiarska kotlina predstavuje tektonickú depresiu, ktorá je zaklesnutá medzi neovulkanickými pohoriami Vtáčnik, Kremnické vrchy a Štiavnické vrchy. Vznikla v treťohorách (neogéne) a hrúbka jej sedimentárnej výplne v jej centrálnej časti výrazne prevyšuje 1 000 m.

Žiarska kotlina má hladko modelovaný pahorkatinový reliéf. Oproti okrajovým pohoriam je ohraničená tektonicko-zlomovými líniami germanotypného charakteru.

Z klimatického hľadiska patrí záujmové územie do klimatickej oblasti MT-9, ktorá sa vyznačuje dlhým, teplým, suchým až mierne suchým letom. Prechodné obdobie je krátke, s miernou až mierne teplou jarou a jeseňou. Zima je krátka a mierne suchá, s krátkym trvaním snehovej pokrývky.

Priemerná ročná teplota vzduchu dosahuje 8,3°C, priemerný ročný úhrn zrážok je cca 700 mm. Maximálna hĺbka premfzania pôdy je 0,95 m.

Prevládajúci smer prúdenia vzduchu v záujmovom území je severozápadný. Menej časté je juhozápadné, západné a severné prúdenie.

Z hydrologického hľadiska patrí záujmové územie do povodia rieky Hron.

### 1.4. Geologická stavba územia

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú horninové komplexy **neogénu a kvartéru**.

Neogénne komplexy sú zastúpené sedimentárnymi horninami Žiarskej kotliny a vulkanickými a vulkanicko-sedimentárnymi horninami Štiavnických vrchov.

**Sedimentárny komplex Žiarskej kotliny** predstavujú súvrstvie miocén-pliocénneho veku.

Ide o veľmi pestrý litologický komplex s nepravidelným striedaním vrstiev tufitov, siltovcov, ílov, ílovcov a slabo spevnených pieskovcov a ojedinele aj štrkov a zlepcov.

V íloch a v ílovcoch sa lokálne nachádzajú tenké sloje lignitu.

Podľa Geologickej mapy regiónu Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca 1 : 50 000 a Vysvetliviek ku geologickej mape, najvrchnejším členom sedimentárneho komplexu v záujmovom území je hronské štrkové súvrstvie pliocénneho veku (**50a**).

Sú to štrky a piesčité štrky tzv. poriečnej rovne rieky (polymiktné, z alochtónnych hornín hronského pôvodu).

**Vulkanický komplex Štiavnických vrchov** je v záujmovom území reprezentovaný výlevnými a vulkanoklastickými horninami.

Hlavný vývoj pohoria sa uskutočnil v treťohorách v období baden - sarmat v niekoľkých etapách vulkanizmu, ktoré sa striedali s obdobiami deštrukcie a denudácie vulkanických komplexov.

Z vulkanických hornín sa v širšom okolí záujmového územia nachádzajú extruzívne dómy a krátke, pomerne hrubé prúdy plagioklasovo-sanidínových ryolitov s kremeňom vrchno-sarmatského veku. Vystupujú v celom rozsahu jastrabskej formácie stredoslovenských vulkanitov. Predstavujú horninové telesá s izometrickým až nepravidelným ohraničením. Niektoré extrúzie formované fluidálnejšou lávou prešli na svahu do hrubších lávových prúdov.

Odlučnosť ryolitov je bloková, nepravidelne bloková až brekciovitá. Pri okrajoch extruzívnych telies sa nachádzajú pásma blokových extruzívnych brekcií.

V okrajovej časti jastrabskej formácie na styku s južným okrajom Žiarskej kotliny vystupujú epiklastické vulkanické konglomeráty, pieskovce a redeponované tufy (**63c**).

Tvoria polohy až súvislejšie horizonty severných svahov Kamenného vrchu, kóty 495, kóty 468 (Palča), v oblasti hrebeňa nad Szabovou skalou, na severnom svahu pri Lehôtke pod Brehmi a na severných svahoch pod vrchom Maselné (534 m n.m.).

Konglomeráty reprezentované prevažne ryolitovým materiálom (70-80 %, sporadickyandezit) priemernej veľkosti 5-10 cm (ojedinele bloky do 50 cm) tvoria polohy variabilnej hrúbky, ktoré sú uložené v súvrstviach epiklastických pieskovcov a redeponovaných tufov.

Epiklastické vulkanické pieskovce a tufy (**63f**) sú reprezentované pemzovými tufmi (zvrstvené, triedené až slabo triedené), ktoré sa striedajú s polohami pieskovcov (zrno 1-5 mm).

**K v a r t é r n e** sedimenty pokrývajú celý povrch záujmového územia. Reprezentované sú antropogénnymi sedimentami (navážky, asfaltová plocha s podkladovými vrstvami) deluviálnymi sedimentami, ktoré sú reprezentované polygenetickými svahovými hlinami a ílmi (**42a**).

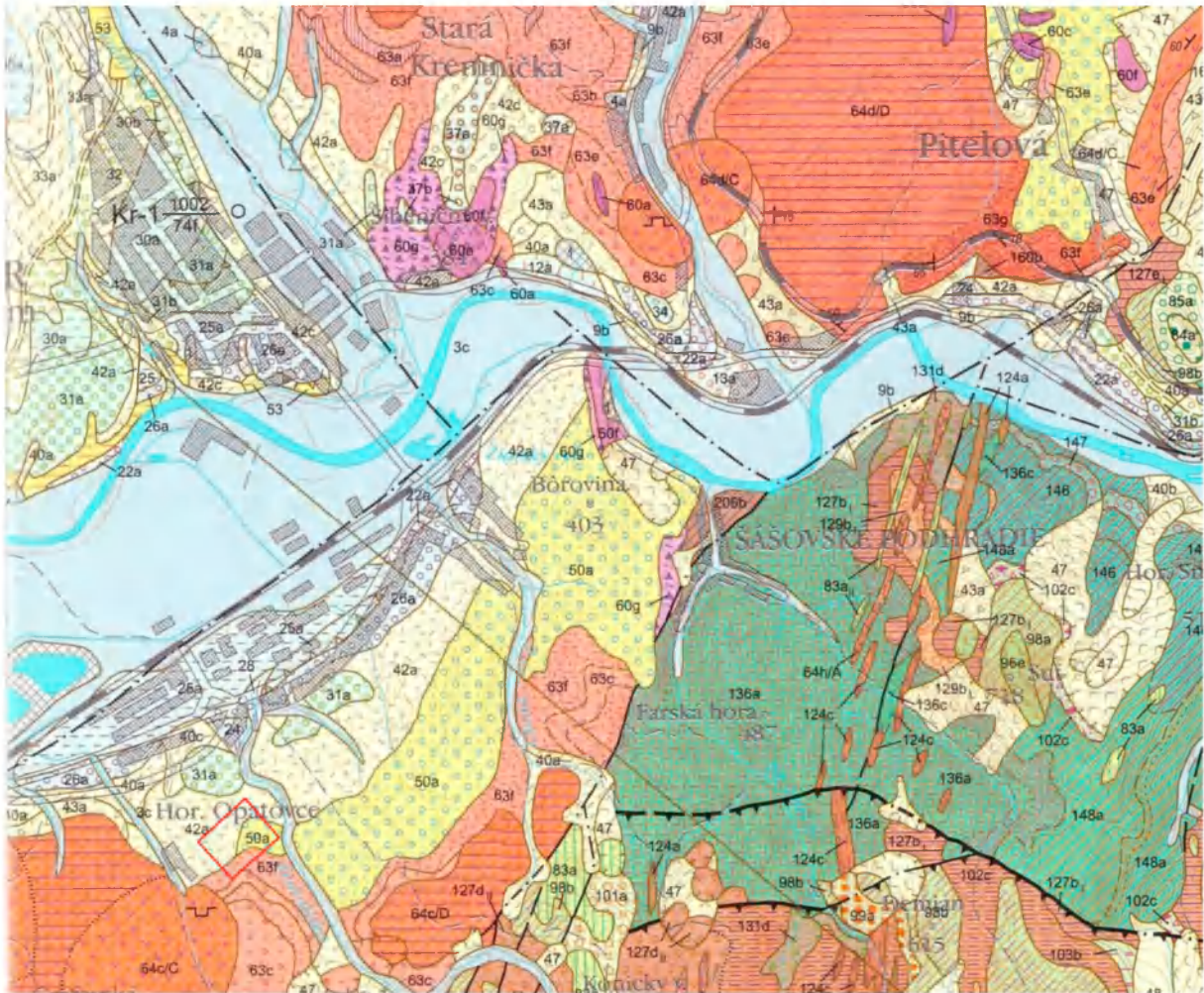
Svahové hliny a íly tvoria prechodný genetický litologický typ medzi sprašovými hlinami a ostatnými varietami deluviálnych svahovín, prípadne aj deluviálno-fluviálnych splachov. Svahové hliny a íly sa väčšinou nachádzajú na mierne uklonených svahoch a na úpätiach exponovaných svahov.

Ide o rôzne odvápnené hliny a íly, od humusovitých po prachovité a podradne aj jemno piesčité s detritom i bez detritu.

Farba zemín je rôzna – sivá, sivožltá, žltohnedá, bledohnedá, hrdzavohnedá a pod.

Hrúbka vrstvy polygenitických svahových hlín a ílov je variabilná a najčastejšie dosahuje 1 – 6 m, miestami až do 12 m.

Na nasledujúcej strane je uvedená geologická mapa záujmového územia a jeho okolia.



**Geologická mapa záujmového územia**  
*M 1 : 50 000*

plocha **42a** - polygenetické svahové hliny a íly (kvartér) – rôzne odvápnené hliny, od humusovitých po prachovité i podradne jemno piesčité s detritom i bez detritu

plocha **50a** - hronské štrkové súvrstvie pliocénneho veku (neogén) – štrky a piesčité štrky tzv. poriečnej rovne rieky, polymiktné

plocha **63c** - epiklastické vulkanické konglomeráty, pieskovce a redeponované tufy

plocha **63f** - epiklastické vulkanické pieskovce a redeponované tufy (neogén)

- záujmové územie

## 1.5. Hydrogeologické pomery územia

Hydrogeologické pomery sú odrazom geologicko-tektonickej stavby územia. Územie, na ktorom bol vykonaný hydrogeologický prieskum, je budované neogénnymi horninami, ktoré sú prekryté súvrstvom deluviálnych ílovito-hlinitých a antropogénnych sedimentov.

V rámci *neogénnych vulkanických hornín* je podzemná voda viazaná na tri litologicko-tektonické prostredia :

- zóny zvýšenej puklinovitosti v celistvých skalných horninách,
- pórovité vulkanické horniny, napr. vulkanoklastiká, piesčité tufy, tufitické piesky, tufitické brekcie - majú veľký hydrogeologický význam z hľadiska možnosti získania väčšieho množstva podzemnej vody,
- tektonické poruchové zóny, na ktorých vznikli hlboko založené doliny.

Hydrogeologické pomery ryolitového komplexu v záujmovom území závisia od primárneho a sekundárneho porušenia, postvulkanických a exogénnych procesov, tektonického porušenia a klimatických podmienok.

Rozhodujúcim faktorom ovplyvňujúcim hydrogeologické vlastnosti hornín je stupeň puklinovitosti a pórovitosti prostredia, ktorý je v ryolitových efuzívach veľmi premenlivý.

Pyroklastiká, ktoré sú zastúpené ryolitovými tufmi, sú všeobecne málo priepustné a väčšinou plnia funkciu hydrogeologického izolátora pre podzemnú vodu.

Ryolitové extruzívne dómy a lávové prúdy sú často silno rozpukané a vytvárajú priaznivé podmienky pre prúdenie podzemných vôd.

Vody prúdiace prevažne v zóne podpovrchového rozvoľnenia skalného masívu sú ovplyvňované pórovitou priepustnosťou sekundárnych ílovitých minerálov, ktoré vyplňujú pukliny v skalnom masíve.

Tektonika vo všeobecnosti (poruchy, zlomové pásma) priaznivo vplýva na celkové zvodnenie masívu. Záujmovým územím prechádza významné poruchové pásmo, avšak to sa javí ako hydrogeologicky nepriaznivé pre sústredenie väčšieho množstva podzemných vôd.

Nevýrazné porušenie pyroklastík nasvedčuje tomu, že hlavné tektonické procesy prebehli pred sedimentáciou ryolitových vulkanoklastík. Tektonické poruchy boli vyhojené produktami hydrotermálnych roztokov a hypergénnych procesov a tieto vo väčšine vytvárajú hydrogeologické izolátory.

V takýchto podmienkach má na zvodnenie hornín veľký vplyv zrážková činnosť, nadmorská výška a plošný rozsah vulkanoklastík.

Pramene, ktoré sa v záujmovom území a v jeho blízkom okolí nachádzajú, sú puklinové až puklinovo-vrstevnaté s rýchlym obehom podzemnej vody v plytkej zóne povrchového rozrušenia.

V severnej časti záujmového územia neboli prieskumnými vrtmi ryolitové vulkanoklastiká zachytené, avšak v podloží kvartérnych sedimentov sa nachádzajú štrkové sedimenty južného okraja ľavobrežnej terasy Hrona pliocénneho veku, ktoré obsahujú podzemnú vodu s voľnou, resp. s mierne napätou hladinou.

Pokryvné *kvartérne* deluviálne hlinito-ílovité zeminý nevytvárajú podmienky na akumuláciu a migráciu podzemnej vody s ohľadom na ich nízku priepustnosť vyjadrenú koeficientom filtrácie rádovo  $n \cdot 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Ako celok sú považované za málo priepustné až nepriepustné.

V deluviálnych zeminách sa však lokálne môžu nachádzať plytké, plošne obmedzené akumulácie podzemnej vody.

Takéto akumulácie podzemnej vody vznikajú na miestach, kde sa v podloží priepustnejších zemín nachádzajú vrstvy ílu s výrazne nižšou priepustnosťou. Prítomnosť podzemnej vody v deluviálnom súvrství má negatívny vplyv na konzistenciu zemín nachádzajúcich sa medzi hladinou podzemnej vody a stropom nepriepustnej vrstvy. Hlavným procesom vytvárania plytkých, plošne obmedzených kolektorov podzemnej vody v záujmovom území je infiltrácia zrážkovej vody do horninového prostredia.

## 1.6. Seizmicita územia

Záujmové územie je súčasťou okrajovej časti oblasti so seizmickou intenzitou 7° MSK-64, čo zodpovedá zdrojovej oblasti seizmického rizika č.3 so základným seizmickým zrýchlením  $a_T = 0,6 \text{ m.s}^{-2}$ . Geologické podložie záujmového územia je možné zaradiť do kategórie B.

Zo starších písomných záznamov je však známe, že v roku 1443 postihlo Banskú Štiavnicu zemetrasenie s odhadovanou intenzitou 8-9° MSK-64, ktoré malo za následok veľké škody, avšak bez ich bližšej špecifikácie.

## 2. Postup riešenia geologickej úlohy

Na území areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov na lokalite Horné Opatovce bola s investorom dohodnutá realizácia inžinierskogeologického prieskumu, ktorého náplňou je riešenie stability predmetného územia a sanácia vzniknutého zosuvu.

V rámci inžinierskogeologického prieskumu boli vykonané nasledujúce práce :

- obhliadka terénu a vytýčenie miest realizácie jednotlivých prieskumných vrtov,
- prieskumné vrty,
- vzorkovacie a laboratórne práce,
- geodetické práce,
- geologické práce, vyhodnotenie výsledkov prieskumu a vypracovanie záverečnej správy z inžinierskogeologického prieskumu,

### 2.1. Obhliadka terénu a vytýčenie vrtov

Realizácii prieskumných vrtov predchádzala obhliadka záujmového územia a prístupu pre vrtnú súpravu na miesta realizácie jednotlivých prieskumných vrtov. Objednávateľ prieskumu poskytol mapový podklad i správu z orientačného geologického prieskumu a posúdenia svahu v lokalite Horné Opatovce – Mechanická úprava nie nebezpečných odpadov (Míka, AGG s.r.o. Bratislava, 2014).

Na základe výsledkov orientačného prieskumu boli v spolupráci s Ing. Míkom vytýčené miesta realizácie prieskumných vrtov V-1, V-2 a V-3. Vrty V-1 a V-2 boli situované pred severným okrajom budovy Mechanickej úpravy (MÚ) v smere vzniknutého zosuvu. Vrt V-3 bol situovaný južne od južného okraja budovy MÚ a overil diametrálne odlišný horninový profil, než bol zistený vo vrtoch V-1 a V-2.

Preto bola s investorom dohodnutá realizácia vrtu V-4 pri západnom okraji haly MÚ a vrtu V-5 v zosuve na severnom okraji asfaltovej plochy.



Miesta realizácie jednotlivých vrtov v teréne boli polohopisne a výškopisne zamerané firmou IsGeo-Miroslav Podhora, Hviezdoslavova 26/57, Žiar nad Hronom a sú znázornené v grafickej prílohe č. 2.

## 2.2. Vrtné práce

Pre splnenie cieľov geologickej úlohy bolo v záujmovom území odvrátených 5 prieskumných jadrových vrtov, z ktorých vrty V-1, V-2 a V-5 dosiahli hĺbku 15,0 m, vrt V-3 hĺbku 14,5 m a vrt V-4 hĺbku 10,5 m.  
Spolu bolo na úlohe zrealizovaných 70 m jadrových vrtov.

Realizáciu prieskumných vrtov zabezpečil RNDr. Emil Ďurovič – NOBAGEOS, Mariánska 6, Nová Baňa.

Vstupy na pozemky a vyjadrenia správcov podzemných inžinierskych sietí zabezpečil objednávateľ prieskumu.

Vrty boli odvrátené technológiou jadrového rotačného vrtania tvrdokovovými vrtnými korunkami priemeru 156 mm bez použitia výplachovej kvapaliny (nasucho).  
Použitá bola vrtná súprava ZIF-650.

Vrtné jadro prieskumných vrtov bolo zodpovedným riešiteľom zdokumentované a odobraté boli aj vzorky zemín vrtného jadra na laboratórne skúšky.

Grafická dokumentácia horninových profilov realizovaných vrtov tvorí prílohu č. 3a až 3e záverečnej správy.

## 2.3. Vzorkovacie a laboratórne práce

Z vrtného jadra prieskumných vrtov V-1 a V-2 bolo odobratých 7 vzoriek zemín s porušenou pôdnou štruktúrou na stanovenie základných fyzikálno-mechanických parametrov potrebných pre zatriedenie zemín v zmysle STN 72 1001 „Klasifikácia zemín a skalných hornín“ a 3 vzorky zeminy s neporušenou pôdnou štruktúrou pre stanovenie šmykovej pevnosti.

Konzistencia analyzovaných vzoriek zemín bola **tuhá a pevná**.

Podľa STN 72 1001 boli analyzované vzorky zemín zatriedené do skupiny zemín G – **zeminý štrkovitý**, do skupiny zemín S – **zeminý piesčité** a do skupiny zemín F – **zeminý jemnozrnný**.

Laboratórne skúšky boli vykonané v laboratóriách AGV s.r.o. Bratislava a protokoly s výsledkami laboratórnych stanovení sú prílohou č. 4 záverečnej správy.

## 2.4. Geologické práce

Geologické práce zahŕňali sled, riadenie a vyhodnotenie prieskumných prác. Počas realizácie vrtných prác bol vykonávaný odborný geologický dozor na lokalite, ktorý bol zameraný na dodržiavanie kvalitatívnych parametrov vrtania, výnos jadra a na dodržiavanie opatrení na ochranu životného prostredia.

Vrtné jadro bolo priebežne dokumentované, stanovené boli miesta (hĺbky) pre odber vzoriek zemín vrtného jadra na laboratórne skúšky. Po ukončení vrtných prác bolo vrtné jadro vyskartované.

Všetky práce vykonané v súvislosti s inžinierskogeologickým prieskumom sú popísané v záverečnej správe z geologickej úlohy. Záverečná správa je vypracovaná v súlade so Zákonom č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach a štátnej geologickej správe (geologický zákon) a Vyhl. MŽP SR č. 51/2008, ktorou sa vykonáva geologický zákon, v primeranom rozsahu v piatich tlačných vyhotoveniach a v jednom vyhotovení na CD nosiči.

### 3. Inžinierskogeologická stavba územia

Morfológia pôvodného terénu záujmového územia bola formovaná denudačno-erozívno-akumulačnými procesmi, ktoré prebiehajú od obdobia pliocénu až po súčasnosť. V posledných desaťročiach je morfológia záujmového územia a jeho blízkeho okolia silne poznačená antropogénnou činnosťou, ktorá súvisela s výstavbou závodu na spracovanie hliníka (ZSNP Žiar nad Hronom) a najmä s výstavbou a prevádzkovaním skládok rôznych odpadov.

Na základe geologickej dokumentácie vrtného jadra prieskumných vrtov V-1 až V-5 a výsledkov laboratórnych skúšok vo vzorkách zemín vrtného jadra je možné vyčleniť nasledujúci litologický sled :

1. Komplex antropogénnych sedimentov,
2. Deluviálny komplex zemín *kvartérneho veku*,
3. Fluviálny komplex piesčito-štrkovitých zemín *neogénneho veku*,
4. Vulkanický a vulkanicko-sedimentárny komplex *neogénneho veku*.

#### 3.1. Komplex antropogénnych sedimentov

Takmer celý povrch areálu mechanickej úpravne je pokrytý vrstvou asfaltu, pod ktorou sa nachádza vrstva štrku stabilizovaná cementom – hrúbka vrstiev spolu 0,25 – 0,3 cm.

Pod vyššie uvedenými vrstvami sa nachádza vrstva lomového štrku s hrúbkou 0,6 – 0,7 m. V priestore vrtu V-5 sa báza štrkovej vrstvy nachádza až v hĺbke 2,1 m pod povrchom územia.

Pod stabilizačnou štrkovou vrstvou bola vo vrtoch V-1, V-2 a V-5 overená vrstva zeminy, ktorou sa vyplnil (zarovnal) priestor po vyťaženom komunálnom odpade. Zemina má charakter ílu piesčitého až ílu so strednou plasticitou tuhej konzistencie. Hrúbka vrstvy dosahuje 0,4 – 1,0 m.

Pod vrstvou ílovitej zeminy bol vo vrtoch V-2 a V-5 zistený **komunálny odpad** premiešaný s jemnozrnnou zeminou s prímiesou štrku sivočiernej farby.

Vo vrte V-2 sa komunálny odpad nachádzal v hĺbkovom intervale 1,4 – 2,3 m pod povrchom asfaltovej plochy a vo vrte V-5 v hĺbkovom intervale 2,6 – 3,2 m pod povrchom terénu.

Prítomnosť komunálneho odpadu pod časťou asfaltovej plochy je viditeľná aj v odtrhovej hrane zosuvu, ktorým bol zničený príľahlý (severný) okraj asfaltovej plochy.

*Ponechanie komunálneho odpadu pod asfaltovou plochou, po ktorej sa predpokladá pohyb kamiónov, predstavuje potenciálne nebezpečenstvo pre niveletu povrchu asfaltovej plochy, prípadne pre celistvosť asfaltovej plochy.*

### 3.2. Deluviálny komplex zemín

Pod súvrstviem antropogénnych sedimentov sa na celej ploche záujmového územia nachádzajú deluviálne sedimenty, ktoré boli transportované ronom, soliflukciou a zosúvaním z vyšších častí územia vplyvom gravitácie do údolia rieky Hron.

Zastúpené sú ílovité hliny a íly hnedej, sivohnedej a hrdzavohnedej farby s premenlivým zastúpením piesčitej a štrkovitej frakcie (0 – 15 %), miestami až štrk ílovitý (V-2).

Konzistencia deluviálnych zemín je **tuhá až pevná**, s výnimkou časti vrstvy piesčitého ílu až ílu s nízkou plasticitou vo vrte V-4 v hĺbkovom intervale 4,2 – 4,8 m, kde bola konzistencia vizuálne posúdená ako mäkká.

Deluviálne zeminy nie sú homogénne v horizontálnom ani vo vertikálnom smere. Vo vrtoch V-1, V-2 a V-5, ktoré boli odvrtné relatívne blízko pri sebe, bol v každom spomenutom vrte zistený odlišný horninový profil. To nasvedčuje tomu, že jednotlivé typy zemín s najväčšou pravdepodobnosťou *nevytvárajú plošne ucelené a rozsiahle vrstvy s približne konštantnou hrúbkou vrstiev.*

Súvrstvie deluviálnych sedimentov tvoria zeminy, ktoré svojim zrnitostným zložením, v prevažnej miere podloženým laboratórnymi analýzami, sú charakterizované ako štrk ílovitý (GC) – trieda zeminy G5, piesok ílovitý (SC) – trieda zeminy S5, íl štrkovitý (CG) – trieda zeminy F2, íl piesčitý (CS) – trieda zeminy F4, hlina (silt) s nízkou až strednou plasticitou (ML, MI) – trieda zeminy F5, íl s nízkou až strednou plasticitou (CL, CI) – trieda zeminy F6, hlina (silt) s vysokou plasticitou (MH) – trieda zeminy F7 a íl s vysokou až veľmi vysokou plasticitou (CH, CV) – trieda zeminy F8.

Laboratórnymi skúškami stanovené hodnoty medze tekutosti, medze plasticity, indexu plasticity, indexu konzistencie, vlhkosti, koeficienta filtrácie a percentuálne zastúpenie jemnozrnných, piesčitých a štrkovitých frakcií je uvedené v prílohe č. 4 záverečnej správy.

Všeobecne je možné konštatovať, že v hornej časti horninových profilov (približne do hĺbky 5,0 – 6,5 m) prieskumných vrtov V-1, V-2 a V-5 sa nachádzajú zeminy s premenlivým obsahom piesčitej a štrkovej frakcie, ktorých konzistencia je tuhá až pevná.

Tieto zeminy neposkytujú podmienky pre vznik šmykovej plochy po ktorej by mohlo dôjsť k vzniku zosuvu.

Približne od hĺbky 5,0 m (V-5) až 6,5 m (V-2) až po strop podložného fluviálneho komplexu je územie severne od budovy mechanickej úpravy budované zeminami triedy F6, F7 a F8 tuhej až pevnej konzistencie.

Strop súvrstvia zemín tried F6 – F8, ktoré sú veľmi málo priepustné až nepriepustné, môže vytvárať a pravdepodobne aj vytvára, šmykovú plochu.

V súvrství zemín triedy F6 až F8 sa lokálne nachádzajú vrstvy priepustnejších zemín (V-5 v hĺbkovom intervale 6,9 - 7,9 m – íl piesčitý), s pravdepodobnou prítomnosťou podzemnej vody, ktorá môže spôsobiť vznik lokálnej šmykovej plochy aj v súvrství zemín tried F6 – F8.

Pre stabilitu svahovitého územia najmenej priaznivé pevnostné vlastnosti majú zeminy triedy F6 – F8. Takéto zeminy boli overené :

- vo vrte V-1 v hĺbkovom intervale 5,8 – 10,2 m p.p.t.
- vo vrte V-2 v hĺbkovom intervale 6,5 – 10,4 m p.p.t.
- vo vrte V-3 v hĺbkovom intervale 0,5 – 2,1 m p.p.t.
- vo vrte V-4 v hĺbkovom intervale 0,9 – 5,3 m p.p.t.
- vo vrte V-5 v hĺbkovom intervale 4,9 – 8,6 m p.p.t.

Počas vrtania jednotlivých vrtov nebola v súvrství deluviálnych zemín zistená prítomnosť podzemnej vody.

Po 24 hodinách od odvrtania každého vrtu, bola iba vo vrte V-4 zistená hladina podzemnej vody v deluviálnych zeminách, a to v hĺbke 4,1 m p.p.t.

Báza súvrstvia deluviálnych zemín sa v jednotlivých vrtoch nachádza v nasledujúcich nadmorských výškach :

V-1	- 305,4 m n.m.
V-2	- 304,9 m n.m.
V-3	- 318,0 m n.m.
V-4	- 309,9 m n.m.
V-5	- 306,4 m n.m.

### 3.3. Fluviálny komplex zemín

V podloží zemín deluviálneho komplexu sa na časti záujmového územia nachádzajú neogénne fluviálne sedimenty južného okraja ľavobrežnej terasy Hrona. Rozhranie medzi deluviálnym a fluviálnym komplexom je zreteľné.

Fluviálne sedimenty boli zachytené len vo vrtoch V-1, V-2 a V-5, ktoré boli realizované severne od haly mechanickej úpravy.

Vo vrte V-4, ktorý bol realizovaný pri západnom okraji haly, neboli fluviálne sedimenty zachytené.

Strop fluviálneho súvrstvia je tvorený *pieskom ílovitým s valúnmi štrku (SC) – trieda zeminy S5 (V-1, V-2, V-5), resp. štrkom ílovitým (GC) – trieda zeminy G5 (V-5).*

Farba zemín triedy S5 a G5 je sivohnedá až hrdzavohnedá, konzistencia pevná až tvrdá.

Od hĺbky 12,1 m (V-5) až 12,4 m (V-2) až do hĺbky 15,0 m sa nachádza polymiktný štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) – trieda zeminy G3.

Štrkové valúny sú dobre opracované, zvetrané a čiastočne aj rozložené. Veľkosť valúnov štrku dosahuje 3-5-7 cm.

Zastúpené sú najmä kryštalinické horniny, vulkanity a kremeň.

Štrky sa pri vrtaní javili ako uľahnuté – nedochádzalo k zavalovaniu stien vrtu, hoci sa časť štrkových zemín prevrtávala pod hladinou podzemnej vody.

Po prevrtaní stropu vrstvy zemín triedy G3 bola v každom vrte narazená hladina podzemnej vody.

Hĺbka ustálenej hladiny podzemnej vody pod terénom :

V-1	- <b>11,35 m</b> (304,25 m n.m.)
V-2	- <b>12,40 m</b> (302,85 m n.m.)
V-5	- <b>12,50 m</b> (302,50 m n.m.)

### 3.4. Vulkanický a vulkanicko-sedimentárny komplex

V podloží kvartérnych horninových komplexov boli vo vrte V-3 a V-4 zistené skalné a poloskalné horniny neogénneho veku.

**Vrt V-3** realizovaný južne od haly mechanickej úpravy zachytil pod deluviálnymi zeminami kvartérneho veku strop masívu ryolitových tufov sivozelenej farby. Tuf obsahuje aj úlomky ryolitu ružovej farby a kremeňa hnedej farby (jaspis) veľkosti 5-10 cm.

Strop tufového masívu je zvetraný a má charakter štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy a od hĺbky približne 7,0 m pod povrchom terénu nadobúda *charakter skalnej horniny triedy R3 až R4.*

Hladina podzemnej vody nebola narazená.

Povrch vulkanického telesa strmo upadá do údolia Hrona, preto ryolitové tufy neboli v ostatných vrtoch zachytené.

Pred vznikom potenciálnych plytkých zosuvov deluviálnych sedimentov je svah na južnej strane haly mechanickej úpravy stabilizovaný gabiónovým (kamenným) oporným múrom.

**Vrt V-4** realizovaný pri západnom okraji budovy mechanickej úpravy zachytil pod vrstvou deluviálnych zemín vrstvu jemne piesčitého tufitického ílu (ílovec) sivej farby pevnej až tvrdej konzistencie – *hornina triedy R5 (R4)*. Tufitický íl (ílovec) je typickou horninou, ktorá tvorí strop vulkano-sedimentárnej výplne Žiarskej kotliny. Vrt V-4 bol ukončený v hĺbke 10,5 m, pretože vrstva tufitického ílu v priestore vrtu môže dosahovať hrúbku viac desiatok metrov.

## 4. Príčiny vzniku svahového pohybu

Svahovým pohybom sa označuje premiestnenie horninových hmôt po svahu vplyvom gravitácie. K narušeniu stability svahu dochádza pôsobením prírodných, alebo umelých faktorov.

Podmienky, ktoré sa podieľajú na vzniku zosuvov :

- geologické pomery – zloženie a štruktúra hornín, úložné pomery, sklon diskontinuít,
- geomorfologické pomery – energia svahu, členitosť povrchu územia a pod.,
- vodné toky,
- hydrogeologické pomery – infiltrácia, úroveň hladiny podzemnej vody a pod.,
- klimatické pomery – zrážky, teplota, výpar a pod.,
- antropogénne prvky – zárezy, násypy a pod.

Procesy, ktoré sa podieľajú na vzniku zosuvov :

- erózia,
- zmena sklonu svahu,
- priťaženie hornej časti svahu,
- seizmické otrasy,
- zvýšenie tlaku podzemnej vody,
- zamrzanie, rozmrzanie a zvetrávanie,
- zmeny vo vegetačnej pokrývke,
- antropogénne zásahy,
- zmeny vlhkosti zemín.

Pri výstavbe novej kazety pre ukladanie odpadu na skládke Horné Opatovce bola časť v minulosti uloženého odpadu premiestnená na depóniu približne severným smerom. Premiestnením odpadu a časti zemín záujmového územia vznikla pomerne hlboká depresia (kazeta), ktorej povrch je prekrytý nepriepustnou fóliou na zamedzenie prieniku priesakových vôd do podložia telesa skládky.

Na južnom okraji areálu skládky bola vybudovaná budova Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov s pôdorysnými rozmermi 80 x 33,5 m. Medzi severným okrajom budovy a južným okrajom novej kazety je vybudovaná areálová komunikácia s asfaltovým povrchom široká cca 18 m. Prevýšenie medzi povrchom areálovej komunikácie a dnom novej kazety je cca 10 m.

Koncom roka 2014 došlo k zosunutiu časti svahu na južnom okraji priestoru pre novú

kazetu a k odtrhnutiu priľahlej časti areálovej komunikácie v šírke 5-7 m a dĺžke 60 m. Prejavu svahového pohybu boli pozorované aj v roku 2015.



*Hala mechanickej úpravy – v popredí zosuv*

Prieskumnými vrtmi V-1 až V-5 bola zistená veľmi zložitá geologická stavba povrchovej časti záujmového územia.

V priestore vrtu V-3 sa pod relatívne tenkou vrstvou deluviálnych ílovitých zemín nachádzajú ryolitové tufy, v ktorých je vznik zosuvu vylúčený.

V priestore vrtu V-4 sa od hĺbky 5,3 m nachádza tufitický íl (ílovec), ktorý v prirodzenom uložení tiež nevytvára podmienky pre vznik svahových pohybov.

Po odťažení časti nadložných málo priepustných až nepriepustných deluviálnych ílovitých zemín však môže zrážková voda preniknúť do piesčitejších častí tufitického ílu. Trvalá prítomnosť vody tak môže spôsobiť trvalú zmenu konzistencie zeminy v bezprostrednom okolí piesčitých polôh z konzistencie pevnej až tvrdej na konzistenciu tuhú až mäkkú, prípadne kašovitú. To má za následok výrazné zníženie pevnostných parametrov.

V priestore vrtov V-1, V-2 a V-5 bol povrch terénu upravovaný. V danom priestore sa nachádzal južný okraj bývalého telesa skládky. Odpad však nebol dôsledne odstránený, o čom svedčia horninové profily vrtov V-2 a V-5, ako aj odtrhová hrana zosuvu areálovej komunikácie.

Terén bol vyrovnaný navezením ílovitých zemín a spevnený vrstvou lomového štrku.

Pod súvrstvom antropogénnych sedimentov vrty overili súvrstvie deluviálnych zemín. Tieto nie sú homogénne v horizontálnom ani vo vertikálnom smere. V každom spomenutom vrte bol zistený odlišný horninový profil. Jednotlivé typy zemín nevytvárajú plošne ucelené vrstvy s približne konštantnou hrúbkou vrstiev.

Ide heterogénnu zmes zemín od triedy G5, S5, F2, F4, F5, F6, F7 a F8, tuhej až pevnej konzistencie, ktorých fyzikálne a pevnostné parametre nie sú rovnaké.

Vyššie uvedené typy zemín vytvárajú priestorovo a pravdepodobne aj plošne obmedzené akumulácie.

Positívom je, že pri realizácii prieskumných vrtov nebola v súvrství deluviálnych zemín narazená súvislá hladina podzemnej vody. To však nevyklučuje prítomnosť časovo, priestorovo i plošne ohraničených akumulácií podzemnej vody v priepustnejších častiach deluviálneho súvrstvia, ktorých dôsledkom je zmena konzistencie zemín v bezprostrednom okolí polôh s podzemnou vodou.

Ďalším pozitívom je, že prieskumnými vrtmi V-1, V-2 a V-5 nebola zistená výrazná šmyková plocha, po ktorej by sa svahový pohyb mohol rozvíjať.

**Rizikovým faktorom** je však prítomnosť súvrstvia zemín triedy F6, F7 a F8 tuhej až pevnej konzistencie, a to približne od hĺbky 5,0 m (V-5) až 6,5 m (V-2) až po strop podložného fluviálneho komplexu.

Strop súvrstvia zemín tried F6 – F8, ktoré sú veľmi málo priepustné až nepriepustné, môže vytvárať a pravdepodobne aj vytvára, menej výraznú šmykovú plochu.

V súvrství zemín triedy F6 až F8 sa lokálne nachádzajú vrstvy priepustnejších zemín (V-5 v hĺbkovom intervale 6,9 - 7,9 m – íl piesčitý), ktoré môžu obsahovať podzemnú vodu.

Prítomnosť podzemnej vody môže podmieniť vznik lokálnej šmykovej plochy aj v súvrství zemín tried F6 – F8.

Pri jestvujúcej geologickej stavbe záujmového územia, faktory, ktoré prispeli ku vzniku zosuvu, sú nasledujúce :

- odťaženie uloženého odpadu a vytvorenie svahu so sklonom prevyšujúcim pevnostné parametre deluviálnych zemín pri aktuálnej vlhkosti (stupni nasýtenia) zemín,
- priťaženie hrany vytvoreného svahu navážkou zemín na vyrovnanie terénu pod areálovú komunikáciu.

Faktory, ktoré pravdepodobne spolupôsobili pri vzniku zosuvu :

- prítomnosť podzemnej vody v časti (častiach) deluviálneho súvrstvia, čím sa vytvorila lokálna šmyková plocha (plochy),
- prekrytie územia kazety pre ukladanie odpadu nepriepustnou fóliou brániacou výparu, čo má za následok trvalo zvýšené nasýtenie zemín vodou a tým spôsobené znížené pevnostné parametre (šmyková pevnosť).

Faktory, ktoré pravdepodobne spolupôsobili pri vzniku zosuvu, nie je možné eliminovať. Tesniacu fóliu nie je možné odstrániť a prenikaniu zrážkových vôd do horninového prostredia nie je možné zabrániť.

Infiltrácia zrážkovej vody na území areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov je znížená na minimum odvedením zrážkových vôd z územia areálu kanalizáciou mimo územie postihnuté zosuvom.

## 5. Návrh sanačných opatrení

Ak nedôjde k urýchlenej realizácii sanačných opatrení, svahový pohyb sa môže ďalej rozvíjať a môže spôsobiť deštrukciu ďalšej časti areálovej komunikácie a do budúcnosti môže ohroziť aj budovu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov.

S ohľadom na charakter stavby, priestorové podmienky a geologickú stavbu územia, alternatív na spôsob sanácie zosuvu nie je veľa.

Technicky realizovateľné spôsoby sanácie jestvujúceho zosuvu sú nasledujúce :

1. Priťaženie päty svahu južnej časti kazety lavicou zo zhutnenej štrkovej zeminy,
2. Priťaženie päty svahu južnej časti kazety lavicou z komunálneho odpadu,
3. Nahradenie zosunutej jemnozrnej zeminy zeminou štrkovitou pri zachovaní pôvodného sklonu svahu,
4. Vybudovanie pilótvej steny na severnom okraji areálovej komunikácie.

Priťažením päty svahu južnej časti kazety primerane dimenzovanou lavicou zo zhutnenej štrkovej vrstvy sa zníži objem pre ukládanie odpadu.

Povrch lavice je potrebné umiestniť na kótu 310 m n.m., kde sa predpokladá strop súvrstvia zemín triedy F6 až F8 s najmenej priaznivými pevnostnými vlastnosťami zo zemín deluviálneho súvrstvia.

Zároveň je potrebné zabezpečiť *odvodnenie priľahlej časti* deluviálnych zemín nachádzajúcich sa nad kótou 310 m n.m.

Na priťaženie päty svahu komunálnym odpadom bude potrebný približne dvojnásobný až trojnásobný objem materiálu, ako pri vyššie uvedenom spôsobe. Objem kazety však zostane zachovaný.

Pravdepodobne najekonomickejší variant je nahradenie zosunutej ílovitej zeminy zeminou štrkovitou (lomovým štrkom, štrkom s prímiesou jemnozrnej zeminy) pri zachovaní pôvodného sklonu svahu. Pri pokladaní štrkovej vrstvy túto primerane zhutňovať. Štrková vrstva bude zároveň slúžiť aj ako drenáž.

Sanácia pomocou pilótvej steny na severnom okraji areálovej komunikácie zabezpečí stabilitu areálovej komunikácie a budovy mechanickej úpravy z dlhodobého hľadiska bez ohľadu na zaplnenie kazety komunálnym odpadom.

Na pilóty je možné zároveň založiť aj podklad pre časť areálovej komunikácie, ktorú je potrebné znovu vybudovať.

Päťu pilót je potrebné umiestniť minimálne na kótu **301,5 - 302,0 m n.m.** do vrstvy uľahnutého štrku triedy G3.

## 6. Záver

Ciele geologickej úlohy boli splnené. Vykonanými prieskumnými prácami sa overila inžinierskogeologická stavba územia areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov v Horných Opatovciach, ktorého časť bola postihnutá zosuvom.

Inžinierskogeologický prieskum pozostával z realizácie 5 ks prieskumných jadrových vrtov s celkovou metrážou 70 m.



Vykonané boli aj laboratórne skúšky základných fyzikálnych vlastností 7 ks vzoriek zemín s porušenou pôdnou štruktúrou a troch vzoriek zeminy s neporušenou štruktúrou za účelom stanovenia základných fyzikálnych vlastností a pre stanovenie hodnôt šmykovej pevnosti.

Protokoly s výsledkami (číselnými hodnotami) laboratórnych stanovení sú prílohou č. 4 záverečnej správy.

V časti č. 3 je popísaná geologická stavba územia, ktorá bola zistená prostredníctvom realizovaných prieskumných vrtov.

Na základe overenej geologickej stavby sú pomenované hlavné a spolupôsobiacie faktory, ktoré spôsobili vznik svahového pohybu – časť č. 5 a v časti č. 6 sú navrhnuté alternatívy možnosti sanácie územia areálu Mechanickej úpravy nie nebezpečných odpadov v k.ú. Horné Opatovce.

Nová Baňa 6.3.2015.

### Použité podklady

Pri vypracovávaní záverečnej správy boli použité :

- Geologická a inžinierskogeologická mapa skúmaného územia M 1 : 50 000
- Mapa geomorfologického členenia SR
- STN 72 1001 „Klasifikácia zemín a skalných hornín“
- prvotná a druhotná dokumentácia prieskumných prác
- Záverečná správa : „Žiarska kotlina - prieskum a sanácia zosuvov“ (RNDr. Otepka a kol., IGHP Žilina, 1991)
- Záverečná správa : „Horné Opatovce, skládka odpadu – hydrogeologický prieskum“ (P.g. Klúz, IGHP Žilina, 1982)
- Záverečná správa : Geologický prieskum a posúdenie svahu v lokalite Horné Opatovce – Mechanická úprava nie nebezpečných odpadov (Ing. Míka, AGG Bratislava, 2014)



záujmové územie

***Situácia záujmového územia***  
*M 1 : 25 000*

## **Dokumentácia vrtoV V-1 až V-5**

### **Vrt V-1** (315,571 m n.m.)

- 0,0 – 0,8 m - asphalt, betón, andezitový lomový štrk tmavosivý,
- 0,8 – 1,8 m - navážka charakteru ílu piesčitého až ílu so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, zelenosivá farba,
- 1,8 – 2,7 m - deluviálna hlina s nízkou až strednou plasticitou (ML, MI), tuhá konzistencia, hnedá, trieda zeminy F5
- 2,7 – 5,8 m - piesok ílovitý (SC) až štrk ílovitý (GC), trieda zeminy S5, G5, valúny štrku sú silno zvetrané až rozložené, hrdzavohnedý, pevná konzistencia,
- 5,8 – 7,3 m - íl so strednou plasticitou (CI), trieda zeminy F6, pevná konzistencia, zelenosivá farba,
- 7,3 – 10,2 m - íl s vysokou plasticitou až veľmi vysokou plasticitou (CH, CV), trieda zeminy F8, tuhá konzistencia, zemina obsahuje čriepky ílovca veľkosti do 2 cm, čím nadobúda aj charakter zeminy triedy F2, sivohnedá farba,
- 10,2 – 12,2 m - piesok ílovitý (SC) s valúnmi štrku veľkosti do 3 cm, sivohnedá farba,, trieda zeminy S5, pevná konzistencia,
- 12,2 – 15,0 m - štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F), trieda zeminy G3 veľkosť valúnov štrku 3-5-7 cm, hnedá až sivohnedá farba,

Hladina podzemnej vody narazená : 12,2 m p.p.t.

Hladina podzemnej vody ustálená : 11,35 m p.p.t.

Analyzované vzorky zeminy z hĺbky 4,0 m, 8,0 m, 8,8 m, 10,0 m, 11,0 m a 14,0 m

### **Vrt V-2** (315,253 m n.m.)

- 0,0 – 1,0 m - asphalt, betón, andezitový lomový štrk s pieskom, tmavosivý,
- 1,0 – 1,4 m - navážka ílu so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, zelenosivá farba,
- 1,4 – 2,3 m - komunálny odpad s jemnozrnou zeminou a štrkom, sivočierna farba,
- 2,3 – 4,5 m - štrk ílovitý (GC) s prímiesou piesku, trieda zeminy G5, veľkosť zvetraných až rozložených valúnov štrku do 5 cm, pevná konzistencia, sivohnedá farba,
- 4,5 – 6,5 m - íl štrkovitý (CG), trieda zeminy F2, veľkosť valúnov štrku do 3 cm, pevná konzistencia, hrdzavohnedá farba,
- 6,5 – 10,4 m - hlina s vysokou plasticitou (MH) až íl s vysokou plasticitou (CH), trieda zeminy F7, F8, tuhá konzistencia, okrovohnedá farba,
- 10,4 – 12,4 m - piesok ílovitý (SC) s valúnmi štrku veľkosti do 3 cm, sivohnedá farba,, trieda zeminy S5, pevná konzistencia,
- 12,4 – 15,0 m - štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F), trieda zeminy G3 veľkosť valúnov štrku 3-5-7 cm, hnedá až sivohnedá farba,

Hladina podzemnej vody narazená : 12,5 m p.p.t.

Ustálená hladina podzemnej vody : 12,4 m p.p.t.

Analyzované vzorky zeminy z hĺbky 4,0 m, 5,2 m a 8,0 m.

### **Vrt V-3** (321,277 m n.m.)

- 0,0 – 0,5 m - vegetačná vrstva ílovitej hliny, sivohnedá farba,
- 0,5 – 2,1 m - íl s vysokou plasticitou (CH), trieda zeminy F8, tuhá konzistencia, zelenohnedá farba s hrdzavými šmuhami,
- 2,1 – 3,3 m - čtrk hlinitý (GF) až štrk ílovitá (GC), trieda zeminy G4, G5, stredne opracované a silno zvetrané valúny veľkosti do 5 cm, pevná konzistencia, hrdzavohnedá farba,
- 3,3 – 6,8 m - zvetraný ryolitový tuf zelenosivej farby, hornina má charakter štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F), trieda zeminy G3, pevná konzistencia,
- 6,8 – 14,5 m - ryolitový tuf s obsahom úlomkov ryolitu veľkosti do 10 cm, trieda horniny R4 (R3), zelenosivá farba,

Hladina podzemnej vody nebola narazená.

### **Vrt V-4** (315,233 m n.m.)

- 0,0 – 0,9 m - asfalt, betón, lomový štrk s pieskom, sivý,
- 0,9 – 3,0 m - íl so strednou plasticitou (CI), trieda zeminy F6, tuhá až pevná konzistencia, zelenohnedá farba,
- 3,0 – 5,3 m - piesčitý íl (CS) až íl s nízkou plasticitou (CL), trieda zeminy F4, F6, pevná konzistencia, v intervale 4,2 - 4,8 m tuhá až mäkká konzistencia,
- 5,3 – 8,2 m - tufitický íl (ílovec) charakteru ílu s nízkou plasticitou (CL), trieda zeminy F6 (R6), pevná až tvrdá konzistencia, zelenosivá farba,
- 8,2 – 9,0 m - tufitický ílovec, trieda zeminy R5, čiernosivá farba,
- 9,0 – 10,5 m - tufitický ílovec, trieda horniny R4, sivá farba,

Počas vrtania nebola hladina podzemnej vody narazená.

Po 24 hodinách od ukončenia vrtu hladina podzemnej vody 4,1 m p.p.t.

### **Vrt V-5** (315,012 m n.m.)

- 0,0 – 2,1 m - navážka charakteru štrku hlinitého s prímiesou piesku, hnedosivá farba,
- 2,1 – 2,6 m - navážka ílu so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, bledohnedá farba,
- 2,6 – 3,2 m - komunálny odpad s ílom, sivočierna farba,
- 3,2 – 4,9 m - íl štrkovitý (CG), trieda zeminy F2, veľkosť štrkovej frakcie do 3 cm, tuhá až pevná konzistencia, hnedá farba,
- 4,9 – 6,9 m - íl s vysokou plasticitou (CH), trieda zeminy F8, zemina obsahuje čriepky ílovca veľkosti do 2 cm, čím nadobúda aj charakter zeminy triedy F2, pevná až tvrdá konzistencia, sivohnedá farba s hrdzavými šmuhami,
- 6,9 – 7,9 m - íl piesčitý (CS), trieda zeminy F4, pevná konzistencia, sivohnedá farba s hrdzavými šmuhami,
- 7,9 – 8,6 m - íl s vysokou plasticitou (CH), trieda zeminy F8, tuhá až pevná konzistencia, hnedá farba,
- 8,6 – 9,3 m - zaílovaný zvetraný štrk (GC), trieda zeminy G5, pevná konzistencia, hrdzavohnedá farba,
- 9,3 – 12,1 m - piesčitý íl (CS) až zaílovaný piesok (SC), trieda zeminy F4, S5, pevná až tvrdá konzistencia,
- 12,1 – 15,0 m - štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F), trieda zeminy G3 veľkosť valúnov štrku 3-5-7 cm, hnedá až sivohnedá farba,

Hladina podzemnej vody narazená : 12,5 m p.p.t.

Ustálená hladina podzemnej vody : 12,5 m p.p.t.