



Inžinierska geológia
Geológia životného prostredia

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA

VE KOSTOLNÁ – HRÁDZA

Doplnkový inžinierskogeologický prieskum



V Bratislave 29. 01. 2026

Vypracoval: RNDr. Martin Šarik

Evidenčné číslo ŠGÚDŠ podľa § 13 geologického zákona: 41/2026

Názov geologickej úlohy: VE Kostolná – hrádza
Etapa geologických prác: Doplnkový inžinierskogeologický prieskum
Číslo geologickej úlohy: 01012026
Číselný kód a názov okresu: 309, Trenčín
Číslo a názov katastrálneho územia: 843873, Opatovce
 867942, Veľké Bierovce
Zhotoviteľ: SARIK MV s. r. o.
 Ul. 29. augusta 38,
 811 09 Bratislava, SK
 IČO: 57378363
Objednávateľ: AQUATIS a.s.
 Botanická 834/56, 602 00 Brno, CZ
 IČ: 4637526
Dátum vyhotovenia: 29. 01. 2026
Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Martin Šarík



ZOZNAM PRÍLOH

A4

1	GEOLOGICKÁ SPRÁVA	19
2	PREHLADNÁ SITUÁCIA	2
3	GEODETICKÉ ZAMERANIE VRTOV	5
4	LABORATÓRNE ROZBORY Z MECHANIKY ZEMÍN	12
5	DYNAMICKÉ PENETRAČNÉ SONDY	3

OBSAH

str.

1	ÚVOD	3
2	PREDMET PRIESKUMU	3
3	DODANÉ PODKLADY	3
4	ÚLOHY GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU	3
5	PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA	4
6	PRIRODNÉ POMERY	4
7	METODIKA A ROZSAH PRIESKUMNÝCH PRÁC	9
8	DOKUMENTÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL	10
9	LITOLOGICKÉ POMERY	12
10	GEOTECHNICKÉ ZHODNOTENIE	13
11	ŤAŽITEĽNOSŤ ZEMÍN A HORNÍN	15
12	SEIZMICITA A STABILITA ÚZEMIA	15
13	AGRESIVITA PODZEMNEJ VODY NA STAVEBNÉ MATERIÁLY	16
14	ZÁVER	16
15	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	18

1 ÚVOD

Na základe objednávky č. 240/Faj/511 spoločnosti AQUATIS a.s., Brno som vypracoval, zmysle §2 Zákona 569/2007 Z. z. o geologických prácach, doplnkový inžinierskogeologický prieskum:

VE Kostolná, hrádza.

Geologická úloha je evidovaná pod číslom: 01012026.

2 PREDMET PRIESKUMU

Predmetom doplnkového inžinierskogeologického prieskumu boli parcely č. 337 v katastri obce Opatovce a 539/1 v katastri obce Veľké Bierovce, kde je plánované vybudovanie podzemnej tesniacej steny (PTS) v telese ochrannej hrádze rieky Váh. Topograficky je uvedená lokalita znázornená na mapovom liste M 1 : 50 000: 35-21.



Obr. 1 Situácia miesta prieskumu (ZBGIS)

3 DODANÉ PODKLADY

Od objednávateľa sme obdržali nasledovné podklady:

- objednávku,
- situáciu záujmového územia s vyznačenými požadovanými vŕtanými sondami,
- požiadavky na rozsah a špecifikáciu obsahu prieskumu,
- vyjadrenia o podzemných sieťach a vedeniach a potvrdenie o vyriešených stretoch záujmov.

4 ÚLOHY GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU

- popísať geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia,

- 3 prieskumnými vrtmi do hĺbky 12 m a DPS zistiť inžinierskogeologické, hydrogeologické pomery v telese ochrannej hrádze,
- posúdiť geodynamické procesy a javy prebiehajúce v území,
- stanoviť geotechnické a filtračné charakteristiky zemín vyskytujúcich sa do hĺbky 12,00 m p. t.
- zistiť výskyt hladiny podzemnej vody a jej agresivitu na stavebné konštrukcie,
- pre výkopové práce zatriediť vyskytujúce sa typy zemín a hornín do príslušných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050 „Zemné práce“,
- posúdiť stabilitné pomery záujmového územia.

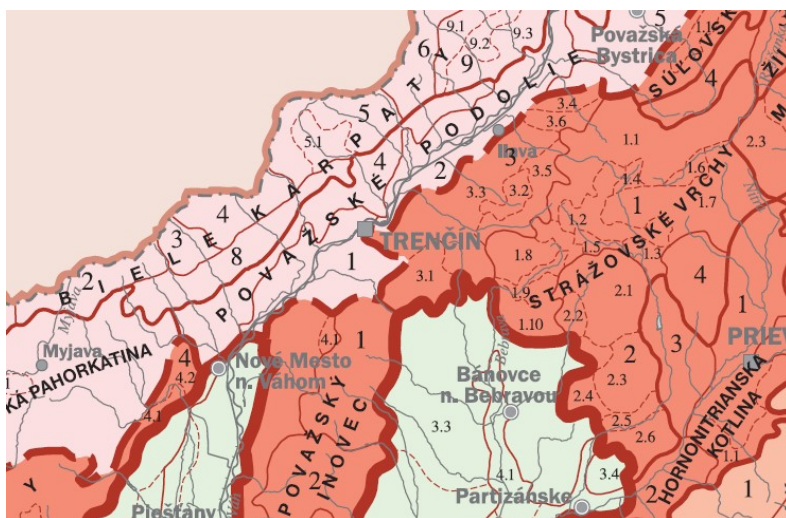
5 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

Geologická preskúmanosť záujmového územia bola overovaná v archíve Geofondu Štátneho geologického ústavu D. Štúra Bratislava. V minulosti boli v širšom záujmovom území vykonané mapovacie práce základného geologického výskumu a inžinierskogeologického prieskumu, ktoré mi poslúžili ako podklad, pre znalosť základnej geologickej stavby územia. V záujmovom území bol vykonaný inžinierskogeologický prieskum:

Jakubis, I., 2022: Posúdenie a návrh lokalizácie a parametrov PTS pre ochrannú hrádzu v km 4,1 – 10,7 Biskupického kanála pod VE Kostolná, podrobný IGP.
GEOSPEKTRUM, Bratislava. (Geofond 101710)

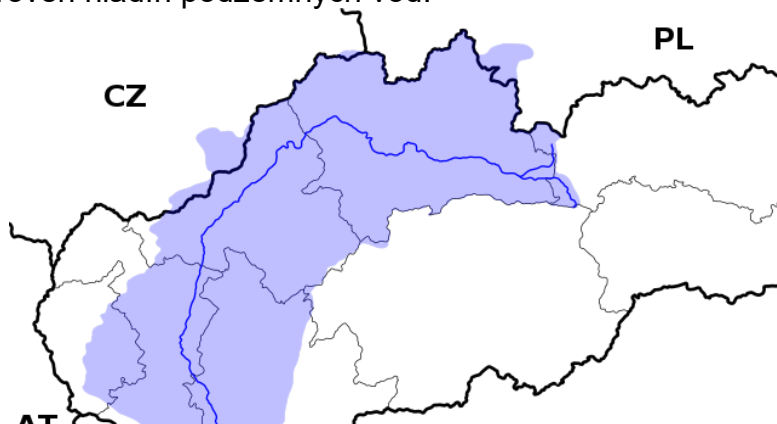
6 PRÍRODNÉ POMERY

Geomorfologicky je záujmové územie na okraji celku Považské podolie, podcelku Trenčianska kotlina, ktorá morfológicky predstavuje depresiu pretiahnutého tvaru v smere JZ - SV. Patrí ku kotlinám stredného Považia, ktorých vznik je podmienený jednak tektonicky, jednak eróznou činnosťou Váhu. Má širokú poriečnu nivu a po oboch stranách Váhu je lemovaná zvyškami terás. Nadmorská výška skúmaného územia sa pohybuje okolo 200 m n. m. Na východnom okraji územia vystupuje celok Strážovské vrchy, oblasť Trenčianska vrchovina.



Obr. 2 Výrez z Mapy geomorfologického členenia SR 1 : 1 000 000 (Mazúr, Lukniš, 1986, in Atlas krajiny SR)

Po **hydrografickej** stránke je územie Trenčína a okolia súčasťou povodia Váhu (číslo hydrologického poradia: 4-21-09). Váh (kód vodného útvaru SKV0007) je najdlhšia slovenská rieka. Tečie od Tatier smerom na západ a pri Žiline sa stáča na juh a smeruje ku Komárnu, kde ústi do Dunaja. Váh spôsoboval v minulosti mnohé povodne, preto bola vybudovaná Vážska kaskáda (systém 22 priehrad a vodných elektrární), ktoré výrazne zasiahli do prírodného režimu Váhu. Váh je najvodnatejší na jar (marec až apríl). Najmenej vodnatý je na konci leta a jesene, prípadne v zime, čo má vplyv i na úroveň hladín podzemných vôd.



Obr. 3 Povodie Váhu od sútoku Čierneho Váhu (južne) a Bieleho Váhu (severne) po ústie do Dunaja (Wikipedia)

Prítoky Váhu:

ľavostranné: Revúca, Turiec, Rajčanka, Nitra,
pravostranné Belá, Orava, Kysuca, Malý Dunaj.

Hlavná zdrojnica: Čierny Váh, Kráľova hoľa, poloha Nízke Tatry - nadmorská výška 664 m

Sekundárna zdrojnica: Biely Váh, poloha Važecká dolina, Vysoké Tatry

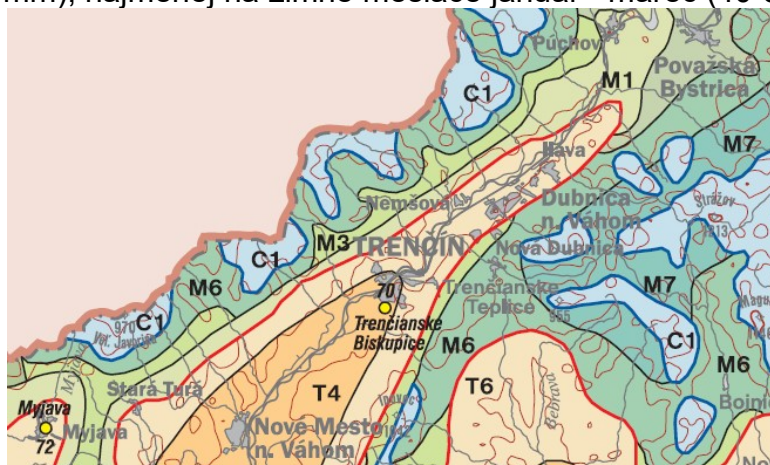
Ústie: Dunaj, poloha Komárno - nadmorská výška 106,5 m n. m.

Dĺžka toku: 403 km

Plocha povodia: 10 640 km² (1 064 000 ha)

Prietok v ústí: - priemerný 196 m³. s⁻¹
- maximálny 1 825 m³. s⁻¹
- minimálny 22,3 m³. s⁻¹

Z **klimatického** hľadiska patrí územie do mierne teplej klimatickej oblasti, okrsku T6, teplému, mierne vlhkému, s miernou zimou. Priemerná teplota vzduchu v júli presahuje 20 °C, v januári -3 °C. Priemerná ročná teplota 9 °C. Priemerný ročný úhrn zrážok v oblasti je 650 mm. Najviac zrážok pripadá na letné mesiace máj - august (70 - 80 mm), najmenej na zimné mesiace január - marec (40-50 mm).



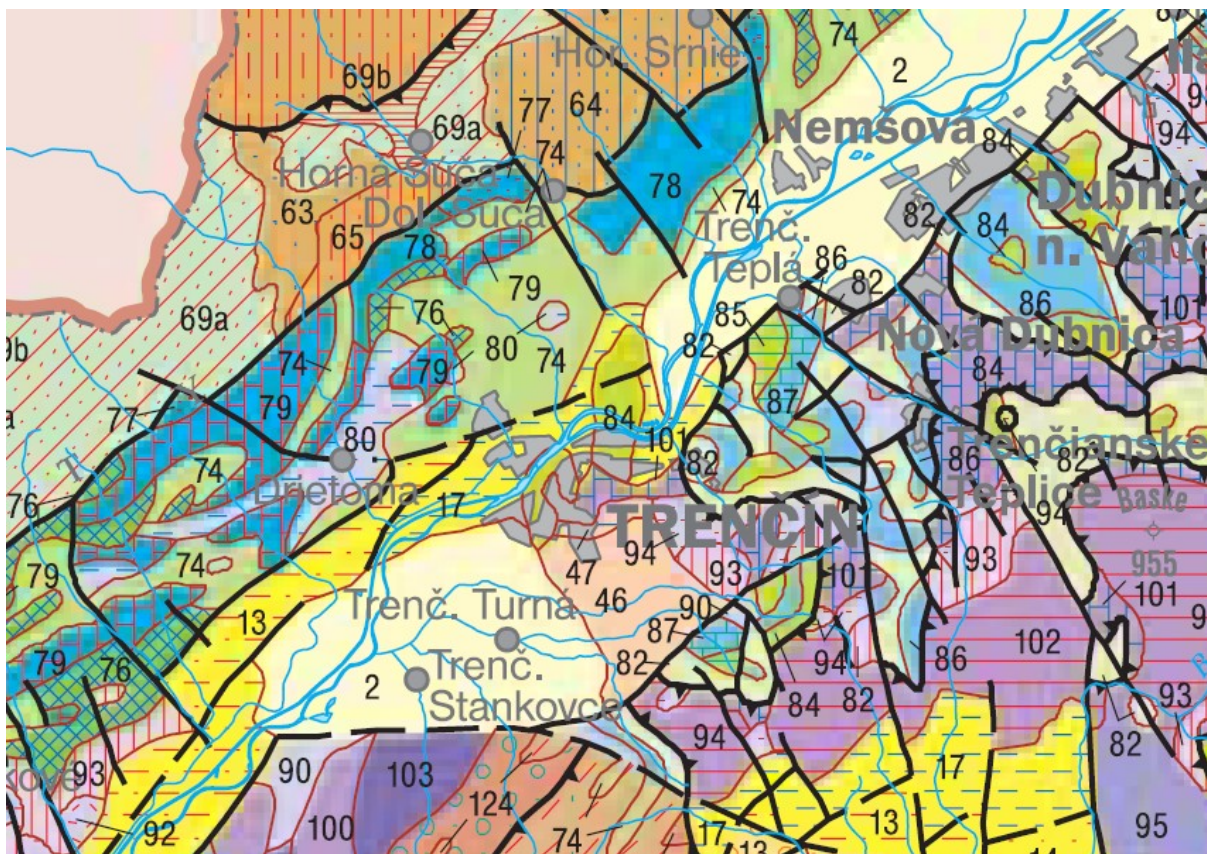
Vysvetlivky:

T4 okrsok teplý, mierne suchý, s chladnou zimou

T6 okrsok teplý mierne vlhký, s miernou zimou

Obr. 4. Výrez z Mapy klimatických oblastí SR 1 : 1 000 000, (Lapin a kol., 1990, in Atlas krajiny SR)

Na **geologickej** stavbe skúmaného územia sa zúčastňujú pokryvné uloženiny kvartéru, sedimentárne komplexy neogénu a príslušné mezozoikum Trenčianskej vrchoviny tvorené vrstevnatými ílovitými vápencami, slieňovcami a brekciami.

**Vysvetlivky:****Neogén**

- 2 sivé a pestré íly, piesky, prachy, štrky, slojky lignitu, sladkovodné vápence a polohy tufitov, dák - roman
 17 vápnnité prachovce, ílovce, pieskovce, tufity, pestré a uhoľné íly, uhlie, zlepenice, organodetrítické vápence (lužické, čaušianske, filakovské, prešovské a čelovské súvrstvie); egenburg

Mezozoikum a paleogén bradlového pásma

- 72 pieskovce, ílovce a zlepenice: mastricht - eocén

Mezozoikum vnútorných Karpát

- 82 pieskovce, slieňovce, ílovce: flyš: alb, senón
 84 vrstevnaté ílovité vápence, slieňovce a brekie; titón – apt
 85 vrstevnaté rohovce, čiastočne ílovité vápence: berias
 86 piesčité a škvŕnité vápence, radiolarity, hlúznaté vápence: hetanž - kimeridž
 93 tmavosivé ílovité bridlice a pieskovce (lunzske vrstvy); karn
 101 tmavé vápence (gutensteinské), dolomity a rohovcové vápence (reiflinské); anis – karn
 102 vápence (gutensteinské, steinalmské, wettersteinské, lokálne schreyeralmské, reiflinské) a dolomity; anis – karn

Obr. 5 Výrez zo Základnej geologickej mapy SR 1 : 500 000 (Biely a kol in Atlas krajiny, upravené)

Neogénnu výplň Trenčianskej kotliny tvoria polymiktné štrky, miestami slabo spevnené, polymiktné pieskovce a vápnnité íly tvoriace v štrkoch max. 1 - 2 m hrubé nepravidelné polohy alebo šošovky. Zloženie štrkov je pomerne pestré, prevládajú

obliaky vápencov, pieskovcov, kremencov a žuly. Obliaky majú veľkosť 3-10 cm, ojedinele s balvanmi aj nad 30 cm. Sú dobre opracované. Štrky sú miestami spevnené, tmel je slienito-piesčitý. Vápnité íly a íly sú svetlosivé, zelené a žlté, väčšinou piesčité a slúdnaté. Hrúbka súvrstvia dosahuje podľa Maheľa max. 100 m.

Kvartérne sedimenty tvoria súvislý pokryv neogénnej výplne Trenčianskej kotliny. Sú prevažne vrchnopleistocénneho a holocénneho veku. Podľa genézy v záujmovej lokalite môžeme vyčleniť proluviálne, fluviálne a antropogénne sedimenty.

Fluviálne sedimenty sú budované štrkopiesčitými náplavmi rieky Váh. Prekryté sú 0,5 až 2,0 m vrstvou povodňových siltovitých sedimentov. Obliaky štrkov sú tvorené granitoidmi, vápencami, dolomitmi, pieskovcami a kremencami. Veľkosť obliakov je 2-7 cm, miestami 6-15 cm, ojedinele 30 cm. Sú stredne až dobre opracované, suboválne až oválne. V zmysle STN 72 1001 ide o štrky dobre zrnené G1 GW, štrky zle zrnené G2 GP a štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy G3 G-F. Povodňové jemnozrnné zeminy v zmysle STN 72 1001 sú tvorené siltami piesčitými F3 MS, ílmi piesčitými F4 CS, siltami s nízkou a strednou plasticitou F5 MI, ML, ílmi s nízkou a strednou plasticitou F6 CI, CL. Proluviálne sedimenty sú zastúpené siltami F3 MS a ílmi F4 CS s obsahom úlomkov až obliakov štrku ktoré zrnitosťne prechádzajú do štrkov. V zmysle STN 72 1001 ide o štrky siltovité G4 GM až štrky ílovité G5 GC. Antropogénne sedimenty sú v záujmovom území zastúpené prevažne stavebnou navážkou Y.



Vysvetlivky:

KVARTÉR

Holocén vcelku

fhh; fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív

Mladší pleistocén

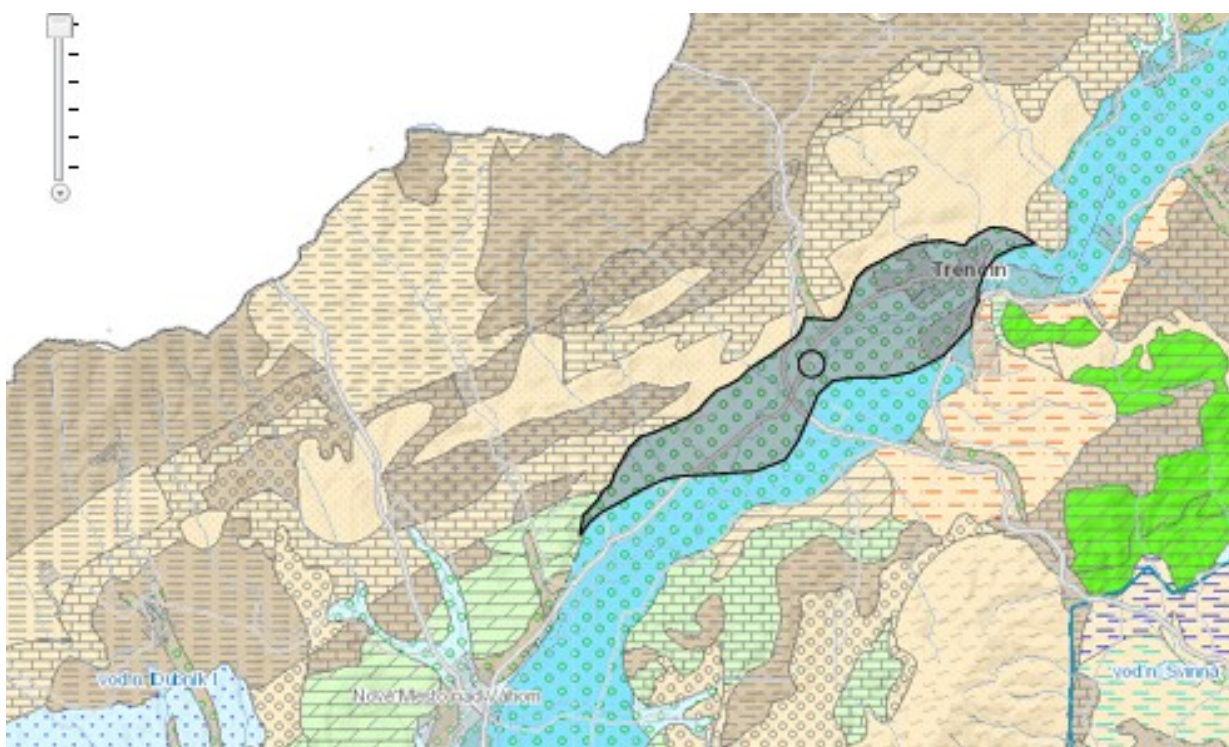
šw; fluviálne sedimenty: štrky, piesčité štrky a piesky dnovej akumulácie v nízkych terasách

Holocén vcelku

hsh; proluviálne sedimenty: prevažne hliny a piesčité hliny s úlomkami hornín a zahlinenými štrkami v nivných

Obr. 6 Výrez z geologickej mapy SR 1 : 25 000 (www.geology.sk)

Hydrogeologické pomery sú podmienené geologickou stavbou, geomorfologickými pomermi a klimatickými pomermi. Skúmané územie spadá v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba a kol., 1984) do rajónu QM 038 Kvartér Trenčianskej kotliny a príslušné mezozoikum Trenčianskej vrchoviny, čiastkový rajón aluviálnej nivy Váhu, VH 10. Hlavným kolektorom podzemných vôd sú štrkopiesčité sedimenty. Hladina podzemnej vody má voľný, lokálne mierne napätý charakter a je v priamej hydraulikej spojitosti s hladinou vodného toku. Z hydrogeologického hľadiska najvrchnejšie neogénne sedimenty v záujmovej oblasti vytvárajú priaznivé podmienky pre infiltráciu a obeh podzemných vôd. Ide o pomerne hrubé polohy štrkov, ktoré vytvárajú jednotný hydrogeologický celok s nadložnými kvartérnymi sedimentami. Výdatnosť z 1 vrtu sa pohybuje v rozmedzí 1-3 l.s⁻¹. Po chemickej stránke ide o vody Ca-HCO₃ typu s charakteristickým nízkym obsahom síranov. Kvartérne fluviálne sedimenty Váhu tvorené štrkopiesčitými náplavmi rieky Váh a okolitých prítokov majú lokálne premenlivý charakter. V záujmovej lokalite vytvárajú nádrž podzemných vôd s voľnou hladinou. Generálny smer prúdenia podzemných vôd je zhodný s tokom Váhu, pričom je čiastočne ovplyvnený drenážnym účinkom derivačného kanála. Výdatnosti z jednotlivých vrtov sa pohybujú od niekoľkých litrov až po desiatky litrov za sekundu (max. 50 l.s⁻¹). Podzemné vody sú Ca-HCO₃ typu s častým sekundárnym antropogénnym znečistením.



Vysvetlivky:

objectid	2562
Index	Ib
Typ zvodnenca1	Zvodnenie s prevažne medzizrnovým typom prie (prevažne nespevnené sedimenty); Štrky; Fluviálne
Typ zvodnenca2	Priestorovo obmedzené alebo nespojité hydrogeo produktívne zvodnenie, alebo rozsiahle a stredne zvodnenie
Litogeochemia	Štrky
Sedimentačné prostredie	Fluviálne
Podmienky	štrky, piesčité štrky a piesky dnovej akumulácie, hlinami - prevažne wurm, miestami s holocénnym

Obr. 7 Výrez z hydrogeologickej mapy Slovenska 1 : 200 000 (www.geology.sk)

7 METODIKA A ROZSAH PRIESKUMNÝCH PRÁČ

a, Vrtné práce

Vrtné práce na lokalite boli vykonane mobilnou vrtnou súpravou UGB 50M, osádka vrtmajstra p. T. Bratha, v rozsahu 3 vrty do hĺbky 12,00 m. Vrtanie bolo vykonané kombinovaným NT spôsobom. Vrty boli po vyhodnotení, odbere vzoriek a zdokumentovaní, zlikvidované záhozom z vyťažených zemín. V blízkosti vrtov boli vykonané 3 dynamické penetračné sondy (DPS) súpravou BORROS, pre zistenie geotechnických parametrov nesúdržných zemín in situ.



Foto 1 Súprava UGB-50M



Foto 2 DP súprava BORROS

b, Vzorkovacie práce

Z vrtaných sond bolo počas terénnych prác podľa pokynov zodpovedného riešiteľa odobraté v závislosti od litologických pomerov 11 vzoriek zemín na popis a koeficienty filtrácie (triedy 2 - 4 v zmysle EN ISO 22475-1), pre laboratórne stanovenie fyzikálno - mechanických parametrov.

c, Laboratórne práce pôdnej mechaniky

Laboratórne práce pôdnej mechaniky vykonalo v rozsahu odobratých vzoriek laboratórium mechaniky zemín GES, Bratislava.

d, Zameranie prieskumných diel

Výtýčenie prieskumných diel vykonal na základe podkladov a požiadaviek objednávateľa zodpovedný riešiteľ, zameranie prieskumných diel vykonal geodet Ing. Š. Kajla, Trenčín.

f, Výkony geologickej služby

Výkony geologickej služby boli realizované v zmysle Zákona 569/2007 Z. z. o geologických prácach a Eurokódu 7 STN EN 1997-2 a STN EN ISO22475-1, v rozsahu projektovanie, spracovanie geologickej preskúmanosti územia, sledovanie a riadenie prieskumných prác, geologické dokumentovanie, súhrnné vyhodnotenie všetkých laboratórnych analýz a skúšok, koordinácia kooperujúcich subjektov, vypracovanie záverečnej správy s grafickými prílohami.

8 DOKUMENTÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL

Zoznam súradníc a výšok prieskumných sond

SONDA	Y (m)	X (m)	Z (m n.m.)
VS-1	502693,702	1207671,362	202,720
VS-2	502764,041	1207986,139	202,430
VS-3	502835,084	1208300,585	202,020

VS-1 (202,720 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Genetické zatriedenie	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 - 0,20	Navážka - teleso hrádze, pôdny horizont, čiernohnedá	Antropogénny sediment	Y	2
0,00 - 2,00	Navážka - teleso hrádze, štrk zle zrnený, kyprý, Ø 0,5-1-3-5 cm, sivý	Antropogénny sediment	Y G2 GP	2
2,00 - 4,00	Navážka - teleso hrádze, piesok zle zrnený, s obliakmi štrku Ø 0,5-1 cm, kyprý, hnedosivý	Antropogénny sediment	Y S2 SP+g	2
4,00 - 5,00	Piesok ílovitý, kyprý, svetlohnedý	Kvartér Fluviálny sediment	S5 SC	2
5,00 - 7,50	Štrk zle zrnený až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, stredne uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, hnedosivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP G3 G-F	3
7,50 - 11,70	Štrk zle zrnený, uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, občasne 10-12 cm, hnedosivý až sivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP	3-4
11,70 - 12,00	Íl s vysokou plasticitou, pevnej konzistencie, sivý	Neogén	F8 CH	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená/ustálená 9,90 m.p.t.



Foto 3 vrt VS-1

VS-2 (202,430 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Genetické zatriedenie	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 - 0,30	Navážka - teleso hrádze, pôdny horizont, čiernohnedá	Antropogénny sediment	Y	2
0,30 - 2,50	Navážka - teleso hrádze, štrk zle zrnený, kyprý, Ø 0,5-1-3-5 cm, občasne 8 cm, sivý	Antropogénny sediment	Y G2 GP	3
2,50 - 4,50	Navážka - teleso hrádze, íl piesčitý, tuhý, s obliakmi štrku Ø 0,5-1 cm, hnedosivý	Antropogénny sediment	Y F4 CS+g	2
4,50 - 5,10	Piesok ílovitý, kyprý, svetlohnedý	Kvartér Fluviálny sediment	S5 SC	2
5,10 - 6,10	Štrk zle zrnený, stredne uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, hnedosivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP	3
6,10 - 11,80	Štrk zle zrnený, až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, občasne 10-12 cm, hnedosivý až sivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP G3 G-F	3-4
11,80 - 12,00	Íl piesčitý, pevnej konzistencie, žltosivý	Neogén	F4 CS	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená/ustálená 9,70 m.p.t.



Foto 4 vrt VS-2

VS-3 (202,020 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Genetické zatriedenie	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 - 0,30	Navážka - teleso hrádze, pôdny horizont, čiernohnedá	Antropogénny sediment	Y	2
0,30 - 3,50	Navážka - teleso hrádze, štrk zle zrnený, kyprý,	Antropogénny sediment	Y	3

	Ø 0,5-1-3-5-8 cm, sivý		G2 GP	
3,50 - 3,80	Piesok ílovitý, kyprý, svetlohnedý	Kvartér Fluviálny sediment	S5 SC	2
3,80 - 6,00	Štrk zle zrnený až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, stredne uľahnutý až uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, hnedosivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP G3 G-F	3
6,50 - 7,70	Štrk zle zrnený, stredne uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5 cm, hnedosivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP	2
6,70 - 11,70	Štrk zle zrnený, uľahnutý, Ø 0,5-1-3-5-8 cm, občasne 10-12 cm, sivý	Kvartér Fluviálny sediment	G2 GP	3-4
11,70 - 12,00	Piesok ílovitý až íl piesčitý, pevný, žltosivý	Neogén	S5 SC F4 CS	3-4

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená/ustálená 9,50 m.p.t.



Foto 5 vrt VS-3

9 LITOLOGICKÉ POMERY

Vŕtanými sondami VS-1 až VS-3 boli zistené kvartérne antropogénne, fluválne súdržné a nesúdržné sedimenty a podložné neogénne sedimenty.

Povrchovú vrstvu tvorí pôdny horizont hrúbky 0,20 až 0,30 m, pod ním boli vo vrtoch VS-2, VS-3 a VS-4 zistené antropogénne sedimenty - teleso hrádze do hĺbky 3,50 až 4,50 m p.t. Hrádza je budovaná štrkami zle zrnenými až štrkami s prímiesou jemnozrnej zeminy (G2 GP/G3 G-F), v spodnej časti pieskmi zle zrnenými (S2 SP), pieskmi ílovitými (S5 SC) až ílmi piesčitými (F4 CS) s obsahom štrku. Podľa výsledkov DPS je slabo zhutnená. Podložie hrádze do hĺbky 11,70 až 11,80 m p.t. je budované fluválnymi sedimentami. Vo vrchnej časti sa nachádza tenká vrstva pieskov ílovitých (S5 SC), hrúbky 0,30 až 1,00 m. Pod ňou až po neogénne podložie sa vyskytuje súvrstvie štrkov zle zrnených až štrkov s prímiesou jemnozrnej zeminy (G2 GP/G3 G-F), stredne uľahnuté až uľahnuté. Veľkosť obliakov je Ø 0,5-1-3-5-8 cm,

občasne 10-12 cm a viac. Podložné neogénne sedimenty boli zistené vo vrte VS-1 v hĺbke 11,70 m p.t., sú tvorené ílmi s vysokou plasticitou (F8 CH), pevnej konzistencie. Vo vrte VS-2 v hĺbke 11,80 m p.t., sú tvorené ílmi piesčitými (F4 CS), pevnej konzistencie. Vo vrte VS-3 v hĺbke 11,70 m p.t., sú tvorené pieskami ílovitými až ílmi piesčitými (S5 SC/F4 CS), pevnej konzistencie.

Hladina podzemnej vody bola v čase vŕtania vo vrtoch narazená/ustálená v rozsahu hĺbok 9,50 až 9,90 m p.t. Počas roka sa mení v závislosti od hladiny vo Váhu.

10 GEOTECHNICKÉ ZHODNOTENIE

Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území zatriedujem podľa výsledkov laboratórnych rozborov mechaniky zemín do príslušných tried v zmysle STN 72 1001. Na základe zistených pôdomechanických charakteristík a výsledkov DPS v okolí im priradujem príslušné geotechnické charakteristiky.

Symbolsy charakterizujúce geotechnické parametre uvádzané v tejto kapitole:

E_{def}	- modul deformácie
ϕ_u	- totálny uhol šmykovej pevnosti
c_u	- totálna súdržnosť
ϕ_{ef}	- efektívny uhol šmykovej pevnosti
c_{ef}	- efektívna súdržnosť
ν	- Poissonovo číslo
γ	- objemová tiaž
β	- súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom
k_f	- koeficient filtrácie

KVARTÉR

a, Navážky Y, sú zeminy nevhodné pre zakladanie bez úprav, podľa STN 72 1001.

b/ Piesok ílovitý SC zatriedujem v zmysle STN 72 1001 do triedy S5.

Odporúčané geotechnické parametre podľa výsledkov DPS:

	Kypré	Stredne uľahnuté
E_{def}	2 MPa	8 MPa
ϕ_{ef}	23 °	26 °
c_{ef}	4 kPa	5 kPa
γ	18,50 kN.m ⁻³	18,50 kN.m ⁻³
ν	0,35	0,35
β	0,62	0,62

Koeficienty filtrácie zemín (odvodené z kriviek zrnitosti)

S5 SC	$k_f = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1} - 8,01 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$
-------	---

c/ Štrk zle zrný GP až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy G-F zatriedujem v zmysle STN 72 1001 do tried **G2 a G3**.

Odporúčané geotechnické parametre

	Stredne uľahnuté	Uľahnuté
E_{def}	60 MPa	100 MPa
ϕ_{ef}	33 °	27 °
c_{ef}	0 kPa	0 kPa
γ	20 kN.m ⁻³	20 kN.m ⁻³
ν	0,25	0,25
β	0,83	0,83

Koeficienty filtrácie zemín (odvodené z kriviek zrnitosti)

G2 a G3	$k_f = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1} - 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$
---------	---

NEOGÉN

a/ Íl piesčitý CS zatriedujem v zmysle STN 72 1001 do triedy **F4**.

Odporúčané geotechnické parametre:

Konzistencia	Pevná
E_{def}	10 MPa
ϕ_u	0 °
c_u	70 kPa
ϕ_{ef}	26 °
c_{ef}	6 kPa
γ	18,5 kN.m ⁻³
ν	0,35
β	0,62

Koeficienty filtrácie zemín (odvodené z kriviek zrnitosti)

F4 CS	$k_f = 1,10 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1} - 8,01 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$
-------	---

b/ Íl s vysokou plasticitou CH zatriedujem v zmysle STN 72 1001 do triedy **F8**.

Odporúčané geotechnické parametre:

Konzistencia	Pevná
E_{def}	6 MPa
ϕ_u	5 °
c_u	80 kPa
ϕ_{ef}	15 °
c_{ef}	14 kPa
γ	20,5 kN.m ⁻³
ν	0,42
β	0,37

Koeficienty filtrácie zemín (odvodené z kriviek zrnitosti)

F8 CH	$k_f = 6,27 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$
-------	---

Priepustnosti zemín:

Na základe laboratórnych analýz, vykonaných v rámci inžinierskogeologického prieskumu definujeme empiricky odvodené hodnoty koeficientov filtrácie z kriviek zrnitosti pre zeminy v skúmanom území nasledovne:

F8 CH	$k_f = 6,27 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$
F4 CS	$k_f = 1,10 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1} - 8,01 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$
S5 SC	$k_f = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1} - 8,01 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$
G2 GP/G3 G-F	$k_f = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1} - 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$

Íly s vysokou plasticitou (F8 CH) sú prakticky nepriepustné, so žiadnou drenážnou schopnosťou. Predstavujú izolátor.

Íly piesčité (F4 CS) až piesky ílovité, sú nízko priepustné (S5 SC) so zlou drenážnou schopnosťou, štrky zle zrnité (G3 G-F) až štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G2 G-F), sú stredne priepustné, s dobrou drenážnou schopnosťou.

(Head, K. H., 1982)

11 ŤAŽITEĽNOSŤ ZEMÍN A HORNÍN

Jednotlivé litologické typy zemín, ktoré boli overené podrobným inžinierskogeologickým prieskumom v záujmovej oblasti, zaradujem v zmysle STN 73 3050 "Zemné práce" do triedy ťažiteľnosti:

- trieda 2: pôdny horizont,
navážka,
piesok ílovitý,
štrk zle zrnitý až štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy do 5 cm,
- trieda 3: íl piesčitý, pevný,
íl s vysokou plasticitou, pevný,
štrk zle zrnitý až štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy 5 - 10 cm,
- trieda 4: piesok ílovitý, pod hladinou vody.
štrk zle zrnitý až štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy nad 10 cm,

Podrobne uvedené v dokumentácii prieskumných diel.

12 SEIZMICITA A STABILITA ÚZEMIA

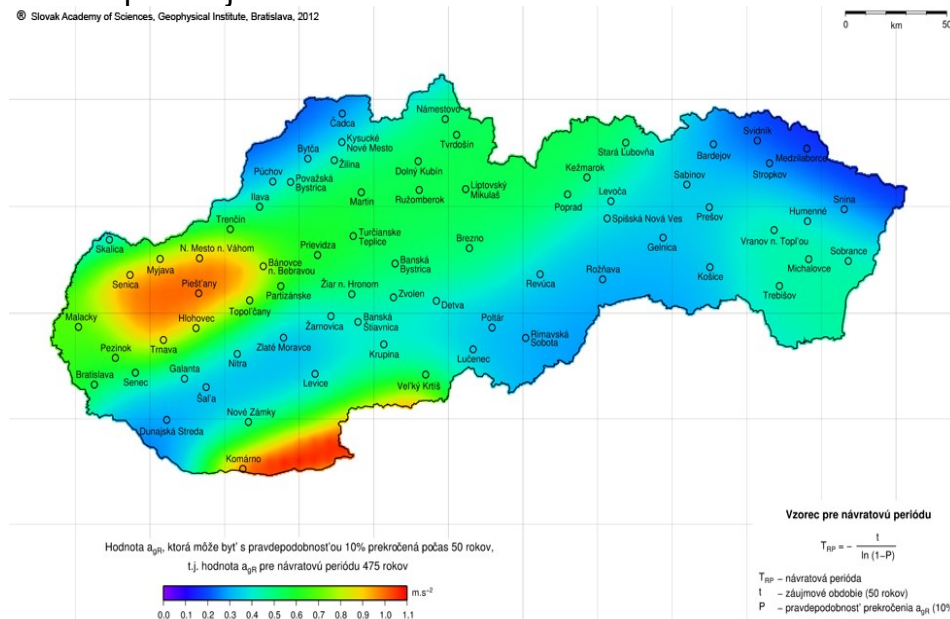
V zmysle STN EN 1998-1 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ podľa článku 3.1.2 Identifikácia kategórie podložia, patrí záujmové územie do kategórie B s nasledovnými parametrami:

$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (počet úderov /30cm)	C_u (kPa)
360-800	>50	>250

V zmysle STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8, obrázku NB.6.1 „Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska“ hodnota špičkového seizmického zrýchlenia a_{gR} , ktorá môže byť s pravdepodobnosťou 10% prekročená počas 50 rokov,

t. j. hodnota a_{gR} pre návratovú periódu 475 rokov, dosahuje v území okolo Trenčína $a_{gR} = 0,86 \text{ m.s}^{-2}$. V mieste prieskumu neboli zistené žiadne prejavy nestability, z toho dôvodu považujem skúmané územie za stabilné.

© Slovak Academy of Sciences, Geophysical Institute, Bratislava, 2012



Obr. 8 Seizmická mapa SR, (SAV, Bratislava)

13 AGRESIVITA PODZEMNEJ VODY NA STAVEBNÉ MATERIÁLY

Chemická analýza podzemnej vody bola prevzatá zo správy Jakubis, I., 2022. V záujmovom území bola odobratá vzorka podzemnej vody z vrtu VK-1/H pre stanovenie základného chemického zloženia náporovej vody z hľadiska jej agresívneho účinku voči betónovým a ocelovým stavebným konštrukciám.

Hodnotenie voči betónu

Z hľadiska agresivity na stavebné materiály, v zmysle ČSN EN 206-1 podzemné vody nie sú agresívne na betónové materiály.

Hodnotenie voči oceli

V zmysle normy ČSN/STN 03 8375 sú podzemné vody veľmi vysoko agresívne na ocelové konštrukcie z dôvodu vysokej vodivosti ($574 \mu\text{S.cm}^{-1}$).

14 ZÁVER

Doplnkovým inžinierskogeologickým prieskumom pre geologickú úlohu: **VE Kostolná, hrádza**, som zistil nasledovné: Povrchovú vrstvu tvorí pôdny horizont hrúbky 0,20 až 0,30 m, pod ním boli vo vrtoch VS-2, VS-3 a VS-4 zistené antropogénne sedimenty - teleso hrádze do hĺbky 3,50 až 4,50 m p.t. Hrádza je budovaná štrkami zle zrnenými až štrkami s prímесou jemnozrnnej zeminy (G2 GP/G3 G-F), v spodnej časti pieskami zle zrnenými (S2 SP), pieskami ílovitými (S5 SC) až ílmi piesčitými (F4 CS) s obsahom štrku. Podľa výsledkov DPS je slabo zhutnená. Podložie hrádze do hĺbky 11,70 až 11,80 m p.t. je budované fluviálnymi sedimentami. Vo vrchnej časti sa nachádza tenká vrstva pieskov ílovitých (S5 SC), hrúbky 0,30 až 1,00 m. Pod ňou až po neogénne podložie sa vyskytuje súvrstvie štrkov zle zrnených až štrkov s prímесou jemnozrnnej zeminy (G2 GP/G3 G-F), stredne uľahnuté až uľahnuté. Veľkosť obliakov je Ø 0,5-1-3-5-8 cm, občasne 10-12 cm a viac. Podložné neogénne sedimenty boli zistené vo vrte VS-1 v hĺbke 11,70 m p.t., sú tvorené ílmi

s vysokou plasticitou (F8 CH), pevnej konzistencie. Vo vrte VS-2 v hĺbke 11,80 m p.t., sú tvorené ílmi piesčitými (F4 CS), pevnej konzistencie. Vo vrte VS-3 v hĺbke 11,70 m p.t., sú tvorené pieskami ílovitými až ílmi piesčitými (S5 SC/F4 CS), pevnej konzistencie.

Hladina podzemnej vody bola v čase vŕtania vo vrtoch narazená/ustálená v rozsahu hĺbok 9,50 až 9,90 m p.t. Počas roka sa mení v závislosti od hladiny vo Váhu.

Všeobecné odporúčania

Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území v zmysle STN 73 3050 zaraďujem do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti.

Stabilitu stien výkopov s ohľadom na charakter zemín odporúčam zabezpečiť vhodným typom paženia v zmysle STN 73 3050.

V zmysle STN EN 1998-1/NA/Z1 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ zdrojových oblastí seizmického rizika na území Slovenska patrí lokalita podľa obrázku NB.6.1 do zdrojovej oblasti 4 s referenčným špičkovým seizmickým zrýchlením $a_{gR}=0,86 \text{ m.s}^{-2}$.

Podzemná voda nie je agresívna na betónové konštrukcie, je vysoko agresívna na ocelové konštrukcie, preto je potrebné ich pri styku s náporovou vodou chrániť.

Záverečné odporúčania:

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery staveniska sú jednoduché, kvartérne sedimenty sú prevažne stredne priepustné s voľnou hladinou podzemnej vody, ktorá počas roka kolíše. Teleso hrádze neobsahuje tesniace jadro, štrkopiesky tvoriace hrádzu sú kypré. Plánované vybudovanie podzemnej tesniacej steny (PTS) je možné z plastových štetovnic do hĺbky cca 7,00 m p.t. (po uľahnuté štrky). Podzemná voda bude neobmedzene prúdiť popod PTS a stavebné opatrenie tak neovplyvní ani nezmení prúdenia podzemnej vody za súčasného stavu, ale ochráni územie pri povodňovej vlně.

15 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Abaffy, D a kolektív, 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. SAŽP, Banská Bystrica a MŽP SR Bratislava.
- Jakubis, I., 2022: Posúdenie a návrh lokalizácie a parametrov PTS pre ochrannú hrádzu v km 4,1 – 10,7 Biskupického kanála pod VE Kostolná, podrobný IGP. GEOSPEKTRUM, Bratislava.
- Kullman a kol., 2005: Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle Rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. SHMÚ, Bratislava.
- Lapin, M., Faško, P., Melo, M., Šťastný, P., Tomlain, J.: 2002: Klimatické oblasti. M 1 : 1 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. SAŽP, Banská Bystrica a MŽP SR, Bratislava.
- Malík, P., Švasta, J., Jetel, J., Hanzel, V., Gedeon, M., Scherer, S., Fendek, M., 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. SAŽP, Banská Bystrica a MŽP SR, Bratislava.
- Matula, M. a kol., 1980: Atlas inžinierskogeologických máp SR, 1 : 200 000. Katedra IG PFUK, Bratislava.
- Mazúr, E, Lukniš, M., 1986: Regionálne geomorfologické členenie SSR. Geografický ústav SAV, Bratislava.
- Šuba, J. a kol., 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska, 2. vydanie. SHMÚ, Bratislava.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Krystek, I., Lexa, J., Nemčok, J., 1988: Regionálne-geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR M 1 : 500 000. GÚDŠ, Bratislava.
- STN EN ISO 14688-1 Geotechnický prieskum a skúšky, pomenovanie a klasifikácia zemín
- STN EN 1997-2 Eurokód 7 Navrovanie geotechnických konštrukcií
- STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy
- STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín
- STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie, Zakladanie stavieb
- STN 73 3050 Zemné práce

Zákon č. 569/2007 Z. z. Zákon o geologických prácach (geologický zákon).

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 22/2015 z 20. Januára 2015, ktorou sa mení a dopĺňa Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 51/2008, ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení vyhlášky č. 340/2010 Z. z.

www.geology.sk.



V Bratislave 29. 01. 2026

Vypracoval: RNDr. Martin Šarik