

**Brno – Kamenný vrch II,
projekt monitoringu stability svahu**

Brno, září 2024

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: 548 125 111
e-mail: info@geotest.cz
datová schránka: axvp7bj

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **24 7371 – Brno – Kamenný vrch II, projekt monitoringu stability svahu**

Objednatel: Ředitelství silnic a dálnic s. p., Na Pankráci 546/56, Praha 4,
Závod Brno, Šumavská 31, 602 00 Brno

Brno – Kamenný vrch II, projekt monitoringu stability svahu

Odpovědný řešitel: **Mgr. Pavel Řezníček**

Zpracoval: **Mgr. Patrik Bognár**

Prověřil: **Ing. Marek Polák, oborový manažer**

RNDr. Lubomír Klímek, MBA
ředitel společnosti a předseda představenstva

Brno, září 2024

Výtisk č.:

ROZDĚLOVNÍK:

Výtisk č. 1–3: Magistrát města Brna, Bytový odbor
4: Archiv společnosti GEOTest, a.s.

Část A:

Závěrečná zpráva podrobného geotechnického průzkumu

OBSAH:

1. Úvod	4
2. Cíl prací	4
3. Projektované práce	5
3.1 Přípravné práce	5
3.2 Geodetické práce	5
3.3 Vrtné práce	5
3.4 Měřičské práce	6
4. Seznam použité literatury a norem	9

Seznam příloh:

1. Přehledná situace	měř. 1 : 100 000
2. Podrobná situace	měř. 1 : 1 000
3. Soupis umístění vrtů	
4. Výkaz výměr	
5. Harmonogram prací	
6. Fotografická příloha	

1. Úvod

Na základě objednávky (č.j. MMB/0763297/2024) Bytového odboru Magistrátu města Brna ze dne 21. 8. 2024 byl vypracován tento projekt monitoringu stability svahu v úseku plánované bytové výstavby Kamenný vrch II, 1. etapa, část I.

Zájmové území se nachází v městě Brně v katastrálním území Nový Lískovec, kde vykonává samosprávu stejnojmenná městská část. Zájmový prostor je z jihu ohraničen ulicí Petra Křivky a z východu ulicí Koniklecovou, na severu a na západě je hranice umístěna do bývalé zahrádkářské kolonie, která je v současnosti zarostlá náletovými dřevinami. Celé území má velikost cca 180 m x 250 m a objednatel zde plánuje vybudovat několik řad bytových domů s městskými byty.

Na základě podkladů České geologické služby (ČGS) se zájmové území nachází v sesuvném území (dočasně uklidněné, List 24-34-04, kód s.n. 5). Dle statických výpočtů provedených na základě výsledků inženýrskogeologického průzkumu (2020) je potvrzena vyhovující stabilita svahu, přesto je v závěru této zprávy doporučena realizace geotechnického monitoringu, aby včas varoval před případným narušením stability svahu vlivem stavební činnosti.

2. Cíl prací

Náplň geotechnického monitoringu (GTM) vychází především z poznatků inženýrskogeologických průzkumů realizovaných na zájmové lokalitě a poznatků České geologické služby (ČGS). Předložený projekt GTM je zpracován v souladu se zákonem č. 62/1988 Sb. o geologických pracích ve znění pozdějších změn a v souladu s předpisem ČSN EN 1997-1 (731000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla, za použití přístupu zvaného observační metoda. Principem observační metody je sledování chování geologického prostředí, stavebních konstrukcí a okolí stavby před jejím zahájením a po dobu výstavby a následné srovnání těchto dat s předpoklady z projektové dokumentace.

V souladu s principy observační metody je nutné v předstihu před zahájením stavby zajistit soubor dat, který umožní odlišit přirozené chování geologického prostředí od chování ovlivněného stavební činností. Zjištěné údaje tak budou sloužit jako srovnávací základna pro měření v průběhu výstavby.

Všechny navrhované prvky monitoringu (inklinometrické vrty) jsou umístěny tak, aby se nacházely mimo stávající i plánované stavební prvky (dle poskytnutých projekčních výkresů). Předpokládá se tak jejich zachování i po zahájení výstavby, což umožní kontinuální měření po dobu výstavby i kontrolní měření po ukončení prací.

Pro zpracování předloženého projektu byly využity tyto podklady:

- Rupp, D.: Brno – Kamenný vrch inženýrskogeologický průzkum v Brně v místech nové bytové výstavby Kamenný vrch II – I. etapa pro zjištění základových poměrů nově projektovaných bytových domů, GEOTest, a.s., 2020
- Grünwald, Z.: Závěrečná zpráva o provedeném hydrogeologickém a inženýrsko – geologickém průzkumu v lokalitě Kamenný vrch II, I. etapa, HIG geologická služba, spol. s.r.o., 2017
- Grafické podklady projekční dokumentace ve stupni DSP poskytnuté firmou Atelier 99 s.r.o. – situační výkresy a vzorové řezy

3. Projektované práce

Projektované práce monitoringu se skládají z několika dílčích částí (přípravné práce, geodetické práce, vrtné práce, měřičské práce), které jsou podrobně popsány v následujících podkapitolách.

3.1 Přípravné práce

Pozemky dotčené vrtnými pracemi jsou ve vlastnictví statutárního města Brna, stejně jako pozemky nezbytné k pojezdům vrtné techniky po lokalitě. Bude nutné vstoupit v jednání s vlastníkem pozemků a uzavřít písemnou dohodu o povolení ke vstupu na pozemky a povolení k provádění prací. Bude rovněž nutné uzavřít dohodu o zřízení věcného břemene pro nově instalované prvky monitoringu. V místě plánovaných vrtů nepředpokládáme v současné době existenci podzemních sítí, ale je nutné tuto skutečnost ověřit.

Na základě uskutečněné terénní pochůzky bylo zjištěno, že některá umístění vrtů jsou obtížně přístupná. Pro zajištění přístupu pro vrtnou techniku tak bude nutné provést průklest a lokálně upravit terén. Průklest musí být prováděn v době vegetačního klidu (předpokládáme přelom roku 2024/2025). Stávající terén bude rovněž zapotřebí upravit bagrem, jak v příjezdové trase k vrtům (lokální elevace/deprese), tak v místech samotných vrtů (zde do podoby pracovní plošiny, přibližně vodorovné tak, aby bylo možné zajistit svislé vedení vrtů). V případě, že bude nutné některé vrty přesunout, pak musí být posun vrtu vždy konzultován s autorem projektu stavby (posun volit tak, aby se nedostal do kolize se stavbou – zástavba, chodníky, parkovací místa, opěrné zdi, inženýrské sítě atd.) a schválen investorem nebo jeho pověřeným zástupcem.

Před zahájením geologických prací je nezbytné tuto skutečnost ohlásit na příslušný městský a krajský úřad, a také evidovat na ČGS.

Před zahájením vrtných prací bude nezbytné provést průklest dřevin a lokálně i upravit terén bagrem za účelem umožnění příjezdu vrtné soupravy k vrtům INK03 a INK04. Jedná se přibližně o plochu 245 m² nezbytného průklestu navazujícího na již stávající průklest z roku 2020 na předmětné lokalitě (odhad vychází z aktuálních mapových podkladů a terénního šetření).

3.2 Geodetické práce

Před zahájením vrtných prací předpokládáme geodetické vytýčení plochy určené pro průklest dřevin. Následně budou v terénu geodeticky vytýčeny projektované vrty, v případě provedených posunů sond budou nové polohy následně přeměřeny. O těchto pracích bude vyhotovena samostatná technická zpráva.

3.3 Vrtné práce

V rámci projektu monitoringu jsou plánovány celkem 4 ks inklinometrických vrtů, každý o délce 20 m. Grafické zobrazení jejich polohy tvoří přílohu č. 2 tohoto projektu, souřadnice jsou uvedeny v příloze č. 3 a fotodokumentace stávajícího stavu terénu je součástí přílohy č. 6. Hloubky inklinometrických vrtů mohou být v závislosti na zastižených geologických podmínkách upraveny, neboť navrhované hloubky některých vrtů vychází pouze z interpretace nepřímých průzkumných metod (penetrační měření, geofyzikální měření). Operativní změny hloubek určí odpovědný řešitel na základě průběžného vyhodnocování vrtných prací. Návrhy na změny hloubek vůči projektu budou v průběhu sondážních prací konzultovány a následně schváleny pověřeným zástupcem investora.

Doporučujeme zvolit technologii jádrového vrtání tvrdokovovou korunkou, případné dovtřetí skalní horniny R4 (a lepší, dle ČSN 73 6133) technologií vrtání kladivem se vzduchovým výplachem. Za účelem ověření zařazení zemin budou odebrány z každého vrtu 2 vzorky zeminy (metodami dle ČSN EN ISO 22475-1 a ČSN EN 1997-2). Kategorie vzorku odběru B, třída kvality vzorku zeminy pro laboratorní zkoušky 3, odpovídá dříve používanému označení vzorků *porušené*. V případě, že by projektant stavby požadoval tyto vrtly využít za účelem doplňkového průzkumu, lze počet vzorků, kategorie vzorků či technologii vrtání po dohodě s investorem upravit. Vzhledem ke svažitosti terénu předpokládáme využití vrtné techniky na pásovém podvozku. Minimální vhodný průměr vrtání činí 120 mm. Poté budou vrtly vystrojeny inklinometrickou pažnicí se speciálními vodícími drážkami na vnitřní straně pažnice umístěnými ve vrtu tak, aby inklinometrické sondy mohly sledovat změny ve směrech spádní svahu a vrstevnic svahu. Zhlaví vrtu bude vyvedeno nad povrch terénu a opatřeno víčkem. Mezikruží mezi lícem stěny vrtu a vnější stěnou pažnice bude vyplněno vhodnou jílocementovou směsí. Pro ochranu zhlaví vrtu doporučujeme na povrchu osadit kovovou chráničku opatřenou visacím zámkem, avšak vzhledem k nutnosti pozdějších úprav inklinometrických pažnic během výstavby doporučujeme zapuštění chráničky do země a její zalití „pouze“ jílocementovou směsí, nikoliv betonem. Při pozdějších úpravách pažnic bude nezbytné kovovou chráničku odinstalovat a po úměrném zkrácení/prodloužení pažnic opatřit finálními chráničkami (např. litinové hydrantové poklopy, viz kapitola 4).

Upozorňujeme na komplikace navazujících prací dle aktuální projektové dokumentace (8/2024):

1. Předpokládáme dle vzorového řezu RN SO05-06 v místě INK03 výškový rozdíl stávající úrovně terénu a úrovně terénu po ukončení prací cca - 1,2 m (zářez). Při realizaci zářezu bude nutné dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k poškození inklinometrické pažnice. Po skončení terénních úprav bude nutné inklinometrickou pažnici zakrátit (o určenou známou délku) a následné interpretace měření upravit tak, aby navazovaly na měření předcházející.
2. Předpokládáme dle vzorových řezů D3-B, E4-B v místě INK04 výškový rozdíl stávající úrovně terénu a úrovně terénu po ukončení prací cca + 3,0 m až 4,2 m (násyp). Během realizace násypu bude nutná spolupráce se stavbou. Dbát zvýšené opatrnosti při hutnění násypu, aby nedošlo k poškození inklinometrické pažnice a zároveň pažnice prodloužit nastavením dalších dílů tak, aby dosáhly až požadované úrovně nově zbudovaného terénu. Následné interpretace měření upravit tak, aby navazovaly na měření předcházející.

3.4 Laboratorní práce

Laboratorní zkoušky zemin na odebraných vzorcích budou provedeny za účelem stanovení popisných vlastností, k jejich zařazení do klasifikačního systému (podle ČSN 73 6133, ČSN EN ISO 14688-1 a 14688-2) a k posouzení jejich geomechanických vlastností, rozhodujících o jejich stavebně technické použitelnosti.

Z indexových vlastností budou na porušených vzorcích zeminy stanoveny vždy zrnitost, vlhkost, v případě možnosti Atterbergovy meze a výpočtem číslo plasticity a stupeň konzistence.

3.5 Měřičské práce

Harmonogram měření je tímto projektem zpracován pouze odhadem, na základě odhadovaného harmonogramu stavby poskytnutého investorem projektu, a to na období od r. 2025 do r. 2031 viz. příloha č. 5 a bude nutné jeho upřesnění ve smlouvě mezi investorem a zhotovitelem monitoringu dle harmonogramu stavby.

Nulté měření vrtů musí proběhnout po dostatečném vytvrzení zálivky vrtů (zpravidla po 30 dnech od jejich realizace). Navazující inklinometrická měření před zahájením stavby doporučujeme realizovat ve čtvrtletním intervalu (předpoklad 2 etapy měření). V rámci stavebního monitoringu doporučujeme provádět měření 1x měsíčně v období, kdy bude probíhat úprava reliéfu monitorovaného svahu, hloubení stavebních jam, realizace základových konstrukcí a dokončení hrubé stavby (tj. po dobu 35 měsíců). V období od dokončení hrubé stavby až po finální stav nově vzniklého sídliště doporučujeme opět čtvrtletní měření (po dobu jednoho roku). Po dokončení stavby doporučujeme realizaci záručního monitoringu se čtvrtletním intervalem měření po dobu trvání nejméně dvou let, za účelem ověření stability svahu po ukončení všech stavebních prací. V případě, že kdykoliv v průběhu monitoringu indikuje změna deformace (od posledního měření) větší než 5 mm, doporučujeme provést mimořádné opakované měření nad rámec zpracovaného harmonogramu.

4. Součinnost se zhotovitelem stavby

Před zahájením hrubých terénních úprav monitorovaného svahu bude nutné zhotovitelem stavby zajistit vhodné opatření zabraňující poškození inklinometrických vrtů pohybem stavební techniky. Doporučujeme, aby zhotovitel stavby dočasně opatřil inklinometrické pažnice čnici nad povrch terénu betonovou skruží (minimální rozměry: vnitřní Ø 1500 mm, výška 1000 mm).

Po skončení všech terénních úprav zhotovitelem stavby je nezbytně nutné postupovat v koordinaci se zhotovitelem monitoringu při zkracování/prodlužování inklinometrické pažnice o určenou délku, aby mohl být zaručen navazující monitoring. K ochraně zhlaví vrtu ve finální fázi stavby doporučujeme použít litinový hydrantový poklop oválného tvaru s okolním osazením dlažebních kostek a zalití betonem viz příklad finální úpravy zhlaví vrtu v příloze č. 6 (doporučujeme ponechat tuto realizaci na zhotoviteli monitoringu, kvůli zachování návaznosti měření vrtu).

5. Závěr

Náplň GTM byla přizpůsobena požadavkům objednatele a projektanta předmětné stavby. Na základě konzultace se zástupci objednatele stavby bylo přistoupeno ke snížení počtu navrhovaných monitorovacích prvků ze 6 ks na 4 ks. Po konzultaci s hlavní inženýrkou projektu výstavby byly zvoleny polohy těchto prvků. Dále na základě odhadovaného harmonogramu stavby byl sestaven harmonogram monitoringu. V případě zpoždění zahájení stavebních prací (úpravy terénu) by měl být harmonogram doplněn o dvě kvartální měření v představební fázi, aby byl pokryt představební monitoring během jednoho celého roku.

Před zahájením stavebních prací bude vypracována průběžná zpráva obsahující výsledky vrtných prací a výsledky inklinometrických měření představebního monitoringu, včetně zhodnocení geologických poměrů a míry shody s předpoklady. Tyto výsledky budou sloužit i jako informace pro zhotovitele stavby o stávající stabilitě svahu před zahájením stavebních úprav. Vzhledem k tomu, že se jedná o zástavbu v sesuvném území (dle ČGS), doporučujeme postupovat dle zásad 3. geotechnické kategorie (dle ČSN EN 1997-1) a vyžadovat přítomnost zhotovitele monitoringu na konaných kontrolních dnech stavby, případně v průběhu stavby

předávat zprávy o výsledcích měření formou dopisu adresované investorovi i zhotoviteli stavebních prací. Po ukončení stavebních prací, bude zpracována průběžná zpráva o monitoringu zájmové lokality, obsahující posouzení vlivu stavební činnosti na stabilitu svahu. Následně bude probíhat záruční monitoring po nejméně dobu dvou let, po jeho ukončení bude zpracována závěrečná zpráva shrnující výsledky monitoringu za celé monitorované období.

V Brně dne 20. září 2024

6. Seznam použité literatury a norem

Rupp, D.: Brno – Kamenný vrch inženýrskogeologický průzkum v Brně v místech nové bytové výstavby Kamenný vrch II – I. etapa pro zjištění základových poměrů nově projektovaných bytových domů, GEOTest, a.s., 2020

Grünwald, Z.: Závěrečná zpráva o provedeném hydrogeologickém a inženýrsko – geologickém průzkumu v lokalitě Kamenný vrch II, I. etapa, HIG geologická služba, spol. s.r.o., 2017

Česká geologická služba. GEOinfo – geovědní informace na území ČR, URL: www.geology.cz

ČSN EN 1997–1 Eurokód 7 Navrhování geotechnických konstrukcí: Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997–1 Eurokód 7 Navrhování geotechnických konstrukcí: Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN ISO 14688-1 Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování

ČSN EN ISO 14 689-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování hornin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum

Zákon 62/1988 Sb. o geologických pracích (v platném znění)

Vyhláška 368/2004 Sb. o geologické dokumentaci

Vyhláška 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací

Vyhláška 282/2001 Sb. o evidenci geologických prací