

Brno-Bosonohy, Práčata

Aktualizace posudku

Závěrečná zpráva

Brno, květen 2013



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

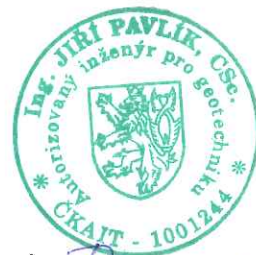
tel.: 548 125 111
fax: 545 217 979
e-mail: trade@geotest.cz

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

Číslo a název zakázky: **13 7076 Brno-Bosonohy, Práčata, aktualizace**
Objednatel: Statutární město Brno, MMB, Odbor správy majetku
Husova 23, 601 67 Brno
Evidenční číslo ČGS: Neevidováno

Závěrečná zpráva

Aktualizace průzkumu a posouzení stability skalní stěny v k.ú. Bosonohy, ulice Práčata



Odpovědný řešitel: **Ing. Jiří Pavlík, CSc.**, geotechnik specialista, autorizovaný inženýr
Spoluřešitel: **Ing. Martina Bulgurovská**, geotechnik
Výrobní manažer: **Mgr. Lubomír Pivnička**
Prověřil: **Ing. David Rupp**, oborový manažer
Schválil: **RNDr. Lubomír Klímek**, výrobní ředitel

RNDr. Lubomír Procházka
ředitel společnosti

GEOtest, a.s.

Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
DIČ CZ46344942 (35)

Brno, květen 2013

Výtisk č. **1**

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1 – 6: Objednatel Magistrát města Brna, odbor správy majetku
7: GEOTest a.s. archiv

OBSAH

1. Úvod	1
2. Předmět a náplň průzkumné činnosti.....	2
3. Popis a hodnocení jednotlivých úseků skalní stěny	3
4. Řešení stability	8
5. Doporučená sanační opatření	9
6. Závěr	12

SEZNAM PŘÍLOH

1. Přehledná fotomapa zájmového území	měřítko 1:20 000
2. Situace posuzovaných skalních stěn	měřítko 1:1000
3. Fotodokumentace posuzovaných skalních stěn	
4. Odlučné plochy	
5. Stabilitní výpočty	

1. Úvod

V roce 2003 se uskutečnil geotechnický průzkum skalní stěny za domy na ulici Práčata v Brně-Bosonohách se zaměřením na posouzení její stability ohrožující dvorní prostory a přilehlé rodinné domy. V roce 2004 byl vypracován znalecký posudek posouzení havarijního stavu skalního masivu za rodinnými domy Práčata č.or. 2, 6 až 56. Vzhledem k poměrně dlouhé době od uvedených průzkumných činností nejsou již v současné době jejich výsledky relevantní, především z důvodu postupného odpadávání horninových úlomků i skalních bloků v důsledku postupného zvětrávání hornin. Proto Statutární město Brno – Magistrát města Brna, odbor správy majetku vypsál soutěž na akci „K.ú. Bosonohy, ulice Práčata – aktualizace průzkumu a posouzení stability skály“ včetně návrhu na opatření pro zajištění její stability za rodinnými domy:

Práčata č.or. 16	na pozemku par.č. 1313
Práčata č.or. 22	na pozemku par.č. 1325
Práčata č.or. 24	na pozemku par.č. 1329
Práčata č.or. 30	na pozemku par.č. 1438
Práčata č.or. 32	na pozemku par.č. 1441
Práčata č.or. 36	na pozemku par.č. 1447
Práčata č.or. 38	na pozemku par.č. 1450
Práčata č.or. 40	na pozemku par.č. 1454
Práčata č.or. 42	na pozemku par.č. 1456
Práčata č.or. 44	na pozemku par.č. 1459
Práčata č.or. 46	na pozemku par.č. 1462
Práčata č.or. 48	na pozemku par.č. 1465
Práčata č.or. 50	na pozemku par.č. 1468
Práčata č.or. 52	na pozemku par.č. 1471
Práčata č.or. 54	na pozemku par.č. 1474
Práčata č.or. 56	na pozemku par.č. 1477
Práčata č.or. 56a	na pozemku par.č. 1480
Práčata č.or. 58	na pozemku par.č. 1483
Práčata č.or. 60	na pozemku par.č. 1486
a z části na pozemku par.č. 300/2.	

Jako podklad objednatel předal výsledky předchozích posouzení uvedených ve zprávách

[1] Pavlík, J.: Závěrečná zpráva. Posouzení stability skalní stěny za domy v ulici Práčata v Brně-Bosonohách. GEOTest Brno, a.s. červenec 2003. Archiv a.s. GEOTest.

[2] Klablena, P. – Příbyl, F. – Kuchynka, J.: Skalní masiv za domy Práčata č. 2, 6 – 56, Brno-Bosonohy. Posouzení havarijního stavu skalního masivu. Statikum s.r.o. – znalecký ústav, březen 2004.

Na základě výzvy specifikované v Zadání podmínek k provedení průzkumu trhu na zakázku malého rozsahu vypracoval Geotest a.s. dne 19.2.2013 Nabídkový projekt geotechnických prací, v němž specifikoval druh a rozsah průzkumné činnosti pro splnění požadavků zadavatele. Uvedenou nabídku zadavatel akceptoval a s a.s. GEOTest uzavřel smlouvu o dílo č. 6613051403 dne 20.3.2013.

Předložená zpráva obsahuje popis, výsledky a zhodnocení průzkumné činnosti z hlediska splnění uvedených zadávacích podmínek.

2. Předmět a náplň průzkumné činnosti

Posuzovaná skalní stěna se nachází v severozápadní části MČ Brno-Bosonohy. Horninový masiv budují horniny brněnského vyvřelého masivu, který je značně tektonicky porušen. Podrobně o geomorfologických a geologických poměrech je pojednáno v kapitole 2 uvedeného posouzení z roku 2003 [1]. Lokalita je znázorněna v přehledné situaci zájmového území v příloze 1, podrobnou situaci – výsek katastrální mapy ukazuje příloha 2.

Průzkum skalní stěny se uskutečnil ve dnech 17.4.2013 a 21.5.2013. Při prohlídkách byla věnována pozornost stavu hornin a horninového masivu, zejména stupni porušení zvětrávacími pochody a zejména diskontinuitám prostupujícími horninový masiv. Byly měřeny jejich orientace (směr sklonu a sklon), sledovány jejich průběžnost, tvar, habitus povrchu styčných ploch, rozevření a charakter eventuelní výplně. Uvedená zjištění byla konfrontována s výsledky obdobné činnosti z roku 2003.

Současně byly jednotlivé skalní stěny fotograficky zdokumentovány. Fotodokumentace posuzovaných skalních stěn tvoří přílohu 3. Vzhledem ke krátkým odstupům od skaní stěny bylo nutno fotografovat jen části stěn a výsledné zobrazení bylo nutno velmi často spojit do panoramat, jak ve vodorovném směru, tak i ve směru svislém. Kde nebylo možno uskutečnit panoramatická spojení, jsou v uvedené příloze samostatně prezentovány jednotlivé snímky, případně dílčí panoramata.

Naměřené orientace jsou prezentovány v příloze 4 tabelárně pro každý úsek stěny příslušný k rodinnému domu. V tabulkách jsou jednotlivé typy diskontinuit (puklin, trhlin, poruch) označeny zkratkami:

ND – nerovná spára s drsnými styčnými plochami

NH – nerovná spára s hladkými styčnými plochami

RD – rovná spára s drsnými styčnými plochami

RH – rovná spára s hladkými styčnými plochami.

Orientace ploch je udávána zlomkem – směr sklonu/sklon, rozevření v mm. Charakter výplně a povlaků je uveden písmeny

L – limonitové, hematitové a chloritické povlaky

HP – hlinitopísčité výplně

J – jílovitá výplně

O – spára bez výplně.

Orientace ploch byly dále vyneseny do kruhových diagramů – tektonogramů pólového zobrazení v Postelově síti s ekvidistančními roztečemi rovnoběžkových kružnic. Tektonogram takto představuje zkreslený půdorys horní polokoule, v němž jsou jednotlivé plochy znázorňovány svými body dotyku k polokouli – viz přílohu 4.

Charakteristiky jednotlivých úseků skalní stěny jsou obsahem kapitoly 3.

Orientace diskontinuit byly výchozími údaji pro následné stabilitní výpočty. Pro posouzení míry stability jednotlivých úseků skalní stěny byly použity metody určené pro nízké stěny, jež považují sklaní těleso za soustavu horninových bloků oddělených plochami diskontinuity v nichž dochází při vyčerpání stability k destruktivnímu pohybu. Jednotlivé výpočty jsou zařazeny do přílohy 5, jejich souhrnné zhodnocení uvádí kapitola 5. Doporučená opatření pro zabezpečení dostatečné míry stability jsou popsána v další kapitole 6.

3. Popis a hodnocení jednotlivých úseků skalní stěny

Práčata 16

Generelní směr sklonu 190°.

Skalní stěna za domem Práčata 16 má výšku cca 8 m. Je ve spodní části do výše 3 m zabezpečena kamennou zdí, za níž původní záchytný prostor je již zaplněný horninovými úlomky odlučujícími se ze stěny. Sklon stěny je proměnný – ve východní části dosahuje až 68°, ve střední a západní části skalní stěna je vytvořena ve sklonu 45 – 50°.

Stěna jako celek se nachází ve stabilním stavu, a to ve východní části, kde určující diskontinuity určují sklon 74°, v západní části 47°. Dochází zde však k dílčím opadům jednotlivých horninových úlomků i menších horninových bloků. Jako vhodné opatření pro ochranu dvorního prostoru proti opadávajícím úlomkům se jeví vybudování palisádové stěny s dostatečně velkým záchytným prostorem, který po zaplnění je třeba vyprazdňovat..

Práčata 22

Generelní směr sklonu stěny 220°.

Stěna proměnlivé výšky 3 – 15 m je z větší části vytvořena v diabasu ve formě mělkého úžlabí překrytého hlinitokamenitou sutí, která se v něm udržuje v důsledku jeho mírnějšího sklonu do 45°. Hornina je odkrytá pouze při patě stěny a výše ve východní části. Ve výchozech skalní horniny v důsledku odlučování horninových úlomků vznikají dílčí převisy a odloučené úlomky se sesouvají po lícních plochách majících téměř souhlasný směr sklonu se směrem sklonu posuzované stěny (viz obrázek na straně 3.2 v příloze 3).

Stěnu je třeba zabezpečit proti opadu úlomků, nejlépe palisádovou stěnou za současného přikotvení větších horninových bloků tyčovými kotvami.

Práčata 24

Generelní směr sklonu stěny 220°.

Stěna výšky 12 m je v podstatě pokračováním stěny za domem Práčata 22. Je rovněž s výjimkou nejspodnější části zasutěná a porostlá keři a malými stromy (akáty). Při patě stěny je vystavěn přístavek do výšky 3 m, za nímž volný prostor mezi zdí a skalní stěnou slouží jako záchytný prostor pro uložení opadávajících úlomků horniny.

V době od minulého posouzení stěna nedoznala výrazných změn. Stěna jako celek je stabilní, drobné opady se zachycují vegetačním krytem, větší se akumulují v záchytném prostoru.

Práčata 30

Generelní směr sklonu stěny 175°.

Podle zjištění při posuzování skalní stěny v roce 2003 stěna má ve spodní části sklon 70° – 80°. Výše se sklon zmenšuje na 40° – 50°, takže tato část je zasutěna s rostlinným krytem. Ve spodní části je odkryt navětralý granodiorit. Ze stěny vypadává značné množství horninových úlomků, zejména z její západní strany. Ve střední části jsou volně uloženy horninové bloky.

V současné době je před skalní stěnou ve vzdálenosti cca 1 m od paty vybudován přístavek, z větší části dřevěný. Do takto vzniklého prostoru opadávají úlomky horniny, které je nutno čas od času vyvážet. Záchytný prostor je odvodněn kanalizací svedenou do domovní kanalizace.

Pro eliminaci opadů horninových úlomků ze skalní stěny je vhodné překrytí líce stěny kotvenou sítí.

Práčata 32

Generelní směr sklonu stěny 214°

V roce 2003 měla skalní stěna výšky 12 m měla líc odstupňovaný v průměrném sklonu 67°. Ze stěny opadávalo značné množství horninových úlomků, přičemž ve stěně zůstávaly neodloučené bloky tvořící klenbovité převisy. Stěna byla charakterizována jako nestabilní, hrožícími opady nejen drobných úlomků, ale i větších horninových bloků, takže nutnost sanace byla akutní.

Skalní stěna byla v roce 2005 sanována ocelovou sítí přichycenou ke sklaní stěny krátkými tyčovými kotvami. Uvedený způsob sanace je dostatečný a zajišťuje spolehlivou ochranu dvorního prostoru. Takto sanovaná skalní stěna je zobrazena v příloze 3 na straně 3.5.

Práčata 36

Generelní směr sklonu stěny 229°.

Stav skalní stěny dosahující výšky cca 8 m se od minulého šetření prakticky nezměnil. Stěna výšky 5 – 8 m a sklonu 62° je vytvořena v navětralém a zvětralém granodioritu. Ke stěně je v západní části přistavěna 2 m vysoká zeď tloušťky 25 cm, za níž prostor je z větší části vyplněn opadaným materiálem ze stěny. Podstatnou část stěny tvoří rozsáhlé lící plochy systému rovnoběžných diskontinuit s odlehlostí 5 – 20 cm. V důsledku postupného zvětrávání horniny dochází k opadávání drobných úlomků doprovázené vznikem malých převisů. V krajním případě může dojít k sesutí celé horninové desky. Před stěnou v levé části je vybudován přístavek, za nímž se vytvořil záchytný prostor, kam odloučené úlomky horniny dopadají.

Tvar stěny včetně zmíněných drobných převisů je patrný z fotodokumentace na straně 3.6 v příloze 3, ukazující i popisovaný záchytný prostor.

Práčata 38

Generelní směr sklonu stěny 230°.

Rovněž skaní stěna za domem Práčata 38 má proti poslednímu posouzení nezměněný charakter – její výška dosahuje 8 m a je vytvořena ve zvětralém granodioritu v průměrném sklonu 63° s převisem hlubokým 0,8 m ve východní části ve výši 2 m (viz str.3.7 v příloze 3). V západní části stěny, kde celkový sklon líce stěny je mírnější (47°), přiléhá ke stěně přístavek výšky 2,5 m, nad nímž je masiv značně rozvolněn, což způsobuje značné opadávání horninových úlomků, které dopadají na střechu přístavku. V roce 2003 bylo konstatováno, že stěna se nachází ve stavu blízkém indiferentní rovnováze, vyžaduje proto sanaci. Tento stav trvá i nadále.

Práčata 40

Generelní směr sklonu stěny 220°.

Stěna výšky 2 – 5 m je vytvořena ve zvětralém granodioritu ve sklonu 55°. V současné době je prostor dvorku oddělen od skalní stěny kovovým plotem osazeným do 0,8 m vysoké terásky vytvořenou za nízkou kamennou zídou. Záchytný prostor je vyčištěn. Nadále však hrozí opadávání drobných úlomků, případně i opadu většího horninového bloku v západní části stěny.

Práčata 42

Generelní směr sklonu stěny 205°.

Jak bylo při minulém šetření zjištěno, skalní stěna zvyšující svou výšku z 2 m na západní straně do 8 m na straně východní, je vytvořena ve sklonu až 70° v silně zvětralé hornině – granodioritu. Ze stěny hrozí vyjetím horninový blok objemu cca 1 m³, který je silně rozpukaný převážně dvěma systémy spár. V současné době je z důvodu obstrukce majitelky stěna nepřístupná.

Havarijní stav trvá, což dokladuje i výsek stěny na fotografii pořízené ze sousedního domu Práčata 40. Stěna vyžaduje neprodleně sanaci.

Práčata 44

Generelní směr sklonu stěny 210°.

V posudku z roku 2003 bylo na základě tehdejšího šetření uvedeno: Stěna výšky 5 – 6 m generelního směru sklonu 210° ve zvětralém, silně rozpukaném granodioritu má ve spodní polovině sklon 70°, výše se sklon zmírňuje na 48°. Hornina se odlučuje v drobných úlomcích, které ze stěny vypadávají a hromadí se při její patě v záchytném prostoru odděleném od dvorku drátěným plotem osazeným do betonové podezdívky. Spodní polovina stěny je stabilní, z horní poloviny v důsledku silného narušení zvětrávacími pochody opadává značné množství horninových úlomků.

Jak ukazuje fotografie v příloze 3 na straně 3.10, tento stav trvá i nadále – stěna vyžaduje sanaci.

Práčata 46

Generelní směr sklonu stěny 208°.

Při minulém šetření v roce 2003 bylo zjištěno, že spodní část stěny do výšky 3 m je zabezpečena k patě přiléhající přístavbou, jejíž východní část je využívána jako sklípek. Zdivo levé části bylo v důsledku horninového tlaku porušeno šikmou trhlinou. Prostor mezi zdí přístavku a skalní stěnou je zcela vyplněn a byl využíván jako terasa. Odkrytá část stěny výšky 3 – 4 m se vytvořila převážně ve sklonu 55°.

Sklon uvedené odkryté části stěny zůstává stejný, jak je patrné z fotografie na straně 3.11 ukazující lícni plochy určující uvedený sklon stěny. Nadále však dochází k opadům zejména v západní části, kde úlomky se kumulují na terase omezující její užívání. Z fotodokumentace je dále patrný prostor po nedávném odloučení horninového bloku, jenž se sesunul po hlavní odlučné ploše pokračující jako lícni plocha.

Stěna jako celek je stabilní, nelze však vyloučit další sesouvání menších horninových bloků v západní části a drobných úlomků horniny v celém prostoru stěny.

Práčata 48

Skalní stěna je z prostoru domu nepřístupná, neboť ke stěně do výše 4,5 m přiléhá přístavba domu. Nad ní skalní stěna skloněná 75° je do výše 2 m opatřena betonovým nástřikem, který vyžaduje občasnou opravu v důsledku odrolování betonu i zvětralých horninových úlomků. Tento stav byl shledán již při šetření v roce 2003.

Práčata 50

Generelní směr sklonu stěny 220°.

Skalní stěna sklonu 65° je zabezpečena do výše 3 m stříkaným betonem ve slabé vrstvě (řádově centimetrové). Výše se sklon zmírňuje na 33°, kde původní skalní svah je upraven terasovitě betonovými zídkami výšky 0,5 m. Tento stav se od minulého šetření v roce 2003 nezměnil. Při prohlídce dne 21.5.2013 byl zjištěn malý odkryv horninového masivu v betonovém nástřiku v levé části nad přístavbou. Odkrytou horninou je zvětralý granodiorit, který však i přes své intenzivní rozpukání stabilitu stěny neovlivňuje. Přesto doporučujeme jej překrýt betonovou vrstvou jako v okolí odkryvu.

Stěna jako celek je stabilní, betonový nástřik však vyžaduje občasnou opravu obdobně jako u stěny příslušné sousednímu domu Práčata 48.

Práčata 52

Generelní směr sklonu stěny 202°.

Přístup ke stěně z domu Práčata 52 do značné míry omezuje 2,3 m vysoká zeď z betonových tvárnic, za níž se vytvořil záchytný prostor pro akumulaci úlomků zvětralého granodioritu odlučujících se ze skalní stěny.

Horninový masiv je do výše 5 – 6 m obnažen skalní stěnou skloněnou ve spodní části až 85°, v horní polovině se sklon zmírňuje. Horninový masiv se jeví kompaktní, avšak v důsledku značného stupně narušení zvětrávacími pochody se ze stěny uvolňují drobné úlomky horniny i kameny velikosti až 20 cm, což dokumentuje snímek pořízený ze střechy přístavku sousedního domu Práčata 50 (viz str. 3.13 v příloze 3).

Práčata 54

Generelní směr sklonu stěny 210°.

Stěna výšky 6 m na východní straně se zvyšuje na 8 m na straně západní. Je vytvořena ve zvětralém granodioritu ve sklonu 75 – 80°. Ve vzdálenosti 1,5 m od stěny je vystavěna kamenná zeď výšky 2,5 m tloušťky 30 cm omezující do značné míry přístup ke stěně. Z horní části stěny, kde masiv je značně rozvolněn, opadávají horninové úlomky do záchytného prostoru za zdí. Pohled z prostoru dvorku domu na horní část stěny ukazuje obr 3.14 v příloze 3.

Jak již bylo v posudku z roku 2003 konstatováno, stěna jako celek je stabilní, avšak s nízkou mírou stability. Kromě toho ze stěny opadávají zvětralé úlomky horniny. Tento stav trvá i nadále.

Práčata 56

Generelní směr sklonu stěny 210°.

Skalní stěna je ve spodní části zabezpečena do výše 4 m kamennou zdí s terasou, na níž se zachycují horninové úlomky a kameny velikosti až 20 cm opadávající ze stěny. Při minulém šetření bylo zjištěno, že v horní části stěny je uložen v úžlabí horninový klín hrozící sesutím v důsledku značného stupně jeho rozvolnění. Tento klín se již částečně rozpadl a z masivu se odloučil. Odloučený materiál se hromadí na terase ve formě suťového kužele.

Jako celek je stěna stabilní s výjimkou zbytku zmíněného horninového klínu hrozícího sesutím. Ze stěny rovněž opadávají drobné úlomky v důsledku značného stupně zvětrání, zejména v horní části stěny.

Práčata 56a

Generelní směr sklonu stěny 216°.

Skalní stěna za domem Práčata 56a je rozčleněna terasou ve výšce cca 2 m, přičemž horní část výšky 5 m je vytvořena ve sklonu 70° ve zvětralém granodioritu prostoupeném sítí rozevřených puklin, jimiž prorůstají kořeny akátů. Jak je patrné z fotodokumentace (str.3.16, příloha 3), skalní stěna je postižena značným opadem zvětralých horninových úlomků

Jako celek je však stabilní.

Práčata 58

Generelní směr sklonu stěny 203°.

Skalní stěna za tímto domem nebyla dosud stabilitě posuzována. Při šetření dne 17.4.2013 bylo zjištěno, že pata svahu se nachází nad úrovní podlahy sklepa ve výši 3,5 m a svah je zajištěn částečně pletivem proti opadu drobných úlomků do prostoru dvora. Skalní stěna, jež dosahuje výšky cca 8 m, je vytvořena v silně zvětralém granodioritu prostoupeném hustou sítí puklin. Tím dochází k značnému opadu drobných úlomků hromadících se v záchytném prostoru. Generelní sklon stěny je nepatrně strmější než sklon ploch hlavního odlučného systému (58°), jehož směr sklonu je nepříliš odlišný od směru sklonu stěny. Charakter stěny i částečné opatření proti padání úlomků horniny do prostoru dvora ukazují obrázky na straně 3.17 v příloze 3.

Stěna se nachází v indiferentním stavu rovnováhy, vyžaduje proto opatření pro zvýšení míry stability.

Práčata 60

Generelní směr sklonu stěny 206°.

Rovněž skalní stěna za domem Práčata 60 nebyla dosud posuzována s hlediska její stability.

Při patě stěny je vystavěn přístřešek a zeď výšky 1,6 m, na níž navazuje částečně zasutěný sklonu 30° – 50°. Svah ve východní části je strmější, takže zde má již charakter skalní stěny. Horninový masiv je tvořen granodioritem ve značném stupni zvětření. Je prostoupen hustou sítí diskontinuit – puklin většinou rozevřených, a řádově v centimetrech. Jak je patrné z panoramatického snímku v příloze 3 na str. 3.18, úlomky opadávající ze stěny dosahují velikosti až 20 cm.

Jako celek je stěna stabilní, vyžaduje však opatření proti opadu drobných úlomků horniny.

4. Řešení stability

Obdobně jako při minulém posuzování skalních stěn v roce 2003 bylo cílem stabilitního řešení stanovení stabilních sklonů stěny v jednotlivých úsecích a případně zjistit míru stability jednotlivých bloků uložených ve stěně. Byly použity stejné metody, pouze byly změněny jejich grafické výstupy.

Použité metody jsou určeny pro řešení stability nízkých stěn považujících horninový masiv za soustavu tuhých bloků oddělených plochami diskontinuit, v nichž při vyčerpání stability dochází k destruktivnímu pohybu.

Sklon stabilní stěny byl stanoven výpočtem Rothovou metodou vycházející z předpokladu, že stěna se udrží v maximálním sklonu, protínají-li její líc nejnepříznivější odlučné plochy strmější než jejich úhel tření právě v jejich spádnících. Při nižším sklonu diskontinuit než jejich úhel tření se dále stanoví stupeň bezpečnosti části masivu uložené nad uvedenou diskontinuitou.

Pro řešení stability horninových bloků uložených v úžlabí byla použita metoda založená na prostorovém rozkladu výslednice působících sil na blok (v řešených případech pouze vlastní tíha bloku) do směrů normál úložných ploch a směru jejich průsečnice. Výsledkem je určení stupně bezpečnosti proti pohybu po průsečnici, v případě nedostatečné míry stability se stanoví stabilní sklon skalní stěny obdobných způsobem jako v předchozí úloze.

Stabilitní řešení se neuskutečnilo v úsecích, kde nebyly měřeny orientace odlučných ploch jednak z důvodu nepřístupnosti skalní stěny, jednak v případě proběhlé sanace. Jedná se o stěny za domy Práčata 24, 32, 48 a 50.

Jednotlivé výpočty včetně vstupních údajů jsou uvedeny v příloze 5. Přehled výsledků uvádí následující tabulka:

Stabilní sklony skalní stěny*Tabulka 1*

Úsek stěny příslušné domu	Současný sklon stěny [°]	Stabilní sklon stěny [°]
Práčata 16	45 – 68	47; 71
Práčata 22	45	53
Práčata 30	40 – 80	77
Práčata 36	62	60
Práčata 38	48 – 63	49; 55
Práčata 40	55	75
Práčata 42	70	55
Práčata 44	48 – 70	75
Práčata 46	55	40; 56
Práčata 52	50 – 85	56
Práčata 54	75 – 80	80
Práčata 56	64	65
Práčata 56a	70	38; 70
Práčata 58	58	32; 57
Práčata 60	30 – 50	64

Stabilita bloků uložených v úžlabí byla řešena ve dvou případech, a to ve stěně za domy Práčata 46 a Práčata 58. V obou případech byly zjištěné nestabilní bloky, a proto byly následně stanoveny sklony stabilní stěny, které však byly vždy větší než sklony stanovené Rothovou metodou uvedené v tabulce 1.

5. Doporučená sanační opatření

Jak ukázaly stabilitní výpočty, vypočtené stabilní sklony líce stěny se většinou neodlišují od skutečných sklonů skalní stěny. Přitom i v jednotlivých úsecích byly zjištěny značné rozdíly dané prostoupením různě orientovaných odlučných ploch. Skalní masiv se tedy nachází ve stavu blízkém indiferentní rovnováze, při němž při zhoršení stabilitních poměrů může dojít k sesuvnému pohybu větší kubatury horniny.

Další, v současnosti závažnější problém, je postupné zhoršování pevnosti horninového masivu, jehož důsledkem je rozevírání spár a opadávání drobnějších úlomků horniny ze stěny. Tento případ nestability se projevuje po celé délce posuzované stěny (vyjma úseků, kde sanace již proběhla).

Stěny za domy Práčata 32, 48 a Práčata 50 byly již sanovány, u stěny za domem Práčata 50 doporučujeme doplnit betonovou vrstvu na malém odkryvu horniny ve vrstvě betonového nástřiku.

Pro sanaci skalní stěny na vyšetřované lokalitě jsou vhodná následující opatření:

1. Úprava líce skalní stěny

Toto opatření doporučujeme provádět pouze v nezbytně nutné míře vzhledem k omezeným možnostem odvozu odloučeného materiálu přes souvislou zástavbu v ulici Práčata vyžadujícím často značný podíl ruční práce. Ze stěny je zapotřebí odstraňovat pouze uvolněné

úlomky a výjimečně menší horninové bloky, které by mohly ohrožovat bezpečnost pracovníků při realizaci dalších sanačních opatření. S tím souvisí odstraňování materiálů ze záchytných prostorů, které rovněž doporučujeme provádět v minimálním množství. Nedoporučujeme odstraňovat větší objem než 1 m³ z jednoho úseku příslušnému k jednotlivým domům.

Z líce je nutno v omezené míře odstraňovat i rostlinný kryt, a to jen v případech, kdy kořeny zarůstají do spár ve skalním tělese, což způsobuje jejich rozevírání a tím rozvolňování povrchové vrstvy skalního tělesa. Rostlinný kryt je rovněž nutno odstranit tam, kde by tvořil překážku pro další sanační opatření (např. ochranné sítě – viz následující odstavce).

2. Ochranné sítě

Ochranné sítě slouží proti opadu drobných úlomků horniny a menších horninových bloků. Jako nejvhodnější se jeví překrytí líce stěny ochrannou ocelovou sítí s protikorozní úpravou přichycenou krátkými tyčovými kotvami (0,5 – 1 m dlouhými) k líci skalní stěny. Delší životnosti tohoto opatření se dosáhne překrytím líce stěny vrstvou stříkaného betonu, v níž je nutné vytvořit trubní prostupy umožňující odvodnění při případném zavodnění horninového masivu. Z estetických důvodů toto sanační opatření není příliš vhodné, je vhodnější na líc stěny opatřený sítí aplikovat hydroosev.

Sítě doporučujeme uplatnit i tam, kde záchytné prostory za přístavěnými zdmi jsou již vyplněny, a to i když skalní stěny jsou porostlé křovinami i stromy.

Ochrannou kotvenou sít' doporučujeme upevnit na líc stěny za domy Práčata 30, Práčata 36, Práčata 38, Práčata 46, Práčata 56 a 56a, Práčata 58 a Práčata 60.

3. Palisádová stěna

Další možností je vybudování palisádové stěny předsazené před patou stěny tak, aby za ní vznikl dostatečně objemný záchytný prostor. Aby bylo možno záchytný prostor čas od času vyprazdňovat, je třeba, aby ochranná stěna byla snadno rozebíratelná – je proto vhodné ji konstruovat ze svislých ocelových I-profilů, mezi jejichž příruby se vkládají dřevěné trámy, které takto lze snadno ze stěny demontovat vysunutím vzhůru.

Palisádovou stěnu doporučujeme vybudovat tam, kde skalní stěna je již částečně porostlá keřovým nebo stromovým rostlinným krytem, tj. za domy Práčata 16, Práčata 22, Práčata 40, Práčata 44. U domů Práčata 24, Práčata 30, Práčata 48, Práčata 52 a Práčata 54 funkci palisádové stěny zastávají obvodové zdi přístaveb při patě stěny.

4. Kotvení skalního tělesa

Nejhorší situace z hlediska stability je za domem Práčata 42, kde současný sklon skalní stěny značně převyšuje sklon stabilní. Stěnu je proto nutno zabezpečit pomocí kotvení delšími tyčovými nebo lanovými kotvami s kořeny umístěnými do stabilní části masivu. Líc stěny je nutno rovněž opatřit ochrannou sítí.

Větší horninové bloky, které zůstaly po očištění ve stěně a jejichž míra stability není uspokojivá, doporučujeme rovněž přikotvit. Pro kotvení jsou vhodné tyčové kotvy.

Přehled sanačních opatření uvádí následující tabulka 2

Doporučená sanační opatření*Tabulka 2*

Úsek stěny příslušné domu	Sanační opatření
Práčata 16	Palisádová stěna
Práčata 22	Palisádová stěna, kotvení jednotlivých bloků
Práčata 24	Případně vyčistit záchytný prostor
Práčata 30	Ochranná síť
Práčata 32	Sanováno ochrannou sítí
Práčata 36	Ochranná síť
Práčata 38	Ochranná síť
Práčata 40	Palisádová stěna
Práčata 42	Kotvení skalního tělesa + ochranná síť
Práčata 44	Palisádová stěna
Práčata 46	Ochranná síť
Práčata 48	Sanováno
Práčata 50	Sanováno, pouze doplnit část betonového krytu
Práčata 52	Ochranná síť
Práčata 54	Ochranná síť
Práčata 56	Ochranná síť
Práčata 56a	Ochranná síť
Práčata 58	Ochranná síť
Práčata 60	Ochranná síť

6. Závěr

Uskutečněné šetření mělo za cíl posoudit stav skalní stěny za 19 domy v ulici Práčata v Brně-Bosonohách. Šetřením bylo zjištěno, že na dvou úsecích již sanace proběhla a pro zajištění stability stěny jsou realizovaná opatření vyhovující.

Stav skalního masivu ve srovnání se stavem v roce 2003 je z hlediska stability v některých úsecích nezměněn, většinou však v důsledku zvětrávání hornin je zhoršen – je více rozvolněn, čehož důsledkem je opadávání horninových úlomků ze skalní stěny ohrožující tak dvorní prostory domů v předpolí stěny,

Je proto nezbytně nutné v co nejkratší době přistoupit k sanaci stěny použitím uvedených sanačních opatření. Pro vypracování projektu je nutné předpokládané sanované prostory zaměřit.

Vzhledem ke složitosti řešené problematiky doporučujeme další geotechnickou spolupráci jak ve fázi projektové přípravy, tak i při vlastní realizaci sanačních opatření ve formě geotechnického sledu.

V Brně dne 31. května 2013.