

PROBLÉMY SVAHOVÝCH DEFORMACÍ PŘI REALIZACI OBYTNÝCH BUDOV V BRNĚ - MEDLÁNKÁCH

A PROBLEMS OF THE SLOPE INSTABILITY DURING THE REALIZATION OF BLOCKS OF FLATS IN BRNO - MEDLÁNKY

Ivan Poul¹, Stanislav Štábl²

Abstract

In the locality of Brno - Medlánky started construction of several blocks of flats. Account on the construction came into existence slope instability of the Neogene high rounded clay, which endangers structure of the buildings.

Key words

Clay, Neogene, slope instability, foundation, building, slice

1 ÚVOD

V lokalitě Brně - Medlánky započala stavba několika vícepodlažních obytných budov. Během výstavby došlo ke stabilitnímu porušení neogenních vysoceplatických jíílů za vzniku plošného sesuvu, který ohrožoval další výstavbu. Ke svahovým deformacím došlo zejména z důvodu nevhodné koncepce postupu zemních prací při výstavbě; nevhodný postup navrhl inženýrsko-geologický průzkum. Rozsáhlý plošný sesuv byl posléze částečně sanován avšak přes to došlo k „vytečení“ jíílů ze základové spáry, tak že se části defakto domů (objekt C) ocitly ve vzduchu (viz obr. 1). Výstavba i nadále pokračuje v sousedství již realizovaných budov, kde se investor snaží popsáním haváriím vyvarovat.

1.1 Geologická situace

Studovaná lokalita se nachází v zájmovém území severozápadně od města Brna na okraji městské části Brno – Medlánky, poblíž ulice Azurová. Geomorfologicky území leží na styku Brněnské kotliny a Řečkovicko-Kuřimského prolomu. Terén je mírně svažité, nadmořské výšky se pohybují v rozmezí 220 – 270 m n.m.

Ze znalosti geologie Brna a dřívějších geologických výzkumů se v místě stavby vyskytuje několik typů hornin. Nejstarší horniny tvoří vyvřeliny brněnského masivu (granity, granodiority a metabazity, stáří ± 600 MA), které tvoří nestlačitelné skalní podloží (Misař a kol. 1983). Mladší horniny lze rozdělit podle geneze na mořské a kvartérní (+ zvětraliny).

¹ Ivan Poul, Mgr., Vysoké učení technické v Brně, FAST, Ústav geotechniky, Veveří 95, 602 00 Brno, geolcz@yahoo.com

² Stanislav Štábl, Ing, SG Geoprojekt, s.r.o., Šumavská 33, 602 00 Brno, stabl@geoprojekt.cz

Mořské přiřazujeme k sedimentům náležejícím k mořské záplavě (spodní baden ± 15 MA), která uložila sedimenty v tzv. karpatské předhlubni. V místě staveniště se jedná o vápnité jíly (F7 / F8), které zde tvoří okrajové části dochovaného sedimentárního pokryvu.



Obr. 1) Pohled na základovou spáru jednoho z vícepodlažních domů (došlo k „vytečení“ jílu v místě základové spáry) (Štábl, Vlček a Poul 2005).

V místě stavby lze mocnosti mořských sedimentů odhadnout na cca 50 m.

Kvartérní sedimenty jsou tvořeny především málo mocnými vrstvami spraší (F6 CV), sprašových hlín (F6 – F7) a zvětralín neogénních jílu (F7 MV – F8 CV). Mocnosti spraší a sprašových hlín jsou omezené, naopak mocnost zvětalínového pláště neogénních jílu je prozkoumána na cca 5 - 8 m (Štábl, Vlček a Poul 2005).

Z hydrogeologického hlediska jsou mořské vápnité jíly hodnoceny jako izolátory. Výjimky tvoří sádrovcové a vápnité proplástky ve zvětralínovém plášti, které jsou zvodnělé – propustnost je zde puklinová a průlinová (Poul a Štábl 2005).

1.2 Inženýrsko-geologický průzkum a jeho dopady

Na základě nepřesných vstupních informací bylo inženýrsko-geologické zhodnocení Grünwalda (2003) základových poměrů chybné. Základové poměry byly ohodnoceny jako jednoduché, staveniště bylo zahrnuto do 2. geotechnické (GT) kategorie, z čehož vyplynuly další nedostatky a problémy. Bylo navrženo nevyhovující založení budov a postupy zemních prací. Byly provedeny pouze indexové laboratorní zkoušky, zbývající parametry (c_u , c_{ef} , ϕ_u , ϕ_{ef} , E_{def}) byly „odhadnuty“ na základě výsledků lehké dynamické penetrační zkoušky. Bylo doporučeno plošné založení objektů. Pažení stavebních jam bylo navrženo od hloubky 1,2 m od stávajícího terénu, dočasné svahování stavebních jam bylo navrženo v poměru 1:2 (do hloubky 3 m).

Z důvodu nesprávně stanovených parametrů byl nevhodně navržen postup zemních prací a sklony svahů. Z uvedených důvodů došlo ke smykovému porušení polygenních jílu (viz. kap. 1.3).

1.3 Geotechnické poměry

Nedostatečně provedený inženýrsko-geologický průzkum byl doplněn o další poznatky a geotechnické parametry (Štábl, Vlček a Poul 2005), ze kterých vycházejí následující parametry.

Jíl polygenního původu

Mocnost vrstev zeminy se pohybuje v intervalu 5 – 8 m. Popisovaná vrstva je tvořena zvětralínovým pokryvem, který vznikl degradací, sesouváním a přeplavováním exhumovaných partií neogenních sedimentů – vápňité jíly. Z průzkumných sond a laboratorních analýz vyplývá, že zemina je tuhá až pevné konzistence, dle ČSN 73 1001 se jedná o zeminu třídy F7 indexu MV. Mocnost tohoto typu zeminy se pohybuje v rozmezí 5 – 8 m. Z pozorování „in situ“ se konzistence zeminy občasně jeví jako měkká, ba dokonce až kašovitá - je velmi závislá na prohnětení a průsakům vody. Vlhkost zeminy se pohybuje kolem 35 % (další parametry viz tab. 1).

Ve vrtných jádrech byly popsány partie tvořené z velké části minerálem sádrovcem ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), často byly také zjištěny vápňité konkrce (CaCO_3). Polohy konkrce často vykazují vysokou vlhkost a značně snižují rigiditu sedimentu, sádrovec se z pravidla vyskytuje s vodou. Jeho mechanické vlastnosti jsou velmi „příznivé“ pro vznik svahových deformací - je měkký destičkovitě odlučný a tudíž velmi kluzký. V partiích polygenního jílu dochází ke vzniku svahových deformací; smykové plochy jsou tvořeny především sádrovcovými a vápňitými polohami.

| Tab. 1) Zjištěné geotechnické vlastnosti pro jednotlivé vrstvy | | | |
|---|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| parametr | jednotka | polygenní jíl (0 - 5,5 m) | jíl vápňitý (5,5 - 20 m) |
| vlhkost | (%) | 36 | 36,2 |
| ČSN 73 1001 | | F7 CV | F8 MV |
| ČSN 73 1001 | | 2 – 3 | 2 – 3 |
| γ | (kg /m ³) | 21 | 21 |
| ν | | 0,4 | 0,4 |
| β | | 0,47 | 0,47 |
| ϕ_u | (°) | 0 | 0 |
| c_u | (MPa) | 0,108 | 0,272 |
| ϕ_{ef} | ° | 24,2 | 25,4 |
| c_{ef} | (MPa) | 0,022 | 0,0335 |
| $\phi_{reziduální}$ | ° | 12,1 | 14,5 |
| $c_{reziduální}$ | (MPa) | 0,02 | 0,012 |
| optimální vlhkost | w_{opt} | 31% | - |
| opt.hustota | ρ_d | 1400 | - |

Jíl vápnný – neogenní

Pod označením neogenní jíl je míněna zemina pevné konzistence, barva se pohybuje v odstínech zelenošedé až modré barvy. Jíl F7 MV až F8 CH/CV, bývá rovněž často smouhovaný, občasně se vyskytují i proplátky písku (horizontálně uložené).

Vlhkost zeminy je neznatelně nižší než dříve popisovaná vrstva polygenních jíílů, plasticita je vysoká až velmi vysoká (blíže viz Fojtík 2005). Tuto zeminu lze charakterizovat jako zkonsolidované relativně „únosné“ podloží (geotechnické parametry jsou uvedeny v Tab.1). Mocnost jíílů v místě staveniště může být odhadnuta na cca 50 m.

2 GEOTECHNICKÁ OPATŘENÍ PRO REALIZACI OBYTNÝCH SOUBORŮ

Během výstavby došlo k porušení stability svahu, který je tvořen neogenními vysoce plastickými jíily (F7 MV), za vzniku rozsáhlého plošného sesuvu. Tento sesuv začal ohrožovat výstavbu obytných domů; započala sanace sesuvu. Výstavba nadále pokračuje v sousedství realizovaných budov a sanovaného sesuvu.

2.1 Návrh zakládání staveb a další výstavba

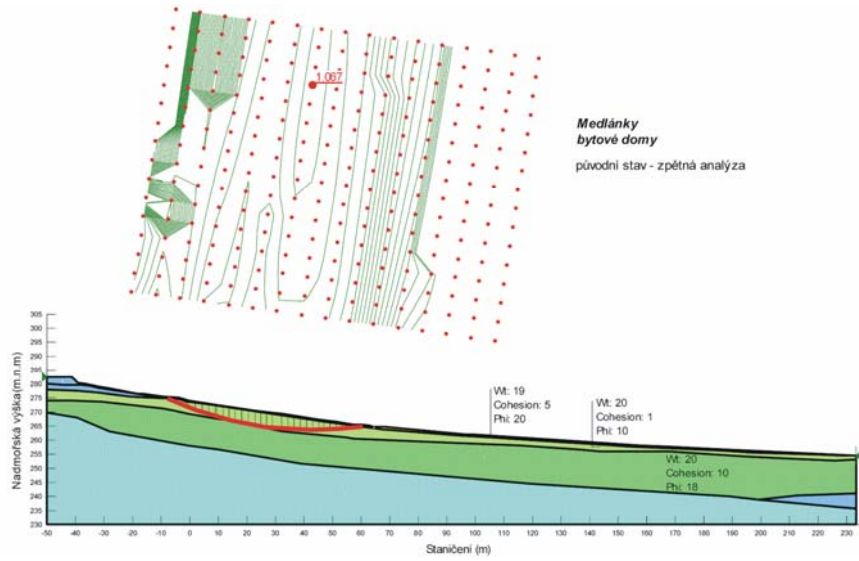
Zakládání budov bylo nutné provádět v zajištěné stavební jámě (např. larsenová stěna či záporové zajištění). Výstavba objektů by měla probíhat od spodních částí. Způsob provedení zakládání objektů musí být proveden s přehodnocením vlivu namáhání pilot jako hlubinných prvků zakládání.

Je očekáváno dlouhodobé dotvarování a sedání budov, je nutné realizovat veškeré drenážní, vodovodní a kanalizační sítě v plastu se svařovanými spoji. V případě použití materiálů jako je beton či kamenina pro vodovodní a kanalizační sítě, panuje riziko poškození těsnosti i vedení sítí v rozmezí již 3 let. Vlivem únosnosti a stability základových púd a změny napjatosti základových púd může vzniknout nerovnoměrné sedání budov – jejich statické ohrožení.

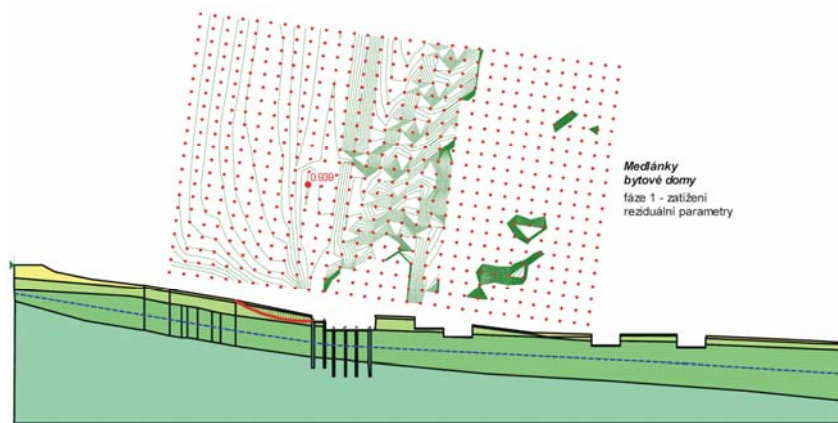
2.2 Stabilitní opatření

Jako vhodného postupu stabilizace lokality je vhodný technologický postup provádění zemních prací, zakládání a výstavby objektů a případné provedení horizontálních vrtů pro odvodnění rizikových partií svahu nad objekty hloubkách cca 3 – 5,5 m.

Pro eliminaci svahových porušení je však nutné stanovit přesný a bezpečný technologický postup výstavby obytných domů. Při vhodně a řádně provedeném postupu výstavby, dojde pouze k lokálním poruchám a deformacím. Vyloučit však rozsáhlejší poruchu svahu však nelze, jelikož nejsou zatím známy přesné a veškeré podmínky stavu svahu a jeho podloží. Při realizaci výstavby nevhodným postupem může dojít ke vzniku poruchy jako u objektu C. Musí být přehodnocena realizace všech přípojek inženýrských sítí s ohledem na očekávané sedání objektů cca v rozmezí 6 – 18 cm, dle lokálních podmínek (Štábl, Vlček a Poul 2005).



Obr. 2) Stabilitní posouzení svahu před výstavbou, byla použita data získaná inženýrsko-geologickým průzkumem, stupeň stability 1,067 (zpětná analýza).



Obr. 3) Stabilitní posouzení svahu během realizace zemních prací, stupeň stability je 0,939.

3 ZÁVĚR

Na základě posouzení geologa byla chybně zvolena 2. geotechnická kategorie – byly provedeny pouze indexové zkoušky, základová půda byla posouzena pouze na 1. mezní stav. Vzhledem ke špatným geotechnickým vlastnostem neogénních jílů a chybně koncipovaným zemním pracím došlo ke vzniku sesuvu, který nadále ohrožoval výstavbu obytných budov.

Rozsáhlý plošný sesuv byl částečně sanován nad skupinou obytných budov kotvenou pilotovou stěnou (vrtané piloty \varnothing 60 cm). Další dílčí sesuvy byly sanovány štětovnicovou stěnou typu Larsen, jiné sesuvy byly částečně odbagrovány. Ke zvýšení stability současně dojde přitížením paty svahu dalšími hlubinně založenými konstrukcemi.

Ke zvýšení stability bude dále nutné odvodnit nestabilní svah a zajistit účinnou a funkční kanalizaci a další inženýrské sítě.

Literatura

- [1] FOJTÍK, K. *Brno – Nové Medlánky, obytný soubor – část A, sanace sesuv: MS, IGP.* Brno. 2005.
- [2] GRÜNWARD, Z. *Inženýrsko geologický průzkum pro bytové domy Brno – Medlánky: MS, HIG geologická služba.* Brno. 2003.
- [3] MÍSAŘ, Z. a kol. *Geologie ČSSR – Český masív: SPN.* Praha. 1983.
- [4] POUL, I. a ŠTÁBL, S. *Brno – Nové Medlánky – obytné soubory, zpráva o provedené analýze loklity: MS, SG Geoprojekt, s.r.o.* Brno. 2005.
- [5] ŠTÁBL, S., VLČEK, P. a POUL, I. *Brno – Nové Medlánky – obytné soubory, závěrečná zpráva doprůzkumu: MS, SG Geoprojekt, s.r.o.* Brno. 2005.

Recenzoval:

Ing. Lumír, Miča, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, FAST, Ústav geotechniky, Veveří 95, 602 00 Brno, mica.l@fce.vutbr.cz