

SANACE SVAHŮ V AREÁLU KRÁLOPOLSKÉ CIHELNY BRNO

Ing. Petr Svoboda, Ph.D.

KELLER – speciální zakládání spol. s r.o., Pobočka Brno

Ing. Július Mojžiš

KELLER – speciální zakládání spol. s r.o., Pobočka Brno

Slope Stabilisation in the Brick Plant Královo Pole Brno

The business centre Carrefour was finished in the area of former brick plant Královo Pole Brno in the year 2004. The redevelopment of the neighbouring slopes which could in the case of their unstableness endanger the business complex was the first and essential step. It is well known Brno locality with historical slide effects which is notably disturbed by brick clay mining. Authors of this article looked over the whole evolution of this action – design of the solution, engineering-geological investigation, project documentation and realization of the construction including monitoring.

1. POMĚRY V LOKALITĚ

Území stavby se nachází v areálu bývalé cihelny v Králově Poli v současnosti již areálu obchodního centra Carrefour Brno. Byť je daná lokalita již několik desítek let postupně stavebně využívána (zastavována), z geotechnického hlediska byla v minulosti vždy vnímána jako nevhodná pro stavební účely. Těžbou cihlářské hlíny do 80.let minulého století a s ní spojenými i následnými sanačními úpravami byly postupně vymodelovány svahy s převýšením až 30 m, které bylo možno z hlediska jejich stability označit za dlouhodobě labilní, značně porušené a tedy problematické pro výstavbu. Především svah na východní straně byl postižen rozsáhlým fosilním sesuvem, rozděleným do mnoha dílčích, které z důsledků klimatických a antropogenních vlivů opakovaně procházely stavem mezní rovnováhy (viz foto č.1). Důvodem byly samotné charakteristiky přítomných zemin (viz. níže) a rovněž způsob jak byla vedena těžba resp. úpravy, jež měly tyto důsledky zahladit.

Při získávání cihlářské suroviny byly paty svahů podkopávány do hloubek kde se vykytoval jíly neogenní jíly, jenž sloužil jako ostřívo a kvartérní (povrchové) jíly se pak gravitací přibližovaly k těžícím mechanismům. Sesuvy tak byly v podstatě uměle vyvolávány, hluboké výkopy pak byly plněny přesunutou zeminou nebo odpadem z cihelny či okolí.

Po zakoupení pozemků společností Carrefour pak tato zahájila roku 2000 zahlazování následků těžby se smíšenými výsledky. Projevy sesuvu i nadále postihovaly svah – zátrhy hluboké až 3,0 m apod., respektive oblast pod patou vykazovala deformace a boulení užívaných zpevněných ploch.

2. POPIS GEOMETRIE SVAHŮ

Inženýrskogeologický průzkum v roce 2001 ověřil přítomnost tuhých, místy měkkých kvartérních jíly mocnosti až 10 m, hlouběji pak neogenní jíly tuhé (mocnosti cca do 3,0 m) a pevné konzistence. Jíly se vyznačují vysokou plasticitou, vysokou pórovitostí, výrazným podílem prachovitých částic a nízkou objemovou hmotností. Z rozsáhlé antropogenní činnosti

byly charakteristické i vrstvy nebo zásypy cihlářského odpadu apod.. Podzemní voda byla nakumulována právě v polohách navážek nebo se vyskytuje jako nepravidelný průsak či přítok po vrstvě neogenního jílu.

Výpočty stupně stability svahů při zavedení odvozených reziduálních parametrů zemin a potencionálních smykových ploch dosahujících hloubky max. 10 m. se v souladu s realitou pohybovaly mezi hodnotami 0,9 až 1,0. Tato hodnota je ještě nižší v případě mělkých smykových ploch tzn. v povrchových vrstvách do hloubky cca 6,0 m a při větších sklonech terénu než cca 12°. Minimální reziduální hodnota úhlu vnitřního tření ϕ je cca 7°.

Dle investorem a generálním projektantem požadované dispozice obchodního centra Carrefour neskýtal tento stav stabilitu svahu po dobu výstavby i v budoucnu bez náročných sanačních opatření.

3. KONCEPCE A POPIS ŘEŠENÍ

Základním požadavkem na projekt bylo uvedení svahů do stabilního stavu a zachování tohoto stavu i po výrazném zásahu (zářezu) do stávající paty svahu, který vyplýval z požadované dispozice ploch obchodního centra. Stabilita upravených figur svahu s navrženými konstrukcemi byla ověřena geotechnickými výpočty při zavedení dvojnásobných aktivních (sesuvných) sil tzn. s dvojnásobnou bezpečností. Rovněž tak byl kladen důraz na efektivitu řešení a vizuální dojem odpovídající požadavkům architektonického záměru v celém areálu (viz obr.1 – Situace).

Koncepce řešení vycházela z potřeby dokonale odvodnit svahy resp. zabránit nadměrnému vsakování vody do zemního masivu. Proto jsou svahy chráněny proti účinkům vody systémem povrchového, podpovrchového odvodnění a zatravněním povrchu. Na svazích se vybudovaly dlážděné rigoly páteřních skluzů (po spádnicí) do nichž jsou napojena žebra-rigoly („po vrstevnici“) o mírnějším sklonu. Tento systém zajišťuje rychlý sběr a „organizované“ odvedení povrchových vod ze svahu. Z průzkumu a pozorování bylo možné označit pravděpodobná místa s nakumulovanou vodou v hlubších partiích (smyková plocha). Tyto vody byly a jsou odváděny horizontálními odvodňovacími vrty délky 30 až 75 m vrtanými z prostoru současného suterénu objektu Carrefour. Obě odvodňovací vedení jsou v patě svahů zaústěny do centrálního kanalizačního systému areálu.

Dále řešení spočívalo v úpravě sklonu svahů, tedy odlehčení jejich koruny okopem do hloubky až 4,0 m resp. přitížení paty svahu přesypem (zásypy) mocnosti až 7,0 m. Upravené sklony svahů neměly přesahovat hodnotu 12°. Povrch svahů byl neprodleně kultivován a oset speciálním travním semenem. V prostoru původně bezodtokých ploch, jež podmáčely trvale paty svahů byly odčerpány statické vody, odstraněny vrstvy bahna a zhotoveny drenáže.

Vzhledem ke značnému zaříznutí plochy obchodního centra do paty svahu (i 40 m při výšce až 6 m) bylo nutné dokonale zabezpečit její stabilitu vhodnou zárubní konstrukcí. Tato konstrukce ve východní části (stěna I) délky cca 200 m je navržena pomocí tuhého železobetonového rámu vytvořeného z vrtaných pilot jako stojek a trámce jako příčle (viz obr.2 – Příčný řez).

Vrtané železobetonové piloty $\phi 1220$ mm délky 12 až max. 16,5 m jsou rozmístěny šachovnicově ve dvou řadách o osových vzdálenostech 2,5 až 3,0 m. Železobetonový trámec byl vybudován následně systémem „zig-zag“ o průřezu 1,4 x 1,0 m a spojuje hlavy všech pilot. Piloty jsou vetknuty do pevného neogénu zajišťujícího dostatečný pasivní odpor. Konstrukce umožňuje prostup a pronikání vody bez zvýšení hydrostatického tlaku na stěnu a je umístěna pod úrovní upraveného terénu resp. je zcela zasypána.

K rychlejšímu odvedení vody z prostoru paty svahu slouží před stěnou vytvořený drenážní systém (šachty, vpusti a drenážní péra). Tento se skládá z příčných pěr a podélné drenáže v patě zdi a jímá veškerou vodu podzemní nebo srážkovou v prostoru paty svahu. Líc paty svahu ve sklonu cca 45° je pak obložen gabiony na výšku až 8 m, které jej chrání proti promrzání a deformacím. Toto řešení umožňuje prosakování vody před líc stěny aniž by byla ovlivněna její životnost a rovněž je velice variabilní pro případ jakýchkoliv dodatečných úprav (statické, dekorační apod.). Gabionové koše jsou uloženy na patní drenáži o směrem vzhůru klesající tloušťce z 1,5 až na 0,5 m pro východní stěnu resp. ze 2,0 až na 1,0 m pro jižní. Koše jsou vzájemně spojovány vázáním a jako výplň košů bylo použito přírodní kamenivo s minimální frakcí 60 mm. Do gabionové stěny jsou pravidelně zakomponovány příčné kaskádové skluzy pro svedení vody z korunního rigolu (viz foto č.2).

V jižním úseku vzhledem k jednodušším stabilitním poměrům byla použita pouze gabionová tížní zárubní stěna délky cca 150 m. Pouze v úseku fosilního sesuvu jsou pod její patou vrtané železobetonové piloty $\phi 750$ mm délky 7,0 m v jedné řadě s osovou vzdáleností 1,5 m. V úseku mezi oběma stěnami je vzhledem k dispozici navrhovaného areálu postačující pouze zemní přísyp v přípustném sklonu do 15°.

4. MONITORING

Po inženýrskogeologickém průzkumu (2001) do zahájení realizace (2003) a po dobu vlastní realizace až dosud monitorovali autoři „geotechnický vývoj“ v lokalitě. Do vybudování a provedení sanačních konstrukcí a opatření bylo možné sledovat sesuvný proces na měřických (geodetických) bodech. Vektorový posun některých bodů činil za jeden rok až 70 cm. Byla jednoznačně potvrzena souvislost intenzity sesuvných procesů s větším množstvím srážek a nedostatečným odvodněním paty svahů (hromadění vody v bezodtokých plochách). Při provádění horizontálních odvodňovacích vrtů byly odvedeny hektolitry statických podzemních vod a dlouhodobý průtok v současnosti kolísá mezi decilitry až litry za minutu. Při výkopech se vlivem nízké smykové pevnosti jílu okamžitě aktivovali nové i fosilní smykové plochy. Po dokončení všech nezbytných konstrukcí a úprav nejsou již projevy deformací viditelné.

Pro další období je připraven soubor bodů na svahu a v patě gabionového obkladu pro geodetické sledování a rovněž tak 3 kusy inklinometrických vrtů osazených v pilotách patní železobetonové konstrukce. Tato měření budou dle výsledků provozována po dobu nezbytně nutnou min. 1 rok. Rovněž tak důležitým faktorem monitoringu bude i nadále sledování množství jímaných vod z odvodňovacího systému.

5. ZÁVĚR

Společnost Carrefour zadala na základě výběrového řízení v rámci výstavby obchodního centra sanaci svahů v areálu bývalé cihelny v Králově Poli v Brně firmě KELLER. Tyto svahy se vyznačovali vysokou labilitou. Sanace byla úspěšně realizována v roce 2003 až 2004 prostřednictvím souboru opatření. Maximální možné odvodnění svahů přineslo snížení pórových tlaků a zvýšení tření v predisponovaných smykových plochách. Ke zvýšení stupně stability přispěly statické patní konstrukce a úprava geometrie svahů.

Byl sestaven podrobný monitorovací systém. V rámci užívání areálu je třeba věnovat pozornost dokonalé revizi funkčnosti případně úpravě odvodňovacích systémů a konstrukcí tak, aby byl zajištěn bezproblémový odtok veškerých najímaných vod, aby tato voda nepronikala dále do zemních těles a nehromadila se zde. Rovněž tak, bude třeba obnovit

zatravnění nechráněných svahových ploch. Pro ozelenění svahů se uvažuje s využitím dřevin s hlubokým kořenovým systémem a s větší schopností absorpce vody, aby byl svah zpevněn a voda maximálně „využita“.



Foto č. 1



Foto č. 2