

Základová jama Mirage v Žiline

Mirage Shopping Center Žilina, podľa staršieho názvu Hrad, je situovaný v historickej časti mesta Žilina, hneď vedľa Farských schodov a námestia Andreja Hlinku. Článok sa zameriava na technológie špeciálneho zakladania použité na zabezpečenie výkopov stien stavebnej jamy Mirage, a to jej prvej a druhej etapy, na navrhované riešenie, realizáciu a monitoring. Paženie stien stavebnej jamy bolo zabezpečené pomocou konštrukcie kotvovej podzemnej pilótovej steny, kotvovej záporovej steny a klincovaním so striekaným betónom v jej druhej etape.

Zatiaľ čo prvá časť tohto obchodného domu pri Farských schodoch je tesne pred dokončením, na druhej etape momentálne dodávateľská firma realizuje nosnú železobetónovú konštrukciu. Investorom projektu je Mirage Shopping Center, a. s. Realizácia prvej etapy projektu pri Farských schodoch sa začala výkopom stavebnej jamy v roku 2008. Výkop stavebnej jamy druhej etapy pri Námestí Andreja Hlinku sa začal v marci tohto roka.

Návrh paženia vychádzal z požiadavky hornej stavby, inžinierskogeologických pomerov, morfológických pomerov a okolitej zástavby. Projekt paženia spracoval tím pracovníkov firmy Geotechnik SK, s. r. o. Dodávateľom paženia stavebnej jamy prvej aj druhej etapy je firma Tubau, a. s. Stavebný dozor investora zabezpečovala firma ENG2 SR, spol. s r. o.

Inžinierskogeologické pomery

Z geologického hľadiska je územie staveniska budované terciérnymi horninami paleogénneho veku (vnútrokarpatský paleogén – Žilinská kotlina), ktoré sú reprezentované súvrstvím pieskocov a ílovcov. Ílovce sú v povrchovej zóne úplne zvetrané až na íl. Paleogénne podložie je v lokalite prekryté kvartérnymi sedimentmi, ktoré sú zastúpené hlavne antropogénnymi sedimentmi – navážkami (rôznej mocnosti). Tie sú buď nasy-

pané na fluviálne sedimenty, alebo ich nahádzajú.

Povrchovú vrstvu paleogénneho podložia tvorí elúvium – ílovec úplne zvetraný mocnosti 0,60 až 1,30 m a následne ílovec silne zvetraný s hrúbkou vrstvy 4,0 až 8,30 m, ktorý má zemitý vzhľad, je sivej farby so zachovalou bridličnatou až laminovanou textúrou. Ďalej nastupuje ílovec zvetraný charakteru slabo spevnenej poloskalnej horniny sivej farby mocnosti 4 až 9 m, ktorý prechádza do vrstvy ílovca mierne zvetraného charakteru poloskalnej horniny sivej farby.

Hydrogeologické pomery územia sú odrazom geologickej stavby územia a sú závislé najmä od klimatických a zrážkových pomerov v danej oblasti. Voda je v čase trvalejších zrážok, respektíve v čase jarného topenia snehu prevažne viazaná na priepustnejšie navážky a takisto na priepustnejšie vrstvy s vyšším obsahom úlomkov v ílovcoch alebo vo vrstvách priepustnejších pieskocov v paleogénnom podloží. Takáto zvodnelá vrstva sa vyskytla v mieste medzi Farskými schodmi a Dolným valom, kde sa voda odvieďa drenážou.

Mirage Shopping Center pri Farských schodoch – prvá etapa

Objekt 1. etapy je založený na úrovni –17,05 m. Výška paženia od jeho hornej hrany po dno výkopu stavebnej jamy dosahuje v najhlb-

šom mieste úctyhodných 15,8 m. Stavebná jama nepravidelného tvaru s približnými rozmermi 60 × 80 m je ohraničená Farskými schodmi, ulicou Dolný val, garážami Kálov a domom OP Prostějov. Paženie stavebnej jamy sa vyhotovilo na všetkých stenách stavebnej jamy. Paženie tvorí dočasná kotvená pilótová podzemná stena, dočasná kotvená mikropilótová a záporová stena, ktorých konštrukčné riešenie a realizáciu opíšeme nižšie.

Pilótové pažiace steny sa realizovali v úseku od budovy OP Prostějov, popri Farských schodoch a pozdĺž ulice Dolný val na celkovej pôdorysnej dĺžke 162 m. Pilótové záporové steny sa vyhotovili zo železobetónových veľkopiemerových pilót s priemerom 620 mm a s dĺžkou 15 až 22 m. Vrty pre pilóty sa realizovali vrtnými súpravami Bauer BG so špirálovým vrtákom pod ochranou pažnice. Technológia vyhotovenia pilót sa vybrala s ohľadom na geologické pomery a realizáciu v historickej časti mesta, čo vylúčilo použitie akejkoľvek technológie s dynamickým účinkom. Pilóty boli v hornej časti spriahnuté v železobetónovom venci. Po dosiahnutí pevnosti betónu venca bolo možné začať s odkopom na kótu prvého radu kotvenia. Pohľadová plocha pilótovej steny bola ihneď po odkope a začistení zabezpečená striekaným betónom. Rub konštrukcie striekaného betónu sa odvodnil prepichmi z drenážnych



Vrtanie pilót pažiacej steny vrtnou súpravou Bauer BG



Pohľad na paženie jamy, výkop tretej kotvovej úrovne steny od Farských schodov

rúrok. Následne sa vybuďovala stabilizácia steny pomocou dočasných zemných kotiev. Vrty pre zemné kotvy sa vrtali dvoma vrtnými súpravami Cassagrande M9 a vrtnou súpravou Klemm 806. Po dostatočnom vytuhnutí cementovej zmesi kotiev a dosiahnutí pevnosti betónu nosníkov sa kotvy predopli. Do hláv vybraných kotiev sa osadili dynamometre na sledovanie vývoja síl pre monitoring stavebnej jamy. Postup realizácie striekaného betónu, kotiev a nosníkov sa opakuje aj pri ďalšej, druhej a tretej kotevnej úrovni, respektíve až po výkop na úroveň dna stavebnej jamy.

Mikropilótové záporové steny sa realizovali v mieste styku s okolitou zástavbou, a to od domu OP Prostějov na pôdorysnej dĺžke 20,5 m. Postup realizácie sa koordinoval na základe polohy základovej škáry jednotlivých podchyťovaných objektov, keďže skutočnosť sa zistila až pri ich obnažení počas odkopu. Vrty pre mikropilóty sa vrtali súpravou Cassagrande M9. Hlavy mikropilót boli spriahnuté do železobetónových vencov. Mikropilótová stena sa po odkope kotvila cez oceľové prahy pomocou zemných kotiev vo dvoch úrovniach podobným spôsobom ako pri pilótovej podzemnej stene. Pohľadová plocha steny sa po odkope a začistení takisto zabezpečila striekaným betónom.

Záporové steny sa realizovali podobným spôsobom ako mikropilótové záporové steny, a to na stene stavebnej jamy od Ná-

mestia Andreja Hlinku (v mieste prepojenia prvej a druhej etapy) a od garáží Kálov. Do odvráteného vrtu vyplneného cementovou zmesou sa však namiesto mikropilóty zabuďovala zápora z valcovaného profilu HEB v dĺžke 7 až 12 m. Záporové paženie sa vyhotovilo na celkovej pôdorysnej dĺžke 105 m. Záporová stena sa takisto kotvila dočasnými kotvami v jednej až vo dvoch úrovniach.

Prehĺbenie dna stavebnej jamy z dôvodu realizácie technického kanála a šácht o ďalšie približne 2 m, až na kótu -19,0 m, si vyžiadalo zabezpečenie zvislého výkopu záporovým pažením, a to vrtanými záporami z oceľového profilu HEB s dĺžkou približne 5 m, s oceľovým vencom na jeho hornej hrane, rozpreťm oceľovými rozperami.

Mirage Shopping Center pri námestí Andreja Hlinku – druhá etapa

Objekt druhej etapy je založený na úrovni -18,10 m. Výška paženia od jeho hornej hrany po dno výkopu stavebnej jamy dosahuje v najhlbšom mieste 11 m. Stavebná jama s približnými rozmermi 50 x 60 m nepravidelného tvaru s výrazným polkruhom od ulice Kálov priamo nadväzuje pri dome OP Prostějov na prvú etapu projektu. Z východnej strany je ohraničená Námestím Andreja Hlinku a zo severnej strany Obchodným domom Tesco. Na zabezpečenie stien staveb-

nej jamy sa použila dočasná kotvená pilótová podzemná stena a v časti od Námestia Andreja Hlinku klincovanie so striekaným betónom.

Pilótové pažiacie steny sa realizovali v úsekoch od ulice Kálov, OD Tesco a čiastočne pri dome OP Prostějov na celkovej pôdorysnej dĺžke 140 m. Pilótové záporové steny sa vyhotovili zo železobetónových veľkopriemerových pilót s priemerom 620 mm a dĺžkou 6 až 16 m. Vrty pre pilóty sa realizovali súpravami Bauer BG v niekoľkých etapách pre výskyt veľkého množstva inžinierskych sietí, ktoré sa museli preložiť. Pilóty boli v hornej časti spriahnuté v železobetónovom venci. Po dosiahnutí pevnosti betónu vencia bolo možné začať s odkopom na kótu prvého radu kotvenia. Pohľadová plocha pilótovej steny sa ihneď po odkope a začistení zabezpečila striekaným betónom. Následne sa vybuďovala stabilizácia steny pomocou dočasných zemných kotiev. Vrty pre zemné kotvy sa vrtali vrtnou súpravou Cassagrande M9. Po dostatočnom vytuhnutí cementovej zmesi kotiev a vytuhnutí betónu nosníkov sa kotvy predopli. Postup realizácie striekaného betónu, kotiev a nosníkov je rovnaký aj pri druhej kotevnej úrovni, respektíve až po výkop na úroveň dna stavebnej jamy.

Steny stavebnej jamy v úsekoch od Námestia Andreja Hlinku na celkovej pôdorysnej dĺžke 75 m sa stabilizovali dočasnou

TUBAU, a. s.,

Realizujeme:

Podzemné staviteľstvo

Razenie, rekonštrukcie a betonáž pre – podzemné komunikačné objekty

- cestné tunely
- železničné tunely
- metro
- hydroenergetické tunely
- podchody
- vodohospodárske stavby
- prieskumné štolne

– veľkopriestorové podzemné diela

- podzemné sklady
- garáže
- zásobníky

Špeciálne zakladanie

Pilótové základy

- veľkopriemerové pilóty

Vrtné a injekčné práce

- horninové kotvy
- injektované mikropilóty
- zemné klince
- paženie striekaným betónom
- záporové paženie
- injekčné vrty – tesniace clony, spevňovanie podlažia
- odvodňovacie horizontálne vrty

Realizácia podzemných stien

- podzemné tesniacie steny
- podzemné konštrukčné steny prefabrikované/monolitické
- podzemné pilótové steny konštrukčné/tesniacie
- štetovnicové steny trvalé a dočasné
- injektované podzemné steny

Projekčná činnosť

TUBAU



TUBAU, a. s.

Generálne riaditeľstvo, Bytčická 89, 010 09 Žilina, Slovenská republika

tel.: +421 41 707 70 21, +421 41 707 70 30, fax: +421 41 723 59 00

Sídlo spoločnosti: Pribylinská 12, 831 04 Bratislava, Slovenská republika

tel.: +421 2 49 11 53 51, fax: +421 2 49 11 53 52

tunely@tubau.sk, zakladania@tubau.sk, www.tubau.sk



Vrtanie zápor záporovej steny od garáží Kálov vrtnou súpravou Cassagrande

konštrukciou – *klincovaním a striekaným betónom*. Dočasné zemné klince sa v naprojektovanom rastrí vrtali vrtnou súpravou Klemm 806. Po vyhotovení vystuženého striekaného betónu naprojektovanej hrúbky sa klince aktivovali. Celková výška zapaženej steny bola 8 m.

Pred dokončením paženia stavebnej jamy bolo potrebné preložiť podzemné vedenia do kolektora, ktorý sa realizoval pod budúcim objektom druhej etapy. *Výkop pre kolektor* bol zapažený dočasnými oceľovými záporami HEB s oceľovým nosníkom a rozperami. Až po zrealizovaní kolektora a následnom preložení inžinierskych sietí sa mohlo dokončiť prepojenie objektu druhej etapy s garážami prvej etapy. Keďže priestorové možnosti nedovolili použiť veľkú vrtnú techniku, použila sa malá vrtná súprava Klemm 704 a Cassagrande M9, pomocou ktorej sa zrealizovali zápor HEB dĺžky do 13 m a dočasné kotvy.

Geotechnický monitoring

Hĺbenie a zabezpečovanie náročnej stavebnej jamy v historickom jadre Žiliny sprevádzal operatívny geotechnický monitoring, ktorý realizovala firma Geoexperts, spol. s r. o. Geotechnický monitoring spočíval v týchto meraniach:

- inklinometrické merania v 10 inklinometrických profiloch inštalovaných do pažiacich pilót,
- merania vývoja síl v 23 lanových kotvách zabezpečujúcich pažiacu stenu,
- kontinuálne sledovanie náklonov a trhlin dvoch obytných budov v bezprostrednom okolí stavebnej jamy,
- nivelačné merania všetkých objektov okolitej zástavby.

Inklinometrické a nivelačné merania mali etapový charakter, celkovo sa vykonalo 10 etáp týchto meraní. Automatizované merania na okolitej zástavbe boli v prevádzke šesť

mesiacov. Namerané hodnoty geotechnického monitoringu operatívne interpretoval s ohľadom na ďalší postup výstavby zodpovedný projektant geotechniky.

Na záver

Úlohou dočasného paženia stavebnej jamy je zabezpečiť svahy výkopu stien stavebnej jamy až po úroveň výkopu základovej škáry objektu (po dno stavebnej jamy). Paženie stavebnej jamy prvej a druhej etapy sa úspešne dovŕšilo a je výbornou ukážkou technológií prác špeciálneho zakladania – pilót, mikropilót, zápor, horninových kotiev, zemných klincov a striekaného betónu. Keďže sa stavba nachádza v historickej časti mesta Žilina v susedstve jestvujúcich objektov, stavebná jama a okolité objekty sa neustále monitorovali.

Dôležitým bodom realizácie bola dobre naplánovaná a spoľahlivá koordinácia predprípravy pracovných plošín, výkopov, nástup jednotlivých technológií, nasadenie výrobných kapacít na technológie a doprava materiálov. Nedostatky v koordinácii by totiž mohli výrazne ovplyvniť postup výstavby. Spoločne s objednávateľom a za účasti projektanta sa vyriešili problémy vzniknuté na stavbe. Na stavenisku sa okrem uvedených prác realizovali zemné a betonárske práce, ktoré vykonávali iné spoločnosti. Tieto faktory bolo potrebné skĺbiť, čo kládlo vysoké nároky na koordináciu prác. Realizácia projektu bola skúškou odbornosti, skúseností a odhodlanosti tímu pracovníkov, ktorí sa podieľali na výstavbe objektu. Stavba bola okrem samozrejme dohľadu investora aj pod neustálym ostrým drobnohľadom obyvateľov a návštevníkov mesta Žilina, ktorí ustavične sledovali postup prác na objekte priamo z terasy kostola a z Farských schodov.

TEXT: Ing. Marek Fábry,
Mgr. Tatiana Horňáková
FOTO: Tubau



Pohľad na paženie steny stavebnej jamy od ulice Dolného valu

Marek Fábry je špecialista na technickú prípravu výroby spoločnosti Tubau, a. s., Divízia špeciálne zakladanie.

Tatiana Horňáková je referentka technickej prípravy výroby a geológie spoločnosti Tubau, a. s., Divízia špeciálne zakladanie.

Foundation pit Mirage, Žilina

Mirage Shopping Center Žilina, according to an older name Castle, is situated in the historical part of the town of Žilina, right next to Parish steps and next to the Andrej Hlinka's square. Article discusses about special foundation technologies used for temporary sheeting of foundation pit walls of Mirage, and it's I. and II. phase, the proposed solutions, realization and geotechnical monitoring. Sheeting of pit walls was secured through the construction of anchored underground pile walls, anchored rider bracing and earthnailing with shotcrete in its II. phase.