

Příklady inovovaného řešení hlubokých stavebních jam

Ing. Martin RŮŽIČKA (SOLETANCHE Česká republika s.r.o.)

1. ÚVOD

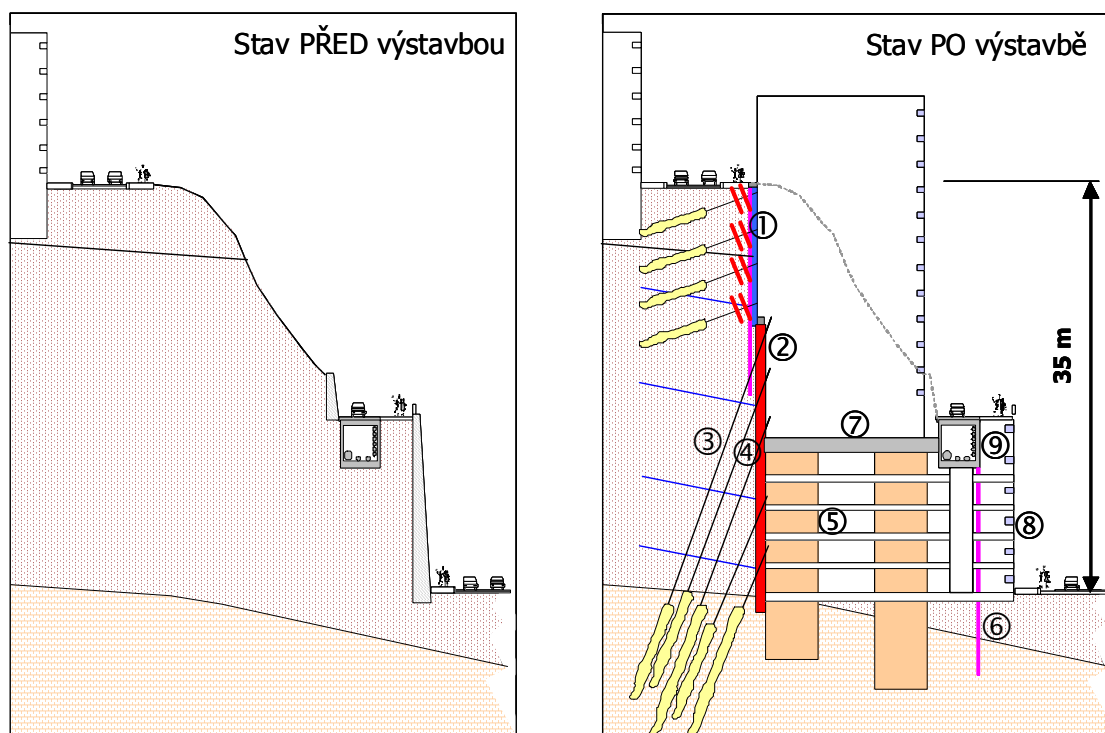
Výstavba a zajištění stavebních jam vždy vychází ze specifických požadavků daného místa a okolností s ním spojených. Pokud jsou tyto podmínky velmi obtížné, bývá zvolené technické řešení rovněž výjimečné. Tento příspěvek se soustřeďuje na dvě takové ukázky, kde z důvodů geologie, časových a prostorových možností, popř. interakce se sousedními objekty, bylo nutné aplikovat méně obvyklé metody. V prvním případě (stavba Testimonio – Monako) jde o kombinaci sice známých metod, ale použitých tak, že výsledek je výjimečný. Druhý příklad (The Sail@Marina Bay – Singapur) ukazuje řešení, kde i přes nemožnost použití kotev, rozpěr a současně za obtížných vstupních požadavků bylo možné úspěšně zajistit stavební jámu pro výškovou budovu o 70 podlažích. Obě stavby byly realizovány společností Soletanche Bachy Group.

2. Stavba TESTIMONIO (Monako)

2.1 Popis a základní problémy

Charakter pozemku určeného pro výstavbu objektu Testimonio (12 NP + 5 PP) a další návazné okolnosti velmi významně ztěžovaly způsob výstavby a zejména založení (viz také obr.1):

- Původní terén je velmi svažité (sklon 55°) a je vymezen ulicemi v horní a dolní části.
- Dále je pozemek uprostřed po celé délce (65 m) protnut rychlostní silnicí a pod ní umístěným podzemním kolektorem, který musel po celou dobu zůstat v činnosti.
- Veškeré práce a zařízení staveniště musely být umístěny jen v rámci daného pozemku.
- Jakékoli kotvení muselo být omezeno jen na prostor daný vzdáleností nejbližšího objektu (15 m), tzn. kotvy nesměly zasahovat pod tento sousední objekt.
- Požadavek na velmi krátkou dobu výstavby předurčil technologii postupu Top-Down.



Obr. 1: Stav před a po výstavbě

Hlavním cílem bylo tedy zajistit stavební jámu o výšce 35 m, a to v geologii dané 0-6 m navážkami, 6-23 m zajiřovanými vrstvami a od 23 m slínovci a vápencovými horninami. Podzemní voda byla chaoticky rozmístěna po celé výšce.

2.2 Technické řešení

Popis zvoleného řešení lze nejlépe prezentovat na realizačních fázích (viz také obr.1):

- ① Mikropilotová stěna (1150 m) od pracovní úrovně 40 m/m; žb. věnec; po sestupných pěti krocích stříkaný beton vč. čtyř úrovní dočasných kotev (120 ks, 45 až 75 t).
- ② Výkopy na úroveň 28,5 m/m; podzemní stěna tl. 800 mm (přerušovaná pro možnost osazení drenážního systému – viz dále)
- ③ S postupujícími výkopy zhotovení trvalých kotev se sklonem 58° (75 až 145 t).
- ④ Osazování drenážního systému do přerušování podzemní stěny, vč. subhorizontálních drenážních vrtů a překrytí armovaným stříkaným betonem tl. 400 mm.
- ⑤ Výkopy až na úroveň 20 m/m a zhotovení 20 ks ztuřujících stěnových elementů tl. 800 mm za pomoci hydrofrézy Evolution 3.
- ⑥ Provizorní mikropiloty pro podchycení podzemního kolektoru.
- ⑦ Žb. deska zhotovená na úrovni zhlaví stěnových elementů. Začátek výstavby Top-Down.
- ⑧ Práce ze suterénu: výkopy; dokončení trvalých kotev, dokončení drenážního systému; demolice původní a nahrazení novou opěrnou stěnou pod kolektorem.
- ⑨ Rektifikace polohy kolektoru, který je nadále součástí nového objektu.

Jak podzemní stěna tak stěnové elementy, byly vybaveny masivně monitoringem. V rámci observační metody byla připravena návazná možnost polohové rektifikace žb. skeletu. Navržená konstrukce se ovšem ukázala zcela spolehlivá, takže jediná drobná rektifikace proběhla pouze mezi kolektorem a přilehlou nově zhotovenou opěrnou stěnou.

3. Stavba The Sail@Marina Bay (Singapur)

3.1 Popis a základní problémy

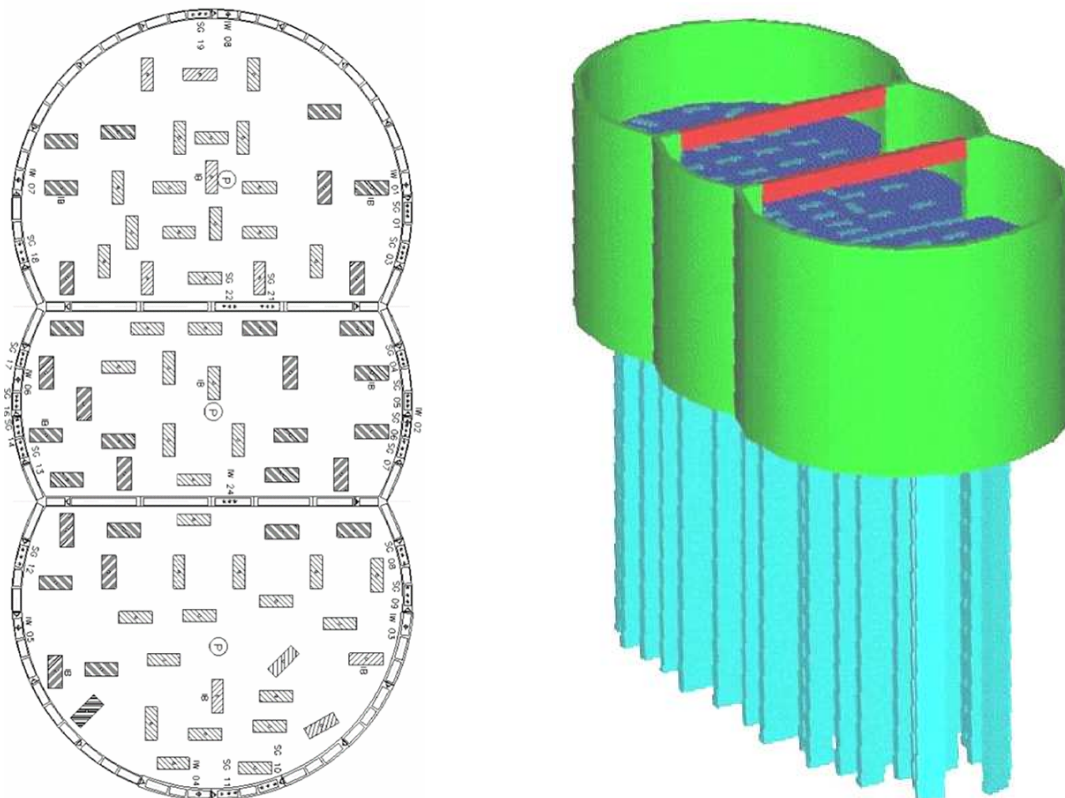
Nové rezidenční centrum The Sail@Marina Bay v Singapuru je budováno v místě, které činí z hloubkového zakládání a zajištění stavební jámy specifický problém:

- a) Jedná se o jedno z míst zalitých donedávna mořem. Tato území byla získávána v průběhu 80. a 90. let zvýšením úrovně původního dna nad mořskou hladinu, a to hutnějším písečným násypem. Vznikl tak relativně náročný geologický profil s 6 až 10 m vrstvou písků a následnou až 40 m mocnou vrstvou velmi měkkých mořských jíílů.
- b) Na uvedené lokalitě je problematika ještě doplněna o opuštěné skryté podzemní konstrukce, které byly původně součástí nábrežních objektů.
- c) Dále je výstavba významně určována přítomností tunelu ve vzdálenosti 20 m od jámy s následnými striktními požadavky na deformace zajiřujících konstrukcí (max. 15 mm).
- d) Kromě problematiky vycházející z polohy staveniště byly klientem kladeny také vysoké požadavky na rychlost realizace.

3.2 Technické řešení

Objekt The Sail@Marina Bay je výšková budova o 70 NP a 1 PP. Hloubka suterénu je cca 9 m bez obvyklých stropních konstrukcí (komerční prostor). Obvyklé způsoby zajištění stavební jámy zde proto (také v souvislosti s výše uvedenou problematikou) selhávají. Kotvení je prakticky nemožné z důvodů blízkých podzemních konstrukcí a velmi měkkých jíílů. Dočasné rozpírání je vyloučeno kvůli dosažení rychlosti při výkopových pracích. Velmi oblíbený způsob zlepšení dna jámy tryskovou injektáží pro zvýšení stability proti zdvihu a vytvoření zemní „rozpěry“ pažících stěn byl také odmítnut z důvodů urychlení výstavby.

Obecně řečeno, klient měl velký zájem o spolehlivý, velmi tuhý, ale pro výkopy otevřený systém, který by mohl být velmi rychle realizován. Ideálním řešením se ukázala aplikace třech protínajících se kruhových stěn (vnitřní průměr každé 32,2 m) spojených v jeden celek s rozpěrnými horizontálními nosníky na průniku stěn (viz obr.2).



Obr. 2: Půdorys a model pažící konstrukce.

Výhodou kruhových pažících žb. stěn je jejich autostabilní charakter, tzn. při vhodných podmínkách nevyžadují tyto žádné rozpírání ani kotvení. Pokud je dno jámy dostatečně stabilní, může být i vetknutí téměř eliminováno. Vzhledem k tomu, že stěna je namáhána téměř výhradně na tlak, může být významně redukováno i procento vyztužení. Při realizaci kruhových stěn jsou ovšem kladeny vysoké nároky na přesnost realizace stěny, aby mohl být profil stěny plně nebo co nejvíce využit v tlaku.

Protože namáhání žb. konstrukce nebylo symetrické z důvodů odchylek v geologii, kolísání HPV, přítomnosti podzemních konstrukcí a nerovnoměrných výkopových prací, bylo nutné rozšířit sérii výpočtů také o tyto stavy. Maximální hodnota deformace stěny stanovená výpočtem na 11 mm byla v praxi podrobným monitoringem sledována na ještě nižší úrovni, konkrétně 9,8 mm. Dostatečná tuhost konstrukce byla tím prokázána a vstupní požadavek na deformace (max. 15 mm) splněn.

Základní údaje o konstrukci:

- *Podzemní stěna*: obvod 220 m, vnitřní průměr 32,2 m, hloubka 29 m, tl. 800 mm, plocha 6532 m²
- *Stěnové elementy pro založení objektu*: počet 79, hloubka až 67 m, rozměry 2800x1000 mm a 2800x1200 mm

4. ZÁVĚR

Výstavba a zajištění stavebních jam je jednou z hlavních a zkušenostmi nejvíce podložených technologií společností skupiny Soletanche Bachy Group. Také proto mohly být obě výše uvedené stavby úspěšně vyřešeny a dokončeny.