

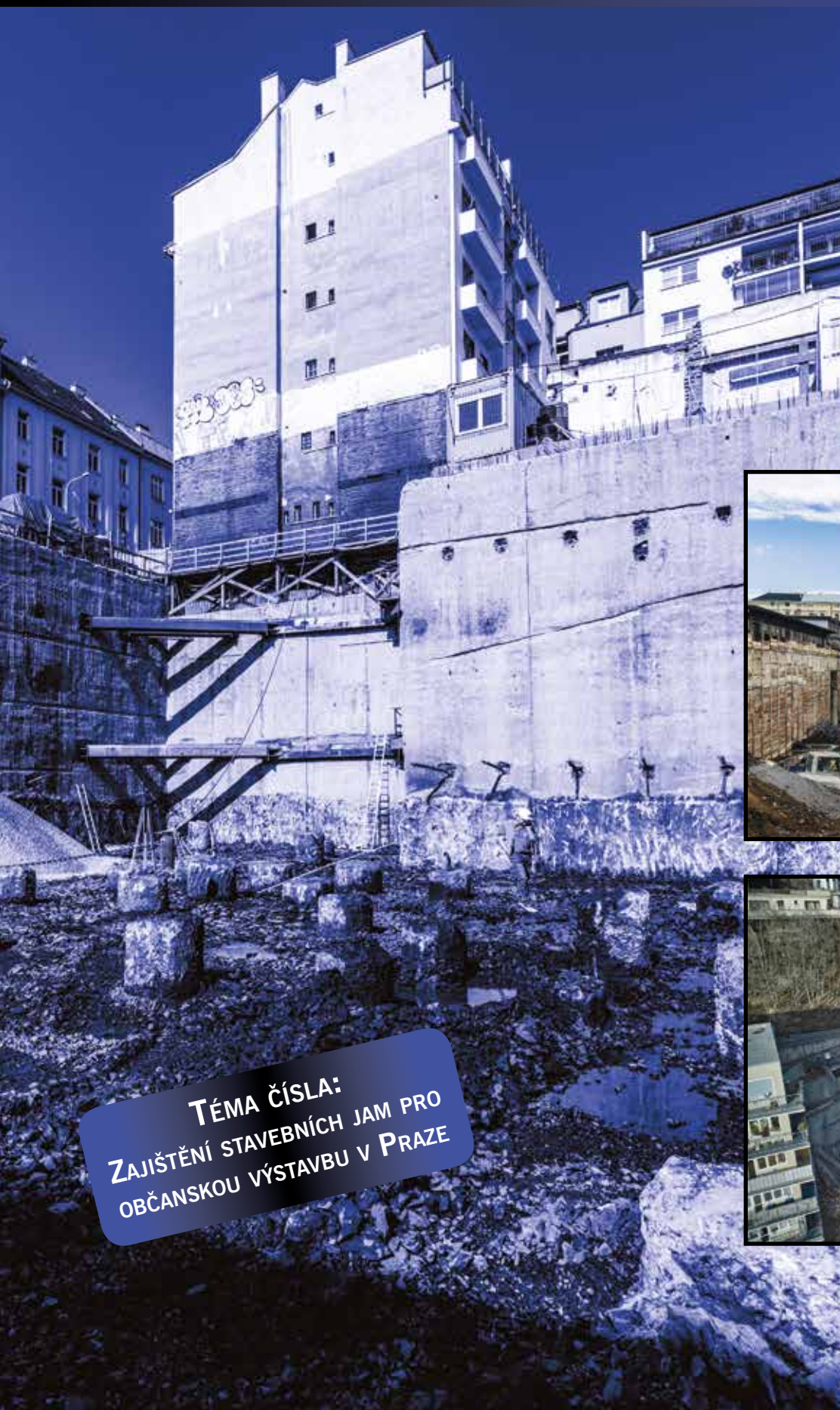
ZAKLÁDÁNÍ

časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

4/2020

ročník XXXII

- POLYFUNKČNÍ OBJEKT
MASARYČKA
- BYTY DÉLNICKÁ
V PRAZE 7-HOLEŠOVICÍCH
- BYTOVÝ DŮM ERBENOVA
V PRAZE 5-SMÍCHOVĚ
- POLYFUNKČNÍ DŮM KOŠÍŘE,
PRAHA 5



TÉMA ČÍSLA:
ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM PRO
OBČANSKOU VÝSTAVBU V PRAZE



ZAKLÁDÁNÍ STAVEB®



Rekonstrukce železničního mostu přes Labe v Čelákovicích v ev. km 6,330

VÝROBNÍ PROGRAM

- Podzemní stěny konstrukční, pažicí, těsnicí a prefabrikované
- Vrtané piloty, CFA piloty, pilotové a záporové pažicí stěny
- Mikropiloty a mikrozápory
- Kotvy s dočasnou a trvalou ochranou
- Injektáže skalních a nesoudržných hornin, sanační injektáže, speciální injekční směsi
- Trysková injektáž M1, M2, M3
- Beranění štětových stěn, zápor, pilot apod.
- Zemní práce z povrchu, těžba pod vodou
- Zlepšování základových půd
- Realizace všech typů hlubinného založení objektů
- Pažení stavebních jam
- Sanace rekonstrukce a rektifikace občanských, průmyslových a historických objektů a inženýrských staveb
- Vodohospodářské stavby, rekonstrukce jezů, retenční přehrážky
- Shybky
- Sklárky ropných produktů a toxických látek, jejich lokalizace a zabezpečení
- Ochrana podzemních vod
- Geotechnický průzkum, studie, projekty, konzultace
- Zatěžovací zkoušky a zkoušky integrity pilot
- Projekční a poradenská činnost

ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

K Jezu 1, P. S. 21
143 01 Praha 4,
tel.: 244 004 111,
e-mail: mailbox@zakladani.cz
www.zakladani.cz,
www.zakladani.com



OBSAH

Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. S. 21

143 00 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz<http://www.zakladani.cz><http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Jan Masopust, CSc.

Ing. Jiří Mühl

Ing. Petr Nosek

Ing. Michael Remeš

Ing. Jan Šperger

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

k článku na str. 24, foto: Libor Štěrba

Překlady anotací:

RNDr. Ivan Beneš a autoři

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

H.R.G. spol. s r.o.

Ročník XXXII

4/2020

17. 5. 2021

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2021 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovního.

Objednávky předplatného:

SEND Předplatné spol. s r.o.

Ve Žlábku 1800/77

193 00 Praha 9 Horní Počernice

tel.: 225 985 225

E-mail: send@send.cz<http://www.send.cz/>

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

ZAHRAŇIČNÍ STAVBY

Použití podzemních stěn při výstavbě tunelu pod Suezským průplavem

2

Článek „Diaphragm Walls for Suez Canal Tunnel“ autorů G. Luie

a F. Fantiho z časopisu Deep Foundations – Sept/Oct 2020

přeložil RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

OBČANSKÉ STAVBY

Zajištění stavební jámy a založení novostavby bytového domu Erbenova v Praze 5

8

Ing. Petr Nosek

Polyfunkční objekt Masaryčka

14

Urbanistický a architektonický návrh

15

Ing. Vladimír Vacek, Jakub Cigler Architekti, a. s.

Masarykovo nádraží – historie skrytá pod kolejemi

17

Martin Vyšehlík, Archaia Praha, z. ú.

Masaryčka – zajištění stavební jámy (2017)

19

Michal Ručka, Zakládání staveb, a. s.

Dokončení zajištění stavební jámy a pilotové založení objektu Masaryčka (2020–2021)

21

Ing. Petr Lacourt, Ing. Jozef Révay, Zakládání Group, a. s.

Byty Dělnická – zajištění stavební jámy a založení novostavby v Praze 7-Holešovicích

24

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.

Realizace zajištění stavební jámy a založení objektu

27

Ing. Jan Píza, Ing. Libor Petrů, Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.

Polyfunkční dům Košíře, Plzeňská ulice, Praha 5

30

Ing. Jaroslav Kirner, Zakládání Group, a. s.

POUŽITÍ PODZEMNÍCH STĚN PŘI VÝSTAVBĚ TUNELU POD SUEZSKÝM PRŮPLAVEM

Článek popisuje použití podzemních stěn na stavbě silničního tunelu pod Suezským průplavem pro výstavbu startovacích a koncových šachet pro razicí štít TBM a jezdových ramp tunelu. Zvolený polycentrický kruhový tvar šachet umožnil jejich stavbu bez použití kotev a rozpěr. Bloky z jílocementových lamel podzemních stěn stabilizovaly podloží v místě spojovacích tunelů, počátku a ukončení ražby a „garáží“ pro údržbu TBM.



Úvod

Suezský průplav slouží jako hlavní vodní cesta pro plavbu mezi Evropou a Asií, aniž byste museli obeplouvat Afriku. Tento umělý kanál byl postaven v polovině 19. století v Egyptě, západně od Sinajského poloostrova, a spojuje města Port Said ve Středomoří a Suez u Rudého moře. Průplav se skládá ze dvou částí, severní kanál sahá od Port Saidu po Velké hořké jezero, jižní část spojuje jezero se Suezem.

V roce 2010, po jeho rozšíření, byla délka Suezského kanálu 193,3 km, šířka vzrostla na 205 až 225 m a hloubka byla zvýšena na 24 m, což umožňuje proplutí lodí s ponorem do 20,12 m.

V roce 2014 pak egyptský prezident Abdel Fattah al-Sisi slavnostně zahájil projekt výstavby druhé paralelní větve ve střední části kanálu délky 35 km. Díky tomuto rozšíření může průplavem proplout denně až 97 i těch největších současných světových plavidel. Projekt rozšíření navíc zahrnuje modernizaci silniční a železniční

sítě a výstavbu pěti obchodních přístavů v oblasti Port Saidu. Jedním ze stěžejních článků projektu modernizace je i tunel Port Said, podcházející Suezský průplav, o jehož výstavbě za pomoci technologie podzemních stěn je i následující text.



Poloha tunelu pod Suezským průplavem jižně od Port Saidu

Silniční tunel

S ohledem na strategickou důležitost Suezského průplavu byl za zadavatele celého projektu ve výši přes 7,2 mld. USD (6,4 miliard EUR) určen Stavební úřad egyptského ministerstva obrany (EAAF). Přípravou a výstavbou tunelu Port Said byly egyptskou vládou pověřeny dvě největší egyptské stavební společnosti: Arab Contractors (AC) a Orascom Construction Industries (OCI), které utvořily joint venture AC-OCI.

Tento článek se zaměřuje na popis výstavby severní linie dvoutubusového silničního tunelu. Hlavní dodavatel AC-OCI objednal práce speciálního zakládání na výstavbě severní trasy tunelu u společnosti Trevi, která utvořila joint venture se společností Arab Contractors (AC). Práce na podzemních stěnách začaly v září 2015 a celá stavba tunelu byla slavnostně zprovozněna v roce 2019.

Silniční tunel Port Said leží asi 20 km jižně od města Port Said a spojuje silnici z města Port Fuad na východní straně Suezského kanálu s dálnicí Port Said – Ismailia Highway na západní straně kanálu. Tunel nahradil dosud používané trajektové spojení a v současnosti již přispívá k rozvoji severního Sinaje, pomáhá zlepšit dostupnost tamní průmyslové oblasti a zlepšuje pozemní spojení mezi Sinajským poloostrovem a deltou Nilu.

Délka obou dvoupruhových tunelových tubusů je asi 3,9 km, osová vzdálenost tubusů se pohybuje od 42,5 m u portálu tunelu do 30 m ve střední části pod Suezským průplavem. V nejhlubším místě povede tunel až 60 m pod povrhem terénu a 20 m pode dnem kanálu. Severní linie tunelu sestává z hloubených částí, dvou šachet pro spuštění a vytažení razicího stroje TBM a nejdlejší ražené části.

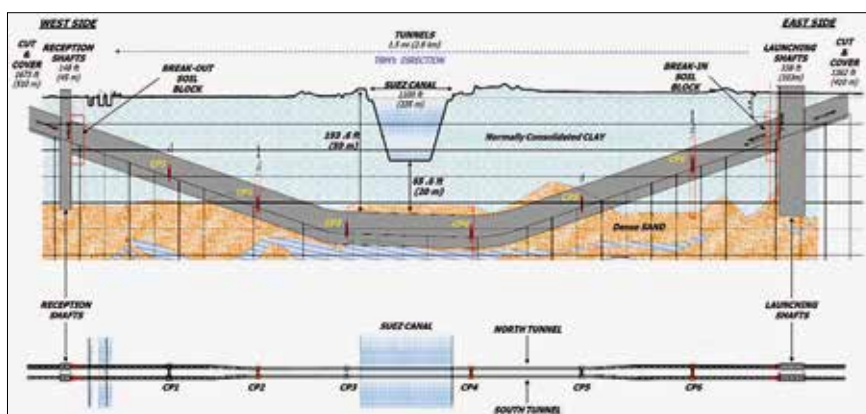
Hloubené tunelové rampy byly zhotoveny částečně jako otevřené, hlouběji přecházející do tunelu zhotoveného technologií cut-and-cover ve výkopu paženém podzemními stěnami. Pro spuštění a vytažení razicího stroje TBM byly použity šachty, jejichž pažení tvoří vzájemně se protínající kruhové konstrukční podzemní stěny – dvě (koncová šachta), resp. pět (startovací

šachta). Kromě toho byly pomocí elementů jílocementových podzemních stěn navazujících na šachty vytvořeny bloky pro start a ukončení ražby mechanizovaným štítem. Součástí projektu bylo i šest spojovacích chodeb (CP1 až CP6) spojujících oba tubusy tunelu. Jejich ražbu v prostředí nestabilních zemin umožnily rovněž bloky z jílocementových podzemních stěn. Dva z těchto bloků fungovaly během stavby jako únikové východy a byly použity k provedení zásahů údržby na řezné hlavě TBM. Mechanizovaná ražba tunelů o průměru 11,4 m a délky přibližně 2,8 km se prováděla pomocí „Mixshield“ TBM stroje firmy Herrenknecht s automaticky ovládaným přetlakem vzduchu o průměru razicí hlavy 13 m. Tunel Port Said je důležitou částí modernizace dopravní infrastruktury dané oblasti, úzce navazující na kontejnerový terminál SCCT, umístěný blízko k ústí kanálu do Středozemního moře. Tento terminál je klíčovým dopravním uzlem pro přístup na trhy ve východním Středomoří a Egyptě. Součástí modernizace oblasti byla i stavba dalšího nového silničního tunelu Ismailia pod Suezským průplavem ležící 70 km jižněji od tunelu Port Said a vysoko-kapacitní dálnice s až deseti jízdními pruhy.

Základové poměry

Oblast staveniště v místě prací speciálního zakládání je v podstatě plochá, s úrovní terénu mezi +1,5 až +2,0 m nad průměrnou hladinou moře. Statická úroveň hladiny podzemní vody se shoduje s hladinou moře. Geologický průzkum provedený ke zjištění základových poměrů prokázal, že stratigrafické poměry oblasti vykazují poměrně jednotný charakter v celé ose silničních tunelů. Základová půda se skládá zejména ze dvou geologických útvarů:

1. Z jemnozrnných materiálů holocenních náplavů delty Nilu. Jedná se o normálně konsolidovaný prachovitý jíl s konzistencí od velmi měkké až po pevnou, který tvoří svrchní 40 až 43 m mocnou vrstvu.
2. Hluběji (od 40 do 43 m pod úrovní terénu) leží hrubozrnné sedimenty patřící ke



Podélný řez a půdorys tunelu



Vodící zídka pro startovací šachtu

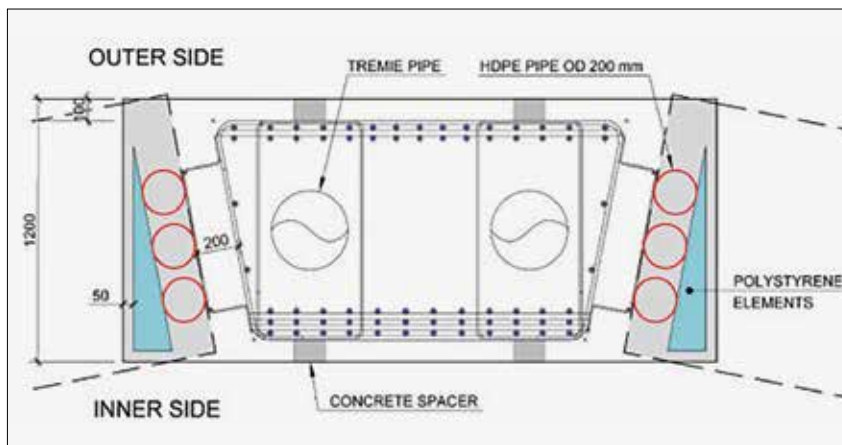
starší pleistocenní terase. Jedná se o středně až silně ulehlý prachovitý písek, který byl zastížen až do konečné hloubky průzkumných vrtů. Tato vrstva obsahuje čočky pevného až tvrdého prachovitého jílu, vyskytujícího se v různých hloubkách a s různou mocností. Pracovní plochy pro pohyb a práci těžké mechanizace tvořil násyp z důkladně po vrstvách hutněného hrubozrnného materiálu. Jeho tloušťka se pohybovala od 2,0 až 3,5 m na východní straně a od 3,5 do 5,0 m na západní straně staveniště.

Startovací a koncová šachta

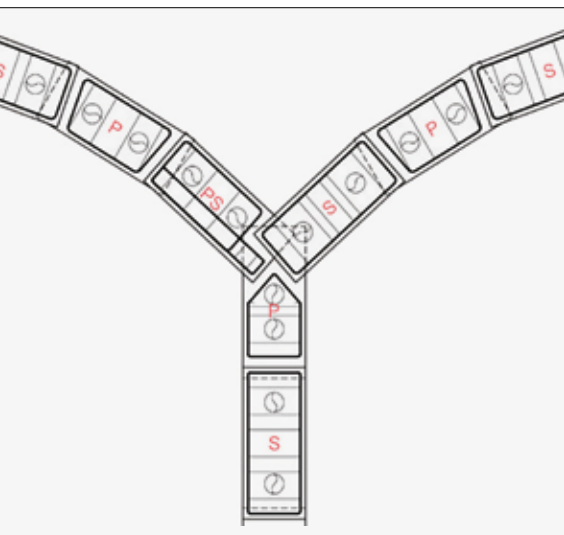
Zjištěné geologické podmínky lokality vedly konsorcium k rozhodnutí nepoužít pro výstavbu podzemních stěn pouze hydrofrézu, která je obecně výhodnější z hlediska výkonu i kontroly odchylek a svislosti stěn. Realizace podzemních stěn hydrofrézou v prostředí, které tvoří z 80 % měkký jíl, by znesnadňovalo korekci odchylek jejího vedení, protože by vodící lišty frézy mohly pronikat do měkkého jílu namísto toho, aby korigovaly směr výkopu. Dalším negativem, vzhledem k jemnozrnnému charakteru zeminy, byl



Startovací kruhové šachty



Armokoš primární lamely s polystyrenovými prvky



Detail spojení stěn a foto odpovídajícího armokoše

předpoklad možného zahušťování bentonitového výplachu a zvýšeného namáhání centrifugy při oddělování vytěženého jílu.

Proto se primární lamely podzemních stěn a barety (samostatně stojící lamely) komory šachty prováděly pomocí hydraulického drápáku. Hydrofréza pak byla použita pro sekundární lamely, aby byl dosažen požadovaný přesah lamel zajišťující vodotěsnost a konstrukční kontinuitu po celé délce podzemní stěny. Startovací šachta, ve které byl sestaven řezací stroj TBM, sestávala z pěti dílčích



částí, koncová šachta z částí dvou. Startovací šachta musela být podstatně větší, aby se do ní vešel montážní rám pro sestavení TBM z jednotlivých dílů a zároveň aby byl během ražby tunelu dostatek místa pro likvidaci výkopku, dodávku tybinků, výplachového média a dalších nezbytných dodávek.

Místo použití klasického obdélníkového tvaru šachty byl navržen polycentrický tvar skládající se z pěti, resp. dvou, vzájemně se protínajících kruhových šachet s vnitřním průměrem 24,5 m. Tato geometrie zvolená

dodavatelským konsorciem AC-OCI využila výhody klenbového účinku, který poskytuje kruhový tvar jednotlivých sekcí šachty a dává dostatek prostoru, do kterého mohl být řezací stroj TBM spuštěn a sestaven a zároveň umožnil výkop do maximální projektované hloubky bez použití rozpěr nebo kotev. Během výkopu šachty docházelo k postupnému nárůstu obvodového napětí vyvolaného tlakem zeminy na podzemní stěnu a tím aktivací klenbového efektu. Při těžbě podzemní stěny se věnovala mimořádná pozornost

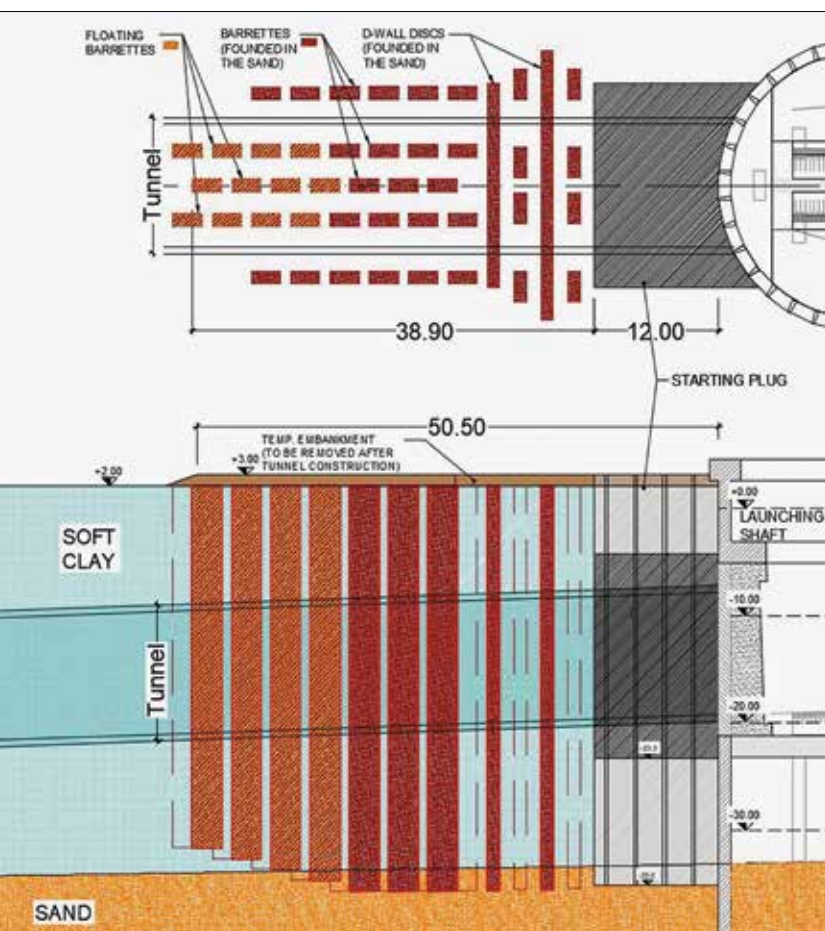
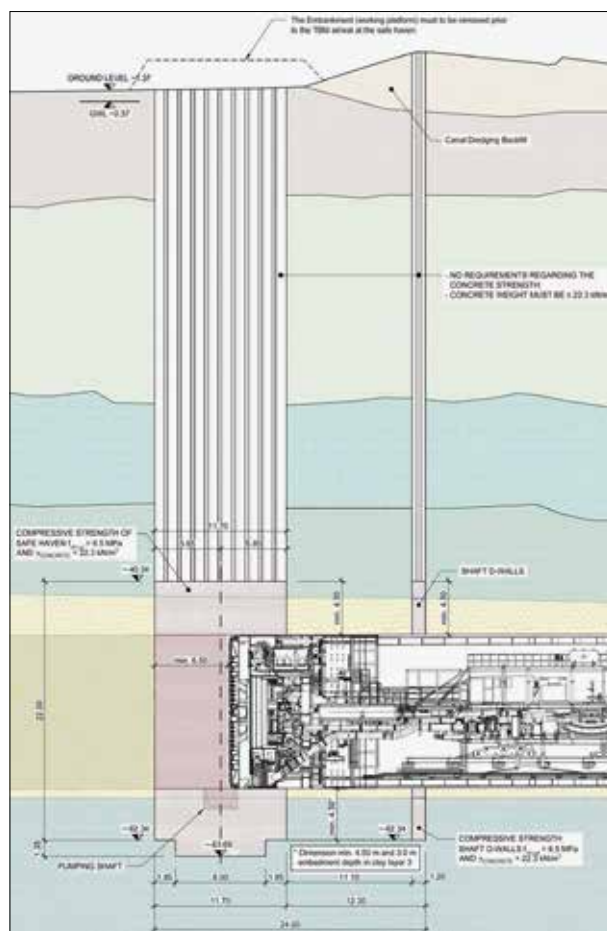


Schéma zlepšení podloží za startovací šachtou



Garáž pro servis TBM

kontrole svislosti jednotlivých lamel, aby se zajistilo, že dojde k požadovanému propojení sousedních lamel. Výpočtem stanovené tlakové napětí předpokládalo maximální hodnotu 7,5 MPa, což odpovídá 25 % pevnosti betonu. Podzemní stěna šachet o tloušťce 1200 mm sestávala z jednozáběrových primárních lamel o délce 2800 mm prováděných hydraulickým drapákem. Jednozáběrové sekundární lamely o stejných rozměrech se prováděly pomocí hydrofrézy do hloubky 51 m pod úroveň terénu tak, aby byly zapuštěny nejméně 3 m do písčité formace. Zvláštní pozornost byla věnována lamelám umístěným v protínajících se bodech jednotlivých kruhových sekcí, kde se obvodové oblouky sbíhaly a kde se koncentrovalo napětí, zejména po demolici střední části příčných stěn. Po analýze různých řešení byly jednotlivé lamely vyztuženy speciálně tvarovanými armokoši. Uvnitř jednotlivých sekcí bylo zhotoveno po osmi kusech jednotlivých lamel podzemních stěn (baret) o délce 2800 mm. Tyto baretly stabilizovaly dno šachet proti hydrostatickému tlaku, který po výkopu šachty působil na základovou desku šachty. Baretly následně poskytl potřebnou únosnost jako základ definitivní konstrukce, protože hmotnost vnitřní vestavby a zpětného zásypu byla vyšší než působící hydraulický vztlak.

Při betonáži lamel se používaly dvě betonářské kolony symetricky umístěné v rýze lamely. Tento postup urychlil postup betonáže, poskytl lepší kvalitu a homogenitu betonu a zajistil správnou rychlost stoupání betonu.

Monitoring odchylek lamely

Velká pozornost se při těžbě jednotlivých lamel věnovala svislosti těžby. Maximální povolená odchylka od svislice byla 0,6 % hloubky, což na hloubku lamel činilo ± 30 cm na 50 m. To ještě zaručovalo požadovanou minimální tloušťku stěny 600 mm po celé délce kontaktu sousedních lamel. Kontrola svislosti

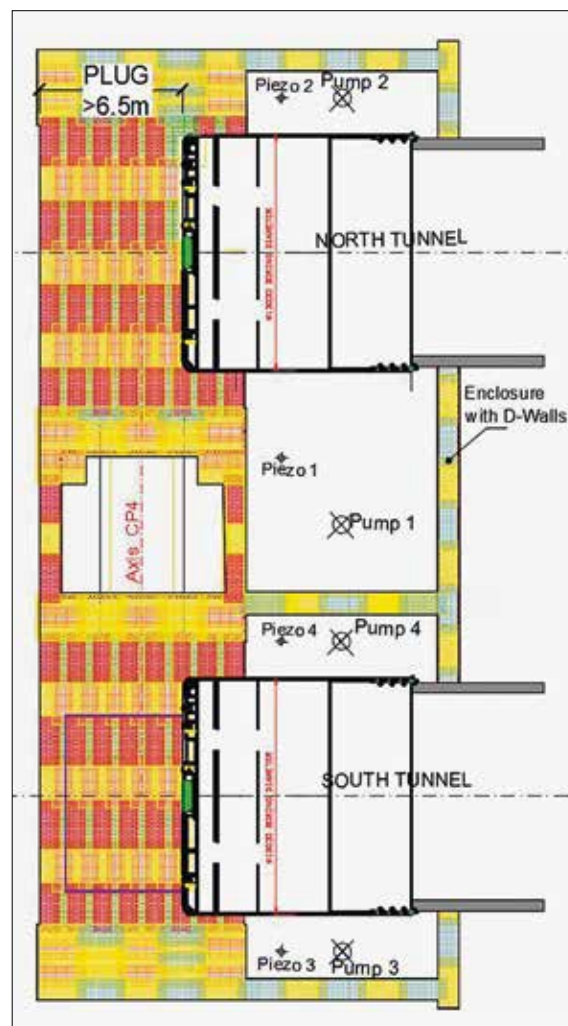
všech primárních lamel prováděných drapákem se prováděla systematicky uprostřed a na dně rýhy pomocí ultrazvukového systému Koden. Sekundární lamely se kontrolovaly přístrojem Koden po dotčení na dno rýhy při současně průběžné kontrole svislosti sklonoměry namontovanými na rámu hydrofrézy. Měření umožnila virtuální rekonstrukci skutečné polohy lamely a ověření styků lamel prakticky ihned po jejím dokončení a před zahájením výkopu šachty.

Bloky stabilizované zeminy u startovací a koncové šachty

Aby bylo možné začít ražbu pomocí TBM ze startovací šachty a ukončit ražbu v koncové šachtě, musela se nestabilní měkká jílovitá zemina v okolí šachet stabilizovat kompaktními bloky. Bloky byly zhotoveny z řady lamel podzemní stěny s jílocementovou výplní. Jednotlivé jedno- i vícezáběrové lamely byly hloubeny paralelně s osou tunelu a vzájemně se překrývaly o 35 cm. Aby se zabránilo sedání, ke kterému mohlo dojít při konsolidaci měkkého jílu v podloží bloku, bylo 40 % lamel zapuštěno až do podložní písčité vrstvy.

Vjezdové rampy

Délka vjezdových ramp do tunelu od povrchu k šachtám byla 415 m na východní straně a 510 m na straně západní. Každá z ramp sestávala z cut-and-cover tunelové části přiléhající k šachtě a z otevřené části vybíhající na povrch terénu. Pažení tvořily konstrukční podzemní stěny sestávající z lamel o délce 6500 mm a tloušťce 1200 mm v hlubší části a 1000 mm v připoверхové části. Pro zajištění stability pažicích stěn v měkkém jílu navrhl projektant jejich rozepření příčnými podzemními stěnami z nevyztužených lamel. Tyto příčné stěny byly navrženy od nejnižší úrovně výkopu až do hloubky výkopu od 5 do 10 m. V závislosti na hloubce výkopu dosahovala



Půdorys garáže (SH4)

hloubka lamel podélných stěn až 54 m. Tyto hluboké lamely byly zapuštěny do podložního písku a střídaly se s lamelami s hloubkou od 21 do 37 m. Dvě lamely rozpěrné příčné podzemní stěny přiléhající k nejhlubším lamelám podélné podzemní stěny byly také prohloubeny až do písčité vrstvy, jelikož měly sloužit, podobně jako baretly v šachtách, jako základ pro konečnou stavbu.



Půdorys a 3D pohled na provedení vjezdové rampy v lamelách podzemních stěn



Těžba lamely podzemní stěny na úseku vjezdové rampy

Stavební postup

Těžba všech lamel, s výjimkou koncových lamel příčných podzemních stěn, se prováděla hydraulickým drapákem. Zámky lamel se vytvářely pomocí vložené ocelové štetovnice. Hydrofréza se používala ke zhotovení koncových lamel příčných podzemních stěn, protože projekt vyžadoval kvalitní kontakt mezi příčnými a podélnými podzemními stěnami, do kterých byla koncová lamela zapuštěna. Proto se výztuž hlubokých lamel podélných podzemních stěn skládala ze dvou samostatných armokošů. Střed lamely nebyl vyztužen, aby při realizaci příčných stěn hydrofrézou nedocházelo v rozsahu možné odchylky k frézování kovové výztuže. Podélné lamely se betonovaly pomocí tří betonářských kolon, příčné lamely pomocí kolon dvou.

Spojovací tunely a „garáže“ pro údržbu

Konsorcium firem Trevi-AC taktéž pomáhalo při výstavbě spojovacích tunelů a „garáží“ pro údržbu TBM. V jejich místě musely být měkké, silně stlačitelné a nestabilní jílovité zeminy nahrazeny bloky stabilního materiálu. Půdorysné rozměry bloků pro ražbu každého spojovacího tunelu byly přibližně 62x10 m, v místě „garáží“, kde se prováděla údržba řezné hlavy TBM, byly rozšířené na 14 m. Podobně jako bloky u startovací a koncové šachty byl prostor spojovacích tunelů konsolidován blokem z překrývajících se lamel podzemních stěn s přesahem 35 cm a jílocementovou výplní zajišťující požadované těsnicí vlastnosti a pevnost během ražby spojovacích

tunelů a servisních prací na hlavě TBM. Hloubka zlepšených bloků CP 2 a CP 6 s „garážemi“ se pohybovala od 51 do 51,5 m, u ostatních spojovacích tunelů byla proměnlivá podle hloubky tunelu v jejich místě.



Slavnostní prorážka tunelu štítem TBM v ukončovací šachtě

Závěr

Konsorcium Trevi-AC zhotovilo na stavbě severní tunelové trouby tunelu pod Suezským průplavem pomocí hydraulického drapáku a hydrofrézy celkem 163 000 m² konstrukčních podzemních stěn pro startovací a koncovou šachtu a přístupové rampy. Dále vybudovala 86 600 m² lamel podzemních stěn s jílocementovou výplní startovacího a koncového bloku a spojovacích tunelů a servisních „garáží“ pro TBM.

Unikátním aspektem prací bylo použití jílocementových bloků zhotovených z lamel podzemních stěn namísto obvykle používaných bloků z tryskové injektáže pro konsolidaci zeminy ve startovací a koncové oblasti ražby a v prostoru spojovacích tunelů. Důvodem byla přítomnost technologie podzemních stěn na staveništi, která ušetřila mobilizaci a nasazení další technologie s veškerou nezbytnou mechanizací a obsluhou.

Práce na podzemních stěnách trvaly 35 měsíců a skončily v prosinci 2017. Po realizaci podzemních stěn se rozběhly práce na těžbě a další výstavbě jednotlivých částí tunelu podle harmonogramu.

Článek „Diaphragm Walls for Suez Canal Tunnel“ autorů G. Luie a F. Fantiho z časopisu *Deep Foundations* – Sept/Oct 2020 přeložil **RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.**

Diaphragm Walls for Suez Canal Tunnel

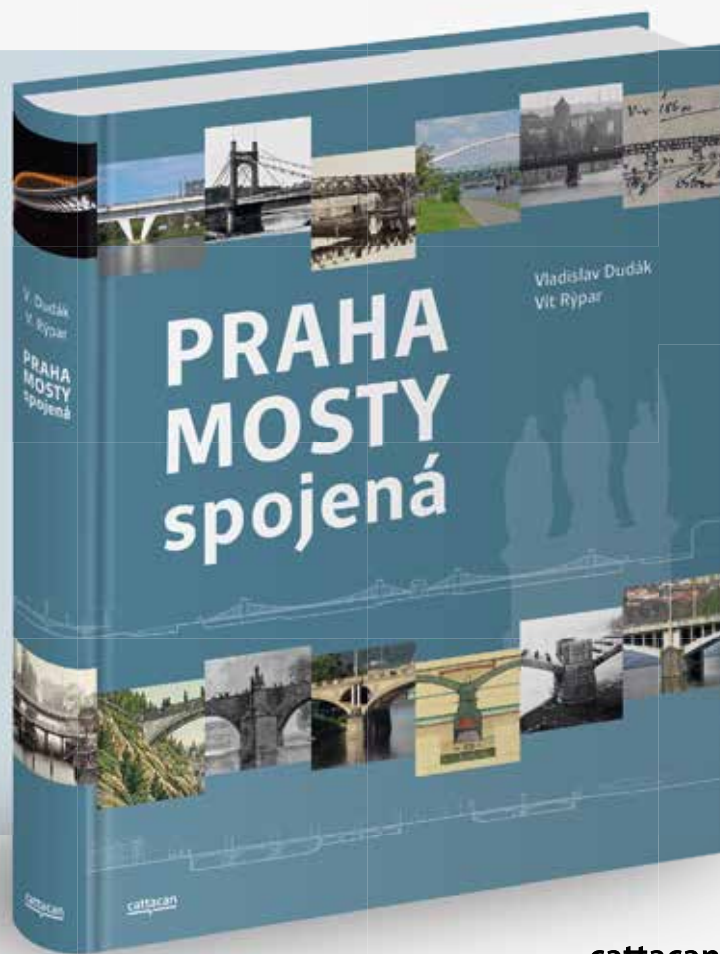
The article describes the use of diaphragm walls in the construction of a road tunnel under the Suez Canal for the launching and reception shaft of a TBM machine. The chosen polycentric circular shape of the shafts enabled construction without the need to use props or anchors. The blocks of plastic concrete panels of diaphragm walls also served for the construction of cross passages and safe heavens and break-in and break-out blocks for the start and finish of TBM.

O pražských mostech podrobně a pestře

Dějiny mostů jsou součástí historie města, jeho obyvatel, jeho správy. Je to kronika střetů koncepcí, odborných i politických rozhodnutí, vážení alternativ a někdy i osobních sporů a soukromých zájmů. Často jde o drama přímo výbušné, někdy však s rysy hořké komedie, jindy bezelstně úsměvné a protkané dobovými kuriozitami.

Bohatě ilustrovaná kniha seznamuje čtenáře s plánováním, stavbou, uměleckou výzdobou a historií **všech velkých a řady malých pražských mostů, současných i zaniklých.**

Nabízí ale více. Je zaměřena i na širší kontext mostních staveb, na to, jak se mosty promítaly a promítají do života velkoměsta z hlediska dopravního, estetického a reprezentačního. Líčí, jak si Praha „své mosty“ prosazuje a jak její mosty naopak Prahu mění.



Formát 220 × 260 mm | 352 stran

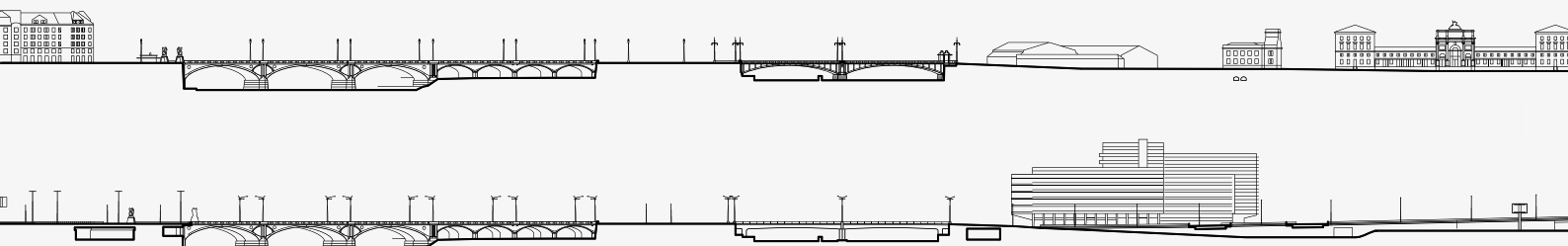
Plnobarevná | Pevná vazba | MC 787 Kč

cattacan

→ **Zajímavosti a dobové kuriozity**

→ **Historické i současné fotografie a kresby, plány, mapy a nákresy**

→ **Duch doby, kolorit místa, architektonické soutěže, boj koncepcí, tříbení názorů a zájmů (inženýři, architekti, politikové a veřejnost), stavba, výzdoba, proměny předmostí**





Celkový pohled na stavební jámu během provádění pilot z úrovně 5. PP

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ NOVOSTAVBY BYTOVÉHO DOMU ERBENOVA V PRAZE 5

Nad koncovým kruhovým objezdem Erbenovy ulice směrem do svahu k ulici Mošnova probíhá v současnosti výstavba bytového domu. Na přibližně lichoběžníkovém pozemku v poměrně příkrém svahu a v problematických geologických podmínkách byla v době od června 2020 do února 2021 vyhloubena stavební jáma pod ochranou vícenásobně kotveného mikrozáporového pažení a realizovány prvky speciálního zakládání v podobě mikropilot a vrtaných pilot. Zajištění stavební jámy a založení objektu prováděly firmy skupiny Zakládání – Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s.

Novostavba bytového domu

Objekt bude mít celkem 20 bytů s terasami a zahradami v 9 podlažích – 6 podzemních (5. PP a 5. PP mezanin plně pod úrovní terénu a 4 PP zapuštěná v terénu jednostranně) a 3 podlaží nadzemní (úroveň nad Mošnovu ulici). V 5. PP bude celkem 41 garážových stání. Dům bude členěn na šest objektů terasového charakteru na společné podnoži s orientací jihovýchodním směrem. Půdorysné stopy jednotlivých podlaží objektu budou nepravidelných tvarů, reagujících na tvar pozemku – tento tvar a prudký spád terénu byly jedním z hlavních faktorů určujících návrh objektu. Nosný systém podzemních i nadzemních podlaží tvoří monolitické železobetonové stropy, stěny a sloupy.

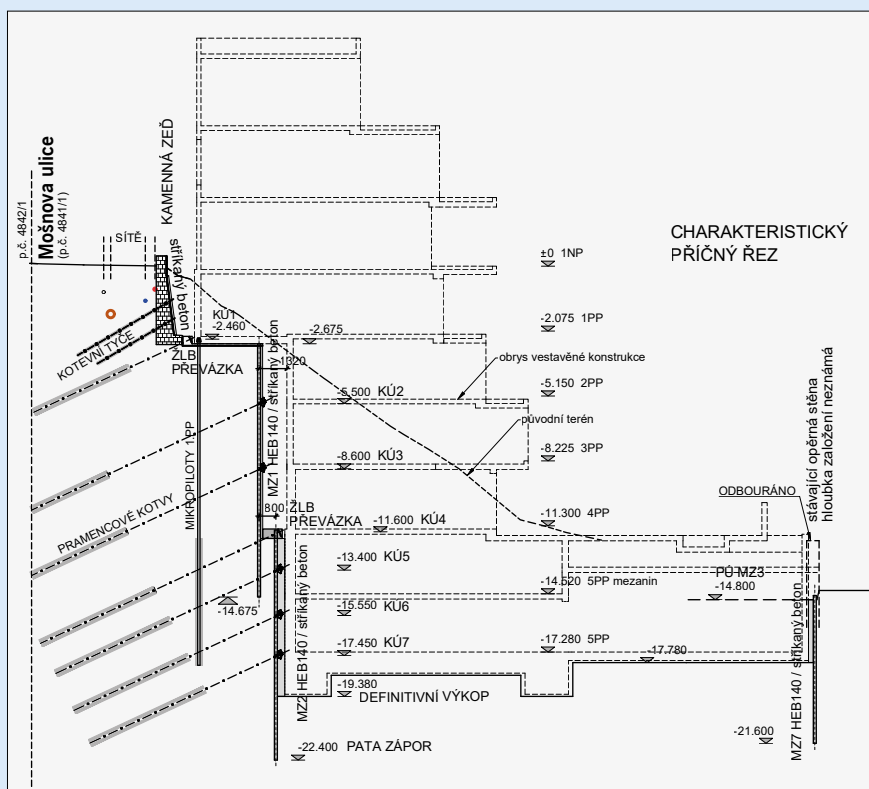


Architektonický model budoucího objektu

Barrandien je v zájmové středočeské oblasti Českého masívu zastoupen horninami prote-rozoika a spodního paleozoika. Přímou na lokalitě je skalní podklad tvořen komplexem ordovic-kých hornin s vrstvami dobrotivskými, řevnickými (drabovskými) a libeňskými. Sedi-menty jsou vlivem vrásnění ordoviku uloženy velmi strmě v souvislém sledu od nejstarších břidlic dobrotivských na severu pozemku přes pásmo řevnických křemenců, probíhajících zá-jmovým územím v celé mocnosti ve směru zá-pad – východ, až po břidlice libeňské v jižní části zkoumané oblasti. Horniny se nacházejí ve velmi proměnlivém stupni porušení. Povrch hornin ordovického souvrství je překryt nepravidelnou vrstvou kvartérních sedimentů a re-centních navážek. Z pokryvných kvartérních sedimentů převažují na staveništi křemencové suť a deluviální uložení břidlic, často vzá-jemně promíšené. Suť mají charakter hrubých štěrků s výplní písčitých jílu a jílovitých písků, místy i s příměsí úlomků břidlic. Deluvia břidlic obsahují téměř vždy drobné i hrubé úlomky křemence. Na svahových sedimentech je za-chován nevýrazný humózní horizont. Oběh podzemní vody v širším okolí zájmového území v ordovických horninách je vázán zejména na kolektor s převládající puklinovou propustností představovaný přípovrchovou zónou rozpojení a rozpukání. Předpoklad, že hluboká erozní rýha mezi Mošnovou a Zapovou ulicí předsta-vuje významný kolektor i v kvartérních sedi-mentech, se v průběhu provádění stavební jámy nepotvrdil a v lokalitě nebyla zastižena souvislá hladina podzemní vody. Přesto byly na ploše pažení pod Mošnovou ulicí patrné drobné výtoky, které jsou pravděpodobně důsled-kem dotace horninového prostředí srážkami.

Mikrozáporová stěna

Pūdorys



Řez

Mikrozáporová stěna byla koncipována jako dvoustupňová. V prvním/horním stupni pažicím úroveň 2. až 4. PP objektu (max. délka MZ 13,6 m) byla mikrozáporová stěna od obrysu vestavované konstrukce objektu odsazena tak, aby byl vytvořen prostor pro oboustranné bednění suterénních stěn – v těchto úrovních je objekt obytný a po obvodě stavby je opatřen hydroizolací i tepelnou izolací. Kromě toho je toto odsazení pažicí konstrukce využito pro instalaci drénu pod Mošnovou ulicí, který eliminuje možnost přehrazení případných podzemních vod ze svahu a zabraňuje vzniku vodního tlaku na objekt v těchto výškových úrovních. Ve druhém/spodním stupni pažicí stěny v úrovni 5. PP a 5. PP – mezaninu tvoří MZ stěna rubovou stranu bednění a v této části stavby s jejím technickým záměm jsou suterénní stěny navrženy jako „bílá vana“ bez tepelné izolace a konstrukce jsou dimenzovány na vodní tlak.



Instalace 1. stupně mikrozápor z pracovní úrovně pod zpevněnou kamennou zdí v Mošnové ulici



Zpevňování zdi pod Mošnovou ulicí



Instalace 1. stupně mikrozápor z pracovní úrovně pod zpevněnou kamennou zdí v Mošnové ulici



Instalace kotev na 2. kotevní úrovni

MZ jsou podle zatížení v různých částech stavby navrženy z oceli pevnostní řady S355, resp. S235.

Kotvení

Zemní kotvy jsou navrženy jako dočasné předpjaté, dvou- až třípramencové, pramence 15,7 mm, ocel s mezí pevnosti 1860 MPa, max. délky 16,5 m. Převázky byly v převážné části plochy pažení navrženy ocelové ze šesti- a osmičlenných GU16-400 z oceli pevnostní třídy S355. Jednotlivé prvky jsou koncipovány jako prosté nosníky s převýšenými konci, výjimečně jako spojitě nosníky o více polích. Převázka v 1. KÚ byla navržena jako železobetonová C 25/30, příčného řezu 350/450 mm v patě kamenné opěrné zdi pod komunikací Mošnova a byla propojena s podkladním betonem 1. PP. Podkladní beton byl kromě obligátní sítě vyztužen táhly zajišťujícími kotvení MZ 1. stupně pažení v jejich hlavách. Převázky na přechodu prvního a druhého stupně MZ stěny ve 4. a 5. KÚ byly navrženy železobetonové C 25/30, vyztuženého příčného řezu 600/450 mm.

Vlastní objekt bude proti jednostrannému zatížení zemním a vodním tlakem ze strany Mošnovy ulice stabilní až po aktivování prvků založení (pilot/mikropilot) a kompletaci celé hrubé stavby. Zemní kotvy proto nebudou v průběhu realizace stavby deaktivovány a převázky nebudou rozebírány; nosná konstrukce objektu tak převeze kotevní síly postupně se ztrátou únosnosti dočasných zemních kotev vlivem koroze – lze předpokládat v horizontu 10–30 let.

Součástí svíslé pažicí konstrukce je stříkaný beton vyztužený KARI sítí v kvalitě C 16/20 na povrchu kamenné opěrné zdi a na lícových přírubách profilů mikrozápor. Stříkaným betonem jsou dále místně stabilizovány a ochráněny svahy otevřených výkopů. Pro případ výskytu lokálních vývěřů byly na stavbě k dispozici drenážní trubky s plánovaným uložením pod geotextilií do takovýchto míst pod stříkaný beton. Lokální



Instalace 2. stupně mikrozápěr ve 4. kotevní úrovni

vývěry tohoto typu však nebyly během provádění zastiženy.

Výkopové práce byly provedeny běžnou mechanizací bez nutnosti rozpojování hornin odstřelem. Nadvýlomy v definitivní základové spáře v oblasti relativně pevných křemenců byly zaplombovány betonem v rámci instalace podkladního betonu. Naopak břídlíce exponované v základové spáře podléhaly v zimním období rychlé degradaci a kvalitní základové spáry bylo dosaženo jejím hutněním přes vrstvu suchého betonu. Návrh i provedení zajištění stavební jámy byly poměrně složité vlivem značně komplikovaných prostorových poměrů; provádění prvků speciálního zakládání nebylo povoleno z prostor mimo půdorys stavby, jednotlivé pracovní úrovně pro práci mechanismů byly organizovány v odřezech svahu a další omezení přidal zákaz průniku zemních kotev pod některé sousední pozemky či během postupujících výkopových prací stále provozovaná kanalizace, procházející napříč staveništěm.

Založení objektu

Vzhledem ke konfiguraci staveniště je bytový dům založen v několika výškových úrovních. V prostoru 5. PP byly navrženy krátké vrtné velkopřůměrové železobetonové piloty průměru 1,2 m; v části půdorysu 1. PP a ve východní části jámy v úrovni 3. a 4. PP jsou pak navrženy mikropiloty tr. 108/16 (MP). Tyto základové prvky zásadně přenášejí vodorovné síly v základové spáře, které jsou výsledkem výrazně jednostranného zatížení zemním tlakem na objekt ze strany Mošnovy ulice. V úrovni definitivního výkopu byl po instalaci ležatých svodů kanalizace položen podkladní beton.

Monitoring zajištění stavební jámy

Před zahájením prací na stavbě byly provedeny pasportizace okolních objektů a v exponovaných

místech byly na objektech umístěny měřicí body pro geodetické 3D sledování.

Projekční práce na zajištění stavební jámy byly zahájeny na základě rešeršní geologické zprávy. Vzhledem k určitým nejistotám ve stanovení mechanicko-fyzikálních parametrů hornin, konfiguraci terénu s vysokým svahem nad stavební jámou a k zástavbě obytnými domy v tomto svahu nad staveništěm, v kombinaci s místně omezenou délkou kotev z důvodu nepovolení průniku pod některé sousední pozemky, byl navržen monitoring tří profilů pažicí stěny pod Mošnovou ulicí.

Cílem monitoringu bylo sledování pohybů konstrukcí pažení a vývoje sil v instrumentovaných kotvách, přičemž prioritní bylo hledisko bezpečnosti/spolehlivosti zajištění stavební jámy. Nicméně při zjištění minimální reakce pažení v průběhu hloubení stavební jámy v případě výskytu kvalitních hornin



Instalace základových mikropilot ve východní části stavební jámy

vyšších pevností ve spodní partii skalní stěny mohlo být na základě příznivých výsledků měření přistoupeno k redukci rozsahu kotvení. Deformace pažicí konstrukce byla po dobu výstavby sledována ve zmíněných třech profilech, instrumentovaných vždy jedním inklinometrem. Inklinometry byly



Pilotové zakládání



Celkový pohled na stavební jámu během provádění pilot z úrovně 5. PP

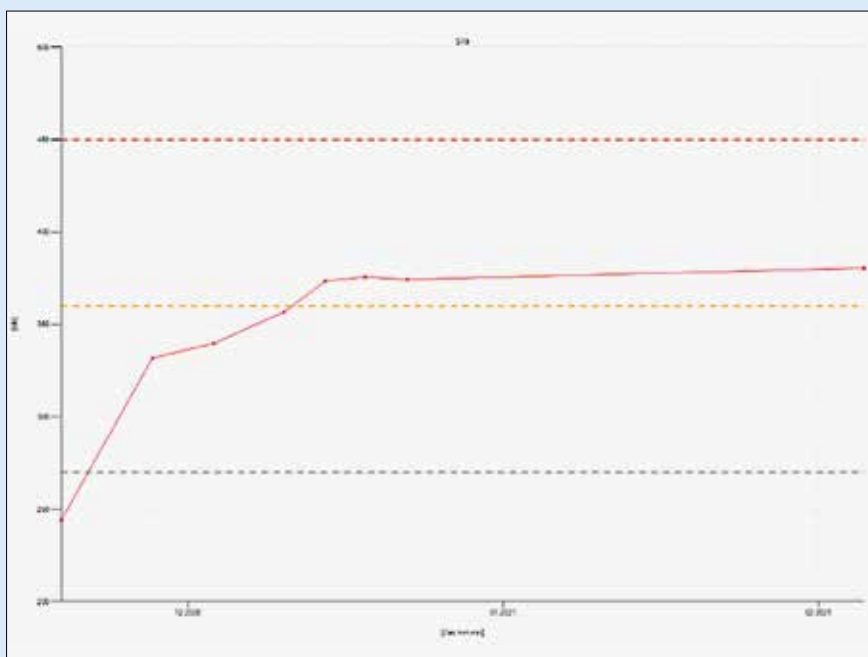
zapuštěny dostatečně hluboko pod patu záporové stěny tak, aby mohlo být dno inklinometru považováno za srovnávací nulový bod, přesto byla zhlaví inklinometrů osazena 3D měřicími body (zrcátka) a deformace byla kontrolována též geodeticky. V těchto profilech osazených inklinometry byly v hlavách jedné kotvy v každé kotevní úrovni osazeny magnetoelastické dynamometry. Geodetické sledování, měření deformací inklinometrů i měření sil v kotvách probíhalo podle navrženého harmonogramu monitoringu v jednotlivých kotevních úrovních. Pro

hodnocení měřených dat byly projektem monitoringu stanoveny varovné stavy jak co do velikosti deformací pažení, tak vývoje sil v kotvách.

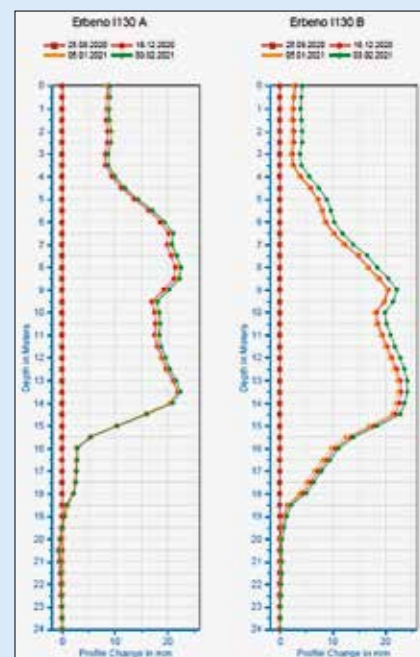
Sledované profily byly umístěny v exponované stěně pažení pod Mošnovou ulicí tak, aby v obou krajních profilech bylo sledováno chování konstrukce v prostředí měkkých břidlic, zatímco jediným prostředním profilem bylo dokumentováno chování pažení ve facii křemenců. Výsledky sledování jednotlivých profilů se jeví paradoxní a byly pro zúčastněné skutečným překvapením: zatímco v břidlicích

nedošlo v měřených profilech k výrazným deformacím a síly v kotvách na žádném dynamometru nedosáhly ani prvního varovného stavu, v profilu „křemencovém“ č.130 začaly deformace i kotevní síly narůstat ve výkopu na 3. KÚ a tento jev pokračoval až na kotevní úroveň 6. Tento vývoj dokumentujeme výstupem grafů deformací inklinometru 130 a vývoje sil „nejpostiženější“ kotvy v 5. KÚ, kde síla překročila 2. varovný stav a musela být zvýšena kadence měření mimo původně plánovaný rozpis.

Důvod tohoto paradoxního výsledku sledování profilů se nepodařilo objasnit, během vizuální kontroly exponovaných hornin v jednotlivých krocích výkopu nebyla shledána významná změna kvality, byly provedeny průvrty stříkaným betonem pro potvrzení faktu, že zvýšené namáhání konstrukce pažení není způsobeno akumulací vody za pažením. Nicméně ve všech měřených profilech výsledky měření inklinometrů a sil v kotvách velmi dobře korespondují, a lze je tak považovat za korektní a reálné. Výsledky měření potvrdily bezpečnost návrhu zajištění stavební jámy jak z hlediska stability svahu, tak zvládání zemních tlaků navrženým pažením. Nicméně výrazné projevy deformační i silové v uvedeném profilu 130 nedovolily redukovat rozsah kotvení ve spodních partiích jámy a pažení bylo kompletně provedeno podle zpracované projektové dokumentace. Výsledky geodetického sledování okolní zástavby nevičely v tomto směru žádný problém (max. vodorovná výchylka bodu na fasádě 3 mm), jednotlivé hodnoty pohybů byly pochopitelně ovlivněny změnami teplot v průběhu sledování a celkově lze konstatovat, že se pohybovaly v rámci přesnosti dosažitelné touto technologií měření totální stanicí.



Vývoj síly v kotvě 5. KÚ v profilu 130 a deformace stěny dokumentovaná inklinometrem 130





Betonáž základové desky

Poznámky k realizaci

Po vytyčení sítě a zřízení místní geodetické sítě byly zahájeny odkopy koruny svahu v SZ části staveniště pod ul. Mošnovou. Vzhledem ke svažitosti pozemku byla v několika úrovních zřízena protispadová opatření, nutná pro zajištění bezpečnosti stavby a zejména prostoru pod ní – stávajícího kruhového objezdu v Erbenově ul., který byl nejnižším bodem staveniště, a chodníku stoupajícího podél jeho JV strany k ul. Zapově. Po odkopání první pracovní plošiny byly maloprofilovou vrtací soupravou provedeny kotevní tyče do stávající kamenné opěrné zdi a po montáži výztuže byla zeď opatřena stříkaným betonem. Po dosažení výkopu úrovně založení 1. PP objektu byly provedeny MZ horního stupně pažicí stěny, kotvy 1. KÚ a základové MP desky 1. PP a tyto prvky byly vzájemně propojeny železobetonovými převážkami a podkladním betonem. Kotvení nižších úrovní bylo prováděno vždy postupně v odřezech původního svahu. V severním rohu stavby, kde je objekt založen v úrovni 3. a 4. PP, tj. ve výškové úrovni a prostoru nepřístupném pro těžkou pilotážskou vrtnou techniku, byly provedeny trvalé základové MP. V úrovni přechodu na druhý, spodní stupeň mikrozáporové stěny byly instalovány v hlavách MZ železobetonové převázky 4. a 5. KÚ, ocelové převázky ostatních úrovní byly zavěšovány přes ocelové plechy, resp. kontaktovány s MZ stříkaným betonem. Relativně hluboké vrty 296 mm pro osazování mikrozápor byly hloubeny rotačně-přilepovou technologií na vzduchový výplach. Pro dosažení potřebného výkonu byla nasazena vrtná souprava Hütte HBR 610 o hmotnosti 24 t. V prostoru severního rohu staveniště, kde existovalo nebezpečí ztráty stability svahu tvořeného svahovými sutěmi a recentními navážkami, hloubila vrtná souprava vrty postupně před sebou tak, aby již instalované

MZ zajišťovaly svah pod vrtačkou v následujícím postavení. Subtilnější vrty pro kotvy byly prováděny opět rotačně-přilepovou technologií, v místech značně omezeného pracovního prostoru stroj Hütte alternoval s malou vrtačkou MVS 741.

Z úrovně krycí/ochranné vrstvy základové spáry (0,5 m – zimní období) byly v prostoru 5. PP instalovány velkoprofilové vrtné piloty.

Výztuž pilot byla atypická s minimálním přesahem do základové desky, ve středu pilot byly osazeny ocelové profily HEM 180 s cílem vytvoření kloubového připojení pilot k základové desce pro zachycení smykových sil.

Hlavní výměry prací speciálního zakládání:

- mikrozápory HEB 140: 2124 m,
- pramencové kotvy: 2833 m,
- stříkaný beton: 2026 m²,
- piloty 1,2 m: 298 m,
- mikropiloty 108/16: 63 m.

Hlavní účastníci výstavby

Investor: Rezidence Erbenova, a. s.,
(www.erbenovarezidence.cz).

Generální dodavatel: EBM Construct, s. r. o.

Generální projektant: EBM Expert, s. r. o.

Projekt zajištění stavební jámy a založení:

Zakládání Group, a. s.

Dodavatel prací speciálního zakládání: Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s.

Monitoring inklinometrů:

Zakládání staveb, a. s.

Monitoring dynamometrů a geodetická sledování: Inset, s. r. o.

Ing. Petr Nosek

Foto: Libor Štěřba, archiv autora
a Zakládání Group, a. s.



Vizualizace konečné podoby objektu Erbenova

Securing a construction pit and foundation of a new Erbenova apartment building in Prague 5

An apartment building is currently being built above the final roundabout of Erbenova Street towards the slope to Mošnova Street. In the period from June 2020 to February 2021, a construction pit was excavated on an approximately trapezoidal plot of land on a relatively steep slope and in problematic geological conditions under the protection of multiple anchored microrider sheeting and special foundation elements in the form of micropiles and drilled piles were implemented. The securing of the construction pit and the foundation of the building was performed by the companies of the group Zakládání - Zakládání Group, a. s., and Zakládání staveb, a. s.



Provádění pilotového založení dvěma vrtnými soupravami

POLYFUNKČNÍ OBJEKT MASARYČKA

V centru Prahy v areálu Masarykova nádraží, podél jižní strany ulice Na Florenci vzniká v současnosti významná novostavba nesoucí název Masaryčka. Návrh pochází od světově významné architektky Zahy Hadid a jejího britského ateliéru Zaha Hadid Architects.

Stavba je součástí rozsáhlého projektu revitalizace pozemků v okolí Masarykova nádraží, který má několik etap, z nichž první a nejvýznamnější je právě stavba Masaryčka. Podél severní hrany Masarykova nádraží vyrostou dva bloky nových budov s dominantní zlatou věží na západním konci směrem k centru města. Ulice Na Florenci se tak promění v novou městskou třídu se službami, kanceláři a přímým vstupem na Masarykovo nádraží.

Investorem a developerem rozsáhlého stavebního a urbanistického záměru je skupina Penta.

Firmy skupiny Zakládání – Zakládání staveb, a. s., a Zakládání Group, a. s., – byly při zahájení tohoto unikátního stavebního záměru, který je jedním z největších a nejvýznamnějších pražských projektů tohoto desetiletí. V roce 2017 proběhlo zajištění stavební jámy pro 1. etapu záchranného archeologického výzkumu zájmového území a následný výkop stavební jámy pro novostavbu. V roce 2020 a 2021 pak bylo provedeno pilotové založení stavby. V následujících textech postupně přiblížíme urbanistický a architektonický koncept stavby, historické souvislosti území kolem Masarykova nádraží a konečně popíšeme realizované práce speciálního zakládání na zajištění stavební jámy a založení objektu.

Etapy rozsáhlého projektu kolem Masarykova nádraží

1. Nová budova Masaryčka podle návrhu Zahy Hadid v ulici Na Florenci,
 2. Náměstí u křižení ulic Na Florenci a Havlíčkovy,
 3. Rekonstrukce historických budov Masarykova nádraží,
 4. Platforma přes kolejíště spojující ulice Na Florenci a Hybernskou s přístupem na všechna nástupiště,
 5. Nový hotel v Hyberské ulici,
 6. Navazující fáze kolem magistrály (Wilsonovy třídy), které jsou však podmíněny změnou územního plánu v předmetné oblasti a termín jejich realizace, jako samostatné výstavby, je aktuálně tedy pouze odborně odhadován.
- Celý projekt bude realizován v několika etapách a nabídne až 100 000 m² nových kancelářských ploch, obchodů, restaurací a kaváren.

URBANISTICKÝ A ARCHITEKTONICKÝ NÁVRH

Urbanistické souvislosti stavby

Navrhovaný polyfunkční objekt leží mezi ulicí Na Florenci a Masarykovým nádražím v dlouhém pruhu nezastavěného pozemku. Objekt bude součástí širšího záměru transformace ploch v okolí Masarykova nádraží a Florence, které pro provoz železniční stanice přestaly být využívány. Území je omezeno ze severu ulicemi Na Florenci a Křižíkovou, ze západu budovou železniční stanice Masarykovo nádraží, z jihu ulicemi Hybernskou a z východu v jižní části Wilsonovou ulicí (severojižní magistrála) a následně Negrelliho viaduktem a prostorem autobusového nádraží Florenc. Severojižní magistrála územím prochází estakádou, která překonává kolejiště Masarykova nádraží a oblast Florence. Tato mostní konstrukce je bariérou rozdělující dané území na dvě poloviny. Zásadní ambicí řešení celé oblasti je kromě návrhu a výstavby nových budov především komunikační propojení jednotlivých městských částí a ulic, které k areálu nádraží přiléhají. Rozhodující komunikační osy v návrhu jsou dvě. První je určena prodloužením ulice Na Florenci směrem do karlínské Pernerovy ulice. Druhá je určena propojením ulic Na Florenci a Opletalovy napříč kolejištěm Masarykova nádraží. Toto propojení je navrženo prostřednictvím zastřešení kolejiště nádraží, které umožní jednak přechod nádraží pro pěší, jednak pěším umožní přímý vstup na jednotlivá nástupiště a konečně vytvoří kvalitní veřejný prostor blízký náměstí. (Investorem toho záměru je SŽDC a záměry jsou vzájemně koordinovány.)

Studio Zaha Hadid Architects (ZHA) jako autor projektu vnímá jako zásadní úkol nově definovat ulici Na Florenci. Současná situace, kdy je ulice obnažena do kolejiště, je nevyhovující a je evidentní, že je nutné ulici uzavřít z jihu zástavbou. V celé délce ulice Na Florenci navrhuje studio ZHA tři nové veřejné prostory přičleněné k ulici Na Florenci (piazzety), které svým rozdílným charakterem ožvíjí aktivity ve veřejném prostoru a přispějí k prostorové bohatosti území. První prostor v západní části řešeného území je prostorem sdíleným samotným nádražím, okolní zástavbou a plánovaným areálem a bude mít ve výsledku charakter nového náměstí. Revitalizace tohoto prostoru je klíčovým přínosem pro budovu samotného Masarykova nádraží. Druhý prostor navazuje na pasáž Florentinum s možností propojení až se samotnými nástupišti. Třetí piazzeta se nachází při ohybu ulice Na Florenci ve východní části řešeného území. Odkazuje na vztah ulic Opletalova a Na Florenci a ponechává možnost jejich vizuálního propojení; zastřešení kolejiště by



Vizualizace budoucí západní dominanty Masaryčka

přineslo i propojení fyzické. Navrhovaná hmota definující ulici Na Florenci je těmito piazzetami členěna a společně s návrhem fasád přispívá k členění budovy na rozdílné architektonické celky. Zastřešení kolejiště pak přinese do území nový veřejný prostor a zmírní negativní dopady dopravní infrastruktury.

Návrh budovy Masaryčka byl v rámci předchozích fází svého vývoje a projednávání postupně upravován s cílem vyhovět všem vzneseným připomínkám dotčených účastníků stavby. Největší důraz byl kladen na začlenění budovy do jejího okolí se zachováním zásadních výrazových prvků studia ZHA. V rámci vývoje návrhu došlo ke snížení hmoty o 2 m v celé délce budovy, výrazně byl redukován rozsah 9. NP v západní části

budovy s cílem zdůraznění lokálnosti tohoto výškového akcentu, nejvyšší podlaží z ulice Na Florenci ustoupila po celé délce a návrh fasády byl opticky rozčleněn na dílčí segmenty, které rozměrově korespondují s okolní zástavbou. Zvýšen byl podíl neprůhledných částí, lodžii po obou stranách budovy a rozšířena barevná a materiálová různorodost fasádních prvků.

Nejvyšší dominantou celého komplexu je věžový akcent v západní části řešeného území, který vytváří kompozici s nárožními věžemi ostatních městských bloků. Navazuje na urbanistický kontext a definuje předprostor Masarykova nádraží formou nově navrženého náměstí při křížení ulic Havlíčkova, V Celnici a Na Florenci. Tato dominanta je potřebná



Vizualizace Masaryčky se zastřešenými kolejišti od jihovýchodu



Vizualizace nového architektonického řešení ulice Na Florenci

z hlediska čitelnosti celé koncepce, definuje nově vzniklý prostor ulice Na Florenci a dává celému komplexu potřebnou orientaci. Výška budovy je odvozena od jejího nejbližšího okolí, výškový akcent v západní části je opakováním a doplněním blízkých prvků lokálních výškových dominant – věží historické budovy Masarykova nádraží nebo Prašné brány. Výška navazujících hmot navrhovaného objektu je pak sestupná směrem k východu dále po ulici Na Florenci, kde také navazuje na výškovou kompozici svého okolí jak počtem podlaží, tak celkovou výškou. Navrhovaná budova nikterak nevytváří konkurenci stávajícím

historickým objektům, naopak navazuje na historicky používané principy navrhování v moderní formě, dotváří městský prostor před Masarykovým nádražím, čímž tento prostor výrazně získá na přehlednosti a zejména rekonstruovaná historická budova nádraží znovu získá na důstojnosti v současném stavu devalvované formou a stavem veřejného prostoru před nádražím a nedokončeností ulice Na Florenci.

Architektonický výraz

Hmotové řešení jednotlivých objektů návrhu se vyznačuje prostorovou bohatostí. Té je

dosaženo především terasovitým členěním hmot objektů s římsami ve výškách jednotlivých podlaží. Poslední patra všech objektů jsou ustoupená. Střešní krajina areálu bude formována plochami s množstvím zeleně a kontinuálně tak v dálkových pohledech naváže na zeď vrchu Vítkov.

Návrh fasád odkazuje na určitou industriální historii území použitím kovových profilů, které definují jednotlivá patra a architektonické prvky objektů. Jak již bylo uvedeno výše, při západním cípu řešeného území do ulice Havlíčkovy se fasádní profily ohýbají do vertikály, čímž přispívají k definici náměstí a vytvářejí lokální dominantu. Profily jsou doplněny plnými fasádními panely vertikálního členění fasády. Každá z hmot pak obsahuje šikmý pruh fasády ve vertikálním směru, který se prostorově i materiálově liší od zbytku objektu. Tyto lodžie obsahují v návrhu fasády i zakomponované květníky se zelení na fasádě v rámci zábradlí, člení jednotlivé hmoty do souboru odlišných fasád, což přispívá k variaci fasádních prvků a hmot. Toto členění tak reaguje na rytmus okolních fasád původní zástavby. Struktura fasády se skládá ze dvou základních prvků, které se dále rozvíjejí v několika variantách. Primárním prvkem fasády je horizontální profil, který se skládá ze dvou materiálů – tmavě antracitového kovu z hliníku a pruhu zlaté barvy. Sekundárním prvkem fasády jsou pak plně fasádní panely v rovině zasklení, které se opět vyskytují v několika variantách.

Ing. Vladimír Vacek,

Jakub Cigler Architekti, a. s.

Vizualizace: Studio Horák



Vizualizace – letecký pohled – na revitalizovanou a nově řešenou oblast kolem Masarykova nádraží

MASARYKOVO NÁDRAŽÍ – HISTORIE SKRYTÁ POD KOLEJEMI

V souvislosti s nyní probíhající výstavbou při ulici Na Florenci zde proběhl v letech 2017 a 2018 šest měsíců trvající archeologický výzkum (obr. 1). Pod třemi metry navážek, které vznikly v době demolice starší zástavby a vzniku nádraží v roce 1845, zůstala zakonzervována středověká a raně novověká historie této části Nového Města. Archeologické zkoumání jejího obsahu a třídění nalezených materiálních pozůstatků podstatným způsobem doplňuje mozaiku našich poznatků o životě tehdejších obyvatel Prahy. Možnost srovnání někdy ještě ne zcela dávného způsobu života s naší rychle se měnící a globální kulturou je pak zcela fascinující ...

První písemné zprávy z konce 10. století nám dokládají, že se tato část dnešní Prahy dostala do majetku břevnovských benediktinů. Jednalo se o rozsáhlé plochy zemědělské krajiny s vesnicemi, které daroval klášteru kníže Boleslav II. Na počátku 13. století se pozemky dostaly krátce do držby řádu německých rytířů a vzápětí se staly majetkem řádu křižovníků s červenou hvězdou, kteří spravovali své majetky ze dvora u sv. Petra na Poříčí. Nejstarší archeologické stopy intenzivní lidské činnosti v prostoru dnešního nádraží však pocházejí až z období po založení velkoryse koncipovaného Nového Města pražského panovníkem Karlem IV. Zemědělská krajina (louky, pole, sady) se začala razantně měnit a postupně zaplňovat domy budovanými v sousedství mohutných středověkých hradeb, které se táhly za východním okrajem zkoumané plochy. Pozemek jižně od ulice Na Florenci byl rozměřen na jednotlivé parcely, v jejichž čele vyrostly kamenné domy. Jednalo se však o lokalitu na periferii nově vznikajícího města, a tak zde zástavba vyrůstala velmi pozvolna od 70. až 80. let 14. stoletím a nejspíše zde nikdy nevznikla souvislá uliční fronta kamenných domů. Z písemných pramenů víme, že se majitelé zdejších domů s rozsáhlými zahradami poměrně často střídali a jednalo se patrně o etnické Čechy – zejména řemeslníky.



Obr. 1: Pohled na probíhající výzkum v listopadu 2017. Celá plocha stavební jámy byla postupně zkoumána směrem od západu. (foto: M. Vyšehrad)

Domy zde vlastnili mimo jiné řezník, provazník, jehlář, bečvář, sedlář, kovář nebo švec. Archeologickým výzkumem byla potvrzena přítomnost paterníka – řemeslníka vyrábějícího ze zvířecích kostí knoflíky a drobné korálky do ruženců. Po jeho činnosti zde totiž zůstalo velké množství výrobního odpadu. Ulice Na Florenci, kterou protékala vodoteč, byla v minulosti užší a torza zaniklých domů tak zůstala z větší části dochována pod chodníkem a vozovkou dnešní ulice. Výzkum

samotný se zaměřil především na střední a zadní části městských parcel, díky čemuž byly nalezeny četné objekty sanitárně-hygienického charakteru, exploatační jámy i další objekty související s hospodářským zázemím zdejších domů. V několika případech byly odkryty také zadní trakty domů, a to včetně jejich sklepů. Výjimečný byl především nález zadní podsklepené části hloubkového domu – jednalo se o nejzajímavější a nejlépe dochovanou stavbu, která prošla složitým stavebním vývojem v období od poslední třetiny 14. století až do poloviny 17. století, kdy zanikla (obr. 2). Postupně bylo objeveno devět studen a vodních nádrží s kamennými věnci a minimálně stejný počet fekálních jímek kamenných i dřevěných konstrukcí. Prozkoumáno bylo dalších 250 zahluobených objektů různých



Obr. 3: Výřez z rytiny zobrazující útok Švédů na novoměstské hradby mezi Koňskou a Horskou bránou na podzim 1648 (Theatrum Europaeum, sv. VI – 1663, AHMP sig. G3745) a příklady nálezů dělostřeleckých projektilů z výzkumu (foto: M. Vyšehrad)



Obr. 2: Celkový pohled na zadní podsklepenou část hloubkového domu, který byl v průběhu 14. až 17. století několikrát přestavěn. (foto: J. Růžička – dron)



Obr. 4: Tři vybrané kamenné kachle z 15. století nalezené na Masarykově nádraží (znak Nového Města pražského, klanění tří králů a turnajová scéna) a rekonstrukce kachlových kamen z hradu Orlik u Humpolce jako příklad, jak mohla taková kamna vypadat (foto kamen převzato z: <http://www.castrum.cz/hrad-orlik/aktuality/>). (foto: M. Vyšehlid)

velikostí – většinou se jednalo o odpadní jámy. Další stovky drobnějších jamek po kulech či sloupech reprezentovaly doklady lehčích dřevěných konstrukcí za kamennými domy (ploty, dřevěné přístřešky atd.).

Nesmazatelné stopy zanechala na pozemku v sousedství hradeb třicetiletá válka. Většina zdejších domů se proměnila alespoň dočasně v ruiny, došlo ke změně majetkových poměrů i scelování pozemků. Zasypaný byly studny i odpadní jímky, vykopány byly další rozsáhlé exploatační jámy na hlínu a podložní štěrko-písky – suroviny využitě při stavebních úpravách starých nevyhovujících hradeb. V závěru třicetileté války obsadila švédská vojska Hradčany a Malou Stranu a na podzim 1648 probíhalo velmi intenzivní ostřelování a útoky na Nové Město pražské (obr. 3). Doklady tohoto ostřelování reprezentovaly nalezené dělostřelecké projektily – jednalo se o pět dělových koulí o průměru 110 mm a váze okolo 5 kg (středně těžká polní děla) a 29 střepin výbušných granátů o původním průměru 270 mm (hmoždíře). Souvislost s obranou a dobýváním města měly snad také jednotlivé lidské kosti, kterých bylo nalezeno celkem 15 kusů z minimálně 7 jedinců – mohlo se jednat o druhotně přemístěné ostatky obránců či útočníků. Na většině zkoumaného pozemku vznikly po polovině 17. století rozsáhlé zahrady, které převrstvily veškeré starší sídlištní situace. Postupně byly rekonstruovány nebo znovu postaveny některé zdejší domy. Chátrající a nevyhovující středověké hradby začaly být ihned po konci války nahrazovány zcela novým barokním bastionovým opevněním. Podobu zahrad již známe z nejstarších ikonografických

pramenů, nicméně detaily o jejich vzhledu a funkci nám přinesl také archeologický výzkum. Odkryta byla torza zavlažovacího systému (studny, cihlové kanálky a nádržky) a v souvrství zahrady byly nalezeny četné drobné předměty ztracené lidmi, kteří zde pracovali nebo odpočívali (mince, medailonky, křížky, drobné přezky, růžence i hliněné dýmky). Náhled do jídelničky zdejších obyvatel i složení plodin pěstovaných v zahradách přinesly odebrané archeobotanické vzorky – bohatá škála obilnin, bylinek, zeleniny, pěstovaného i sbíraného ovoce byla doplněna například o dovážené a v raném novověku velmi oblíbené fíky.

Veškeré zahloubené objekty (sklepy, jámy, studny, jímky), které zde postupně v průběhu staletí vznikaly, byly po svém zániku zaplněny domovním odpadem, a přinesly tak obrovské množství předmětů. Těch bylo nakonec ze země vyzdvíženo téměř 243 000 a podaly nám barvitě svědectví o materiální kultuře zdejších měšťanů, a to zejména v průběhu 15. až 17. století. Okolo 70 % nálezů tvořily zlomky keramických nádob – kuchyňská i stolní keramika měla totiž jen omezenou životnost a střepy hrnců, džbánů, misek, talířů či pánviček tak pravidelně končily na smetišti za domem. K nejzajímavějším z této kategorie nálezů patřily keramické kasičky s otvorem pro mince nebo drobné kopie keramických nádob – miniatur sloužících jako dětské hračky. Nalezeny však byly také zlomky luxusní kameniny exportované k nám v raném novověku zejména z německého Porýní. Nalezeno bylo 11 000 zlomků keramických kamnových kachlí, jejichž čelní vyhrávací stěny byly často reliéfně zdobeny různorodými motivy (obr. 4). Mezi nimi nalézáme nejčastěji motivy náboženské – výjevy ze Starého i Nového zákona (Adam a Eva u stromu poznání, sv. Jiří bojující s drakem, klanění tří králů a mnoho dalších), motivy mytologické, alegorické, heraldické nebo portréty vojevůdců, panovníků i šlechticů. Nechybělo však ani zobrazení husitských

bojovníků, turnajové a lovecké scény nebo kachle se jmény jejich výrobců – dobová reklama novoměstských kamnářů, kteří měli své dílny v okolí nedalekého kostela sv. Jindřicha. Archeologické nálezy však nereprezentovala pouze keramika, ale také zlomky předmětů skleněných, kostěných, kamenných nebo kovových. Mezi nejčastější železné předměty patřily obyčejné, ručně kované hřebíky a skoby, ale nalezeno bylo rovněž mnoho nožů, vidliček, nůžek, podkov, několik ostruh, šipek do kuší, klíčů, visacích zámků, ocílek nebo součástí koňských postrojů. Mezi devíti sty drobnými předměty z bronzů a mosazí bylo velké množství špendlíků, šatních háčků, náprstků, přezek, knoflíků, mincí, kování dřevěných rukojetí nožů a vidliček, ale také typických součástí oděvů Pražanek v 16. století (obr. 5). Ve výčtu a popisu všech odkrytých situací i nalezených předmětů bychom mohli pokračovat na mnoha dalších stránkách. Nezbývá než doufat, že se s detailními informacemi bude moci širší veřejnost v budoucnu seznámit formou výstavy nebo obsáhlejší publikace. K poznatkům z tohoto výzkumu v průběhu nadcházejících let přibudou informace z dalších nově zastavovaných ploch rozlehlého areálu u nádraží. Také jim totiž budou předcházet archeologické výzkumy, mapující historii tohoto unikátního místa.

Na základě poznatků z tohoto výzkumu nezbývá než potvrdit jeden z dlouhodobých předpokladů archeologů. Mnohé rozsáhlé plochy pražských brownfieldů, které čekají na svou revitalizaci, totiž reprezentují archeologicky jedinečné pozemky, které mohou přinést velké množství nových objevů, a to z dlouhého časového období od pravěku až po 19. století. S tímto předpokladem je třeba k nim přistupovat také ze strany investorů, jimž budiž dobrým příkladem právě zde stručně popsany výzkum v severní části areálu Masarykova nádraží.

Martin Vyšehlid, Archaia Praha, z. ú.



Obr. 5: Dobové zobrazení české měšťanky z 2. pol. 16. století a nalezené drobné předměty z barevných kovů a železa, které byly součástí jejího oděvu nebo je mohla nosit ve své kabele (foto: M. Vyšehlid)



Provádění pažených předvrtů pro beraněné zápor

MASARYČKA – ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY (2017)

Novostavba objektu Masaryčka bude ležet na původních pozemcích Masarykova nádraží podél jižní strany ulice Na Florenci. V roce 2017 zde společnost Zakládání staveb, a. s., provedla zajištění rozsáhlé stavební jámy rozměrů 215 x 30 m pro 1. etapu záchranného archeologického výzkumu zájmového území a následný výkop stavební jámy pro novostavbu. Zajištění jámy tvoří na většině obvodu záporové pažení do hloubky cca 8 m od terénu, jen východní strana je pažena kotvenou pilotovou stěnou a kotvenými sloupy tryskové injektáže s vloženou mikropilotou.

Záporové pažení

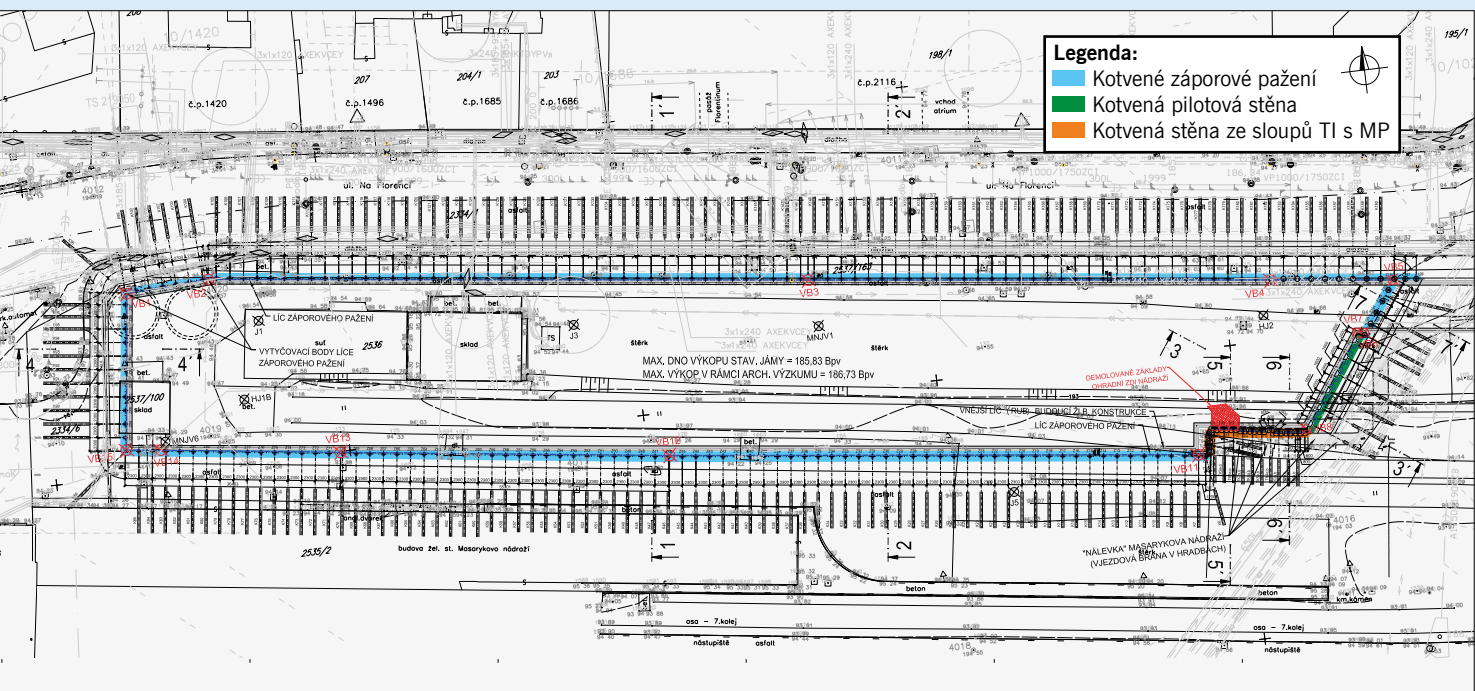
Vzhledem k zastíženým geologickým podmínkám byla pro provedení zápor zvolena technologie beranění s částečným předvrtem. Záporu tvořila vždy dvojice svařenců IPE 400, resp. 450 mm, délky 11 m s nutným technologickým přesahem 0,4 m nad úroveň terénu provádění z důvodů uchycení záporu do vibroberanidla. V hloubce cca 8 m se nacházela neproberatelná vrstva jílu o mocnosti cca 1,5 m až 2 m. Před zabíraním svařence se v místě záporu provedl do hloubky cca 9 až 10 m přes vrstvy navážek, hrubě zrněného písku a jílu pažený vrt průměru 600 mm velkoprofilovou vrtnou soupravou. Do těchto pažených předvrtů pak byly po vybrání původního materiálu osazovány vlastní záporu a vibrovány na projektovanou hloubku. Poté následoval jejich zpětný zásep v pažnici a nakonec vytažení pažnice.

Tímto způsobem se provedlo cca 90 procent zápor s výjimkou severozápadního rohu stavební jámy, kde bylo nutné provést záporu jako vrtné a osazené do vrtů pažených na celou výšku z důvodu převrtání železobetonových konstrukcí původní retenční nádrže. Beranění záporu bylo prováděno vysokofrekvenčním beranidlem ICE 815 na pásovém

jeřábu Liebherr 845. K provedení předvrtů byla použita velkoprofilová vrtná souprava Liebherr 16. Stavba se musela vypořádat s požadavkem projektanta, resp. objednatele, na udržení vzdálenosti líce záporového pažení od svislé hydroizolace a antivibrační izolace budoucí spodní části novostavby, což vyžadovalo přesné provedení předvrtů a osazení záporu.

Geologické poměry

Zájmové území je z geologického hlediska součástí Pražské sedimentační pánve, která náleží k vyšší regionální geologické jednotce staršího paleozoika Barrandienu. Paleozoické horniny, tvořící skalní podklad, jsou v daném prostoru zastoupeny mořskými sedimenty ordovického stáří. Celoplošného významu jsou zde břidlice bohdaleckého souvrství. Povrch mírně zvětřalého skalního podkladu v prostoru dotčeného území je v celé ploše území zakryt v průměru 14 až 15 metrů mocnou vrstvou zemin kvartérního pokryvu, sestávajícího z navážek a převážně hrubozrnných uloženin údolní terasy řeky Vltavy.



Půdorys stavební jámy

Pilotová stěna a podchycení sloupy tryskové injektáže

Na východní straně stavební jámy muselo technické řešení a následný způsob zajištění stavební jámy respektovat polohu staré hradební zdi, která se v těchto místech nachází. Ve směru od ulice Na Florenci k Masarykovu nádraží (ze severu na jih) se nejdříve provedl rovněž krátký úsek ze spojené dvojice zápor IPE tak, jako na většině obvodu jámy. Dále pak ale byla východní strana jámy pažena kotvenou pilotovou stěnou z pilot průměru 900 mm v rozteči 1,5 m. Důvodem použití pilotové stěny byla potřeba minimalizace deformací pažení podél zděného kolektoru vodovodního řadu DN 650 z r. 1908, který se v tomto místě nachází.

V poslední části jámy v jejím jihovýchodním rohu byla pro pažení využita původní hradební zeď, která byla podchycena sloupy tryskové injektáže vyztuženými mikropiloty. Hlava mikropilot byla vytažena až nad korunu hradební zdi a sloužila nejen jako výztuž tryskové injektáže, ale také jako součást pažicí konstrukce, kdy zčásti stabilizovala hradební zeď. To vše probíhalo v úzké projekční i realizační spolupráci se zástupci pražské archeologické obce.

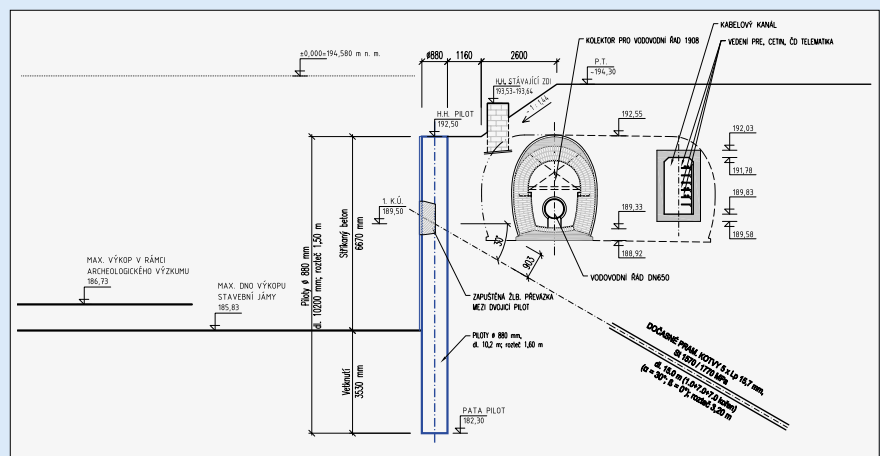
Pažicí piloty byly provedeny velkoprofilovou vrtnou soupravou Wirth 16. Pro tryskovou injektáž byla použita maloprofilová vrtná souprava Hutte 200 a vysokotlakým čerpadlem Techniwell TW 700.

Kotvení

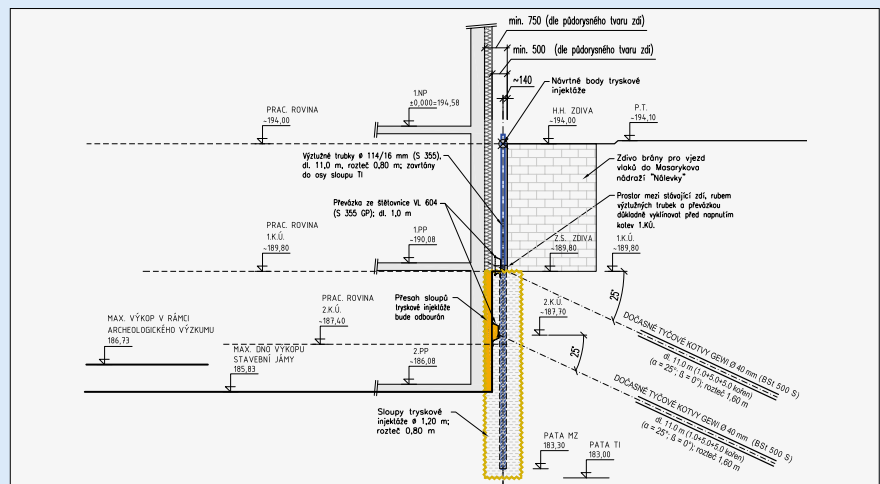
Všechny svislé prvky pažení byly kotveny v jedné úrovni dočasnými předpjatými 5pramencovými kotvami 5x Lp 15,7 mm (St 1570/1770 MPa). Na záporách IPE byla

kotva zapuštěna do svařence z IPE. Piloty a sloupy tryskové injektáže byly kotveny přes zapuštěné převázky ze šetřovic VL 604. Kotvy se prováděly maloprofilovou vrtnou soupravou Jano 7.

Součástí dodávky prací Zakládání staveb, a. s., bylo osazení dřevěných vodorovných pažin tloušťky 100 a 120 mm na celou paženou výšku jámy a provedení střikaných betonů ve východní části



Řez kotvenou pilotovou stěnou na východní straně stavební jámy



Řez kotvenou stěnou ze sloupů tryskové injektáže s mikropilotou v místě původní hradební zdi na jihovýchodní straně stavební jámy



Beranění zápor do pažených předvrtů



Dokončené záporové pažení v severozápadním rohu stavební jámy

stavební jámy na pažicích pilotách. Při provádění výdřevy a stříkaných betonů, které se realizovaly současně s těžbou stavební jámy a archeologickým průzkumem, museli všichni zúčastnění dobře koordinovat své práce, aby nedocházelo ke zbytečným prostojeům, a to jak na straně těžby, tak zhotovitele pažení stavební jámy.

Přes všechny dílčí problémy, které práce speciálního zakládání na této stavbě přinesly, byla stavební jáma předána v souladu se smlouvou o dílo ke spokojenosti objednatele, investora a zástupců odborné archeologické veřejnosti.

Michal Ručka, Zakládání staveb, a. s.



Pažení kotvenou stěnou ze sloupů tryskové injektáže s mikropilotou v místě původní hradební zdi na jihovýchodní straně stavební jámy

DOKONČENÍ ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A PILOTOVÉ ZALOŽENÍ OBJEKTU MASARYČKA (2020–2021)

V článku přinášíme popis provedení pilotového založení objektu Masaryčka na celkem 224 ks velkoprofilových pilotách. Součástí zakázky bylo i dokončení zajištění stavební jámy, provedení kotev 2. KÚ v místech nově navrženého snížení monolitické vestavby, provedení torkretové stěny pro pokládku vibroizolací na jižní straně stavební jámy a zhotovení podkladních betonů se zemnicí sítí proti účinkům bludných proudů.

Příprava stavby

Před zahájením prací na dokončení zajištění stavební jámy a založení objektu byly provedeny zpevněné betonové plochy pro vjezd mechanizace do stavební jámy kvůli eliminaci nežádoucího znečištění komunikací v centru Prahy. Dále bylo třeba doplnit a zabezpečit perimetr stavební jámy oplocením pro splnění BOZP. Před zahájením prací spojených s pilotovým založením bylo třeba rozhodnout o způsobu úpravy pojižděných ploch ve stavební jámě pro vrtací techniku s hmotností cca 100 t a pro autodomíchávače s betonem pro základové piloty. Variant pro úpravu ploch bylo několik, ale vzhledem k časovému tlaku byla zvolena úprava pomocí zásypu zhuštěným šterkovým materiálem, který dostatečně odolával pojezdům těžké techniky i za nepříznivých klimatických podmínek.

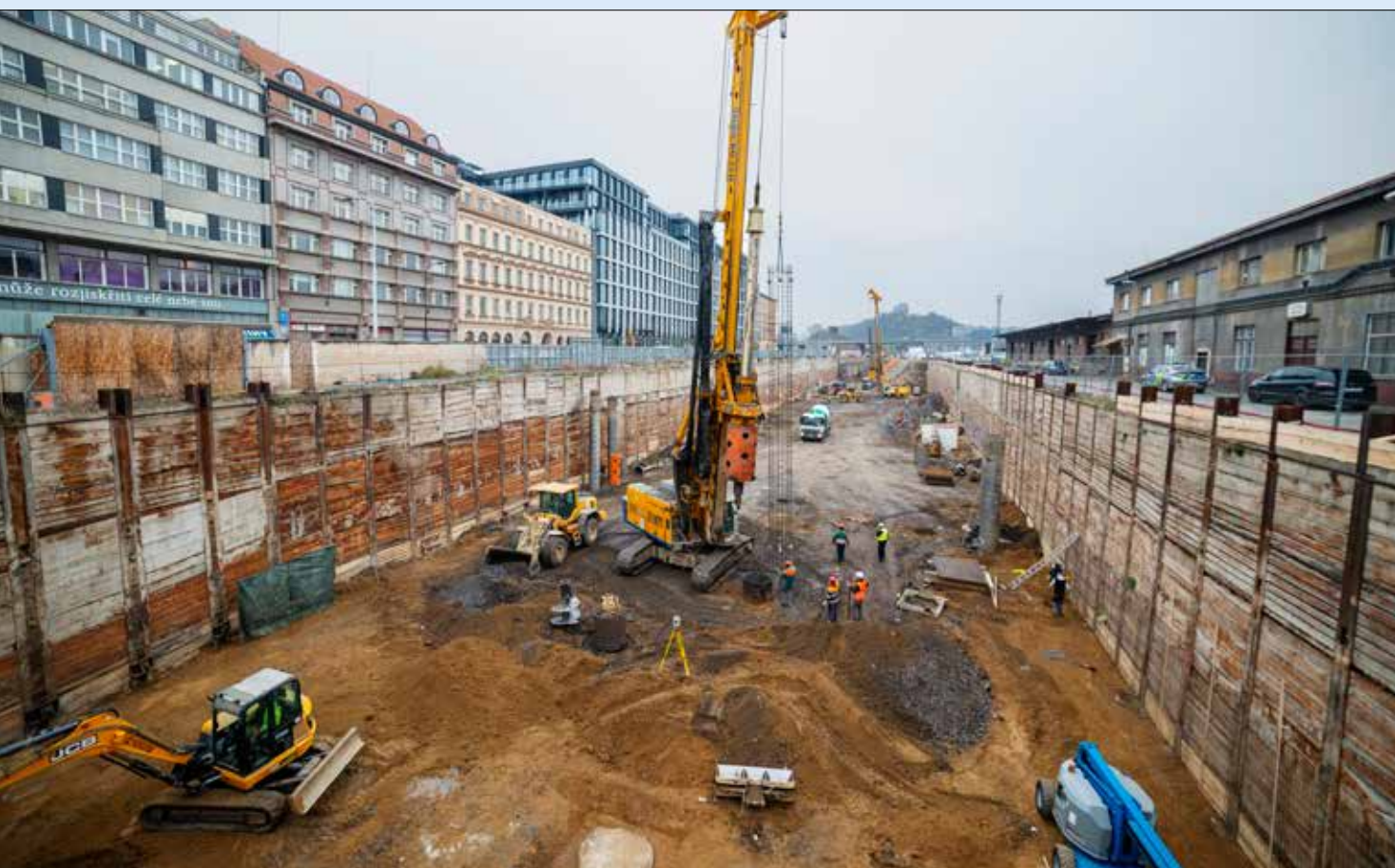
Vrtané piloty

Objekt Masaryčka se skládá ze dvou hlavních budov A a B. Jejich založení je navrženo na vrtaných pilotách průměru 750/650 mm, 1000/900 mm, 1180/1080 mm, 1500/1400 mm o délkách 7–16 m. Vzhledem k zastižené geologii byly piloty prováděny s pomocí ocelových dvouplášťových pažnic. V úrovních zvodnělých písků a štěrků musely být pažnice osazeny v dostatečné vzdálenosti před vrtným nástrojem, aby nedocházelo k provalování dna vrtu. Projektant stanovil nutnost vetknutí pilot do vrstvy mírně zvětralých břidlic tř. R4. ($\sigma_c \geq 5$ MPa) nebo R3/R4. Výztuž pilot tvoří svařované armokoše z oceli B 500 B. Pro centrické osazení armokošů byly použity betonové distančníky. Z důvodu ochrany před bludnými proudy musela být podélná

výztuž přivařena k dolnímu a hornímu montážnímu kruhu.

V těsné blízkosti pažené stavební jámy byla založena i čtveřice věžových jeřábů VJ1 až VJ4 na pilotách Ø 1000/900 mm a dl. 14–15,5 m. Na vybraných skupinách pilot byly nakonec s úspěchem provedeny CHA a PIT zkoušky. Vrtné práce probíhaly za pomoci vrtných souprav Bauer BG 33 a BG 25. Betonáže pilot byly prováděny za pomoci licích rour sahajících max. 4 m nad dno v případě suchého vrtu a v případě zastižení vody ve vrtu probíhala betonáž dle pravidel betonáže pod vodou.

Celkově bylo na dvou objektech A a B Masaryčky provedeno 224 pilot a 16 ks základových pilot pro jeřáby. Hlavy pilot byly strojně zafrézovány a vyspraveny šterkovou hmotou o stejné pevnostní třídě jako základové piloty.



Provádění základových pilot, pohled k východu



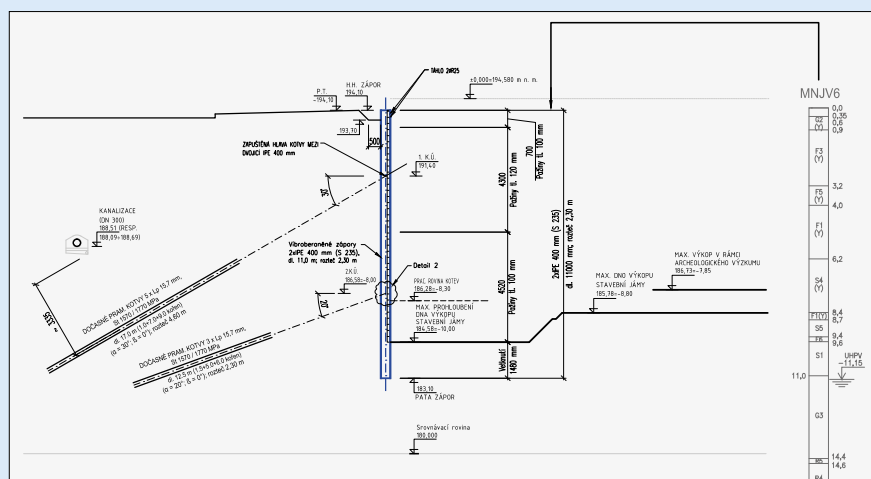
Betonáž základových pilot v západní části stavební jámy

Kotvy na 2. KÚ

Projekt dále řešil prohloubení stavební jámy o cca 0,9 až 1,15 m na kótu -8,800 = 185,780 m n. m., respektive -9,050 = 185,530 m n. m., v místech okrajového ztužení desky. Lokální snížení jsou navržena až na úroveň -9,950 = 184,63 m n. m. Pro zajištění stability stěn pažení byly proto ve snížených místech základové spáry navrženy dočasné kotvy 2x Lp 15,7 – (ocel 1570/1770 MPa) délky 9,5 m v počtu 15 ks a 3x Lp 15,7 – (ocel 1570/1770 MPa) o délkách 12,5 m v počtu 5 ks. Po odvrtní byly kotvy předepruty na síly požadované projektem, tj. 150 MPa a 240 MPa.

Zhotovení podkladních betonů

Po provedení pilot a napnutí kotev 2. KÚ byla dle projektu tvaru výkopu stavební jámy zahájena těžba na úroveň základové spáry obsahující 200 ks kalichů u hlav pilot a prohlubně pro dojezdy výtahu a VZT. Těžba probíhala po záběrech, kdy po výkopu byla ihned prováděna betonáž podkladních betonů za pomoci pumpy na beton (Putzmeister 36) pro zamezení rozbředání základové spáry. Podkladní beton byl plošně vyztužen svařovanou kari sítí 100x100 mm (drát 6 mm) s vynechaným metrovým pruhem z důvodu ochrany před bludnými proudy. Prohlubně a dojezdy výtahu se prováděly



pomocí betonových tvárnic s vodorovnou a kolmou výztuží Ø 10 mm. Následně byly stěny vylity betonem, provedeny zpětné zá-sypy a dokončen podkladní beton až na hra-nu tvárnic. Pro zajištění minimálního nábě-hu hydroizolace musely být vnitřní hrany prohlubni ručně broušeny.

Opatření proti bludným proudům

Stavební jáma se nachází v lokalitě s dlou-hodobě pozorovaným výskytem bludných proudů a jednou delší stranou je orientována těsně podél železnice elektrizované stejno-směrnou trakční soustavou. V blízkosti se nachází rovněž tramvajová trať a trasy metra B a C. Výztuž pilot byla proto po obvodě provařena v horním a dolním distančním prstenci se všemi svislými výztužnými prvky. U vybraných pilot se pak vzájemně pro-pojila páskem FeZn 30x4 mm svarem 100 mm výztuž piloty s uzemňovací sítí v podkladním betonu.

Na jižní pažici stěně byla kromě pokládky standardní hydroizolace navržena ještě vibro-izolační vrstva pro odstínění případných vibrací ze strany Masarykova nádraží. Proto bylo na této stěně nutno realizovat pevný povrch hlaze-ným stříkaným betonem tl. 50 mm s vyztuže-ním vrstvou kari sítě 100/6–100/6 přivařenou svarem k IPE profilu.

Stavba byla díky příkladné spolupráci se vše-mi zhotoviteli založení stavební jámy dokon-čena s měsíční rezervou oproti plánovanému termínu a v požadované kvalitě.

Ing. Petr Lacourt, Zakládání Group, a. s.

Ing. Jozef Révay, Zakládání Group, a. s.

Foto u celého tématu: Libor Štěrba

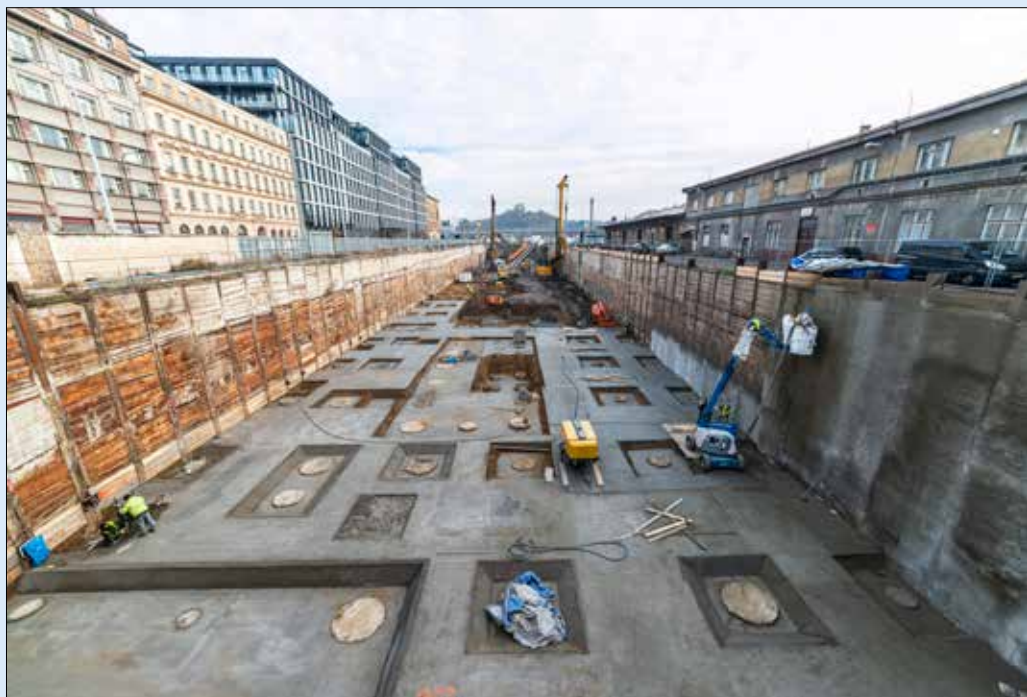
Investor: Penta Real Estate, s. r. o.

Architektonický návrh: Zaha Hadid Architects (ZHA)

Projektant: Jakub Cigler Architekti, a. s.

Dodavatelé prací speciálního zakládání:

Zakládání staveb, a. s., a Zakládání Group, a. s.



Současné provádění pilot, betonáže základové desky, torkretů na jižní straně jámy pro pokládku vibroizolací



Pohled na dokončenou stavební jámu; pilotové zakládání věžových jeřábů

Multifunctional building Masaryčka

In the center of Prague in the area of Masaryk Railway Station, along the south side of the street Na Florenci, a significant new building called Masaryčka is currently being built. The design comes from the world-famous architect Zaha Hadid and her British studio Zaha Hadid Architects.

The construction is part of an extensive project for the revitalization of land in the vicinity of Masaryk Railway Station, which has several stages, the first and most important of which is the construction of the Masaryčka. Along the northern edge of Masaryk Railway Station, two blocks of new buildings will be erected with a dominant golden tower at the western end towards the city center. Na Florenci Street will thus be transformed into a new city street with services, offices and direct access to Masaryk Railway Station. The Penta Group is the investor and developer of an extensive construction and urban planning project.

The companies of the group Zakládání – Zakládání staveb, a. s., and Zakládání Group, a. s., – were at the beginning of this unique construction plan, which is one of the largest and most important Prague projects of this decade. In 2017, a construction pit was secured for the 1st stage of the rescue archaeological research of the area of interest and the subsequent excavation of a construction pit for the new building. In 2020 and 2021, a pile foundation of the building was carried out.

In the following texts, we will gradually approaching the urban and architectural concept of the construction, the historical context of the area around Masaryk railway station and finally describe the work carried out by a special foundation to secure the construction pit and the foundation of the building.



Výkop na definitivní úroveň s obnaženými hlavami základových pilot

BYTY DĚLNICKÁ – ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ NOVOSTAVBY V PRAZE 7-HOLEŠOVICÍCH

Pažení stavební jámy novostavby Byty Dělnická bylo provedeno technologií konstrukčních podzemních stěn, kotvených ve dvou úrovních dočasnými pramencovými kotvami. Vzhledem k nutnosti zavázání podzemních stěn do vrstev horninového podkladu slabě zvětralých břidlic třídy R3 byla pro provedení podzemních stěn nasazena hydrofréza Bauer BC 32. Součástí zakázky bylo i hlubinné založení novostavby na vrtaných velkopřůměrových pilotách. Stavební jáma je navržena na výšce celkem čtyř podzemních podlaží, tedy na úroveň cca –14 m od terénu. Objekt se nachází v místě bývalé nízkopodlažní továrny na pletiva a později pivovarského zařízení na nároží ulic Dělnická a V Hájí. V první části tématu přibližujeme projekční řešení a celkovou koncepci založení, v druhé části se pak věnujeme vlastnímu provedení stavby s popisem technologií.

Koncepce založení

A. Pokud budou přítoky vody odpovídat předpokladům (cca ≤ 1 l/s), počítá se s trvalým čerpáním vody. Základová deska tl. 300 mm nebude dimenzována na tlak vody. Bude zřízen trvalý čerpací systém – drenážní vrstva tl. 500 mm z kameniva frakce 4–16 mm. Drenážní systém bude umožňovat revize a čištění, budou zřízeny dvě trvalé čerpací studny. Čerpaná voda bude odvedena do dvou vsakovacích studen provedených mimo stavební jámu. Obecně je možné konstatovat, že se zatím nepodařilo najít „osvědčeného“ investora, který by dokázal pochopit strategický význam možnosti využití čerpané vody.

B. Pokud budou přítoky vody větší než předpoklad (cca >1 l/s), bude voda čerpána jen po dobu výstavby nosné konstrukce objektu. Základová deska tl. cca 700 mm bude dimenzována na tlak vody. Deska bude přikotvena pomocí trvalých tyčových kotev (mikropilot).

– Varianta **A** se jevila po zkušenostech z podobných akcí v dané geologii jako vysoce pravděpodobná, a proto byla objednatelem vybrána k projektování.

– Varianta **B** se jevila jako méně pravděpodobná, ale variantu **A** bylo přesto třeba přizpůsobit tak, aby umožňovala případný přechod na variantu **B**.

Podmínky statického návrhu pažení

Staticky bezpečný a zároveň ekonomický návrh pažení stavební jámy závisí na určení hladiny podzemní vody, na kterou je konstrukce dimenzována. Pro stadia budování stavební jámy do úrovně definitivního výkopu, tedy cca 14 m od stávajícího terénu, byly na základě profesních zkušeností projektanta navrženy tyto úrovně hladin podzemní vody pro posouzení mezních stavů:

– MSP – Mezní stav použitelnosti (šířka trhlin PS, deformace pažení) byl navržen na kótu hladiny podzemní vody 182,0 m n. m.;
– MSÚ – Mezní stav únosnosti (dimenze výztuže PS, návrh kotev) odpovídá návrhové

hladině podzemní vody 184,0 m n. m. V dokumentaci jsou proto navrženy odvodňovací vrty v úrovni 184,0 m n. m. Po překročení této úrovně se jáma začne sama zatápět. Po dokončení výstavby do úrovně $\pm 0,0$ je pažení PS navrženo na hladinu podzemní vody až ke stávajícímu terénu (cca 188,5 m n. m.)

Postup výstavby

1. Přeložky sítí, provedení mikrozáporové stěny.
2. Zajištění sousedících objektů pomocí stříkaného betonu.
3. Provedení vodicích zídek s odstraněním překážek v těžbě podzemních stěn (PS).
4. Realizace konstrukční podzemní stěny tl. 800 mm (PS80).
5. Vytěžení na 1. kotevní úroveň (–4,0 m) a provedení kotev (rozpěr).
6. Vytěžení na pracovní úroveň provádění pilotového založení (cca –6,0 m), provedení pilot a 2 ks dočasných studen na zčerpání statické zásoby vody ve šterkové terase.
7. V průběhu realizace pilot budou zřízeny 2 ks malopřůměrových čerpacích studen,

Geologické poměry**Antropogenní navážky**

– dokumentovaná mocnost: 1,8–2,0 m;

Holocenní náplav

– charakteristika: jíl písčité, tuhý;

– dokumentovaná mocnost: 0,15 – 1,1 m;

Terasové štěrky

– charakteristika: písčité štěrky s kameny,

slabě hlinité;

– dokumentovaná mocnost: 1,0–4,1 m;

Terasové písky

– charakteristika: písky jemně až středně

zrnité, slabě zahliněné s příměsí štěrku

a místy s kameny;

– dokumentovaná mocnost: 1,4–2,2 m;

Zvětralé břidlice

– charakteristika: zvětralé jílovitoprachovité

břidlice, jemně slídnaté, značně rozpukané

až střípkovitě rozpadavé s hojnou jílovitou

výplní;

– dokumentovaná mocnost: 0,05–0,7 m;

– ověřený povrch: 10,15 až 10,2 m p. t., tj.

na kótě 178,4 až 178,6 m n. m.;

Navětralé břidlice

– charakteristika: navětralé jílovitoprachovité

břidlice, rozpukané na úlomky do 4–8 cm;

– dokumentovaná mocnost: 1,8–2,1 m;

– ověřený povrch: 10,2 až 10,9 m p. t., tj.

na kótě 177,9 až 178,3 m n. m.;

– vrtatelnost: pro piloty a rýhy PS: III.;

– zatřídění dle ČSN 73 6133: R4(R3);

Zdravé břidlice

– charakteristika: jílovitoprachovité břidlice,

tmavě šedé, jen ojediněle s povlaky jílu na

plochách diskontinuit, v polohách lze oč-

kávat pelokarbonátové břidlice;

– pevnost: převážně střední, dle laborator-

ních zkoušek se pevnost v prostém tlaku

pochovala v rozmezí od 12,05–

25,89 MPa; pevnost v prostém tlaku u pe-

llokarbonátové břidlice byla 116 MPa;

– ověřený povrch: 12,0 až 13,0 m p. t., tj.

na kótě 175,8 až 176,5 m n. m.,

– výskyt: v celé ploše staveniště;

– vrtatelnost pro piloty a rýhy PS: III.(V).;

– zatřídění dle ČSN 73 6133: R3 ± (vložky

R2).

Hydrogeologické poměry

Hydrogeologické poměry jsou vázány na geologické poměry zájmového území, které náleží do jednoho hlavního povodí, kterým je tok Vltavy. Naražená hladina podzemní vody byla zastižena v terasových sedimentech, a to v rozmezí od 7,5 m do 8,2 m pod terémem, tj. na kótě 180,3 až 181,3 m n. m.

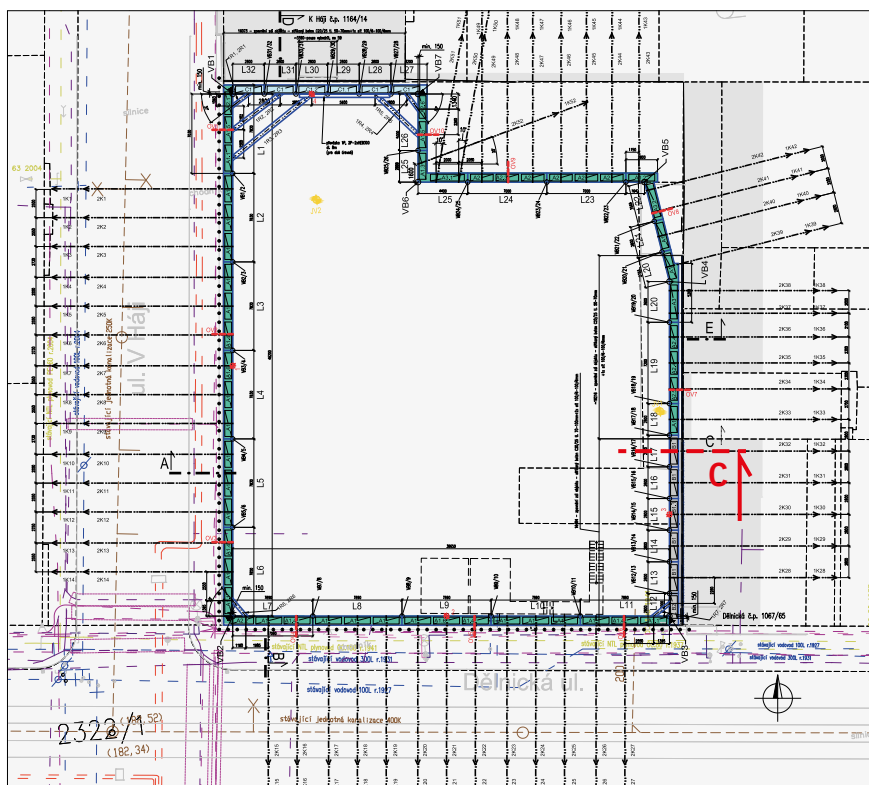
kterými bude průběžně sledován přítok vody do stavební jámy po odčerpání statické vodní zásoby.

8. Vytěžení na 2. kotevní úroveň (–11,3 m) a provedení kotev (rozpěr).

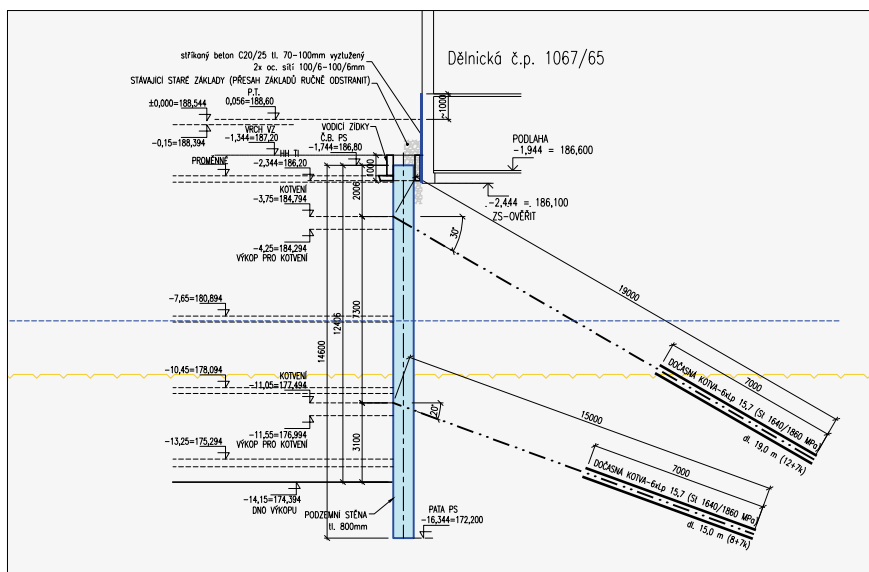
9. Vytěžení na definitivní výkop a finální vyhodnocení přítoku vody do stavební jámy a určení celkové koncepce založení:

Podzemní stěny

K zajištění výkopu stavební jámy pod hladinou podzemní vody je navržena konstrukční podzemní stěna tl. 800 mm (PS80), která slouží jako trvalá obvodová stěna podzemních pater objektu. Pro realizaci podzemních stěn bylo nezbytné zřízení vodících zídek.



Půdorys stavební jámy



Řez C pažením stavební jámy na kontaktu se sousedním objektem

Stabilita výkopu pro vodící zídky byla zajištěna mikrozáporovou stěnou, která byla vrtána přes chráničky osazované průběžně při překládce sítí. V dokumentaci byly navrženy železobetonové vodící zídky o výšce 1,0 m a světlé šířce 900 mm. Po celém obvodu je vnitřní zídka ve tvaru L. Těžba jednotlivých lamel byla navržena pomocí lanového drapáku o rozměru 2,8x0,8 m. Vzhledem k tvrdosti těžené horniny pak bylo rozhodnuto o dotěžení lamely hydrofrézou. Svislé spáry v zámcích lamel jsou opatřeny těsnícím profilem pro vnitřní dilatační spáry a na návodní straně jsou navíc jsou doplněny injekční manžetovou trubicí. V souladu s ČSN EN 206 a 1538 byl navržen beton: C 30/37

– XA1 – CI 0,2 – D_{max} 22 – S4. Výztuž PS je ze svařovaných armokošů z oceli B500 B.

Pilotové založení

Piloty byly realizovány s hluchým vrtním cca 8 m z pracovní plošiny na úrovni cca –6,0 m. V této době ještě nebylo možné vyhodnotit celkové přítoky podzemní vody do stavební jámy.

Návrh pilotového založení vycházel z předpokladu, že podzemní voda bude trvale čerpána a základová deska není dimenzována na vztlak vody – Varianta A. Vzhledem k zastižené geologii byly vrty paženy pomocí ocelových dvouplášťových pažnic průměru 1000 a 1180 mm. Ve vrstvách mírně zvětralých až zdravých břidlic (R4/R3



Dokončování těžby, pohled na východ

$\sigma_c \geq 10$ MPa) byly pak vrty hloubeny bez pažení profily skalních šneků 880 a 1060 mm. Betonový dílek pilot má délku 5–6 m. Piloty byly betonovány pomocí licích rour sahajících až nad dno vrtu betonem C25/30 – XA1 – CI 0,2 – D_{max} 22 – S4. Kóta čistého betonu hlav pilot byla vzhledem k délce hluchého vrtání přebetonována o min. 500 mm. Výztuž pilot je svařovanými armokoši z oceli B500B. Centrického osazení armokošů a zajištění krytí bylo dosaženo pomocí distančních betonových koleček. Svislá poloha koše byla zajištěna osazením na patní kříž.

Kotvení PS

V projektu je navrženo zakotvení PS ve dvou úrovních pomocí podvodních dočasných pramencových kotev 6x Lp Ø 15,7 mm (0,62"), ocel 1570/1770 MPa. Zálivka a vysokotlaká injektáž kotev je cementovou zálivkou $c : v = 2,2 : 1$ (cement CEM II/B-S 32,5 R objemové hmotnosti 1,87 kg/l). Všechny kotvy jsou opatřeny „Endpackerem“.

Po dokončení kompletní vestavby budou po odsouhlasení statikem pažení kotvy deaktivovány. Pramence budou odřezány a nevodivě odizolovány od průchodek. Průchodky budou opatřeny navařeným víkem a zainjektovány jílocementem (viz Technologický předpis zhotovitele). Kapsy v PS budou zapraveny zednickou technikou s povrchovou úpravou.

Odvodňovací vrty

K zabránění zvýšení hladiny podzemní vody nad stanovenou mez MSÚ (184,0 m n. m.) při povodňových stavech byly do výztuže vybraných lamel podzemních stěn navrženy odvodňovací vrty. Byly hloubeny pažnicí přes osazenou průchodku 219/6,3 s deskou 350/350/10 mm v délce cca 1,0 m za rub podzemní stěny. Vystrojení bylo ocelovou trubkou 168/4,5 s víčkem a perforací šířky ≤ 3 mm. Trubka byla obalena PE síťovinou a přivařena k průchodce. Po dokončení kompletní vestavby budou průchodky ošetřeny stejně jako u kotev.

Rozepření podzemních stěn

Všechny rohy stavební jámy jsou opatřeny rohovými rozpěrami HEB300 ve dvou úrovních. Podél sousedního objektu K Háji čp. 1161 je navrženo rozepření podzemních stěn ve dvou úrovních pomocí šikmých ocelových rozpěr ze štětovic 2x VL604 s převázkou 2x HEB300. Na pokyn projektanta je možné rozpěry demontovat po betonáži stropů pod rozpěrami pod podmínkou dosažení pevnosti betonu stropů min. 25 MPa.

Vyhodnocení čerpacích zkoušek

Na základě čerpacích zkoušek v průběhu těžby a kotvení stavební jámy se přítoky pohybovaly okolo hodnoty 1,1 l/s. Při dotěžení na konečnou úroveň výkopu byly zaznamenány přítoky 1,3 l/s a k ustálení nedocházelo. Hodnoty slabě kolísaly a měly trend spíše k nárůstu přítoků. Po zralé úvaze všech účastníků výstavby bylo tedy rozhodnuto opustit navrženou variantu A celkové koncepce založení a projektovat nadále variantu B.

Změna koncepce založení

Největší dopad tato změna koncepce měla na projekt základové desky (zpracovatel RE-COC, s. r. o.). Návrh nyní vychází z předpokladu, že podzemní voda bude čerpána po dobu výstavby hrubé stavby objektu

a základová deska tak není namáhána vzlakem vody. Po dokončení hrubé stavby a demontáži jeřábu budou čerpací studny uzavřeny a základová deska bude zatížena vzlakem vody. Ve změně projektu byla navržena prizmatická deska o mocnosti 650 mm, staticky doplněná tahovými kotvami.

Úpravy již provedeného pilotového založení

Všechny piloty již byly realizovány podle dokumentace pro variantu založení A. Ve variantě B se však čistý beton pilot pro novou desku tl. 650 mm nacházel o 350 mm níže, než v projektu varianty A. Hlavy pilot byly proto odříznuty diamantovou pilou v nové poloze včetně přebetonování. Kotevní výztuž tažených pilot tvoří tahová kotva SAS670 Ø50 mm délky 4,1 m, která je osazena do vrtu ve středu piloty s vyplní cementovou zálivkou. Antikorozi ochrana je navržena na přechodu pilota/deska. Hlava kotvy je opatřena deskou 250/250/40. U některých pilot pod jádrem byla doplněna pouze vlepená výztuž 4x ØR20.

K přenosu tahových sil mimo piloty byly pak navrženy trvalé tahové kotvy SAS670 Ø50 mm délky 7,6 m. V místě těchto kotev byl podkladní beton zesílen na 400–500 mm a osazen průchodkou Ø 219/6,3 mm. Vrt Ø 196 mm byly vyplněny cementovou zálivkou. Pro případ naražení tlakové vody byla kotva utěsněna „Endpackerem“. Antikorozi ochrana je navržena v celé délce dle certifikátu dodavatele kotev. Hlava kotvy je opatřena deskou 250/250/40.

Závěrečné zhodnocení

Všechny výše uvedené stavební práce byly dokončeny v říjnu 2020. V současnosti pokračuje výstavba patra v úrovni ±0,0. Za úspěch považují fakt, že v průběhu prací na této akci nebyly zaznamenány deformace pažení a okolní zástavby přesahující stanovené limity. Pozitivně lze hodnotit kontinuální přechod prací z původně favorizované varianty A na variantu B bez prodlevy ve výstavbě.

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.



Západní strana zajištěné stavební jámy podél ulice V Háji



Provádění podzemních stěn, pásový nosič Liebherr HS 845 s drapákem Stein a hydrofréza BC 32 na nosiči Bauer MC 64

REALIZACE ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ OBJEKTU

Jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, práce Zakládání staveb, a. s., spočívaly v zajištění hluboké stavební jámy kotvenou konstrukční podzemní stěnou a v hlubinném založení objektu na vrtaných velkopřůměrových pilotách. Provedené práce zahrnovaly v chronologickém pořadí zajištění předvýkopu na pracovní úroveň pro realizaci podzemních stěn mikrozáporovým pažením a zajištění obnažených stěn okolních staveb stříkaným betonem, provedení trvalých konstrukčních podzemních stěn po obvodě půdorysu stavby včetně vodicích zídek, postupný výkop stavební jámy a kotvení dočasnými pramencovými kotvami ve dvou výškových úrovních. V místě u stěny sousedního domu v ulici V Háji neumožnil majitel použití dočasných pramencových kotev, proto byly v tomto místě použity ocelové rozpěry. Při postupném odkopávání byly současně frézovány povrchy a drážky podzemních stěn. Z úrovně -6,0 m bylo provedeno hlubinné pilotové založení objektu, včetně pilot pod věžový jeřáb. Základovou desku zajišťují proti vzlaku podzemní vody trvalé tahové tyčové kotvy.

Přípravné práce

Přípravné práce byly zahájeny přeložením funkčních inženýrských sítí a trafostanice umístěné

v bývalém objektu. V prostoru chodníků ul. Dělnická a V Háji byly osazeny chráničky/průchodky pro vrty mikrozápor a byla zasklená kanalizační přípojka, která byla v kolizi s podzemní stěnou.

Práce byly zahájeny v lednu 2020 prováděním mikrozáporového pažení, které zajišťovalo okolní chodníky podél ulic Dělnická a V Háji, zajištěním zdí sousedních objektů pomocí stříkaného betonu a prováděním vodicích zídek pro následnou výstavbu podzemních stěn. Celkem bylo provedeno 468 m mikrozápor HEB 120 v délkách 3,7 a 5,5 m, 172 m² výdřeve a 156 m² stříkaného betonu C 20/25.



Osazování armokoše lamely podzemní stěny

Při zhotovení vodicích zídek pro podzemní stěny musela být zohledněna skutečná hloubka založení sousedních objektů, stejně tak jako množství reliktů základů bývalé továrny. Z toho důvodu byly vodicí zídky v místě sousedních podsklepených objektů sníženy na takovou úroveň, aby nedocházelo ke zbytečným průsakům pažicí suspenze do sklepů sousedních domů. Naopak v místě, kde byla plánována sjízdňá rampa do stavební jámy, byla úroveň horní hrany vodicích zídek zvýšena na úroveň chodníku, aby nedošlo k poškození výztuže vystupující z koruny podzemní stěny. V místech, kde byly nalezeny zbytky základů továrny, byly tyto vykopány a prostor po nich byl vyplněn/sanován pískovým potěrem. Nejvíce bylo těchto sanací provedeno v SV rohu stavební jámy, kde byly nalezeny sklepní prostory, které nebyly zastíženy v dodaném IGP.

Podzemní stěny

Jak již bylo uvedeno v předcházejícím článku, z důvodu požadované hloubky založení objektu ve stávající geologii, přesněji staticky nutného zavázání podzemních stěn do vrstev horninového podkladu slabě zvětralých břidlic třídy R3, byla pro realizaci podzemních stěn místo standardní těžby rýhy drapákem zvolena technologia těžby rýhy hydrofrézou.



Hydrofréza Bauer BC 32

Hlavní strojní vybavení technologie podzemních stěn tvořily: hydrofréza Bauer BC 32 na pásovém nosiči MC 64, dále pak lanový drapák Stein K 810 na plazovém nosiči HS 845. Výrobní pažicí suspenze byla složena ze 6 ks zásobníků suspenze, 3 ks kontejnerových nádrží, hrubého předčističe GS 500 a 2 ks čističek bentonitového výplachu BE 250 a frekvenčního čerpadla ZLND 150.

Nasazení hydrofrézy vyžadovalo odlišný způsob montáže výroby pažicí suspenze oproti běžnému provádění podzemních stěn za pomoci drapáku. V tomto případě bylo nutno použít čističí kolonu s vyšší čističí kapacitou a spolu s ní použít i silnější čerpadlo pro

rychlejší doplnění vyčištěné pažicí suspenze do těžené rýhy a k tomu potrubí odpovídajícího průměru.

S ohledem na pracovní postupy při výrobě lamel (předtěžba lanovým drapákem, těžba rýhy hydrofrézou, manipulace se stopsolovými pažnicemi, armokoši a betonážní kolonou) byla výrobní umístěna do středu půdorysu stavby tak, aby po obvodě byl vytvořen průjezdný koridor pro uvedenou mechanizaci, automixy a autosklápěče.

Celkem bylo provedeno 32 lamel s hloubkou 13,8–15,10 m, tloušťky 0,8 m o celkové ploše 2556 m².

Po dokončení betonáží podzemních stěn a odbourání vnitřních vodicích zídek byly koryny podzemních stěn odbourány a zajištěny na úroveň danou projektem a pracovní spáry lamel podzemních stěn (zámků) injektovány pomocí manžetových injektážních trubek. Ty byly osazeny spolu s těsnicími pásy do zámků mezi jednotlivými lamelami. Při následném odtěžování stavební jámy byly skalní frézou ERCAT na nosiči Takeushi TB 2150 frézovány plochy podzemních stěn a drážky pro stropy a rampy suterénu vestavby. Po dofrézování povrchů a drážek podzemních stěn byly zámky mezi jednotlivými lamelami podzemních stěn v úrovni základové spáry zainjektovány pomocí expanzní polyuretanové pryskyřice.

Kotvy

Součástí zakázky bylo provedení dvou úrovní dočasných lanových kotev 6x Lp Ø15,7 mm oceli 1570/1770 MPa, které budou po dokončení monolitických konstrukcí podzemních

podlaží deaktivovány a otvory po nich zapraveny. Vrtý pro kotvy byly hloubeny vrtnými soupravami Jano 7 a Klemm Kr 807. U kotev spodní kotevní úrovně byly použity endpackery k zajištění vodonepropustnosti. Kromě průchodek pro osazení kotev bylo do výztuže vybraných lamel podzemních stěn umístěno dalších 10 otvorů pro zaplavení stavební jámy v případě povodní (viz podrobněji první článek, kapitola Odvodňovací vrtý). Tyto průchodky naštěstí nemusely být během realizace použity.

Piloty

Základové piloty byly realizovány z pracovní úrovně mezi 1. a 2. kotevní úrovní, tj. z úrovně –6 m pod terénem. Tato výšková hladina byla dána podmínkou zachování sjízdnosti rampy pro zásobování autodomíchávači při maximálním sklonu. Piloty průměru 880 mm a 1080 mm a délek od 4,0 do 6,0 m byly hloubeny vrtnou soupravou Bauer BG 36 s délkou hluchého vrtání cca 7,7 m.

Tyčové kotvy

Pro zajištění základové desky proti vzlaku vody byly do zhotovených pilot i mimo ně osazeny tahové tyčové kotvy. Podrobněji opět viz první článek, kapitola Změna pilotového založení.

Princip fungování hydrofrézy

Hydrofréza rozpojuje těženou horninu pomocí rotačních kol s řeznými nástroji. Princip dopravy těžného materiálu je založen na zpětné cirkulaci bentonitové pažicí suspenze mezi frézou s dopravním čerpadlem a čističkou suspenze, kde dochází k separaci rozpojené horniny. Vyčištěná suspenze bez rozpojené horniny se pak vrací zpět do rýhy. Hlavní předností technologie hydrofrézy oproti technologii drapáku je možnost jejího nasazení v horninách, kde těžitelnost technologií drapáku již není možná. Další výhodou je vysoká produktivita těžby i v těžko těžitelné geologii 0–40 m³/h, vysoký hloubkový dosah do 50 m, časová efektivita rostoucí s hloubkou těžby a přesnost geometrie těžby rýhy do 0,5 % z hloubky.

Základní popis strojního zařízení technologie frézy

Pasový nosič MC 64 je jako nosič hydrofrézy vybaven víceokružovým hydraulickým a kontrolním systémem. Hydrofréza BC 32 a hadicový napínací systém HTS 50 umožňují provádět rýhy pro podzemní stěny do hloubky až 50 m.

Parametry strojního vybavení pro technologii hydrofrézy

Tloušťka rýhy může být od 640 mm do 1500 mm.

Délka záběru hydrofrézy je 2,8 m.

Hydrofréza je vybavena 4 ks frézovacími kol osazenými řeznými nástroji na dvou osách.



Těžba podzemních stěn a zařízení staveniště, pohled k jihu



Provádění základových pilot v jihovýchodním rohu stavební jámy



Frézování povrchu podzemních stěn

Podle zvolených typů řezných nástrojů je hydrofréza schopna rozpojovat horninu o pevnosti 10–130 MPa.

V rámu hydrofrézy je osazeno kalové dopravní čerpadlo se sacím košem výkonu 450 m³/h, dále je hydrofréza vybavena řídicím a kontrolním systémem klapky a gyro-skopu pro přesné provedení rýhy. Celá sestava MC64 + HTS 50+ BC 32 váží cca 130 t, výška výložníku je 33,3 m, šířka soupravy 5,05 m a délka 10,86 m. Dalším nasazeným strojem byl pásový nosič HS 845 jako nosič lanového drapáku STEIN K 510 nebo K 810 pro provedení předvýkopu rýhy před nasazením hydrofrézy. Pásový jeřáb zároveň slouží jako jeřáb pro obsluhu stavby – transport armokošů, stopsolových pažnic a licích rour.

Nasazení frézy na stavbách ZS, a. s.

První použití hydrofrézy pro hloubení rýhy podzemní stěny společností Zakládání staveb, a. s., proběhlo na stavbě tunelového komplexu Blanka – stavba 0079 Špejchar-Pelc-Tyrolka v letech 2008 a 2009. Toto strojní vybavení bylo tehdy vybráno s ohledem na výskyt těžko těžitelných hornin – břidlic, kdy jejich pevnost v prostém tlaku dosahovala místy přes 50 MPa a těžba klasickým způsobem za pomoci drapáku tedy nepřipadala v úvahu. Po tomto úspěšném prvním nasazení byly postupně realizovány další stavby: Metro V. A – stanice Motol opěrná stěna, vlakový terminál Lodž v Polsku či naposledy v roce 2015 výstavba MVE Štětí. Pro opětovné nasazení této technologie tedy bylo nutné obnovit vlastní strojní zařízení a současně pak znalosti

a zkušenosti s prací s tímto zařízením předat novým pracovníkům, a to jak na úrovni techniků stavby, tak na pozicích vlastní obsluhy hydrofrézy.

Závěr

Stavební práce na zajištění stavební jámy a založení objektu probíhaly v období 01–09 2020. Rozhodnutí zhotovit podzemní stěny na tomto projektu za pomoci hydrofrézy se ukázalo jako klíčové z důvodů proveditelnosti v zastižené geologii letenských břidlic.

Ing. Jan Píza, Ing. Libor Petrů,

Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba

Orientační objemy hlavních prací speciálního zakládání:

Podzemní stěny: 2563 m²,
Kotvy: 1768 m (104 ks),
Piloty: 169,8 m Ø 880 mm,
99,6 m Ø 1060 mm.

Hlavní účastníci stavby:

Investor: M Dělnická, s. r. o.

Developer a prodejce: MS-INVEST, a. s.

Hlavní dodavatel: CASTA, a. s.

Generální projektant: Studio acht, s. r. o.

Projekt zajištění stavební jámy a založení objektu: FG Consult, s. r. o.

Práce speciálního zakládání:

Zakládání staveb, a. s.



Dokončená stavební jáma před zahájením betonáže podkladních betonů

Apartments Dělnická – securing of a construction pit and foundation of a new building in Prague 7-Holešovice

The sheeting of the construction pit of the new Apartments Dělnická building was carried out using the technology of structural diaphragm walls, anchored in two levels by temporary strand anchors. Due to the need to tie diaphragm walls into the layers of the rock base of lightly weathered shales of class R3, a Bauer BC 32 hydro-mill was used. The contract also included the deep foundation of a new building on drilled large-diameter piles. The construction pit is designed for a total height of four basements, ie for a level of approx. – 14 m from the terrain. The building is located on the site of a former low-floor mesh factory and later a brewery facility on the corner of Dělnická and V Háji streets. In the first part of the topic, we approach the design solution and the overall concept of the foundation, in the second part, we focus on the actual construction with a description of technologies.



Provádění podzemních stěn s technologickým centrem pro výrobu a čištění paží bentonitové suspenze

POLYFUNKČNÍ DŮM KOŠÍŘE, PLZEŇSKÁ ULICE, PRAHA 5

V současné době probíhá mezi ulicemi Plzeňská a Vrchlického v Praze 5-Košířích výstavba polyfunkčního domu Košíře. Objekt bude mít celkem tři podzemní a osm nadzemních podlaží. Výstavba objektu byla zahájena již v roce 2017, kdy byly provedeny vodící zídky a prvních 10 lamel konstrukčních podzemních stěn pro zajištění výkopu stavební jámy a založení budoucího objektu. Práce však byly v listopadu 2017 tehdejším investorem Košíře Office Park, a. s., zastaveny a stavba zakonzervována. Po změně stavebníka byly práce na výstavbě objektu obnoveny až ve 2. polovině roku 2020. Práce speciálního zakládání prováděla společnost Zakládání staveb, a. s. Dodavatelem celé stavby včetně výstavby monolitických konstrukcí a přípojek inženýrských sítí je společnost Zakládání Group, a. s.

Přípravné práce

V červnu 2020 bylo předáno staveniště a zahájeny přípravné práce (zajištění záborů okolních pozemků nutných pro výstavbu, zajištění DIR, DIO a dopravního značení, provedení pasportizace okolních objektů a přilehlých komunikací, zajištění přípojky vody a elektrické energie). V úsecích podél stavby v ul. Vrchlického a Plzeňská byl proveden kamerový monitoring hlavních kanalizačních řadů. Po obvodu stavby byla zhotovena

vysoká protihluková stěna. Na staveništi proběhl při výkopových pracích v průběhu srpna až října 2020 záchranný archeologický výzkum formou odborného dohledu od společnosti Archaia Praha, z. ú.

Geologie

Stavba je umístěna v místě Motolského potoka, který zde byl začátkem 20. století zatrubněn a přesunut pod přílehlou pozemní komunikaci. Kvartérní pokryvy jsou tvořeny kromě

navážek i hlínami a svahovými sedimenty dejekčního kuzele. Navážky byly tvořeny převážně hrubou stavební sutí. Předkvartérní pokryv byl v prostoru celého staveniště tvořen lokálně silně provrásněnými břidlicemi libeňských vrstev.

Způsob zajištění stavební jámy

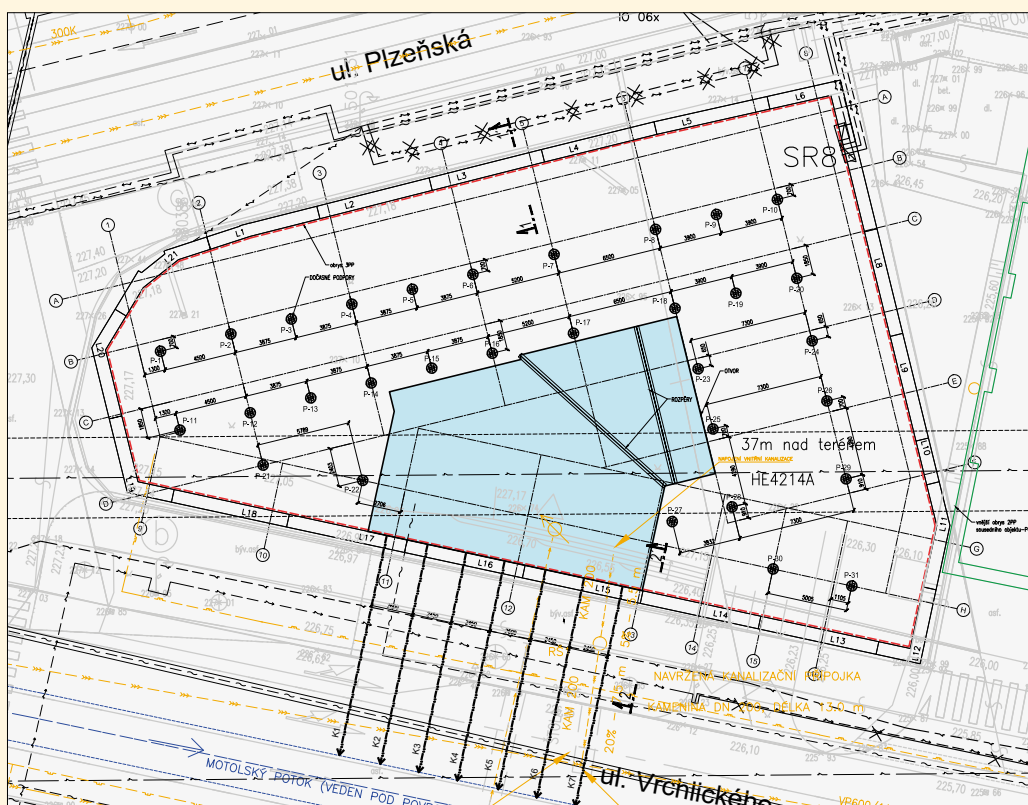
Pažení výkopu stavební jámy pro výstavbu suterénu novostavby je po jeho obvodu navrženo konstrukčními podzemními stěnami

tl. 800 mm s hloubkou od 12,60 m do 13,50 m o celkové ploše 1919,90 m², respektive 1065,17 m² v současné etapě. Celková plocha těžby PS činí 2034,82 m², respektive 1137,70 m² v současné etapě. Podzemní stěna je navržena jako trvalá nosná konstrukce založení objektu, která je po dobu výkopu stavební jámy v úrovni stropu nad 2. PP rozepřena monolitickou rozpěrnou deskou s vynechaným otvorem pro těžbu stavební jámy. Lamely podzemních stěn, které z důvodu umístění otvoru pro těžbu nejsou rozepřeny rozpěrnou deskou, jsou kotveny dočasnými pramencovými kotvami v jedné úrovni. V místě otvoru pro těžbu podél podzemních stěn doplňuje rozpěrnou desku ocelová rozpěra. Rozpěrná deska je podepřena celkem 28 dočasnými ocelovými podpěrami. Konstruktivní podzemní stěny kromě pažení stavební jámy tvoří současně i obvodové stěny suterénů, které budou ve finálním stavu rozepřeny monolitickou vestavbou.

Postup prací

Konstruktivní podzemní stěny

Práce byly zahájeny realizací konstruktivních podzemních stěn, které navazovaly na předchozí etapu. V současné etapě bylo provedeno 11 lamel délky 12,6–13,5 m. Práce probíhaly ze zpevněné pracovní plochy v úrovni 225,85–227,00 m n. m., tedy v průměru –0,73 m od ±0,00. Nasazen byl plazový bagrjeřáb Liebherr HS 855 spolu s lanovým drapákem Stein K810 o celkové hmotnosti cca 90 t. Pro podzemní stěny byl použit beton C 30/37 – XC2, XA1 – CI 0,2 – Dmax22 – S4 s upravenou rychlostí náběhu pevnosti, optimalizovanou pro provádění podzemních





Výkop stavební jámy pod rozpěrnou deskou a navazující nakládka horniny

dokončení byla provedena opatření pro minimalizaci případných průsaků podzemní vody do budoucích suterénů novostavby. Do svislých pracovních spár (zámků) jednotlivých lamel podzemních stěn byl osazen těsnicí plastový pás společně s injektážní manžetovou trubicí. Po dokončení podzemních stěn byly všechny tyto zámky injektovány jíloce-mentovou směsí. Navíc v místě zámků navázání lamel předchozí a současné etapy výstavby byly v těsné blízkosti za rubem podzemních stěn provedeny 2x2 sloupky tryskové injektáže pro zajištění vodonepropustnosti.

Dočasné podpěry, kotvy a rozpěrná deska

Po dokončení fáze zhotovení podzemních stěn byl prostor stavební jámy odtěžen na úrovni pro realizaci rozpěrné stropní desky nad 2. PP, ocelových podpěr a kotev. Nejprve byla připravena zpevněná pracovní plocha na úrovni

222,95 m n. m. (tedy na úrovni $-4,25$ od $\pm 0,00$).

Z této úrovně bylo v místě vynechání stropní desky provedeno 7 kusů dočasných 6pramencových lanových kotev 6xLp 15,7 mm – ocel 1570/1770 MPa délky 16 m s kořenem 8 m.

Poté bylo možné zahájit práce na hloubení velkoprofilových vrtů pro osazení ocelových podpěr rozpěrné stropní desky. Pro tento účel byla nasazena vrtná souprava Liebherr LB 16. Do odvrtaného zapaženého vrtu o průměru 630 mm (délky 11,5–12,2 m) byl nejdříve zabetonován kořen piloty o délce 5 m, následně vložen svařenec 2x U300 délky 8,5 m a po částečném zatuhnutí betonu byl vrt odpažen. Celkem bylo tímto způsobem provedeno 28 ks podpěr.

Ze stejné pracovní úrovně byl na čtyřech pilotách 880 mm založen i věžový jeřáb. Během vrtání v hloubce cca 12,5 m byl

zaznamenán silný přítok podzemní vody dnem vrtu. Voda ve vrtu vystoupala během 10 minut do výšky cca 1,5 m pod pracovní úroveň, kde se ustálila. Po dohodě s projektantem založení byl stanoven nový postup. Pažení vrtu ocelovými výpažnicemi bylo doplněno o pažení ve spodní části vrtu bentonitovým výplachem. Piloty i armokoše byly prodlouženy o 2 m.

Po dokončení vrtných prací byla znovu upravena pracovní plocha, následovalo zhotovení podkladního betonu a monolitické rozpěrné desky tl. 280 mm v úrovni stropu nad 2. PP s otvorem pro těžbu stavební jámy. Propojení ocelových podpěr a rozpěrné desky bylo zajištěno ocelovým závěsným hákem umístěným na hlavě podpěr.

Rozpěrná deska byla podél podzemních stěn v místě otvoru pro těžbu rozepřena ocelovou rozpěrou HE240B o délce 17,7 m.

Těžba stavební jámy, odvodnění, frézování PS, základová deska, monitoring

V průběhu výkopu stavební jámy z původního terénu na úroveň rozpěrné desky byla souběžně s podzemní stěnou podél ul. Vrchlického zastižena skrytá železobetonová opěrná zeď původního koryta Motolského potoka v délce 42 m a o celkovém objemu cca 195 m³, která byla během výkopových prací postupně odbourávána.

Druhá část výkopových prací z úrovně stropu nad 2. PP (rozpěrné desky) na základovou spáru byla komplikovanější. Těžba pod rozpěrnou stropní deskou 2. PP byla prováděna menšími bagry. Zemina byla postupně přemísťována do místa otvoru v této rozpěrné desce na mezideponii k nakládce bagrem s dlouhým ramenem umístěným na zpevněné ploše v úrovni okolní komunikace.

Výkopové práce dále komplikovala napjatá hladina podzemní vody. V průběhu výkopů na základovou spáru byly postupně realizovány dočasné čerpací jímky a dočasné čerpací studny s odvodňovacími rýhami.



Provádění základové desky – vázání výztuže základové desky tl. 1200 mm v místě budoucích sloupů a dočasné ocelové podpěry. Vlevo ofrézované obvodové konstrukční podzemní stěny s vyfrézovanou drážkou pro strop nad 3. PP.



Provádění základové desky – vázání výztuže a montáž ocelového rámu (kříže) v základové patce jeřábu. Pohled na dočasné ocelové podpěry rozpěrné desky v úrovni stropu nad 2. PP.

Podzemní voda je zde vázána na propustnější polohy nejen při bázi kvartérního pokryvu a povrchu břidličného podkladu, ale i v poměrně mocné tektonicky porušeného předkvartérního podloží. Podzemní voda z poruchových zón v předkvartérním podloží výrazně dotovala přítok do stavební jámy jejím dnem. IG průzkum popisoval podzemní vodu jako vodu vázanou pouze na kvartérní pokryv. O tom, že se jedná o podzemní vodu dotovanou i z podloží, jednoznačně svědčila vyšší mineralizace, což je pro ordovické jílovité břidlice s obsahem pyritu a následných produktů jeho rozpadu (sádrovec) naprosto typické. Dlouhodobý přítok podzemní vody v množství cca 1,0 l/s vystupuje plošně z podloží, podzemní voda sytí zeminy a tím mění jejich charakter, při těžbě dochází k rozbřednutí zeminy, nasycená zemina má o 10–15 % vyšší objemovou hmotnost. Pod úrovní základové spáry bylo nutné vytvořit drenážní síť se dvěma trvalými studněmi. V některých částech plochy základové spáry výkopu bylo nutné rozbředlou zeminu nahradit betonovými plombami. Podzemní voda je průběžně odčerpávána ze stavební jámy. Mírně napjatá puklinová voda dotující přítok do stavební jámy jejím dnem má vliv na délku doby čerpání v průběhu výstavby. Dle vyjádření statika je možné čerpání vody ukončit až po realizaci stropu 8. NP, kdy kompletní objekt jako celek dokáže odolávat vztlačku podzemní vody naměřené v úrovni –5,70 pod terénem (221,50 m n. m.). V průběhu výkopových prací byl nerovný povrch líce obvodových podzemních stěn postupně ofrézován. V úrovni základové desky a stropů byla provedena drážka pro napojení základové desky a stropů na podzemní stěnu. Frézování bylo prováděno skalní frézou Ercat na nosiči Takeuchi TB 2150. Do drážky pro vetknutí základové desky byly navrtávány kotevní trny osazené na chemickou maltu, dále byly instalovány bentonitové pásy a injekční hadičky na případné dotěsnění spáry mezi podzemní stěnou a základovou deskou. Zámky mezi jednotlivými lamelami PS byly v úrovni základové desky



Pohled na stavbu od budovy České pošty západním směrem během realizace monolitických konstrukcí

zainjektovány pomocí expanzní polyuretanové pryskyřice. Při dokončování těžby stavební jámy byly zahájeny práce na monolitických konstrukcích vestavby zhotovením podkladního betonu a vázáním výztuže I. dilatačního celku základové desky. Generálním projektantem bylo navrženo plošné založení objektu na silné základové desce, která je většinou tloušťky 600 mm. V okolí sloupů, kde byl výkop prohlouben, dosahuje tloušťky 900–1200 mm. Do základové desky byly zabudovány prvky pro uzavření studní. Kompletní výkopové práce včetně odvodnění stavební jámy byly dokončeny v polovině prosince 2020. Na skládku bylo odvezeno a uloženo celkem cca 12 000 m³ zeminy. Obvodové podzemní stěny byly po dobu výkopu stavební jámy a výstavby podzemních podlaží průběžně monitorovány kvůli deformacím ve vertikálním i horizontálním směru ve dvou výškových úrovních. Měření byla pod hodnotami, které uváděla projektová dokumentace jako varovný signál.

Inženýrské objekty a monolitické konstrukce

Součástí dodávky prací hlavního zhotovitele tohoto projektu jsou i přípojky inženýrských sítí. Jedná se o přípojky kanalizace, vodovodu,

plynovodu, telefonní přípojky a dále veřejného osvětlení. Dle harmonogramu prací a dohod s objednatelem byla doposud provedena kanalizační a vodovodní přípojka.

Nyní probíhá výstavba vertikálních a horizontálních monolitických konstrukcí jednotlivých podlaží. V současné době jsou dokončeny veškeré konstrukce podzemních podlaží ve 3. PP, 2. PP a 1. PP a pokračuje se s výstavbou nadzemních podlaží.

Ing. Jaroslav Kirner, Zakládání Group, a. s.
s přispěním **Ing. Jana Pízy** a **Ing. Jana Špergera**, Zakládání staveb, a. s.
Foto: Libor Štěrba, autoři a archiv Zakládání staveb, a. s.

Investor:
SUPERNIUS Vrchlického, s. r. o.
Zhotovitel: Zakládání Group, a. s.
Práce speciálního zakládání:
Zakládání staveb, a. s.
Monolitické konstrukce:
Terracon, a. s.
Generální projektant:
SATER – PROJEKT, s. r. o.
Projektant zajištění stav. jámy a doč. podpěr:
FG Consult, s. r. o.

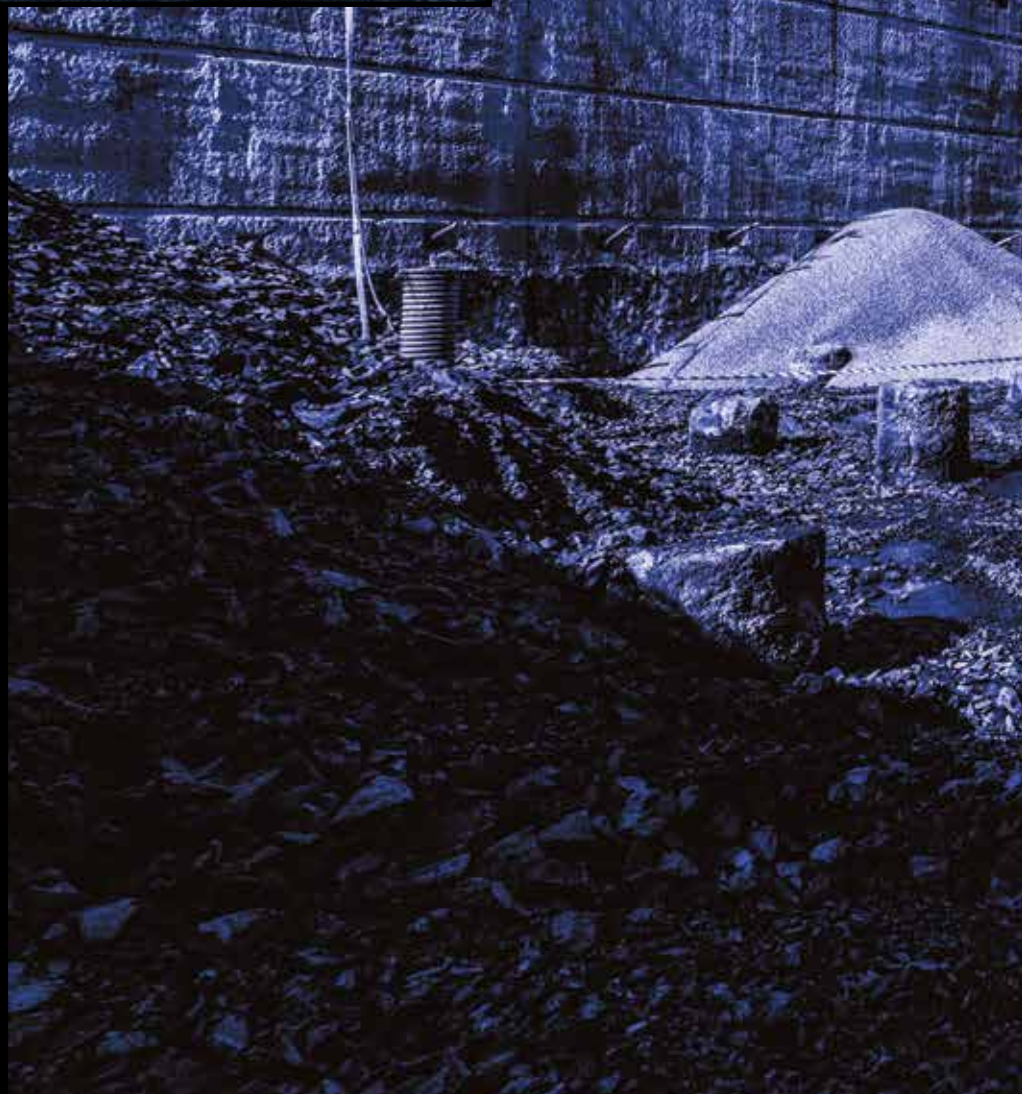


Vizualizace budoucího objektu

Multifunctional house Košíře, Plzeňská street, Prague 5

The multifunctional house Košíře is currently being built between Plzeňská and Vrchlický streets in Prague 5-Košíře. The building will have a total of three basements and eight above-ground floors. The construction of the building was started already in 2017, when the guide walls and the first 10 panels of the structural diaphragm walls were made to ensure the excavation of the construction pit and the foundation of the future building. However, the work was stopped in November 2017 by the former investor Košíře Office Park, a. s. and the construction was preserved. After the change of the builder, the work on the construction of the building was resumed only in the second half of 2020. The special foundation work was carried out by Zakládání staveb, a. s. The supplier of the entire construction, including the construction of monolithic structures and utility network connections, is the company Zakládání Group, a. s.

www.zakladani.cz
www.zakladani.com



ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.
K Jezu 1, P. S. 21
143 01 Praha 4
tel.: 244 004 111
e-mail: info@zakladani.cz
www.zakladani.cz
www.zakladani.com