

ZAKLÁDÁNÍ

časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

4/2018

ročník XXX



- STANICA NIVY V BRATISLAVĚ – ZAJIŠTĚNÍ ROZSÁHLÉ STAVEBNÍ JÁMY A HLUBINNÉ ZALOŽENÍ MEZINÁRODNÍHO AUTOBUSOVÉHO TERMINÁLU A POLYFUNKČNÍHO CENTRA
- ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO DISTILLERY LAND FIRMY RUDOLF JELÍNEK V PRAZE
- ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S., SE PODÍLÍ NA ROZVOJI BERLÍNA



**Časopis ZAKLÁDÁNÍ**

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. S. 21

143 01 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 Štěřba

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 Štěřba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

k článku na str. 22, foto Libor Štěřba

Překlady anotací:

RNDr. Ivan Beneš, autoři

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

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

Ročník XXX**4/2018**

3. 4. 2019

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2019 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovného.

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

SERIÁL**Historie speciálního zakládání staveb – 22. část**

2

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

ZE ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ**Náročná výstavba hlubokých podzemních stěn v Londýně**

6

Článek „Challenges of Hydraulic Grabs for Deep Diaphragm Walls in London“

autorů P. Witchera a P. Handleye ze společnosti Skanska z časopisu

Deep Foundations, Nov/Dec 2018 přeložil a upravil RNDr. Ivan Beneš.

TEORIE A PRAXE**Bezpečné pracovní plochy pro zařízení speciálního zakládání**

10

– úvod do problematiky

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY**Rekonstrukce protipovodňových zemních hrází podél břehů řeky Odry v Ostravě-Zábřehu a Dubí**

13

Ing. Václav Žák, Zakládání staveb, a. s.

OBČANSKÉ STAVBY**Zajištění stavební jámy pro tzv. Distillery Land firmy Rudolf Jelínek, dům U Lužického semináře č. p. 116 v Praze**

16

František Šedivý, Zakládání Group, a. s.,

s přispěním Ing. Zdeňka Studeného, Zakládání Group, a. s.

Zakládání staveb, a. s., se podílí na rozvoji Berlína

20

(red)

Stanica Nivy v Bratislave – medzinárodný autobusový terminál, nákupné centrum, tržnica a výšková administratívna budova Nivy Tower

22

Zuzana Poljaková a Marián Košec, HB REAVIS MANAGEMENT, spol. s r. o.

Stanica Nivy – návrh ochrany stavebnej jamy a založenie objektov

26

Ing. Ctibor Kostúr, Ing. Martin Balucha, PhD., SPAI, s. r. o.

Práce speciálního zakládání na objektu Stanica Nivy

30

Ing. Viliam Forner, Zakládání staveb, a. s.,

s přispěním Ing. Jana Špergera a Aleše Kopečka, Zakládání staveb, a. s.

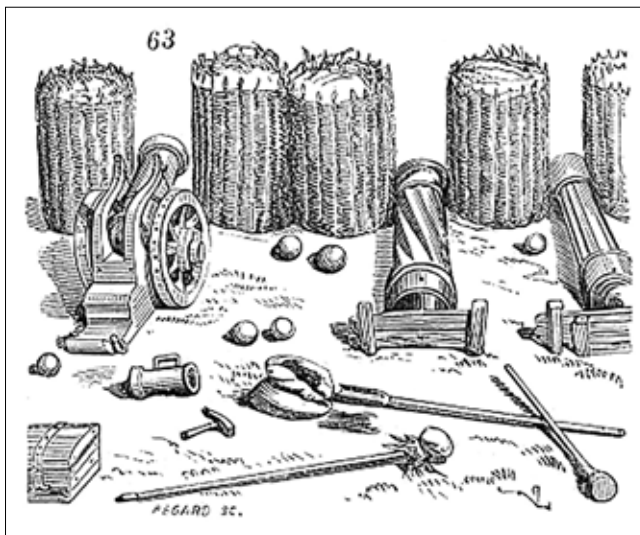
HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 22. ČÁST

Touto částí našeho seriálu se chýlíme k závěru přehledu dějinného vývoje technologií a metod speciálního zakládání. Dostáváme se tak disciplínám z celkového hlediska oboru poněkud okrajovým, ale majícím v určitých podmínkách svůj specifický význam a důležitost. Nyní probereme poslední třídu zlepšování základových půd, a to metodami vyztužování zemin i hornin. Přitom zmíníme i význam geosyntetických materiálů pro zlepšování vlastností a vytváření speciálních geokonstrukcí. Příště zaznamenáme průběh vývoje ve velmi speciální oblasti zlepšení základové půdy metodami odstranění znečištění.

Vyztužování zemního prostředí (třída E)^{*)}

Vymezení disciplín

Metody vyztužování jsou specificky využívány v násypch pro dopravní stavby, ale obzvláště různorodě v projektech pro ochranu před nepříznivými přírodními vlivy, jako jsou sesuvy a laviny, vodní přívaly, eroze apod. Jelikož se na konkrétních projektech někdy prolínají různé prováděcí disciplíny této třídy, je vhodné jejich historický vývoj a vztahy osvětlit. Obecně se vyztužením zemin či hornin rozumí zvýšení jejich schopnosti přebírat tahová napětí. V praktických úkolech se však spíše než o vyztužení jedná o stabilizaci zemního či horninového prostředí určitými technologiemi. Dají se pak podle nyní užívané formální třídění vydělit dvě v podstatě odlišné disciplíny s odpovídajícími soubory metod (dle tabulky/obr. 1, ve 20. části seriálu). Metody vlastního **vyztužování zemin (třída E.1)** se týkají obecně nově zřizované gravitační konstrukce ze zeminové sypaniny určitého druhu. Spadají tedy do samostatného oboru zeminých geotechnických konstrukcí, nikoli do oboru speciálního zakládání. Obvykle se jedná o budování kompozitního makrobloku z připravené sypaniny postupně od spodu nahoru a diskretním prvkem zde bývá vodorovná vrstva výztužného materiálu. Někdy jde ovšem o výztuž difuzní, rozptýlenou v sypanině.



Obr. 1: Středověké dočasné polní opevnění z proutěných gabionů vyplněných zeminou (Viollet-le-Duc, 1856)

Metody **kotvení a hřebíkování (třída E. 2)** se týkají stabilizace existujících zeminích a skalních svahů. V těchto případech jde však obecně o diskretní, samostatné prvky v bloku rostlého přírodního prostředí, často i předpjaté, takže jde i o odlišný způsob chování výsledného kompozitního megabloku geotechnické konstrukce. Z hlediska všeobecného dělení technologií v našem seriálu podle druhu činností byly již zařazeny a popsány v rámci širší skupiny technologií injektáží (16. část). Patří ryze do oboru speciálního zakládání. Níže se k nim ale ještě krátce pro pořádek vrátíme.

Obě uvedené disciplíny se mnohdy dotýkají a vzájemně překrývají. Speciální zakládání

Gabiony

Již ve starověkém Egyptě se před 7000 lety používalo opevnění břehů koryt životně důležitých zavlažovacích kanálů z rákosových pletených košů naplněných zeminou – předchůdců pozdějších **gabionů**. Obdobné gabiony, ale proutěné, byly v raném starověku známy i v Číně. Od pozdního starověku přes středověk až do 19. století byly pak často využívány gabiony pletené z proutí i v Evropě, zejména pro výstavbu dočasných opevnění (obr. 1). Renesanční umělec a vynálezce Leonardo da Vinci údajně dokonce použil na začátku 16. století tkané gabiony pro rozšíření základů při opravě hradu Castello Sforzesco v Miláně. První **drátošterkové gabiony**, zhotovené již z drátěného

využívá vyztužené zemině jako pomocné a doprovodné konstrukce zejména při zmíněné sanaci terénních vlivů nebo při ochraně proti různým vnějším účinkům. Také jako přechodové konstrukce, například u opěr mostů či u roznášecích vrstev nad pilotami či tuhými inkluzemi. Využití je i v kombinaci pažicích a opěrných systémů.

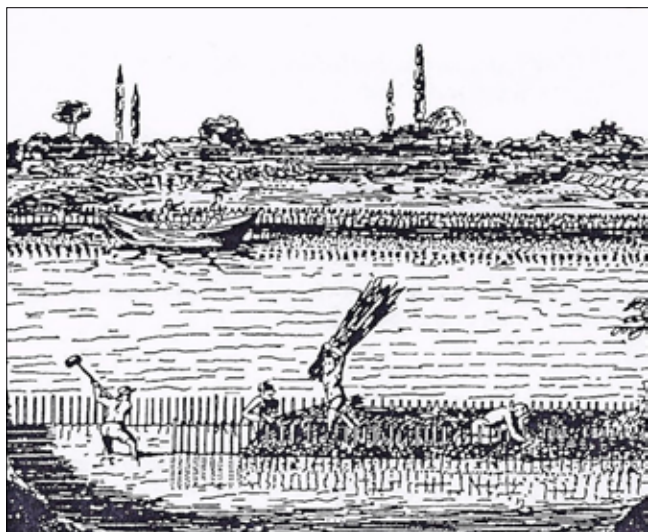
Kromě uvedených hlavních způsobů vyztužování zemin patří do této množiny ovšem i metody odlišné, především pak ochranné matrace a gabiony. Ve skutečnosti to byly ony, které byly na skutečném počátku vývoje vyztužování zemin.



Obr. 2: Jedna z prvních aplikací drátošterkových konstrukcí pro historické opevnění z roku 1906 v Itálii (maccaferri.sk)



Obr. 3: Konstrukce násypu chorvatské dálnice A1 Zagreb–Split u tunelu Sveti Rok ze zemin vyztužené v roce 2001 systémem Terramesh s gabiony o celkové výšce 30 m (maccaferri.sk)



Obr. 4: Budování říčních ochranných hrází podle holandského vzoru v severní Itálii v roce 1683. Základové matrace sestávaly z hatí uložených a slámou navázaných mezi ručně zatlučené piloty (Kérisel, 1985).

pletiva a propojené dráty, byly vyrobeny v roce 1894 v severní Itálii. Je to ukázkový příběh. Zřídila je rodinná kovářská firma Maccaferri podle vlastního nového patentu na pletivo z dvojité spletených šestihraných ok. Začali mezi prvními podnikat s taženým ocelovým drátem a dostali také onen průlomový nápad, jak vytvořit trvalejší materiálovou alternativu k dosavadním proutěným gabionům. Použili je ponejprv pro opevnění jezů místní řeky Reno u vsky Casalecchio u Bologny. Zpočátku ovšem ještě v pytlovitě tvaru a s výplní z hrubého kameniva. V roce 1902 se ale již spojili se stavebním inženýrem Edigio Palvisem a zavedli pro gabiony výhodný tvar pravouhlé klece (obr. 2).

Od té doby se tento technologický systém pro metody gravitačních opěrných konstrukcí a na protierozní ochranu rozšířil po celém světě a rozvinul se úspěšně do mnoha materiálových modifikací a kombinací (obr. 3). Některé firmy zavedly například užívání svařovaných sítí a mříží.

V tuzemsku představuje patrně jednu z prvních aplikací gabionových konstrukcí sanace břehů říčky Losenice na Šumavě v oblasti Rejštejna po povodních na Šumavě v roce 1995, provedená firmou Gabiony, s. r. o.



Obr. 6: Podmořské ukládání prefabrikované roznášecí a filtrační matrace do hloubky 30 m speciální lodí Cardium při výstavbě bariéry Oesterschelde v Nizozemí na počátku 80. let. (watersnoodmuseum.nl)



Obr. 5: Opevnění regulační hráze koryta řeky Mississippi v USA proutěnými maticemi a kamenným záhozem v roce 1890 (www.cincinnatiilibrary.org)

Matrace

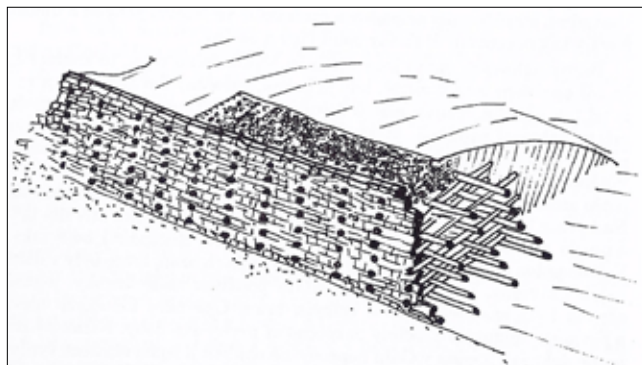
Ze všech uvedených disciplín zlepšování mají nehlubší kořeny v dávnověku zpevňující proutěné matrace. Význam tohoto konstrukčního prvku byl v celém průběhu dějin velký, ale je pro svou jednoduchost nedoceněn. Od prvních zárodků lidské civilizace umožňoval budování cest přes bažinatá území. Byla to celosvětově používaná přirozená úprava podloží nejprve pěšin a později i průjezdných komunikací. Vyztužení měkkých zemin se provádělo nejčastěji hatěmi – otýpkami z proutí a svazky větví, pak i s výztuhami z klad pro pivozy. Obdobné matrace z různých i komplikovaně spletených přírodních materiálů byly po tisíciletí hojně využívány pro různé stavební účely. Ve středověku se promyšleněji začaly od 13. století používat i pro zpevnění podloží při zřizování kanálů a hrází, zejména pro záměr vysušování přímořských území v severní Itálii a v Nizozemí (obr. 4).

Proutěné matrace, kombinované mnohdy s kamenným záhozem, byly nejčastější metodou opevnění vodotečí až do poloviny 20. století (obr. 5). Pak je začaly nahrazovat speciální ploché a nízké gabiony, které se obvykle nazývaly jako **reno matrace**, odvozené podle jejich prvního použití na řece Reno v Itálii. Rozvinuly

se jejich různé modifikace v závislosti na zapojení nových a nových materiálů. Příkladem rozsáhlého použití je projekt ochranné námořní bariéry Oesterschelde na počátku 80. let 20. století v Nizozemí. Pod naplavené železobetonové prefabrikované pilíře vrat této bariéry byly pro jejich založení na mořském dně v hloubce 30 m pod hladinou pokládány postupně tři vrstvy speciálních roznášecích a filtračních matic. Spodní a největší z nich měla šířku 42 m a délku 60 m. Matrace byly předvyrobeny v doku a skládaly se ze tří vrstev odlišného písku a štěrku mezi vrstvami geotextilií o celkové tloušťce 36 cm. Byly vždy navinuty na buben o průměru 10 m a instalovány speciálním plavidlem Cardium (obr. 6).

Konstrukce z vyztužené zemin

Historicky jsou první metody vyztužování zemin dokumentovány již ve starověkých chrámových zikkuratech v Mezopotámii (viz 13. část, obr. 1) v 5. století př. n. l., kdy byly pro vyztužení využívány rákosové rohože. Z pozdního starověku je znám i jiný způsob vyztužování, například zemních valů pro římská nebo keltská opevnění či pobřežní stavby, dřevěnou tyčovinou (obr. 7).



Obr. 7: Budování keltského opevnění „murus gallicus“ v západní Evropě v 2. stol. př. n. l. Je znázorněna fáze zřizování zemního valu pro vztyčení kolové palisády. Vnější čelo valu bylo obloženo kamenem a jeho navazující část byla vyztužena tyčovinou, aby zajistila val proti sesutí do příkopu před hradbou (M. Šimík, Z. Krápek, 1999)



Obr. 8: Model vyztužené zeminy Henriho Vidala při vývoji jeho teorie na začátku 60. let (Terre Armée v roce 2001 systémem Terramesh s gabiony o celkové výšce 30 m, maccaferri.sk)

Dřevěné výztuhy však byly vhodné jen pro dočasné stavby, a proto se vývoj podobných konstrukcí na dlouho zastavil. Zásadní inovační krok kupředu učinil svými výzkumy na začátku 60. let 20. stol. až francouzský inženýr **Henri Vidal**. První nápad dostal na mořské pláži v roce 1957 a promýšlel ho až do formulace svého vynálezu v roce 1963 (obr. 8). Nechal si svou teorii patentovat postupně ve 40 zemích a v roce 1965 postavil první konstrukci ze zeminy vyztužené kovovými pásky a geotextilií v jihofrancouzském Pragnières (obr. 9). Od roku 1968 provedl se svou novou firmou *Terre Armée* (Armovaná zemina) desítku větších realizací poblíž Nice a inicioval tím několikaletý podrobný oficiální výzkum v uznávané Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC). Výsledky mu daly plnou podporu k dalším stavbám i po světě. Tím vydatně přispěl k rychlému šíření i k dalším výzkumům této nové metody zemních geotechnických konstrukcí. Pod jeho licenci vzniklo mnoho dalších prováděcích firem a metoda vešla do povědomí odborné veřejnosti jako jeden z nejvýznamnějších inovačních podnětů geotechnického inženýrství. Takovou původní pobočkou byla od roku 1971 i americká firma Reinforced Earth, která realizovala nespočetné stavby v USA, například v roce 2015 světově nejvyšší, 45 m vysokou stěnu na stavbě letiště v Seattlu (obr. 10). S odstupem času je odborníky konstatováno, že základní principy této metody – tedy budování konstrukce ze sypaniny po vrstvách s výztužnými mezivrstvami z různých druhů



Obr.11: Mostní opěry z vyztužené zeminy pro železniční nadjezd u Královce zbudované v roce 2004 (geomat.cz)



Obr. 9: Budování první konstrukce z vyztužené zeminy ve francouzském Pragnières v roce 1965 (Terre Armée)

kovových a umělohmotných výztužných sítí a mříží a s různými druhy provedení lícových prvků – se podstatně nezměnily. Hluboce však byly propracovány návrhové metody, zejména se zapojením počítačového modelování MKP. Začátkem 21. století se také značně rozšířil materiálový sortiment výztužných prvků. V tuzemsku byly zemní konstrukce z vyztužených zemin zaváděny od 90. let minulého století zpočátku poněkud improvizovaně, rychle se však zapojily na odborné úrovni. V roce 2004 byly touto metodou zhotoveny firmou Geomat první mostní opěry na silničním nadjezdu nad železnicí u východočeského Královce (obr. 11).

Geosyntetické materiály

Obzvláštní impulz představoval zhruba od 80. let 20. stol. explozivní rozvoj různých

geosyntetických výztužných materiálů, jako jsou geotextilie, geosítě, geomříže, geobuňky apod. V souvislosti s tím pak začaly vznikat i různé kombinované geo-konstrukce se zapojením geomembrán nebo geomatrací, jako jsou různé geo-kontejnery, geo-vaky a geo-tubusy, plněné různým materiálem od sypaniny až po vodu. Kromě typického využití opěrných konstrukcí u dopravních staveb umožnily vytvářet velmi specifické konstrukce podle místních podmínek. Někdy i se značnou mírou improvizace. Například konstrukce hlubokých drenů nebo rozličné hráze pro úpravu vodního toku nebo proti vodní erozi.

Vyztužování skalních hornin (třída E.2)

K velkému prolínání s technologiemi speciálního zakládání dochází u vyhraněné disciplíny zpevňování skalního masivu a ochrany před uvolňováním a zřícením jeho bloků nebo proti rozšíření kamenných splazů. Tato disciplína se začala rozvíjet v polovině 19. století spolu s rozvojem výstavby železnic a s potřebou zajistit bezpečnost skalních zářezů. Až do 50. let minulého století převažovala v ochraně výstavba pasivních ochranných konstrukcí jako například hrázky, zastřešení a galerie. Postupně se však rozbíhalo využívání kotvení a opláštění povrchu pro ochranu proti erozi například kamennými oblady, betonem, později torkretem.



Obr. 10: Tříkrát odstupňovaná mechanicky vyztužená zemní konstrukce se svislým lícem o celkové výšce 45 m vybudovaná pro zajištění přístavací dráhy letiště Tacoma v Seattlu v roce 2005 (hartcrowser.com)



Obr. 12: Záchytný systém RXE-1000 švýcarské firmy Geobrugg vybudovaný v roce 2014 na železniční trati u Rumplanus ve Švýcarsku (geobrugg.com)

V roce 1958 již údajně probíhaly první experimenty se **záchytným systémem z pletiva**. Systematický vývoj disciplíny začal až v 60. letech, když byly zapojeny vědecké metody měření a klasifikace těchto jevů skalního zřícení za účelem odpovídajícího navrhování zásahů. V 80. letech již byly pro záchytné opláštění používány systémy

z drátěných pletiv a k blokování skalních pohybů i kotvené pletivové bariéry. Zapojena byla také sanační injektáž puklin. S vývojem speciálních antikoročních a vysokopevnostních sítí i lanových systémů byly koncem století zaváděny aktivní záchytné bariéry s dynamickými absorbery a brzdami (obr. 12). Podstatnou roli v nich nadále

plnily různé druhy horninových kotev a svorníkových systémů (16. část).

U nás bylo poprvé použito jednoduché kotvení skalního svahu firmou Vodní stavby v roce 1959 pro poměrně rozsáhlé zajištění břehu budované vodní nádrže Orlík. Komplexním rozsáhlým projektem této disciplíny byla pak v roce 1992 sanace masivu vyšehradské skály v Praze firmou Zakládání staveb, a. s. (obr. 13).

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

*) Označujeme zařídění metod stejně jako ve 20. části seriálu dle tabulky/obr. 1.



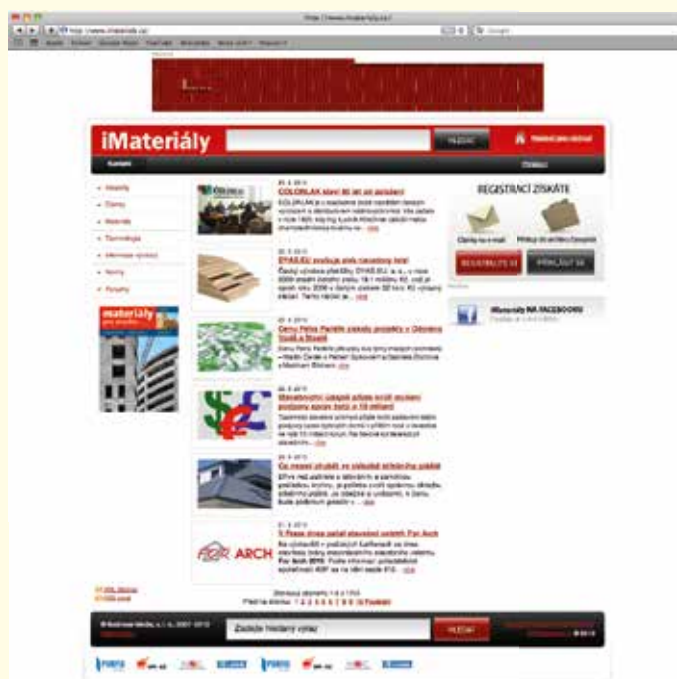
Obr. 13: Rozsáhlé zpevnění masivu vyšehradské skály lanovými kotvami a dalšími kotevními prostředky prováděné z těžkého lešení v letech 1991–1992 firmou Zakládání staveb, a. s. (archiv Zakládání staveb, a. s.)

The history of special foundation – part XXII

As the closure of our sequel is looming ahead we arrive now into disciplines from the general point of view of foundation engineering methods rather peripheral. But they do have however in some circumstances their specific relevance and importance. Presently we deal with the last category of ground improvement by methods of earth and rock reinforcing. By this way the significance of geosynthetics for improvement of characteristics and even creation of special geostructures is also mentioned.

iMateriály

Internetový portál pro odbornou stavební veřejnost. Přináší aktuální informace z oboru stavebnictví, novinky v oblasti stavebních materiálů a výrobků a odborné články renomovaných autorů.



www.imaterialy.cz

BEZPEČNÉ PRACOVNÍ PLOCHY PRO ZAŘÍZENÍ SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ – ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V posledních desetiletích je v oboru speciálního zakládání zaznamenáván v celém světě nárůst nehod zakládacích mechanismů, jakými jsou typicky pilotovací soupravy. Je to dáno jejich vzrůstající hmotností i pohyblivostí. V Evropské federaci dodavatelů zakládání (EFFC) i v její sesterské americké DFI byl tento trend od počátku sledován s velkou pozorností a některé členské federace již zahájily aktivní protipatření. V tomto článku se budeme zabývat příčinami a povahou tohoto problému i možnostmi jeho řešení. Ukážeme rovněž příklad systémového postupu, který je již po několik let úspěšně využíván ve Spojeném království (UK). Chceme tím motivovat k vykočení na obdobnou cestu i u nás.

Mnohé zaznamenané nehody se naštěstí obešly bez zranění (obr. 1), někdy však již došlo ke smrtelným úrazům. Byly také dokumentovány případy, kdy jen náhodou nedošlo k hromadné havárii s těžkými následky (obr. 2). I v tuzemsku jsme již zažili několik takových nehod (obr. 3). Rozborem nehod bylo doloženo, že jejich hlavní příčinou jsou nedostatečně bezpečné pracovní plochy na staveništích. Většinou je totiž jejich příprava a údržba neúměrně podceňována (obr. 4). Uvedené dodavatelské organizace proto již téměř před dvaceti lety začaly hledat systémový přístup k nápravě. A v některých zemích byl již také úspěšně do procesu výstavby zaveden. Nejprve se tak stalo ve Spojeném království a potom též v podobných legislativních rámcích Nizozemska, Švédska a naposledy i Rakouska. EFFC se pokoušela najít možnost společného evropského standardu, ale v roce 2018 doporučila jednotlivým členským zemím, aby využily tyto příklady k zavedení lokálních pravidel, odpovídajících místnímu právnímu rámci. Česká republika se tedy vydává na tuto cestu zhruba s patnáctiletým zpožděním.

Hlavní činitelé problému

Je třeba vzít v úvahu, že se jedná o relativně nový fenomén, který roste společně s prudkým rozvojem technologií speciálního zakládání v posledních padesáti letech. Kromě exponenciálního celosvětového růstu počtu souprav pro zakládání a jejich rozvětvení do jejich nespočetných druhů se hlavně zvětšovaly jejich rozměry. Změnila se často i kinematika, zejména se s posilováním pásových podvozků zvyšuje poloha těžiště stroje v některých pracovních fázích. Měnil se také pohled na význam funkce pásového podvozku od původního zhmátní těžkého terénu k nynějšímu udržení stability. Zažitá praxe přípravy pracovních ploch však nebrala tyto změny dostatečně v potaz.

V důsledku uvedených trendů se již na konci minulého století objevil statistický nárůst nehod – havárií pásových zakládacích souprav v důsledku ztráty stability při „poruše“ nedostatečně ušlechtlé pracovní plochy. Celkové vyhodnocení pracovních nehod v oboru speciálního zakládání pak ukázalo, že 1/3 z nich má souvislost s nedostatečnou přípravou pracovních ploch.

Hlubší rozbor souvislostí poukázal také na vztah k širším geotechnickým rizikům dané stavby. Jestliže potřeba metody speciálního zakládání



Obr. 2: Mimořádně závažná nehoda pilotovací soupravy, která se převrátila na kolejisť, kudy před pár minutami projel plně obsazený osobní rychlovlak do Londýna



Obr. 1: Typická nehoda převrácení zakládací soupravy v důsledku zaboření podvozku do nedostatečně pevné pracovní plochy

stavby vyvolává nutnost nasazení adekvátní technologie provádění, je také v rámci odpovědnosti stavebníka povinnost zajistit bezpečnou organizaci výstavby. Bezpečnost je součástí ceny za práce a za případné převzetí rizika dodavatelem nemá být poskytována sleva. Jde tedy o otevření příznání tohoto rizika a jeho účelnou alokaci tomu, kdo ho může řešit nejefektivněji. Tím, kdo obvykle komplexně řeší POV (Provádění a organizaci výstavby) a BOZP stavby, je její hlavní dodavatel.

Právní rámec

Zásadním vstupním krokem k systémovému řešení této problematiky je vyhledání opory v daném právním rámci výstavbového procesu. V zemích EU byla obecně nalezena v dokumentu Směrnice Rady 92/57/EHS ze dne 24. června 1992 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na dočasných nebo mobilních staveništích (**osmá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS**). Z její české verze lze pro ilustraci toho, čím se zabývá, uvést některé podstatné výňatky (resp. citace pojmů):

– „...dočasným nebo mobilním stavenišťem (dále jen „staveniště“) je každé staveniště, kde se provádějí stavební nebo inženýrské práce...“



Obr. 3: Tuzemský případ nehody pilotovací soupravy



Obr. 4: Velmi častá situace na staveništi speciálního zakládání bez zajištění správných pracovních podmínek prováděcí plochy

– „...koordinátorem pro otázky bezpečnosti a ochrany zdraví během provádění stavby je každá fyzická nebo právnická osoba, která je pověřena stavebníkem nebo vedoucím stavby, aby během provádění stavby plnila úkoly, uvedené v článku 5 a 6...“

– „...Pracovní místa na staveništi... Stabilita a pevnost...“

– „...řetězec odpovědností pro účastníky výstavby...“

Další oporu poskytují místní zákonná ustanovení BOZP a předpisy institucí, jako je v tuzemsku Státní úřad inspekce práce (SÚIP).

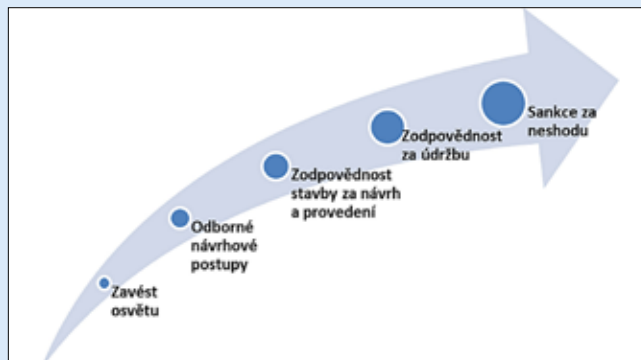
Významným podkladem je také nedávno i u nás překladem zavedená ČSN EN 16228-1-7 (2014) *Vrtací zařízení a zařízení pro zakládání staveb – Bezpečnost...*, zejména kapitola 5, příloha F části 1.

V poslední řadě je to pak u konkrétní stavby projektová dokumentace POV a při provádění stavby je to odpovědnost hlavního dodavatele za BOZP na staveništi.

V našich podmínkách vyžaduje řešení také posun v kultuře výstavbové praxe a v potřebném vnímání naléhavosti tohoto problému.

EXAMPLE	Weight / Force Applied (kN)	X-Coordinate	Y-Coordinate	Moment Mx	Moment My		
SLEWING ACTIONS							
Upper Works (slewing)	55	0.00	2.74	-151	0		
Suspender/Eggs on Dowel	70	-0.30	3.47	-243	-21		
Counterweight (slewing)	30	0.00	-2.45	96	0		
Other (slewing)	0	0.00	0.00	0	0		
Lower Works (Slewing)	115	0.00	-4.02	198	0	Applied Force (kN)	Max. Allowable (kN)
Net Extraction Force	0	-0.30	3.47	0	0	0.00	392
Net Penetration Force	-100	-0.30	3.47	345	30	-29.40	-29
Applied Auxiliary Force	0	0.00	4.00	0	0	0.00	50
Front Pad 1	0	0.00	2.74	0	0	0	-400
Front Pad 2	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Rear Pad 1	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Rear Pad 2	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Summary of Slewing Actions	100	0.00	-0.92	165	0	Max. Pad Pressure	0
NON-SLEWING ACTIONS							
Lower Works Non-Slewing	96	0.00	0.00	0	0	Applied Force (kN)	Max. Allowable (kN)
Front Pad 1	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Front Pad 2	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Rear Pad 1	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Rear Pad 2	0	0.00	0.00	0	0	0	0
Summary of Non-slewing Actions	96	0.00	0.00	0	0	Max. Pad Pressure	0
Total Rig Weight (kN)	377					Track Bearing Length (m)	3.81
Resultant of all Actions (kN)	278	0.03	-0.58	165	0	Track pad width (m)	0.70
						Track Centre Dist. (m)	3.30

Obr. 6: Ilustrativní snímek jedné z excelových tabulek pro výpočet zatížení od soupravy



Obr. 5: Návrh EFFC pro chronologický proces systémového řešení bezpečnosti pracovních ploch pro zakládací zařízení

Obecné aspekty řešení EFFC

V rámci EFFC byla ustavena pracovní skupina pro podporu řešení bezpečných pracovních ploch ve všech členských zemích a na základě úspěšných příkladů vydala vodítka, jak nejlépe postupovat. Chronologicky je tento proces znázorněn na obr. 5.

Vlastní postup standardního řešení potom vyžaduje zavést nástroje pro následující logické kroky:

- Výpočet zatížení od soupravy pro zakládání;
- Návrh konstrukce zpevněné plochy;
- Požadavky na provádění a zkoušení plochy;
- Kontrolní postupy dozoru a odpovědnosti za údržbu;
- Smluvní stanovení odpovědnosti;
- Ustanovení vymahatelnosti;
- Osvěta a školení (průběžně).

Modelový příklad standardního přístupu v UK

Britská federace dodavatelů zakládání FPS dala k dispozici široké světové odborné veřejnosti svůj systémový přístup k řešení a vyzvala v zájmu bezpečnosti práce k jeho následování. Je k dispozici na stránce: <https://www.fps.org.uk/guidance/working-platform-guidance/>.

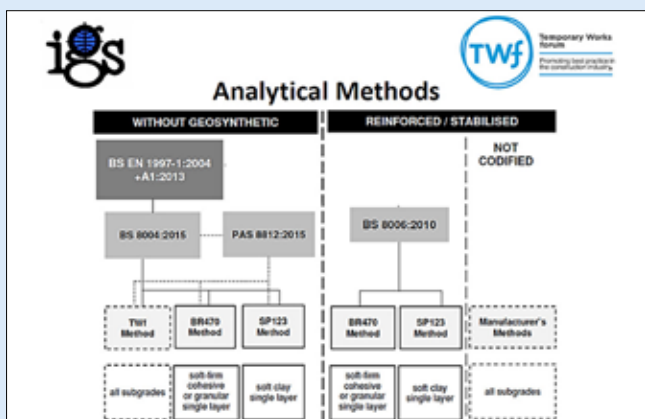
Již v roce 2000 se FPS po mimořádně závažných nehodách rozhodla začít neprodleně konat a podniknout činy k zamezení rizika nehod a úrazů zapříčiněných nedostatečností pracovní plochy. Zaměřila se nejprve na získání podpory úřadu bezpečnosti práce HSE, což se jí podařilo v roce 2002, a ihned přikročila k upřesnění výpočtu zatížení a postupů navrhování ploch. Již od 1. ledna 2004 pak byla zavedena certifikace pracovních ploch ve Spojeném království. Níže předkládáme krátký výřez z této úspěšné metodologie.

a) Výpočet zatížení od soupravy pro zakládání

Pro stanovení vstupních dat – tedy tlaku dané zakládací soupravy na terén – je třeba s potřebnou znalostí a zkušeností v oboru interpretovat jednotlivá zatížení daná výrobcem soupravy. Jedná se i o uvážení případných individuálních modifikací soupravy a hlavně ve všech pracovních



Obr. 7: Ostatní mechanismy na staveništi mohou mít také podstatný vliv na návrh plochy



Obr. 8: Ilustrativní snímek z doporučení návrhových metod plochy FPS

fázích. Je to problém zejména u starších souprav, kde výrobci ještě takové podrobné údaje neposkytovali, a musí se sestavit samostatně. FPS však již připravila sady tabelárních výpočtů v programu Excel pro většinu běžných souprav a ve všech fázích prováděcích postupů (obr. 6). Pro návrh plochy je ovšem nutno uvážit i další zapojené mechanismy, jako jsou vozy pro dopravu výkopku, jeřáby a automixy (obr. 7).

b) Návrh konstrukce zpevněné plochy

Návrh plochy je v kompetenci zodpovědného projektanta. Musí vzít na vědomí, že konstrukce plochy je sice dočasná, ale bezpečnostně velmi důležitá. Proto zvažuje geotechnická rizika podloží konstrukce plochy. Pro stanovení únosnosti podloží plochy je třeba zjistit geotechnickým průzkumem návrhový modul pružnosti podloží E_d . Z nedostatečného průzkumu by plynula nejistota návrhu. Finální návrh se vypracuje s použitím specifických analytických metod pro vozovky nebo zrnité zpevněné plochy, které jsou obvykle lokálně odlišné. FPS prozkoumala a doporučila prověřené metody z různých zdrojů UK (obr. 8).

c) Požadavky na provádění a zkoušení plochy

Ve Spojeném království je obvykle, podobně jako i v jiných zemích, subdodavatelem pro zřízení pracovní plochy samostatná firma pro zemní práce, zjednaná generálním dodavatelem stavby. Proto je třeba stanovit podmínky kontroly, zkoušení a převzetí (zodpovědnost za shodu). Zkoušky pro ověření návrhu se rutinně provádí metodou CBR a zatěžovací deskou. Je tam již zavedená výstavbová praxe, že je na závěr vystaven tzv. Certifikát pracovní plochy pro ověření a potvrzení GD (obr. 9). Žádný člen FPS nezahájí práce na ploše bez převzetí tohoto certifikátu.

d) Kontrolní postupy dozoru a odpovědnosti za údržbu

Během prací speciálního zakládání pochopitelně dochází často a nevyhnutelně ke zhoršení stavu plochy. Nedostatek údržby plochy během provádění je ovšem častější příčinou

The form is titled 'Working Platform Certificate (FPS/WPC/4d) Working Platform Regular Inspection Log'. It includes instructions: '(To be completed by an authorised representative of the Principal Contractor) The working platform has been inspected prior to handover and provides safe access for people and plant. All necessary maintenance, modification, repair or re-assembly of the working platform to to the as-designed installed condition, if necessary, a revised Working Platform Layout Drawing has been issued to the specialist contractor.'

Date	Organisation	Name & Position	Signature	Comments (Include key details of alteration, modification, repair, etc. or date of next inspection, and whether the current drawing issued etc. as appropriate)

Obr. 10: Ilustrativní snímek formuláře inspekce pracovní plochy v UK

nehod než její původní stav. Je proto třeba dopředu stanovit: Kdo a jak má provádět dozor? Kdo a jak má provádět údržbu? Pro sledování těchto prací je v UK zaveden obvyklý formulář (obr. 10).

e) Smluvní stanovení odpovědnosti

Pro vymezení odpovědností ve smlouvě je výhodné využít ve stávajícím právním rámci standardní smlouvy se standardními paragrafy vztahů. Obvykle je GD nejlépe vybaven pro řízení rizik na celé stavbě a spolu s koordinátorem BOZP postupuje podle plánu BOZP.

f) Ustanovení vymahatelnosti

Každý systém právních vztahů musí být rozumně vymahatelný a sankcionovatelný. Má být založený na zákonech a správních ustanoveních, ale všichni partneři výstavby by měli být pozitivně motivováni ke spolupráci.

g) Osvěta a školení

Pro trvalé udržení nově zavedeného systému je třeba, aby byl doprovázen průběžnou a trvalou osvětou. Školení BOZP tedy musí být pevnou součástí na všech úrovních řízení stavby.

The form is titled 'Working Platform Certificate (FPS/WPC/4d)'. It contains several sections:
 - 'Project Name' and 'Risk area covered by this certificate'.
 - 'Part 1 - WORKING PLATFORM DESIGN INCLUDING RAMPS AND ACCESS ROUTES'. It includes fields for 'Equipment to be used on site' and 'Maximum plant loading'.
 - 'Designer Name' and 'Designer Organisation'.
 - 'Part 2 - VERIFICATION BY PRINCIPAL CONTRACTOR'. It includes fields for 'Name & Position', 'Date', 'Organisation', and 'Signature'.
 - A note at the bottom: 'The HSE has worked closely with the FPS to develop this initiative and supports the principle of reducing accidents by the certification of properly designed, installed and maintained working platforms.'

Obr. 9: Ilustrativní snímek formuláře certifikátu pracovní plochy v UK

Výhled na zavedení obdobného systému v ČR

V současné době se u nás nacházíme v úvodním stadiu prvního kroku osvěty. Je třeba teprve seznámit odbornou veřejnost s touto dosud opomíjenou problematikou a s potřebou zavést systémové řešení. ADSZS (Asociace dodavatelů speciálního zakládání) nese zatím největší břímě přímého rizika nehod, a proto se přirozeně ujala aktivit v tomto směru. Bude se obracet v odborných článcích a v seminářích na své partnery mezi účastníky výstavby a jejich odborná sdružení jako jsou ČKAIT, SPS apod. Bude rovněž v tomto směru iniciovat kontakty se správními institucemi, jako je SÚIP. Není pochyb, že v otázce bezpečnosti práce bude spolupráce dosažena. Zatím pro nás musí postačit možnost využití vzoru FPS, ale měli bychom vytvořit náš lokální systém.

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

Safe working platforms for foundation machines – Introduction to problem

There is increasing rate of accidents of special foundation machines, like the typical piling rig, documented all over the world in the last decades. It is partly given by their increasing weight and manoeuvrability. European Federation of Foundation Contractors (EFFC) together with its sister mostly american Deep Foundation Institute (DFI) watched this trend from its beginning with great care and some member federations already have started active countermeasures. This article deals with basic information on cause and character of this problem as well as on general approach to its solution. It also presents an example of the systematic process which has been applied successfully for couple of years in United Kingdom. The aim is to motivate our country to step out on the similar path.



ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO TZV. DISTILLERY LAND FIRMY RUDOLF JELÍNEK, DŮM U LUŽICKÉHO SEMINÁŘE Č. P. 116 V PRAZE

V rámci rekonstrukce a přístavby stávajícího domu U Lužického semináře č. p. 116 v Pražské památkové rezervaci prováděly společnosti Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s., zajištění stavební jámy na přilehlém pozemku pomocí rozepřených pažicích podzemních stěn. Objekt, nazvaný Distillery Land, bude využíván jako muzeum ovocnářství a jako reprezentativní prodejna firmy Rudolf Jelínek.

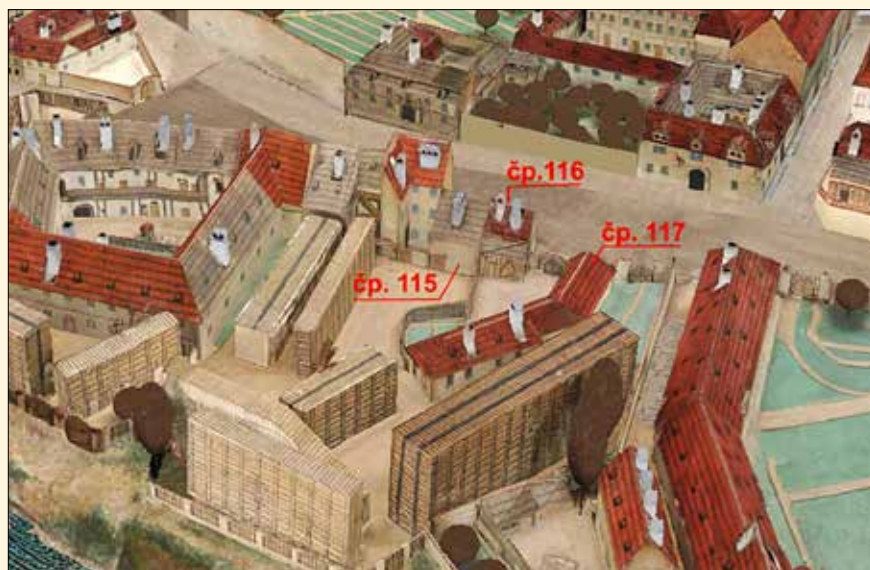
Historie objektu a stavební záměr

Než přiblížíme technické řešení a podmínky při provádění stavby, stručně se zmíníme o objektu samotném, jenž má nejen bohatou historii, ale vzhledem k novému majiteli i zajímavé vyhlídky do budoucna. Dům dříve nazývaný též „U bílé botky“ (U bílé kuželky, U bílé číše) je původně renesanční objekt z I. třetiny 17. století, upravený v období baroka a radikálně přestavěný v 70. letech 20. století. Původně dům sloužil mladým katolickým studentům z Lužice. V roce 1724 ho koupil švec Vavřinec Kafka s manželkou za 850 zlatých. Od té doby byl dům zván „Bílá botka“. Na přelomu 60. a 70. let 20. století byla provedena rozsáhlá rekonstrukce domu č. p. 116 a sousedního domu č. p. 115 pro herečku Slávku Budínovou, jež se stala jejich majitelkou (č. p. 115 bylo zrušeno, zůstalo jen č. p. 116). Při rekonstrukci došlo na jižní a východní straně k vybourání velkých úseků renesančního obvodového zdíva objektů a bylo zrušeno původní vnitřní členění.

Domy postihla v roce 2002 povodeň a od té doby chátraly. Po vleklých jednáních se podařilo v roce 2016 firmě Rudolf Jelínek získat

objekty včetně přilehlé východní parcely se záměrem otevřít zde muzeum destilátérství a ovocnářství v českých zemích a reprezentativní firemní prodejnu, doplněnou o degustační bar a prostory pro prezentaci portfolio společnosti. V podzemí bude umístěn archiv destilátů a společenský prostor Spolku přátel

Jelínkovy slivovice. V původním domě bude zachována jedna bytová jednotka. Uprostřed zahrady bude symbolicky osazena švestka. Firma Rudolf Jelínek je nejznámější výrobce bílé slivovice u nás a připravuje ji dle mnohaletých tradic z toho nejlepšího švestkového kvasu již od 19. století. Švestkový kvas



Historické vyobrazení okolí domu U Lužického semináře č. p. 116 s původní zástavbou

prochází trojstupňovou destilací, pecky zůstávají celou dobu přítomny v kvasu, aby vzniklému nápoji dodaly specifickou chuť tříslovin. O vizovických destilátech by se toho dalo napsat spousta, ale vraťme se teď k stavbě samotné.

Projekt prací speciálního zakládání

Předmětem prací speciálního zakládání bylo zajištění stavební jámy pro nově vznikající prostory expozice muzea na zahradním pozemku přilehlém k objektu č. p. 116. Rozměry stavební jámy jsou cca 23x20 m. Pozemek se nachází na křižování ulic U Lužického semináře, Letenská a Klárov na území Prahy 1.

Pro zajištění výkopu pod hladinou spodní vody navrhl projektant Ing. M. Dušek (FG Consult, s. r. o.) těsnicí betonovou podzemní stěnu tl. 500 mm, vyztuženou ocelovými profily HEB 360 a následně v jedné úrovni rozepřenou ocelovým rámem. Byl tak optimalizován původní návrh zajištění obvodových stěn stavební jámy tryskovou injektáží, čímž se se výrazně omezila možnosti průsaků podzemní vody a zjednodušil se i následný postup vestavby zajištěné stavební jámy.

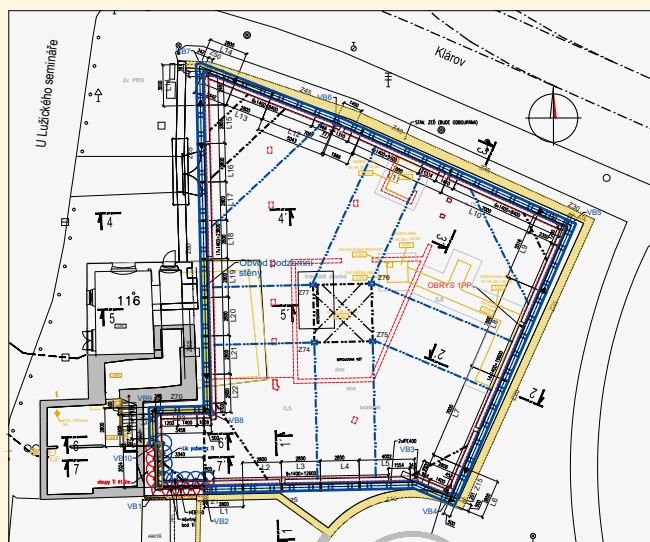


Vizualizace projektu Distillery Land po dokončení, pohled od Klárova

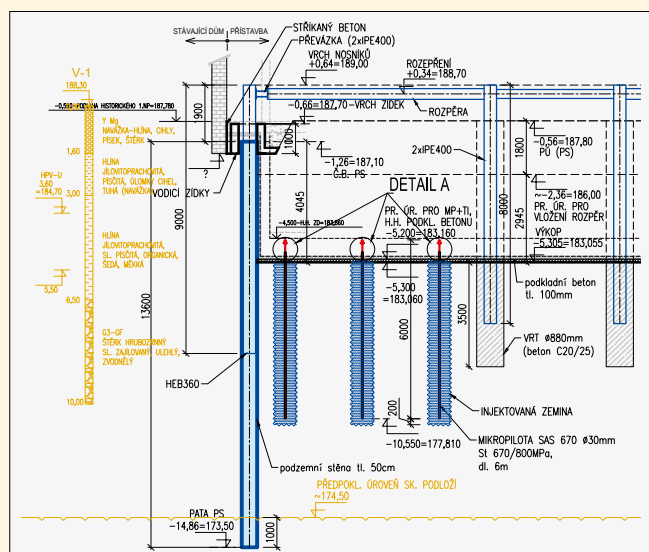
Přípravné práce

Tím, že se staveniště nachází v historické části města, v Pražské památkové rezervaci, v těsné blízkosti Vltavy a výdušného objektu z metra, bylo komplikované již jen zajištění záborů pro technologie a povolení vjezdů pro těžkou dopravu.

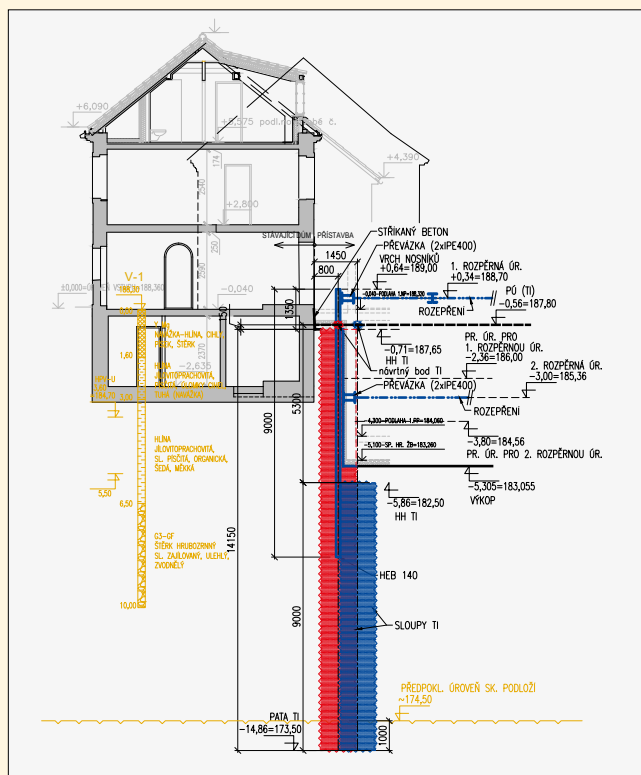
Před zahájením prací speciálního zakládání bylo nutné osadit na rekonstruovaný a sousedící objekt geodetické body pro monitorování případných pohybů. Hlavním důvodem monitoringu byla skutečnost, že objekty nebyly v dobrém technickém stavu a vykazovaly poškození způsobené dřívější výstavbou metra a rozsáhlými povodněmi v roce 2002. V dalším kroku byly na území staveniště vytyčeny veškeré inženýrské sítě, provedeny sondy a zaslepeny nebo přeloženy sítě kolidující. Celý prostor stavebního pozemku byl původně ochráněn cihelnými zdmi, které částečně kolidovaly s nově budovanými konstrukcemi, a bylo je tak třeba odbourat. Poté se celá plocha staveniště upravila



Půdorys stavební jámy



Příčný řez pažením stavební jámy podzemní stěnou a rozepřením HEB profily, vyznačeny jsou i tahové MP v základové desce



Příčný řez pažením stavební jámy sloupy tryskové injektáže (JZ roh)

na jednotnou výškovou úroveň, zpevnila a upravila betonem vyztuženým ocelovou kari sítí. Hlavním důvodem úpravy byla potřeba zajistit únosnost pro pojezd těžké mechanizace a zamezit znečišťování přilehlých komunikací vyjíždějícími vozy. Výškový rozdíl mezi pracovní plochou a okolním terénem se z důvodu ochrany stávajících inženýrských sítí upravil svahováním a zajistil pomocí trnů a stříkaného betonu. Tím byly dokončeny veškeré přípravné práce a mohly být zahájeny práce zajištění stavební jámy.

Zajištění stavební jámy technologií podzemních stěn a tryskové injektáže

Pro realizaci podzemních stěn bylo nutné provést železobetonové vodící zídky výšky 1,0 m. Vnitřní zídky byly do tvaru „L“. Při těžbě výkopu pro zídky bylo nutné odstranit všechny netěžitelné konstrukce a nahradit je stabilizačním zásypem. S velkou opatrností bylo třeba provádět výkopy podél stávajícího objektu, kde bylo nutné kontrolovat základovou spáru tak, aby nedošlo k jejímu podkopání. Vodící zídky se v tomto úseku betonovaly až k základům.

Těžba podzemních stěn se prováděla pod ochranou pažicí bentonitové suspenze, po záběrech dl. 2,80 m a šířky 0,50 m. Hloubky jednotlivých lamel se pohybovaly v rozmezí 13,60 až 14,20 m. Hloubka výkopu na základovou spáru stavební jámy byla 5,50 až 5,70 m. Nezbytnou podmínkou pro zajištění budoucí vodotěsnosti stavební jámy bylo zahloubení podzemních stěn min. 1,0 m do zvětralých břidlic. Po dotěžení jednotlivých lamel se daný úsek betonoval pomocí sypákových rour a následně se osadily do čerstvého betonu ocelové profily HEB 360. Po dokončení technologie podzemních stěn se pokračovalo v zajištění zbytku obvodu stavební jámy v JZ rohu technologií tryskové injektáže (TI), jelikož zde nebylo možné z dispozičních důvodů použít technologii podzemní stěny. Trysková injektáž měla těsnicí funkci a tvořily ji sloupy o průměru 1,2 m v rozteči 0,75 m. Z důvodu nepříznivých geologických poměrů (hrubozrnné štěrk s valouny) byla trysková injektáž navržena jako dvouřadá a vyztužená ocelovými profily HEB 140. Tímto byla stavební jáma zajištěna a mohly být zahájeny zemní práce na její těžbě.

Rozepření stavební jámy

Kvůli přítomnosti sousedních konstrukcí a kolidujících sítí nebylo možné provést zajištění stěn při výkopových pracích klasickým



Provádění podzemních stěn

kotvením. Byl proto navržen jednoúrovňový těžký rozpěrný ocelový rám. Jednalo se o ocelové převázky tvořené svařenci z profilů IPE 450 osazené po obvodě stavební jámy a rozpěry tvořené svařenci 2xIPE 360.

Z důvodu rozpětí ocelových prvků bylo nutné zhruba ve středu stavební jámy zaberanit ocelové svařence 2x IPE 400, tzv. tréгры, jako podpěry. Poté bylo možné zahájit výkop stavební jámy. Projektem byla stanovena ma-



Těžba lamely podzemní stěny v těsné blízkosti domu č. p. 116

ximální možná hloubka výkopu, ze které bylo nutné ocelový rám osadit na 2,3 m (kóta 186,00 m n. m). V místě zajištění stavební jámy tryskovou injektáží bylo během výkopu nutné provést ze statických důvodů ještě dodatečnou rohovou rozpěru v úrovni 2 m nade dnem výkopu.

Výkopové práce a zajištění dna proti vztlaku

Vlastní realizace jak zemních prací, tak montáže ocelového rámu byla značně komplikována nedostatkem prostoru. Při těžbě bylo nutné osadit dočasné čerpací studny a snižovat hladinu vody ve stavební jámě čerpáním. Po dokončení výkopových prací na základovou spáru a její úpravě se přikročilo k realizaci podkladních betonů. Současně s výkopovými pracemi bylo nutné upravit povrch podzemních stěn a tryskové injektáže tak, aby vyhovoval požadavkům generálního projektanta a objednatele. Hlavními požadavky byla svislost a přesnost pažicích konstrukcí a kvalita povrchu, který sloužil jako podklad pro pokládku izolací. Úpravy povrchů se



Dokončená a rozepřená stavební jáma připravená pro následnou vestavbu

prováděly frézováním a finální úprava pomocí stříkaných betonů. Dalším požadavkem projektu bylo zajištění budoucí základové desky proti vztlačku. Z úrovně podkladních betonů byly proto navrženy a provedeny injektované tahové mikropiloty. Z důvodu přenosu tahových sil od vztlačku vody byly použity certifikované tyče SAS 670 pr. 30 mm a délky 6,0 m navržené jako trvalé s dvojitou ochranou. Přesahují do základové desky a jsou opatřeny typovou hlavou pro tah. Práce na těchto mikropilotách se realizovaly z podkladních betonů. Při této činnosti samozřejmě došlo ke znečištění již hotových podkladních betonů vývrtkem. Po dokončení se celá stavební jáma dočistila a předala objednateli pro nástup dalších prací.

Celý průběh realizace stavby ovlivňovaly problémy s nedostatkem místa. Vždy mohla být v činnosti pouze jedna technologie, nebyl tedy možný souběh prací. Návozy a odvozy těžké mechanizace se prováděly v brzkých ranních hodinách – jednalo se především

o stroje na podzemní stěny a vrtné soupravy, které bylo nutné ještě za pomoci jeřábů s větší nosností spouštět do stavební jámy. Dle projektu zajištěnou stavební jámu se podařilo dokončit v termínu a předat v kvalitě požadované objednatelem.

Začátkem roku 2019 byl demontován rozměrný rám, jehož funkci již převzala vlastní konstrukce vestavby, a práce na této stavbě byly ze strany našich společností skončeny. Nyní se na stavbě dokončují monolitické konstrukce a probíhá rekonstrukce domu č. p. 116.

František Šedivý, Zakládání Group, a. s.,
s přispěním **Ing. Zdeňka Studeného,**
Zakládání Group, a. s.

Foto: Libor Štěrbá a archiv Zakládání Group, a. s.

Hlavní účastníci stavby:
Investor: Rudolf Jelínek, a. s.
Generální projektant: INTERPLAN-CZ, s. r. o.
Generální dodavatel: Energie stavební a báňská, a. s.
Projekt SZ: FG Consult, s. r. o.
Práce SZ: Zakládání Group, a. s.,
a Zakládání staveb, a. s.

Securing the foundation pit for the so-called Distillery Land of Rudolf Jelínek, the house at the U Lužického semináře street No. 116 in Prague

As part of the reconstruction and extension of the existing house U Lužického semináře No. 116 in the Prague Monumental Reservation was carried out by Zakládání Group, a. s., and Zakládání staveb, a. s., securing a foundation pit on adjacent land using strutted diaphragm walls. The object, called Distillery Land, will be used as a fruit-growing museum and as a representative store of Rudolf Jelínek Co.



Zajištěná stavební jáma s ofrézovaným lícem podzemních stěn



Provádění tahových mikropilot z úrovně podkladních betonů



Stavební jámy pro objekty MK1 a MK2 v těsném sousedství berlínského hlavního nádraží

ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S., SE PODÍLÍ NA ROZVOJI BERLÍNA

Okolí berlínského hlavního nádraží se mění. Desetiletí se jednalo o „území nikoho“ mezi Východem a Západem, kterému dominovala Berlínská zeď, nákladové nádraží a skladové haly. Nyní na území o celkové ploše zhruba 40 hektarů vzniká nová městská část pod názvem Europacity, svým způsobem město ve městě, s řadou jak obytných, tak administrativních budov. Zakládání staveb, a. s., se podílelo a podílí na vzniku několika staveb v této nové čtvrti. Současně se však podařilo získat zakázky i v jiných částech německé metropole.



Nově vznikající městská část Europacity vyznačená na leteckém záběru

Rozvojový záměr nové městské části Europacity začal vznikat v roce 2006, v souvislosti s uvedením nového hlavního nádraží do provozu. V roce 2009 schválil Berlínský senát koncepci územního rozvoje daného území. Celý rozvojový záměr je tvořen mnoha stavebními projekty, financovanými jak z veřejných, tak ze soukromých zdrojů. Jedná se o oblast, která nese pozůstatky silného bombardování za 2. světové války, což obnáší náročný průzkum před zahájením jakékoli výstavby. Dále uvedeným přehledem také navazujeme na článek z vydání ZAKLÁDÁNÍ 4/2017, kde jsme se již podrobněji věnovali problematice zakládání AB Rieck 1 právě v městské části Europacity.

Stavební jámy pro budovy v okolí berlínského hlavního nádraží v městské části Europacity

Administrativní budova MK9

Místo: Rahel-Hirsch-Strasse/Washingtonplatz
Technologie: vrtané piloty Ø 880 mm, převrty pro štetovnice

Doba provádění: 01–03/2017



Vytváření horizontálního monobloku z tryskové injektáže pro těsnění stavební jámy administrativní budovy Rieck 1



Modelové schéma zástavby městské části Europacity

Administrativní budova RIECK 1

Místo: Europacity Berlin, Heidestrasse (jižní část, severně od hlavního nádraží)

Technologie: trysková injektáž pro těsnění dna stavební jámy

Doba provádění: 04–06/2017

Administrativní budova MK1 a hotel MK2

Místo: Emma-Herwegh-Strasse/
Clara-Jaschke-Strasse

Technologie: podzemní stěny tl. 60 cm, mikropiloty/GEWI Ø 40 mm, pramencové kotvy, vrtané piloty Ø 1200 mm, dl. 16–39 m

Doba provádění: 08/2017 až 06/2018

Další stavby v Berlíně

Ku'Damm Karree, stavební jáma pro víceúčelovou budovu

Místo: Lietzenburger Straße 78–80

Technologie: podzemní stěny 60 cm, záporny, kotvení jílové desky GEWI tyčemi

Doba provádění: 05/2018 až 12/2018

Dálniční městský okruh Berlína, BAB A100 (Bundesautobahn 100), hloubený úsek v oblasti Grenzallee, tzv. Los 1, Dock 3

Technologie: podzemní stěny 100 cm

Doba provádění: 06/2018 až 09/2018

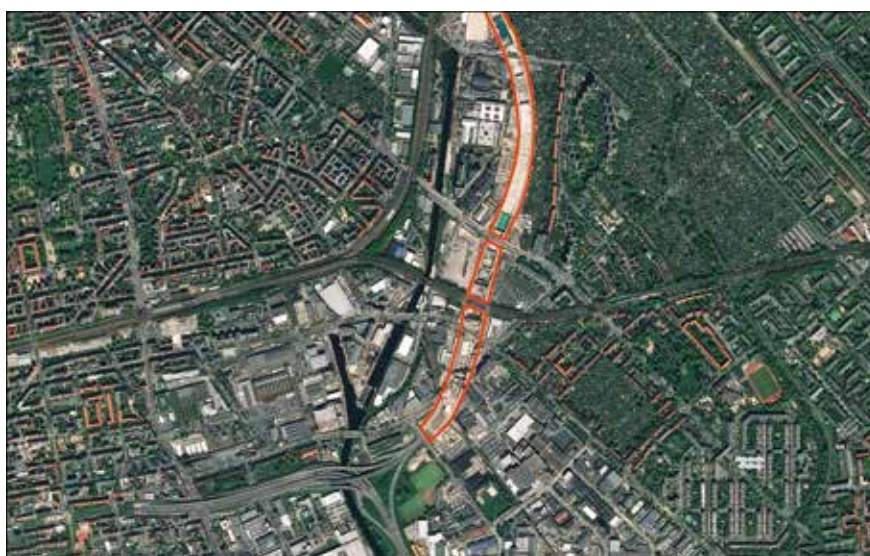
Dálniční městský okruh Berlína, BAB A100 (Bundesautobahn 100), hloubený úsek v oblasti Neuköllnische Allee, tzv. Los 1, Dock 5

Technologie: podzemní stěny 100/120 cm

Zahájení zakázky: 03/2019

(red)

Foto: archiv Zakládání staveb, a. s.



Ortogonalní letecký pohled na oblast dobudovaného dálničního okruhu BAB A100 s hloubenými úseky



Provádění podzemních stěn pro Ku'Damm Karee

Zakládání staveb, a. s. is involved in the development of Berlin

Surroundings of the Berlin Central Station have been changing. For decades it was a "no man's land" between East and West, dominated by the Berlin Wall, the freight station, and warehouses. Now on the area of about 40 hectares a new urban area called Europacity is being built, in a way a city in a city, with a number of both residential and administrative buildings. Zakládání staveb, a. s. has participated in the creation of several buildings in this newly emerging district. At the same time, contracts in other parts of the German Capital have been acquired. The projects in question are presented in a brief overview.



Vizualizácia Stanice Nivy a Nivy Tower po dokončení

STANICA NIVY V BRATISLAVE – MEDZINÁRODNÝ AUTOBUSOVÝ TERMINÁL, NÁKUPNÉ CENTRUM, TRŽNICA A VÝŠKOVÁ ADMINISTRATÍVNA BUDOVA NIVY TOWER

Stanica Nivy vzniká v dynamicky sa rozvíjajúcej časti Bratislavy na pomedzí starého mesta a pôvodnej industriálnej zástavby v mieste pôvodnej autobusovej stanice. Výnimočnosť projektu spočíva m. j. v tom, že sa v ňom spája viac rôznych funkcií – nový podzemný autobusový terminál, nákupné centrum, administratívne priestory atď. Súčasťou projektu je aj budova Nivy Tower, ktorá bude najvyššou občianskou stavbou na Slovensku s výškou 125 m. V minulých desaťročiach sa spoločnosť Zakládání staveb, a. s., podieľala v slovenskom hlavnom meste na mnohých veľkých developerských projektoch, ako bol napr. River Park (2005), Trinity (2009), Centrál Bratislava (2010). Projekt Stanica Nivy je však s plochou 4,4 ha úplne mimoriadny svojou rozlohou. Úlohou spoločnosti Zakládání staveb, a. s., bolo zaistenie celej stavebnej jamy pre následnú výstavbu a hlbinné založenie objektu. V nasledujúcich článkoch postupne predstavíme túto stavbu pohľadom hlavného zhotoviteľa spoločnosti HB Reavis Management, projektanta špeciálneho zakladania spoločnosti SPAI, s.r.o., a hlavného stavbyvedúceho zo spoločnosti Zakládání staveb, a. s.

Mlynské Nivy, Nové Nivy či Twin City sú posledných pár rokov v Bratislave často skloňované frázy. Voľným okom sa dá pozorovať, ako sa štvrť Nové Nivy, vznikajúca pozdĺž ulice Mlynské Nivy, za krátku dobu zmenila veľmi výrazne. V roku 2018 tu vyrástla najmodernejšia výšková budova Twin City Tower, za ktorou v tesnej blízkosti stojí blok 7podlažných administratívnych budov s názvom Twin City ABC s veľmi vkusným tehlovým obkladom. Cez ulicu Mlynské Nivy ponad tehlové budovy sa veľmi zreteľne

začínajú črtať obrysy úplne novej autobusovej stanice, ktorá je pomenovaná Stanica Nivy, a bezprostredne s ňou susediacou výškovou budovou Nivy Tower. Výstavba týchto objektov sa začala už v roku 2017 a intenzívne sa na nej pracuje aj dnes.

História štvrte Nové Nivy

Štvrť Nové Nivy sa nachádza historicky na tepne bývalej priemyselnej časti hlavného mesta. Na križovatke ulíc Svätoplukova, Mlynské Nivy, Prievozská stáli bývalé fabriky. Za zmienku

určite stojí spomenúť továreň na výrobu silno-prúdových káblov, ktorá stála na mieste súčasného Twin City (z toho sa odvíja aj dizajn výškovkej budovy). Ďalej sa tu nachádzala továreň na súkno (tzv. Cvernovka), rafinéria minerálnych olejov Apollo, továreň na spracovanie koží. Na mieste, kde sa stavia Stanica Nivy, sa nachádzali vojenské sklady a obytné domy s robotníckymi pavlačovými bytmi. Rozvoju priemyslu v tejto oblasti značne pomohlo vybudovanie železničnej trate, ktorá zjednodušila zásobovanie surovinami, materiálom a súčasne



Pôvodná autobusová stanica (s dopravou na pôvodnom mieste a potom presunutá cez ulicu Mlynské nivy), v JV rohu areálu začínajú práce na zaistení stavebnej jamy objektu Nivy Tower (1. etapa)



aj vývoz hotových produktov. Železničná stanica Bratislava-Nivy bola vďaka rozmáhajúcemu sa priemyslu veľmi vyťažená aj pracujúcimi ľuďmi. V roku 1983 sa železničná stanica zbúrala a o štyri roky neskôr sa na jej mieste otvorila v tej dobe najväčšia autobusová stanica v Bratislave, navrhnutá architektkou Ing. arch. Valériou Triznovou. Preto nie je náhoda, že práve v tejto lokalite sa začína akumulovať vysoký počet

novovzniknutých pracovných miest a hlavný dopravný uzol, spájajúci okolité mestá s centrom Bratislavy.

Pôvodná autobusová stanica mala rozsiahli travertínový obklad a funkcionalistický vzhľad. V rovnakom štýle, avšak bez obkladu boli postavené budovy na opačnom konci stanice pri ulici Svätoplukova. V nich sa nachádzalo pohrebníctvo a rôzne obchody; na ich mieste sa momentálne týči budúca najvyššia budova v Bratislave Nivy Tower s celkovou výškou 125 metrov.



Novo vznikajúca štvrť Nové Nivy s dominantnou polohou Stanice Nivy

Najvyššia budova v Bratislave – Nivy Tower

Realizácia stavby Stanica Nivy je rozdelená na dva objekty, a to administratívnu výškovú budovu Nivy Tower a autobusovú stanicu s nákupným centrom. Projekt sa začal asanovaním objektov na východnej strane staveniska (pri Svätoplukovej ulici), kde sa dnes nachádza Nivy Tower, v tejto časti sa začalo aj s realizáciou zemných prác. Administratívna budova je založená na podloží spevnenom tryskovou injektážou a monolitckej základovej doske z vodostavebného betónu hrúbky 2 m.

Tryskané stĺpy sú zaťažované iba zvislou silou a sú navrhnuté z dôvodu geologických pomerov. Priemer stĺpov TI je 2 m, dĺžka 9 a 18 m v závislosti od minimálneho sadania. Časť základovej dosky mimo veže bola kotvená ťahovými pilótami, ktoré sa realizovali z vysoko pevnostnej ocele SAS 950/1035 Ø 65 s priemerom 1,2 m a dĺžkou pilóty navrhnuté v závislosti od typu geológie. Betonáž základovej

dosky trvala kontinuálne 37 hodín a použilo sa na nej cca 3300 m³ betónu. Výšková budova je navrhnutá s 29. nadzemnými podlažiami. Vertikálny nosný systém budúcej najvyššej budovy v Bratislave je tvorený monolitckými železobetónovými stenami okolo obvodu objektu a okolo komunikačných jadier so železobetónovými stĺpmi. Steny jadra aj hlavné nosné stĺpy prebiehajú neprerušene cez celú výšku budovy až po základovú dosku. Strop nad 2. PP je monolitcký bezprievlakový nedielatovaný s hlavicami nad stĺpmi. Zaťažený je parkovaním osobných automobilov v 1. PP. Rovnako sa realizoval aj strop nad 1. PP, zaťažený je vstupnými priestormi administratívnej budovy a obchodnými prevádzkami. Ostatné stropy v nadzemných podlažiach sú monolitcké bezprievlakové s hlavicami nad stĺpmi s nízkym obvodovým nosníkom. Tieto stropy sú zaťažené administratívnymi, technologickými podlažiami a strechou. Administratíva má tri podzemné podlažia, kde prvé podzemné podlažie (tzv. medziposchodie) je navrhnuté pre kancelárie a predajné prevádzky, na druhom podzemnom podlaží sa nachádzajú nástupiská autobusovej stanice a na treťom podzemnom podlaží sa realizujú parkoviská. Nadzemné podlažia majú prevažne administratívny účel, z čoho prvé tri nadzemné podlažia sú technologické. Na poslednom 29. NP sa bude nachádzať reštaurácia.

Príprava na výstavbu Stanice Nivy

Súčasne s realizáciou základovej dosky objektu Nivy Tower prebiehala asanácia pôvodnej



Pohľad na rozsiahle stavenisko Stanice Nivy od severovýchodu (10/2018)



Pôdorys staveniska zachytávajúci rozsiahly plán organizácie výstavby

autobusovej stanice. Búracie práce prebiehali v niekoľkých etapách. Začalo sa odstránením travertínového obkladu, ktorý sa použil na renováciu areálu Slovenského rozhlasu, žulové schodisko sa darovalo Nadácii Cvernovka. Postupne sa odstránili nástupiská a príslušné objekty. Po odstránení všetkých vnútorných zariadení sa pokračovalo s asanáciou hlavnej budovy autobusovej stanice. Posledným asanovaným objektom bola čerpacia stanica. Po odstránení všetkých pôvodných objektov vznikla plocha staveniska s rozlohou 4,4 ha a obvodom stavebnej jamy približne 950 m. V ďalšej etape sa začalo s realizáciou zemných prác. Celkový objem vyvezenej zemi dosiahol 550 000 m³. Rekord počas vývozu zemi bol 606 áut za deň, čo je 18 396,6 tony, t. j. približne 10 000 m³. Počas odstraňovania zemi sa priebežne realizovala konštrukčná podzemná stena, zaisťujúca stavebnú jamu (viď nasledujúce články, kde je táto problematika priblížená).

Realizácia Stanice Nivy

Základová doska pod objektom autobusová stanica je navrhnutá bez dilatácie, rovnako

ako aj obvodová stena do úrovne ±0,00. Základová doska je rozdelená na 48 pracovných záberov s veľkosťou priemerne 700 m³ na jeden pracovný záber.

Nosný systém autobusovej stanice je tvorený monolitickými železobetónovými stenami okolo obvodu objektu a okolo komunikačných jadier a železobetónovými stĺpmi. Ich základný raster je 8,1x8,1 m. Stropy sú monolitické bezprievlakové nedilatované s hlavicami nad stĺpmi. Strop nad 1. PP je vyhotovený z dodatočne predpätého betónu, a to preto, že na 1. PP sa nachádza autobusová stanica, kde rozpon medzi stĺpmi presahuje 8,1 m. Celkovo sa v objekte vyhotoví približne 65 % predpätých konštrukcií. Do predpätých konštrukcií sa tlak vnesie dodatočne po zabetónovaní, predpínacia sila je 223 kN. Na objekte sa nachádzajú aj nosné oceľové konštrukcie, tzv. stromové stĺpy, s trojhranným prierezom s dĺžkou 10 m a 13 m, oceľové markízy s presklením. Spolu všetkých oceľových konštrukcií na Stanici Nivy bude 4500 ton.

Objekt autobusovej stanice je funkčne a priestorovo rozdelený do niekoľkých prevádzkových častí. Na 2. PP sa bude nachádzať podzemné parkovanie osobných automobilov pre

návštevníkov nákupného centra, 1. PP bude slúžiť na parkovanie autobusov a autobusovú staniciu s nástupiskami a výstupiskami. Nachádza sa tu aj medzipodlažie, ktoré má funkciu stojiska pre osobné automobily. Na 1. NP sa budú nachádzať vstupy pre cestujúcich a návštevníkov, obchodné prevádzky a čerpacia stanica pre autobusy. 2. NP je tvorené obchodnými prevádzkami, 3. NP gastro zónou a tržnicou.

Zelená strecha Stanice Nivy s rozlohou dvoch futbalových ihrísk bude slúžiť pre aktívny odych jej návštevníkov. Chýbať nebude železná dráha, detské ihriská, grilovacie zóny i náučný botanický chodník. Celková rozloha obchodných priestorov je 70 000 m², kancelárií 30 000 m², 3000 m² je určených pre tržnicu. Autobusová stanica má celkovú plochu 30 000 m². Odhadovaná denná návštevnosť centra je 55 000 návštevníkov. V celom objekte sa bude nachádzať 2150 parkovacích miest.

Pri organizácii výstavby stanice treba myslieť o krok vpred

V projekte organizácie výstavby je navrhnutých 19 vežových žeriavov so základom prevažne priamo v základovej doske objektu. Organizácia zásobovania a celková logistika na stavenisku sa rieši pomocou rezervačného systému, ktorý funguje cez webovú aplikáciu. Každý dodávateľ má vytvorené konto a v presne určenom čase sa rezervuje konkrétna brána, na ktorej sa uskutoční vykládka materiálu. V prípade rozsiahlych betonáží stropných dosiek sa v rezervačnom systéme rovnako určí brána, z ktorej bude betonáž zásobovaná autodomiešavačmi, tento druh rezervácie je rozlíšený inou farbou. Rezervácie sa zobrazujú vo forme kalendára, ktorý sa online premieta aj na obrazovke priamo na stavbe pri hlavnom vstupe.

Projekt Stanica Nivy zahŕňa množstvo technológií, ktoré sa súčasne prelínajú na jednom mieste a v jednom čase. Na koordináciu tak technologicky náročnej stavby je nevyhnutné



Vizualizácie predstavujúce Stanicu Nivy po dokončení



mať tím vysoko kvalitných odborníkov, ktorí dokážu zladiť betonárske, oceliarske činnosti, práce spojené s predpínaním a to všetko so súčinnosťou so zemnými prácami, keďže celá autobusová stanica sa nachádza pod úrovňou terénu. Netreba opomenúť ani fakt, že tento náročný projekt sa nachádza v intraviláne hlavného mesta. HB Reavis si veľmi váži obyvateľov Bratislavy, a preto pri koordinácii všetkých prác sa dbá aj na pohodlie blízkych obyvateľov rezidenčnej zóny. Pravidelne a v predstihu sú upozorňovaní na plánované práce so zvýšenou intenzitou hluku, prípadne prašnosti. Prijímané sú všetky podnety, v maximálnej možnej miere sa riešia prípadné problémy a sťažnosti.

Projekt založený na spolupráci

Celý objekt spolu vytvára nadregionálne nákupné centrum, autobusovú stanicu medzinárodného významu a modernú mestskú tržnicu. To všetko priamo v srdci pulzujúcej biznis zóny na hranici historického centra Bratislavy. Dielo predstavuje jedinečnú výzvu pre celý realizačný tím projektu Stanice Nivy a pre väčšinu jeho členov je jednoznačne aj najväčším stavebným dielom, s ktorým sa vo svojom profesionálnom živote stretli.

Hlavný problém, ktorý by mohol vzniknúť v priebehu tak rozsiahlej výstavby, je hlavne nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily



Pohľad na stavenisko Stanice Nivy od západu (3/2019), v pozadí objekt Nivy Tower

vzhľadom na aktuálny stav na pracovnom trhu a celkový nedostatok materiálu na zásobovanie stavby v takom rozsahu, akým

projekt Stanica Nivy je. Preto sa generálny zhotoviteľ rozhodol deliť dodávky na viacerých subdodávateľov, čím vznikajú nové výzvy na celkovú koordináciu všetkých dodávok a prác, ale súčasne aj najvyššia šanca predísť problému možného nedostatku pracovných síl a splniť tak plán otvorenia stanice do konca roka 2020.

Zuzana Poljaková a Marián Košec,
HB REAVIS MANAGEMENT, spol. s r. o.
Foto a vizualizace: archív HB Reavis

Investor: Stanica Nivy, s. r. o.,
a Nivy Tower, s. r. o.
Generálny zhotoviteľ:
HB REAVIS, MANAGEMENT, spol. s r. o.
Hlavný architekt: Benoy, London
Generálny projektant: SIEBERT+TALAŠ, s. r. o.,
vedúci architekt akad. arch. Matúš Brandner
Hlavný architekt na projekte Nivy Tower:
akad. arch. Dušan Južena
Projekt spodnej stavby: SPAI, s. r. o.
Zaistenie stavebnej jamy a založenie objektu:
Zakládání staveb, a. s.



Ortogonálny pohľad na stavenisko s členením do jednotlivých častí postupu výstavby

Nivy Station in Bratislava – international bus terminal, shopping center, marketplace and Nivy Tower office building

The Nivy station is being built in the dynamically developing part of Bratislava on the border of the old town and the original industrial development. The project combines several different functions - a new underground bus terminal, a shopping mall, administrative premises. The project also includes the Nivy Tower building, which will be the highest civil building in Slovakia with a height of 125 m.

With a surface area of 4,4 hectares, the Nivy Station project is extraordinary in size. The role of Zakládání staveb, a. s., was to ensure the entire construction pit for subsequent building and deep foundation of the subject.

In the following articles, we will gradually introduce this extraordinary construction by look of the main contractor of HB Reavis Management, by the main designer of special foundation Spai s. r. o., and Chief Construction Officer of Zakládání staveb, a. s.



Ťažba ryhy pre podzemnú stenu a príprava na osadzovanie výstužných panelov z profilov IPE

STANICA NIVY – NÁVRH OCHRANY STAVEBNEJ JAMY A ZALOŽENIE OBJEKTOV

Predmetom projektových prác spoločnosti SPAI, s. r. o., bol návrh ochrany stavebnej jamy pre objekty Stanica Nivy a Nivy Tower a založení autobusovej stanice. Pre zaistenie stavebnej jamy bola navrhnutá dočasná konštrukčná podzemná stena, kotvená pramencovými kotvami až v troch úrovniach. Založenie celého komplexu objektov, ktoré tvoria Stanicu Nivy (okrem Nivy Tower), bolo navrhnuté formou dosko-pilótového základu s dvomi štandardnými technológiami pilót: vŕtanými pilótami pomocou výpažnice a vŕtanými pilótami CFA.

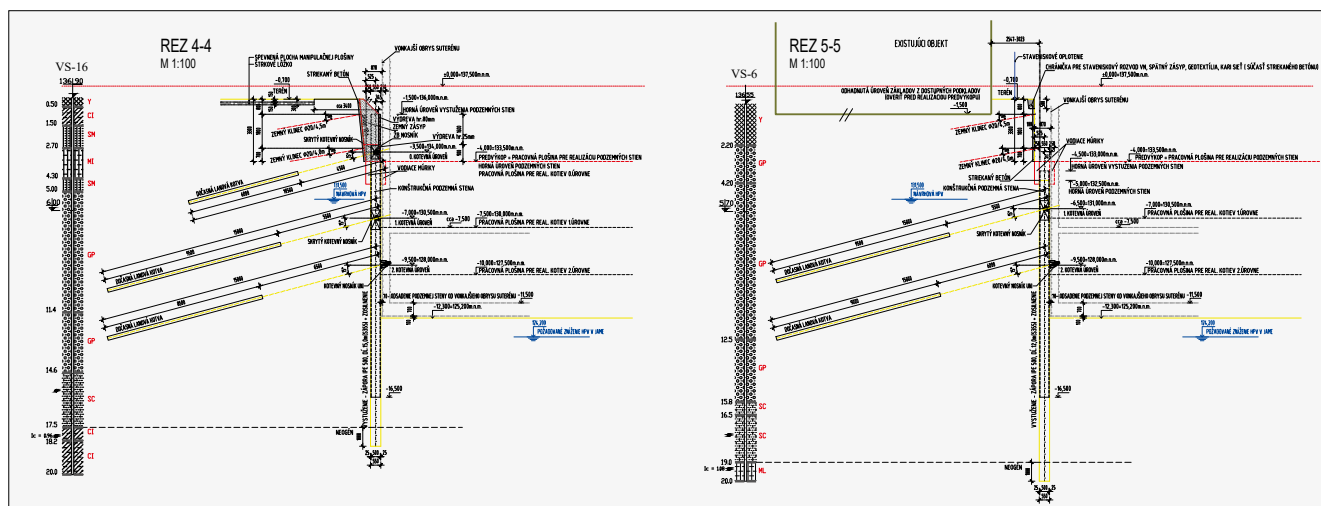
Stavebná jama pre objekt Stanice Nivy bola mimoriadna predovšetkým jej plochou 46 318,0 m² (4,63 ha). Obvod jamy bol 950,8 m, hĺbka -12,60 až -14,70 m od ±0,0 a dno sa nachádzalo -6,30 až -7,90 m pod návrhovou hladinou podzemnej vody (HPV) 131,50 m n. m. Na základe požiadavky investora bolo zaistenie stavebnej jamy rozdelené do dvoch etáp. Táto požiadavka vznikla pre urýchlenie zahájenia výstavby na výškovej budove Nivy Tower. Hranica medzi prvou a druhou etapou bola vytvorená pomocou dočasnej tesniacej podzemnej steny, chránenej svaňovaným výkopom tak, aby stena nebola staticky namáhaná. Po ukončení podzemných stien po celom obvode stavebnej jamy a aktivácii kompletného čerpacieho systému bola dočasná tesniaca stena odstránená po úroveň základovej škáry.

Ochrana stavebnej jamy

Táto časť projektovej dokumentácie bola navrhnutá v súlade s STN EN 1538 *Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Podzemné steny*. Navrhnuté paženie muselo plniť súčasne dve funkcie, a to statickú a tesniacu. Po zvážení všetkých vstupných parametrov pre návrh pažiackej konštrukcie, tzn. hĺbka stavebnej jamy, hydraulický gradient, geologické a hydrogeologické pomery a obzvlášť premenlivá hĺbka a tesnosť neogénneho podložia, sme sa rozhodli pre aplikáciu **dočasnej konštrukčnej podzemnej steny (KPS)**. Vzhľadom na dočasnú funkciu paženia bola navrhnutá hrúbka KPS a systém jej vystuženia výrazne ekonomicky, systémom „primeraná bezpečnosť/nízka nákladovosť“. Bola zvolená hrúbka KPS 500 mm s neštandardným vystužením pomocou **valcovných**

profilov IPE 500. V zóne maximálneho ohybového namáhania boli profily zosilnené prídatnou betonárskou výstužou. Výsledkom bola, zo statického ako aj tesniaceho hľadiska, spoľahlivá a ekonomicky úsporná konštrukcia paženia.

KPS sa realizovala z predvýkopu na úrovni -4,0 m od ±0,0 hĺbky 3,0 až 3,5 m, podľa miestnej výšky rastlého terénu. Predvýkop bol buď svaňovaný, alebo chránený zemnými klincami a striekaným betónom podľa priestorových pomerov po obvode stavebnej jamy. Základným trasovacím prvkom pri výrobe KPS boli geodeticky presne zamerané a zrealizované železobetónové vodiace múriky s hornou hranou na -4,0 m od ±0,0. Trasa KPS bola navrhnutá tak, že tvorila stratené debnenie pri betonáži obvodovej steny suterénu.



Priečne rezy pažením stavebnej jamy

Ťažba KPS sa realizovala drapákom šírky 2,8 m. Výkop bol stabilizovaný tekutým pažením, tzv. pažiacou suspenziou, ktorú bolo potrebné počas výkopu neustále dopĺňať do ryhy. Hladina suspenzie nesmela klesnúť hlbšie ako 1,0 m pod hornú hranu vodiacich múrikov. Veľkosť (dĺžka) lamely bola limitovaná tak, aby bola pri výkope garantovaná stabilita stien výkopu. Smerové ako aj výškové pomery zabezpečovali vodiace múriky. Ako už bolo uvedené, vystuženie KPS bolo navrhnuté pomocou ocelových panelov. Panel pozostával z dvoch profilov IPE 500, ktoré boli spriahnuté jedným alebo dvomi skrytými horizontálnymi kotevnými nosníkmi s prechodkou pre kotvu. Tieto panely sa vibračne vkladali do čerstvo vybetónovanej lamely. Celkovo bolo navrhnutých 11 typov panelov. Takéto množstvo panelov vyplynulo jednak z dvoch úrovní základovej škáry, jednak zo spôsobu osadenia kotevných nosníkov do panelu. Vzhľadom na požiadavku kontinuity výstavby boli kotevné nosníky osadené v tele panela, tzn. bezkolízne voči nadväznej realizácii steny suterénu. V niektorých prípadoch boli na 2. kotevnej úrovni zapustené kotevné nosníky nahradené UNI nosníkmi, zasahujúcimi do stavebnej jamy – viď popis ďalej. Tvarovú stabilitu panelu pri manipulácii a osadzovaní do betónu zabezpečovalo naviac zavetrovanie pomocou betonárskej výstuže.

Kotvenie stavebnej jamy

Kotevný systém pozostával primárne z dvoch kotevných úrovní. V niektorých lokálnych úsekoch bolo potrebné realizovať ďalšiu, tzv. tuhlú úroveň kotiev, kde boli takto realizované celkom tri kotevné úrovne. Išlo o úseky, kde bolo potrebné vybudovať tesne vedľa paženia na viacerých miestach obvodu stavebnej jamy tzv. stojiská pre betónové pumpy a dovoz betónu. Požiadavka mala vplyv na geometriu ako aj statiku paženia v týchto miestach. (Problém sa vyriešil predĺžením výstužných profilov IPE500 až na úroveň

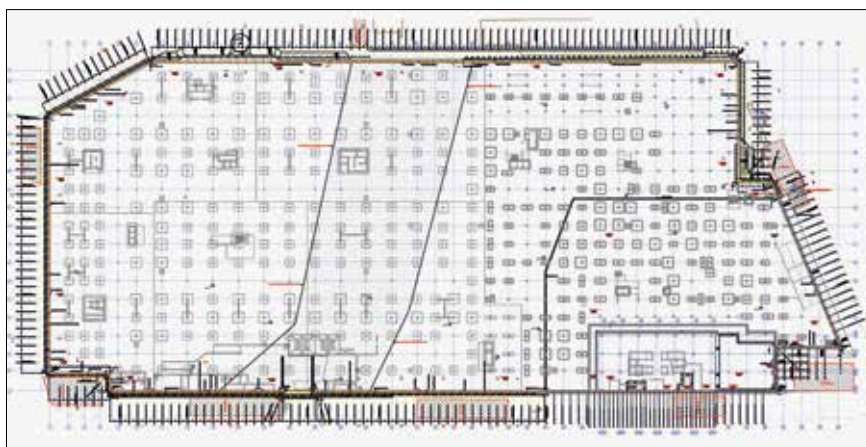
terénu, nad hlavu KPS. Zvýšená plocha paženia fungovala ako záporová stena s vloženou výdrevou a spätným zásypom. V tomto prípade bola celková výška viditeľnej časti paženia 10,80 m.)

Všeobecne išlo o **dočasné lanové kotvy dĺžky 15,0 až 16,5 m**. Hlava hornej kotvy 1. kotevnej úrovne bola vždy bezkolízne zapustená za rovinu líca KPS vďaka predom zabudovanému kotevnému nosníku, ktorý bol integrovaný súčasťou výstužného panela, resp. KPS. V úsekoch, kde to bolo možné, bol na 2. kotevnej úrovni aplikovaný štandardný ocelový kotevný nosník UNI (menej náročný systém voči skrytým nosníkom), ktorý plánoval zasahoval do stavebnej jamy. Len v úsekoch, kde to nebolo možné z hľadiska postupu nadväzných stavebných prác, bol na 2. kotevnej úrovni aplikovaný skrytý kotevný nosník (tak ako sme už uviedli predtým). Deaktivácia kotiev 2. kotevnej úrovne bola vykonaná po realizácii príslušného úseku základovej dosky až na dotyk ku KPS. Takto základová doska prevzala funkciu kotiev 2. kotevnej úrovne ako rozpera KPS. Následne bola základová doska zaťažená horizontálnou silou od zemných a hydraulických tlakov zo strany KPS. Pretože doska bola realizovaná po jednotlivých segmentoch, bola navrhnutá

min. šírka od KPS 30,0 m tak, aby nedošlo k jej posunu vplyvom prekonania plášťového trenia v základovej škáre. Následne sa mohlo bezkolízne pokračovať v realizácii obvodových stien suterénu.

Zabezpečenie vodotesnosti paženia stavebnej jamy

Podmienkou pre správne fungovanie KPS bolo aj zabezpečenie vodotesnosti paženia pre minimalizáciu prítokov podzemnej vody do stavebnej jamy. Betónová plocha KPS bola štandardne suchá, resp. zavilnutá. Vertikálne styky – pracovné škáry medzi lamelami – boli tesnené systémom Waterstop – gumeným profilom, vloženým bezpečne do dvoch susediacich lamiel. Problematické však bolo správne ukončenie päty KPS v súvislosti s podtekaním podzemnej vody do stavebnej jamy. V daných geologických a hydrogeologických podmienkach je prítomný neštandardný fenomén, kde horné vrstvy neogénneho podložja (bežne tvorené nepriepustnými ílmi) sú tvorené pieskom ílovitým, ktorý je zvodnelý. Aby boli prítoky podzemnej vody do tak rozmernej stavebnej jamy zvládnuteľné, projektant si stanovil podmienku, že päta KPS musí byť zahniezdená do vrstvy nepriepustného neogénneho ílu triedy CI, CL, MI, ML. Tieto vrstvy sa nachádzali



Pódorys stavebnej jamy zaistenej kotvenou podzemnou stenou s vyznačením rozsiahleho pilótového založenia



Pohľad na južnú pažiacu podzemnú stenu stavebnej jamy, príprava základovej dosky pre Nivy Tower (1. etapa prác)



Stroje pre ťažbu podzemných stien a osadenie výstužných panelov



Betonáž lamiel podzemnej steny



Osazovanie výstužných panelov z IPE profilov

hlbšie, ako bola staticky potrebná hĺbka KPS (vystužená časť), ale v reálnom dosahu hĺbiaceho zariadenia. Za týchto okolností bolo potrebné pätu KPS prehĺbiť o 2,4 až 7,1 m pod staticky potrebnú hĺbku.

Každý IGH prieskum je v princípe len bodová informácia. Z tohto dôvodu bol počas realizácie KPS na stavbe prítomný geologický dozor (prof. Peter Turček, RNDr. Eduard Blažo). Za jeho spoluúčasti bola stanovená konečná hĺbka KPS in situ, čoho dôsledkom je „zazubenie“ päty KPS v trase, aj mimo predpokladov projektu (niekde postačovala menšia, inde väčšia hĺbka). Výsledkom tohto nadštandardného postupu bolo vynikajúce utesnenie nadrozmernej stavebnej jamy, kde pri tak vysokom gradiente HPV voči zníženej vode v stavebnej jamy bol celkový prítok minimálny. Ako zaujímavosť uvádzame, že v stavebnej jamy 1. etapy bolo vody z prítokov do čerpacích studní tak málo, že pri vŕtaní kotiev musela byť technologická voda dočerpávaná z príslušných vsakovacích studní, umiestnených mimo stavebnej jamy.

Čerpací systém pre udržateľné zníženie podzemnej vody bol navrhnutý formou 20 čerpacích studní v celej stavebnej jamy a 8 vsakovacích studní mimo stavebnú jamu. Počet čerpacích studní nebol navrhnutý vzhľadom na ich kapacitu (cca 150–200 l/sek), ale vzhľadom na veľkosť stavebnej jamy s ich optimálnym rozmiestnením na ploche 46 318,0 m². Navyiac sa musel vyriešiť problém s plošným dosahom účinku čerpacích studní. Štandardne tvoril základovú škáru priepustný štrkopiesok. Časť základovej škáry však bola tvorená málo priepustným až nepriepustným ílom. Na tejto ploche bola vykonaná výmena podložia do hĺbky 300 mm tak, aby vznikla drenážna vrstva (koberec) pre zabezpečenie celoplošnej účinnosti čerpacieho systému s cieľom zabezpečiť suchú základovú škáru. Potrebné zníženie vody v stavebnej jamy voči návrhovej hladine 131,50 m n. m. predstavovalo hodnotu 7,3 až 8,9 m. Priemerný prítok do celej stavebnej jamy bol na úrovni do 30 l/sek. Množstvo čerpanej vody zo stavebnej jamy záviselo aj od intenzity atmosférických zrážok. Čerpaná voda bola dekontaminovaná v mobilných čistiacich staniciach a následne vypúšťaná do vsakovacích studní.

Medzi stavebnou jamou 1. a 2. etapy ostala trvalo zabudovaná tesniaca podzemná stena (pod výkopom). Takto vzniknuté dva zemné priestory ostali hydraulicky oddelené. Znamenalo to, že aj pri malých prítokoch vody do stavebnej jamy musel byť čerpací systém funkčný v jednej ako aj druhej „hydraulickej jamy“.

Základová konštrukcia – pilóty

Táto časť projektovej dokumentácie je riešená v súlade s STN EN 1536 *Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Vŕtané pilóty*. Projektant riešil a dodávateľ realizoval pilóty pre celý súbor objektov mimo výškovej budovy. Všeobecne platí, že horná stavba nad spoločnou základovou doskou predstavuje súbor objektov s rozdielnou výškou, a teda aj s rozdielnym zaťažením základovej škáry. Napriek dobrej kvalite základovej škáry s vyšším deformačným modulom cca 55 MPa (prevažne



Vykonávanie dočasných kotiev na 0. kotevnej úrovni (južná strana stavebnej jamy) vrtnou súpravou Klemm 807

štrky, v menšej miere piesky ílovité) bolo nevyhnutné pre zabezpečenie rovnomerného sadania zvoliť základovú konštrukciu vo forme dosko-pilótového základu. Takto časť zaťaženia preberá základová doska, zvyšnú časť preberajú pilóty. Každé vertikálne zaťažovacie miesto – stĺpy, steny – je podporené jednou, dvomi alebo štyrmi pilótami. Dĺžka a priemer pilót sa mení podľa veľkosti zaťaženia. Správnym rozmiestnením pilót a ich správnu mohutnosťou sa docielilo primerané diferenciálne sadanie základovej dosky v rozmedzí 5 až 20 mm, čo je na tak rozmernú dosku primeraný rozptyl.

Celý návrh základovej konštrukcie bol realizovaný pomocou komplikovaných výpočtových modelov v interakcii so statikmi základovej dosky a celej hornej stavby. Pri parciálnom posudzovaní samostatných pilót pre medzný stav použiteľnosti sme vychádzali z medznej zaťažovacej krivky pre samostatnú pilótu. Pri posudzovaní pilót na medzný stav únosnosti bolo postupované v súlade s STN EN 1997-1/NA (Eurokód 7) podľa návrhového postupu 2 (DA2).

Z hľadiska funkčnosti boli uvažované dva typy pilót – tlakové a ťahové, podľa zadaných reakcií. Technológie použité pre jeden alebo druhý typ pilóty boli viazané na kritériá podľa dostupného strojného vybavenia na stavebnom trhu. Pilóty sa realizovali dvomi štandardnými technológiami: **vrtné pilóty pomocou výpažnice a vrtné pilóty CFA.**

Technológia CFA (priebežný vrták) je vhodná pre realizáciu tlakových pilót Ø 900 mm s dĺžkou vrtu do 23,0 m. Pre ťahové pilóty CFA bolo dohodnuté kritérium, že dĺžka vrtu je limitovaná hodnotou 13,0 m preto, aby

bolo garantované zavibrovanie armokoša do čerstvého betónu na plnú hĺbku pilóty Ø 900 mm. Technológia klasického vrtania (použitie výpažnice) je vhodná pre tlakové ako aj ťahové pilóty Ø 900 mm a Ø 1200 mm, prakticky bez obmedzenia hĺbky.

V súvislosti s hydrogeologickými pomermi bolo nevyhnutné zhodnotiť riziká tlakových neogénnych horizontov podzemnej vody, ktorými sa táto geologická lokalita vyznačuje.

Pri technológii CFA bolo v tejto skutočnosti potrebné prispôbiť optimálny pretlak betónu počas betonáže vrtu tak, aby nedošlo k deformácii priemeru pilóty. Pri použití klasickej technológii je riziko natekania vody alebo jemnozrných častíc zeminy do vrtu. Pre takýto prípad bol v jednom mieste navrhnutý odľahčovací vrt-studňa v blízkosti problémového miesta s hĺbkou až do neogénneho zvodneného horizontu. Odčerpávaním vody z tejto studne sa znížilo hydraulické napätie a problém s natekaním jemnozrných častíc zeminy do vrtu bol odstránený.

Navrhnutý bol priemer pilót 900 mm a 1200 mm. Dĺžky pilót sa pohybovali od 6,0 m do 18,5 m, obomi technológiami podľa kritérií uvedených vyššie.

Pilóty sa realizovali cca 1,0 m nad základovou škarou s ponechaním ochrannej vrstvy tak, aby nedošlo pojazdom mechanizmov k degradácii základovej škáry. Pri takto zvolenej výške pilótovacej plošiny išlo o tzv. utopenú betonáž s potrebným „prebetónovaním“ hlavy pilót. Sú na to nasledujúce dôvody. Pre technológiu CFA je potrebné betónom vyplniť vrt až po jeho ústie pre umožnenie osadenia armokoša do čerstvého betónu vibrátorom. Pre klasickejšiu technológiu vrtania pod ochranou výpažnice je potrebné predpokladať, že horná časť tela

pilóty bude zo znehodnoteného betónu. Bezpečná miera prebetónovania pri klasike bola na zväžení dodávateľa.

Po dokopaní na základovú škaru a po uložení podkladových betónov bolo potrebné každú hlavu pilóty došramovať na projektovanú výšku. Dodávateľ zabezpečil taký technologický postup, aby dočistená hlava bola z plnohodnotného betónu a telo pilóty bolo z celistvého monolitu.

Vystuženie pilót bolo navrhnuté v súlade s STN EN 1536. Všetky armokoše sú konštrukčne prepojené so základovou doskou (biela vaňa). Vystuženie bolo zásadne rozdielne pre pilóty tlakové a pilóty ťahové. Tlakové pilóty sú všeobecne vystužené do cca 60 % z celkovej dĺžky pilóty. Ťahové pilóty musia byť vystužené na celú svoju dĺžku. Prenos ťahovej bol navrhnutý jednak plášťovým trením pilóty a súčasne aj ekvivalentnou ťahovou únosnosťou armokoša (oceľ). Dôležitým kritériom bolo správne predpísať a súčasne dodržať dĺžku kotevnej výstuže (presah) nad hlavou pilóty (hlavne pre ťahové pilóty) tak, aby bolo zabezpečené spolupôsobenie s doskou. Na základe rozhodnutia investora boli v rámci celého riešeného zakladania (mimo Nivy Tower) vykonané štyri dynamické zaťažovacie skúšky na vybraných nesytemových pilótach. Išlo o dve pilóty Ø 900 mm a dve pilóty Ø 1200 mm, ktoré boli realizované len pre tento účel samostatne a v blízkosti existujúcej systémovej pilóty s ekvivalentnými geometrickými parametrami. Výsledky týchto skúšok pozitívne potvrdili predpoklady projektanta v súvislosti s prognózovaným sadaním.

Ing. Ctibor Kostúr, Ing. Martin Balucha, PhD., SPAI, s. r. o.

Stanice Nivy – design of protection of construction pit and foundation of objects

The subject of SPAI's s. r. o. project work, there was a design of the construction pit protection for the Stanica Nivy and Nivy Tower buildings and a foundation of a bus station. Temporary structural diaphragm walls, anchored by strand anchors up to three levels, were designed to secure the construction pit. The foundation of the entire complex with the Nivy Station (except Nivy Tower) was designed in the form of a slab-pile foundation with two standard pile technologies: drilled cased piles and drilled CFA piles.