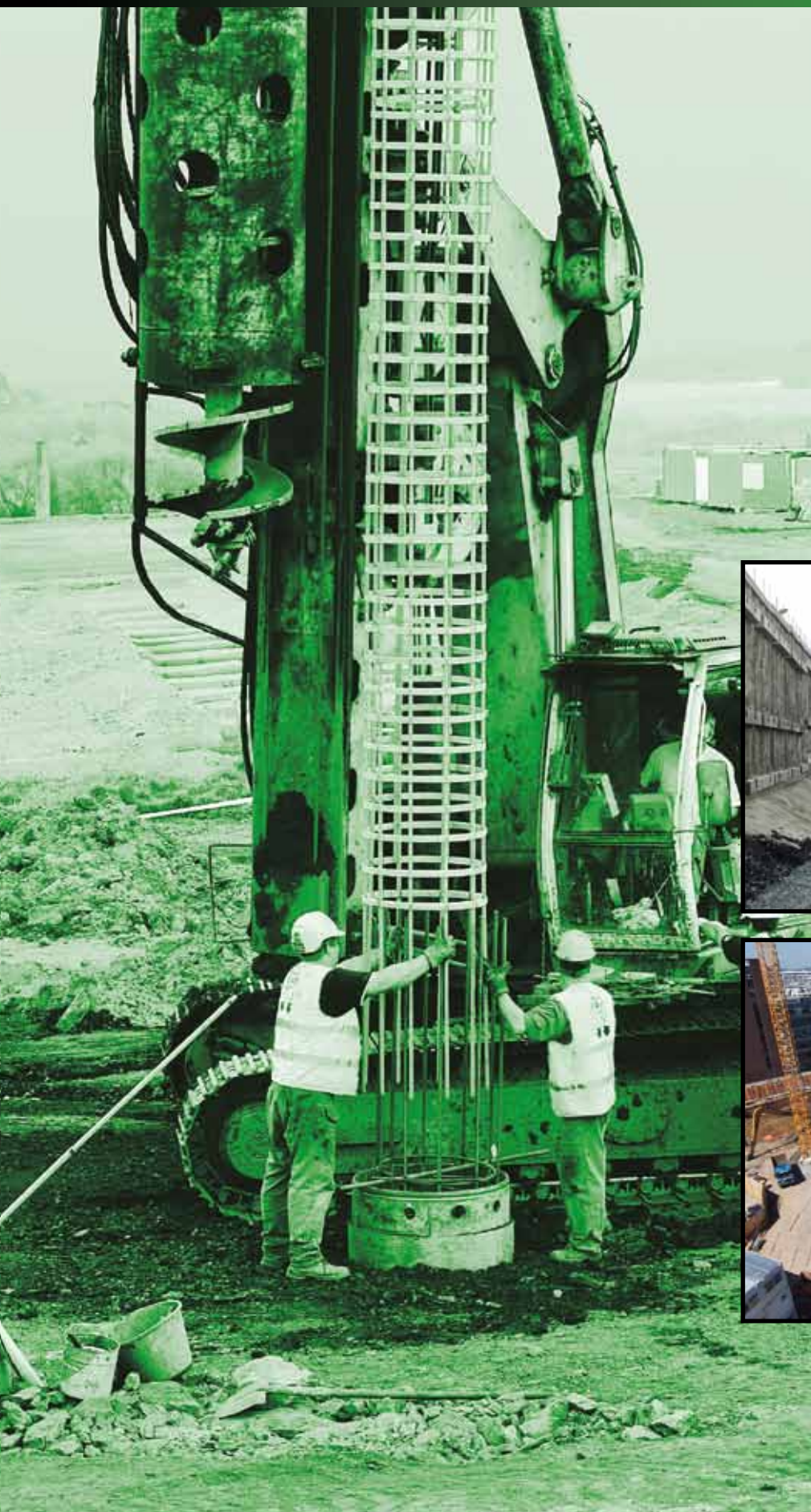


ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

1/2015

Ročník XXVII



- PAŽENÍ TRATOVÉHO ZÁŘEZU PŘI MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍ TRATI ROKYCANY–PLZEŇ S NEJDELŠÍMI NOVÝMI ŽELEZNIČNÍMI TUNELY V ČR
- ZAKLÁDÁNÍ NA PODOLOVANÉM ÚZEMÍ V POLSKU – PROPUSTEK PRO ŘÍČKU BIERAWKU PŘES DŮLNÍ HALDU
- ENTERPRISE OFFICE CENTER – ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO KANCELÁŘSKOU BUDOVU V PRAZE
- PILOTY CFA PRO REKONSTRUKCI MOSTU GEN. ROWECKIEGO PŘES ŘEKU WISLU VE VARŠAVĚ





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

ZAKLADÁNÍ STAVEB, a. s.

K jezu 1, P. S. 21
143 01 Praha 4,
tel.: 244 004 111,
fax: 241 773 713
e-mail: mailbox@zakladani.cz
www.zakladani.cz,
www.zakladani.com



Časopis ZAKLÁDÁNÍ
vydává:
Zakládání staveb, a. s.
K Jezu 1, PS. 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 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. 17, Libor Štěrba
Překlady anotací:
RNDr. Ivan Beneš a autoři

Design & Layout:
Jan Kadoun a Ing. Jan Bradovka
Tisk:
H.R.G. spol. s r.o.

Ročník XXVII
1/2015
Vyšlo 2. 6. 2015
MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711
Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2015 je cena časopisu 90 Kč.
Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,
balného a poštovního.

Objednávky předplatného:
ALL PRODUCTION, s. r. o.
Areal VGP
Budova D1 F V. Veselého 2635/15
193 00 Praha 9 – Horní Počernice
tel.: 234 092 811,
fax: 234 092 813
E-mail: obchod@allpro.cz
<http://allpro.cz/>
<http://predplatne.cz/>

Podávání novinových zásilek
povolila PNS pod č.j. 6421/98

OBSAH

SERIÁL

Historie speciálního zakládání staveb – 7. část 2
Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

AKTUALITY

ADSZS významně posílila 7
Ing. Jindřich Řičica, předseda ADSZS

Splavnění Vltavy mezi Orlíkem a Českými Budějovicemi se blíží 8
Redakce

OBČANSKÉ STAVBY

Polyfunkční dům Meteor D v Praze 8-Karlíně
– pažení stavební jámy v těsné blízkosti stanice metra trasy B Křížkova 9
Ing. Pavel Průcha, FG Consult, s. r. o.

Enterprise Office Center – zajištění stavební jámy pro kancelářskou budovu
v Praze na Pankráci 12
Ing. Tomáš Kiefer, Zakládání Group, a. s.

Enterprise Office Center – projekční řešení 15
Ing. Tomáš Ředina, FG Consult, s. r. o.

DOPRAVNÍ STAVBY

Modernizace železniční trati Rokycany – Plzeň
s nejdelšími novými železničními tunely v ČR 17
Ing. Michal Gramblička, SUDOP Praha, a. s.

Ing. Michal Mečl, SUDOP Praha, a. s.
Ing. Ladislav Terš, Metrostav, a. s.

Projekční řešení pažení traťového zářezu před vjezdovým portálem Homolka 20
Ing. Karel Staněk, FG Consult, s. r. o.

Realizace pažicích konstrukcí traťového zářezu před portálem Homolka 22
Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Máchovo jezero – těsnicí clona v místě sdruženého objektu 24
Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.

ZAHRANIČNÍ STAVBY

Zakládání na poddolovaném území
– propustek pro říčku Bierawku přes důlní haldu 26
Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.

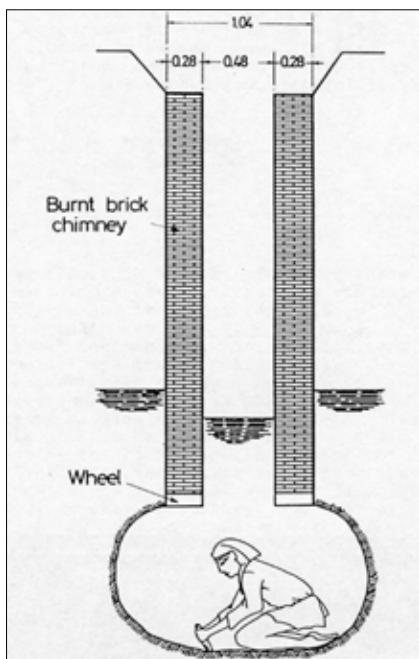
Piloty CFA pro modernizaci a rozšíření sjezdů a nadjezdů mostu
přes řeku Wislu ve Varšavě 28
Jan Králík, Zakládání staveb, a. s.

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 7. ČÁST

V minulých částech našeho seriálu jsme popsali, jak se v historii projevovaly činnosti využívající technologie beranění či vibrování nebo vrtání. Nyní přistupujeme k činnostem spočívajícím převážně v hloubení, které jsou při zakládání staveb obecně nejčastější a mají mnoho specifických tváří. Vzhledem k objemu tohoto tématu jej rozdělíme do tří dílů. V této části se budeme věnovat zřizování hlubokých základů klasickými metodami. Necháme ovšem stranou otevřené jámy a svahování násypů či zářezů, které náleží převážně do odlišného oboru zemních prací. Zaznameneáme však prolínání těchto dvou oborů u speciálních prací pod vodní hladinou ve vodotečích. Až v dalších částech se pak dostane na metody opěrných zdí a pažení hlubokých jam.

Počátky hloubení a průřez jeho vývoje ve stavitelství

Již v dávném v pravěku si při hloubení svých skrýší a úkrytů člověk povšiml, že v příznivých podmínkách přírodního materiálu lze stabilitu výkopů snáze udržet s využitím přirozeného klenbového účinku základové půdy. Mohlo jít jak o stěny vertikální jámy, tak i o horizontální výkopy štol pro jeskyně a podobné účely. Při hloubení studní k získání pitné vody však tento efekt často nepůsobil a bylo nutno stěny trvale zapažit. K tomu se obvykle v raných dobách používalo nejprve dřevo a později bylo užíváno roubení kameným zdívem. Nejstarší doložená kopaná studna je známa z neolitu na Kypru z doby přibližně 7500 let před naším letopočtem. Ve střední Evropě byly takové nejstarší kopané studny, roubené dřevem, nalezeny v Rakousku z doby 5200 př. n. l. Studnařské starobylé řemeslo se dlouho předávalo po rodinných generacích a časem bylo využíváno nejen pro zajištění zdrojů vody. Další velkou oblastí pro jeho uplatnění se stala potřeba vyhledávání nerostných surovin. Zpočátku šlo o hloubení bočních štol do povrchových



Obr. 1: Znárodnění hloubení studny spouštěním tubusu její obezdívky s postupným podkopáváním a současným nadezdíváním ve starém Egyptě 3000 let př. n. l.

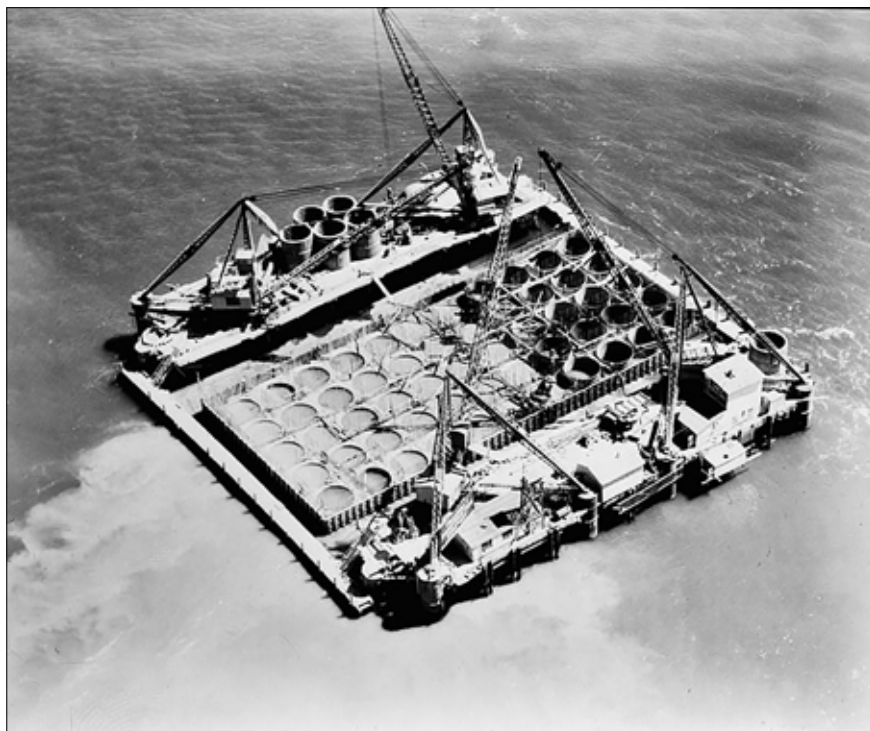
výchozů žil. Nejstarším příkladem je cínový důl v Anatólii v Turecku z doby asi 3000 let př. n. l. Časem došlo i na hloubení svislých důlních šachet, z nichž byly štol rozraženy do stran. Velmi živou oblastí, kde se hloubení uplatnilo již v dávné historii, byly závlahové systémy.

Získané zkušenosti byly využity ve stavitelství i pro potřebu hlubinného zakládání, když byla z nějakého důvodu vyloučena možnost vybudovat stavbu na vhodnějším místě. Dějiny nám ukazují, jak se tvůrčí síly civilizace postupně odpoutávaly od původní priority výhodných místních podmínek, jakmile převážila naléhavost náročnějších cílů. Zprvu byl účel většiny takových náročných staveb vyvolán potřebou ochrany nových zemědělských sídel a zásob úrody, zejména osiva – budovala se opevnění proti nájezdům loupeživých hord a konkurenčních vládců. Teprve s růstem bohatství panovníků se připojoval i účel monumentální – reprezentativní sídla, sakrální pohřebiště a chrámy. Staviteli byli proto zpočátku obvykle armádní inženýři, jakým byl například ve starověku i legendární Vitruvius, který napsal v 1. století př. n. l. dnes nejstarší zachovalé knihy o stavitelství a architektuře. Trvalo to však sedmáct století velmi pozvolného vývoje, než vznikl v odpovědi na potřeby rodící se občanské společnosti skutečný obor inženýrského stavitelství, nazývaný **civil engineering** pro zdůraznění odlišnosti od dřívějšího military engineering. Historicky došlo k rozdělení těchto oborů na počátku 18. století ve Francii. V roce 1716 zřídil královský úřad Sbor pro mosty a silnice, pro jehož potřeby byla pak v roce 1747 založena první vysoká škola inženýrského stavitelství „École Nationale des Ponts et Chaussées“. V Evropě byli z tohoto důvodu uznáváni francouzští inženýři za špičku v tunelech i mostech až do roku 1815. Ale Francie byla postižena nestabilitou, revolucí a napoleonskými válkami, takže se těžiště vývoje od roku 1770 přesouvalo do Velké Británie. S počátky průmyslové revoluce nastalo jeho podstatné zrychlení. Nejprve přechodem k intenzivnějšímu využívání vodního i větrného pohonu, později pak využitím síly parních strojů. Vystaly požadavky na lepší silnice s většími mosty a také na vodní cesty pro

převahu objemnějších nákladů s kapacitními přístavy. Nakonec vyvolaly i vznik železnice. Británie se tehdy na čas stala světovým ohniskem průmyslu i stavitelství. Za rozhodující sílu byl uznáván hlavně volný trh se schopnostmi lidí a též s dneškem nesrovnatelně snadná možnost patentování vynálezů. V této kolébce průmyslové revoluce zazářili stavitelé jako John Smeaton, tvůrce legendárního Ed-dystonského majáku, který založil v roce 1771 první, ještě však neoficiální Společnost inženýrského stavitelství, z níž vznikla oficiální ICE v roce 1818. Avšak teprve v roce 1826 začala londýnská King's College vyučovat inženýrské stavitelství jako první v Británii. V dalším období se vývoj inženýrského stavitelství podstatně urychlil, navzájem se



Obr. 3: Spouštění otevřeného železobetonového kesonu o průměru 3,5 m a hloubce 80 m pro podzemní multireaktor ČOV s pomocí vrtání na reverzní cirkulaci, Nizozemsko, rok 1985



Obr. 2: Budování základů hlavních pilířů mostu Oakland Bay Bridge v USA v roce 1933 ze skupiny otevřených ocelových kesonů o průměrech 4,5 m (zdroj internet)

prolínaly myšlenkové proudy z různých míst světa a slévaly se do jednotného proudu. Ohnisko světové průmyslové aktivity i stavitelství se přesouvalo postupně do Německa, kde byla založena berlínská Bauakademie v roce 1799 a následně do USA. Na západní polokouli byla ustavena velice významná Americká společnost inženýrského stavitelství (ASCE) v roce 1852. V posledních desetiletích minulého století doputovalo toto ohnisko do oblasti Asie.

V nastíněném dějinném pohybu se vyvíjelo speciální zakládání dlouho v rámci inženýrského stavitelství a samostatně se ustavilo až s příchodem geotechnické vědy ve dvacátém století. Odrážel to rozvoj klasického hloubení základů od prvotních kopaných jam k pilířům a šachtám a dál přes spouštěné studny

a skříně až k přetlakovým kesonům. Současně s tím se postupně měnilo i názvosloví, takže se dnes pro tyto metody, jež často řeší zakládání za přítomnosti hladiny vody, používají v mezinárodní terminologii všeobecně názvy odvozené od slova **keson (caisson)**. A pak tedy jde podle okolností o keson otevřený, spodem uzavřený nebo pneumatický. V našem článku se k tomuto názvosloví přikláníme.

Zakládání na hlubokých studních – otevřené kesony

Hloubení velkopřůměrových kruhových studní vychází z historické tradice, známé již ze starého Egypta před 5000 lety. V té době šlo o druh uměleckého řemesla, jak dokládají hluboké studny, které byly nalezeny i v poušti, poblíž dolů na zlato, kde muselo být jejich

zřízení opravdovým uměním. Spočívalo prvotně na znalosti a zkušenosti tehdejších proutkařů vůbec vodu nalézt. Studny o průměru zhruba 1 m se zhotovovaly postupným ručním podkopáváním obezdívky – což vlastně znamenalo její spouštění, při plynulém nadezdívání. V závěrečné fázi, při hloubení v podzemní vodě, musel navíc studnař prokázat i potápěčské schopnosti (obr. 1).

Podobným způsobem hloubené studny byly v historii využívány v případě potřeby i pro zakládání staveb přes neúnosné svrchní vrstvy. Je to dobře doloženo z podstatně pozdější historické doby mogulské říše v Indii z období zhruba po roce 1526. Hloubené studny vyplněné kamenem byly v té době často používány dokonce pro zakládání mostů a masivně byly využity kolem roku 1640 pro založení slavného chrámového komplexu Tádž Mahal. Jelikož se v Indii tato technologie ukázala výhodná i při pozdějším budování koloniálních železnic, byla přenesena do Anglie, kde bylo tímto způsobem v první polovině 19. století založeno několik mostů.

Zrychlení vývoje přineslo nejprve možnost využití pevnějších materiálů pro konstrukci kesonů a také nástup mechanismů umožňujících výkonnou strojní těžbu. Tak byl například založen na kesonech o průměru 7 m, montovaných z litinových tybinků, most Old Chelsea v Londýně v roce 1851. Od poloviny 19. století byly spouštěny i velké otevřené **skříňové kesony**, především do vodotečí. Nejprve ovšem ze dřeva, později z oceli a pak ze železobetonu o příčném rozměru přesahujícím již i deset metrů. Touto metodou bylo postupně založeno množství zejména inženýrských staveb – mostů, přístavních a nábrežních zdí nebo majáků i jiných vodních děl. Například slavný sanfranciský visutý most Oakland Bay Bridge byl v roce 1933 založen na otevřených kesonech do hloubky až 74 m pod hladinu zálivu. Každý keson byl členěný, sestavený z 55 ocelových rour



Obr. 4: Korečkový bagr č. 6 firmy Lanna, stavba jezu v Troji v roce 1899. V té době byla ještě pro vykládku nejběžnější ruční práce s pomocí koleček. (Stavební stoje firmy Lanna, Z. Bauer)



Obr. 5: Dvouřetězový Priestmanův drapák č. 1 firmy Lanna spolu s kesonovou lodí na stavbě jezu v Troji v roce 1899 (Stavební stoje firmy Lanna, Z. Bauer)

o průměrech 4,5 m. Těžba uvnitř jednotlivých kesonů byla prováděna tehdy již obvyklými lanovými drapáky (obr. 2).

Modernějším příkladem užitečnosti této metody je spouštění rozměrných kruhových kesonů s „hloubením“ prostřednictvím výkonné vrtací technologie (obr. 3).

V našich zemích byl poprvé založen na spouštěných otevřených kesonech železniční most přes Vltavu u Měchenic v roce 1896. Toto zakládání však nebylo v našich poměrech příliš využíváno kvůli častým problémům s výskytem balvanité vrstvy nad základovou spárou. Až v roce 1954 se pak podobné, avšak pouze experimentální prvenství odehrálo u kesonově spouštěné trvalé konstrukce podzemní nádrže na stavbě ČOV v Neratovicích.

Práce na vodě

Stavební práce na vodě jsou trvalou součástí prací speciálního zakládání, i když se z nich v posledních sto letech vydělil nyní již samostatný obor **plovoucích bagrů (dredging)**.

Jde při nich zejména o úpravu dna a břehů pod vodou. Takové práce započaly již v raném starověku při budování závlahových kanálů a jejich objektů. Jaké úrovně vodního stavitelsví bylo tehdy dosaženo, je patrné z příkladu kamenem dlážděného kanálu pro čistou vodu k zásobování asyrského města Ninive, 80 km dlouhého a 20 m širokého, v 7. století př. n. l. Na příkaz krále Sennacheriba byl vybudován za pouhých 15 měsíců, a to i včetně 330 m dlouhého akvaduktu. K dalšímu rozvoji těchto prací došlo v oblasti zřizování přístavů a vodních cest, kde se od počátku rozpoutal i vyčerpávající boj s problémy vytvářenými nepříznivými sedimentačními silami přírody. Mnoho historických přístavů ztratilo v dějinách svou původní polohu a význam, protože došlo k zanesení jejich pobřeží mocnými naplaveninami. Lidé se tomu pokoušeli zabránit a sedimenty odstranit, ale po dvě tisíciletí nebyly k dispozici jiné technické prostředky než těžká ruční práce s naběráky na bidlech. Je to zvláštní pohled na dějiny, pozorujeme-li, že



Obr. 6: Příklad velkokapacitního námořního sacího bagru z konce 20. století s velkým zásobním prostorem, z kterého se z jinde odtěženého materiálu naplavuje při vykládce umělé pobřeží (zdroj internet)

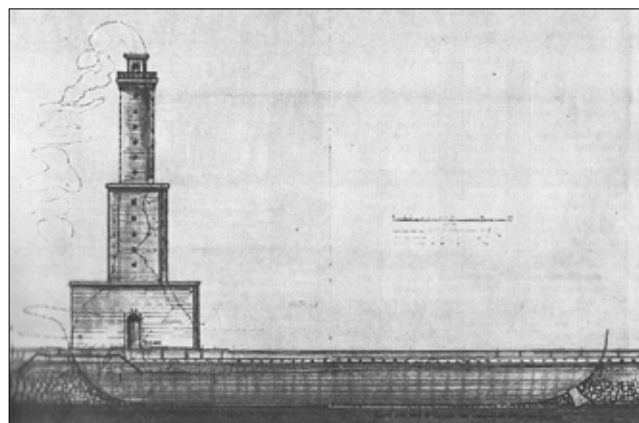
běh civilizace udržovaly v důležitých uzlových bodech tak dlouhou obyčejné šoufky. V roce 1492 se sice objevil nápad Leonarda da Vinci na plovoucí bagr s korečkovým kolem, ale výkon tehdejšího ručního pohonu byl nedostatečný. Až po dalších staletích byla tato myšlenka dopracována ke skutečnému využití, většinou již s **korečky na řetězové paterosterové smyčce**. V 18. století pracovaly v nizozemských přístavech takové větší barky již i s pohonem koňmi nebo větrnými mlýny. Jejich rozvoj však dostal mohutný impuls, jakmile byl k dispozici výkonný parní pohon. Silné parníky se staly pro vodní stavby průlomovými mechanismy, a to poměrně brzy od prvních experimentálních plaveb různých vynálezců v desetiletích před začátkem 19. století. V roce 1801 byl proveden na skotské řece Caron úspěšný pokus parní lodě podle praktického patentu inženýra Williama Symingtona a již v roce 1802 byl na tamním kaledonském kanále nasazen parní korečkový bagr s řetězovým systémem na lafetě. Během několika desetiletí se tato rypadla rozšířila po celém světě na projekty, jako byl například Suezský průplav. Jeho stavba byla zahájena

v roce 1854, ale prvních deset let prováděla výkopové zemní práce o objemu 15 mil. m³ armáda otroků ručně. To byl v mnoha ohledech neúnosný postup. Pak byly nasazeny korečkové bagry a vytěžily za zbylých 5 let do otevření provozu objem 60 mil. m³. Dnes tyto stroje pracují na stejném základním principu, avšak s moderními agregáty. Jejich omezený dosah však překonala **rypadla, drapáky a zejména sací bagry**.

V tuzemsku měly od poloviny 18. století v udržování splavnosti hlavních českých řek, které byly důležitou solnou cestou, rodinnou tradici předkové **firmy Lanna**. Je na místě připomenout, že tato fenomenální firma vznikla až po zrušení císařského solného monopolu v roce 1829 a prováděla pak většinu stavebních prací na první i druhé regulaci hlavních řek, zahájených v letech 1851, respektive 1869. A také při velkém státním projektu kanalizace Vltavy a Labe, zahájeném v roce 1897, kde jen na prvním úseku z Prahy do Lovosic bylo postaveno 10 jezů a zdymadel. Zatímco předchozí údržba splavnosti závisela po staletí jen na ruční práci,



Obr. 7: Znárodnění výstavby středomořského přístavu Ceaserea u Judei v roce 20 př. n. l. s naplavaním skříňového základu na určené místo (zdroj internet)



Obr. 8: Nákras založení majáku v Ostii u Říma na potopené báře s kamenným záhozem v roce 42 n. l. (zdroj internet)



Obr. 9: Tažení vrtné plošiny Troll A, tvořené soustavou uzavřených železobetonových kesonů o celkové výšce 469 m zhotovených v doku, na pozici těžby v Norsku, rok 1996 (zdroj internet)



Obr. 10: Unikátní směrově zakřivený a v jednom kuse zatahovaným splavený tubus pro přechod metra pod Vltavou, instalovaný s pomocí celé řady metod speciálního zakládání v roce 2002 (firmy Metrostav a Zakládání staveb)

přinesly tyto stavební projekty podstatnou proměnu. V roce 1854 byl nasazen u Lovosic první korečkový bagr, vyrobený v pražské Rustonce podle německého vzoru. Během 70 let, do smrti posledního z rodiny – dr. Vojtěcha Lanny v roce 1922, jich firma provozovala 14 (obr. 4).

Musela k tomu ovšem mít i mnoho dalších speciálních mechanismů na budování různých vodohospodářských objektů. Kromě parníků a nákladních člunů také řetězové elevátory pro rychlou vykládku vytěžené zeminy z nákladních člunů na hráze, **kesonové lodě** pro odstraňování překážek pod vodou nebo třeba drtící lodě pro výkop skalního dna. Poté, co v roce 1927 převzala firma Lanna česká stavební společnost Nejedlý a Řehák, rozrůstala se dál pod starým slavným jménem až do hořkého konce vyvlastněním v roce 1948.

Důležitým strojem, a to pro celé stavitelství, se stal i **lanový drapák**, jehož předstupněm byl vynález parního jeřábu. Jeho první obchodně úspěšný model, již s navijákem o obousměrném chodu, postavil skotský inženýr James Taylor v roce 1859. V nepříliš vzdáleném čase pak anglický inženýr William Dent Priestman vynalezl v roce 1876 lanový drapák a výrobky jeho firmy i jejich napodobeniny se v následujících desetiletích rozšířily po světě. Také firma Lanna měla tento všestranně využitelný nástroj ve svém inventáři od roku 1889 (obr. 5).

Rozsáhlá bitva armády korečkových bagrů proti náplavovému živlu přírody byla poměrně brzy zastíněna vstupem ještě neskonale výkonnější **bagrů sacích**. Již při svém prvním nasazení v roce 1876, zhruba sedmdesát let po korečkovém bagru, podával prototyp francouzského inženýra hydrauliky Henri-Emile Bazina, s novým **odstředivým čerpadlem**, desetkrát větší výkon. Díky rychlému rozvoji této již spíše strojní a lodařské technologie byly v průběhu 20. století rozšířeny nebo postaveny nesčetné a nebyvalé oceánské přístavy, letiště i celé městské čtvrti na umělých mořských ostrovech (obr. 6).

Spodem uzavřené splavované kesony

V raném starověku se obvykle využívala pro přístavy i pro přechody vodotečí přirozeně výhodná místa. Na řekách to obvykle byly přírodní brody, zejména v příhodných suchých obdobích. Při časově naléhavých vojenských přesunech byly z nutnosti zřizovány provizorní plovoucí mosty ze soulodí běžných plavidel nebo mosty založené na beraněných pilotách. Později, když se začala rozvíjet trvalá sídla, se pro zřizování kamenných základů mostních staveb a nábrežní používaly další promyšlené metody, které zachytil římský stavitel Vitruvius ve svém ojedinělém několikavazkovém díle z 1. století př. n. l. Nejčastěji, pokud to umožňovaly podmínky, se budovaly jímky – těmi se ale budeme zabývat v příští části. Při základových podmínkách, které byly nepříznivé pro beranění, se používaly **splavované nízké dřevěné skříně** s podlahou z trámového roštu. Ty byly po dopravení na připravené místo za nízkého stavu vody potopeny kamennou zátěží na dno a následně nadezděny (obr. 7).

Takto byla zřejmě také založena většina našich starých mostů, když se tehdy do balvanitých štěrků na dně řeky nedařilo zaberat dřevěné piloty pro jímku. V hlubších a příbojových vodách bylo ovšem nutno potopit větší plavidla s kamennou zátěží. Známým příkladem patrně jedné z prvních takových staveb pozdního starověku je založení starořímského majáku v Ostii při ústí řeky Tibery v roce 42 za císaře Claudia (obr. 8). Byla použita obří loď, vyrobená v té době k přepravě staroegyptských kamenných obelisků do Vatikánu.

Inovace staré myšlenky byla znovu zavedena až v roce 1738 při stavbě Westminsterského kamenného mostu přes řeku Temži v Londýně. Mladý švýcarský inženýr Charles Labelye tam vyřešil problém založení pilířů v hluboké proudící vodě pomocí splavených masivních trámových skříní, spuštěných na dno tíhou nadezděných pilířů. Takto bylo pak založeno mnoho mostů zejména ve Francii.

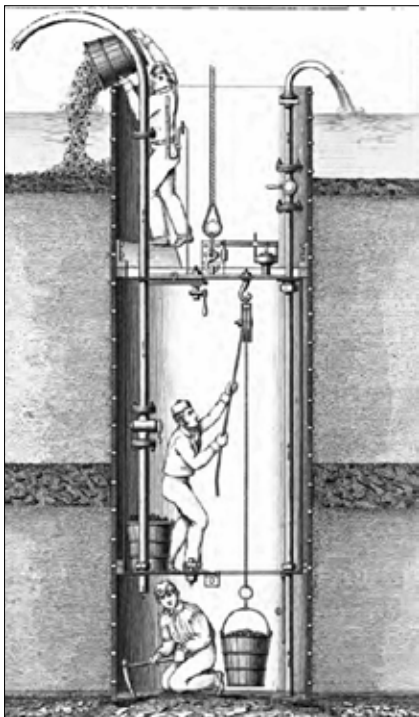
Tyto metody zakládání předznamenávají mnohem pozdější podobné užívání obrovitých, spodem uzavřených železobetonových kesonů moderní doby, postavených v docích a připlavených na místo použití. Užití tohoto skříňového založení tak umožnilo svého času, ještě před nástupem hlubokých vrtaných pilot, překonat tehdy jinak neřešitelné problémy se zřízením mohutné stavby na málo únosném podloží. K vrcholnému využití této metody došlo při hlubokém zakládání námořních vrtaných plošin (obr. 9).

Často používanou modifikací této metody se pak staly i splavované a do předvýkopu na dno vodoteče potopené skříňové **segmenty podříčnických tunelů**, jako to bylo například provedeno pro tunel metra v Praze pod Vltavou v roce 2002 (obr. 10).

Přetlakové kesony

Vynález **pneumatického kesonu** je přičítán francouzskému geologovi Jacques Trigerovi v roce 1839. Triger se zabýval těžbou uhlí v povodí řeky Loiry, kde bylo pro zřízení šachty potřeba překonat hloubku 20 m silně zvodnělého nadloží a zabránit přítomným tlakové vody do těžebního prostoru. V té době již byla k dispozici technologie stlačeného vzduchu a první idea tlakového kesonu byla dávno známa od vynálezce Papina z roku 1691. Tuto myšlenku rozpracovávali i další vynálezci. Triger však pro ni vymyslel rozhodující princip **vzdušnice**, přestupní komory uzavírající přetlakový prostor v kesonu od volné atmosféry (obr. 7). A také ji zavedl do praxe a provedl s ní desítky důlních šachet (obr. 11).

Zaznamenal ovšem i prvotní projevy tzv. **kesonové nemoci**. V roce 1854 byla lékaři v důlní oblasti francouzského Douchy popsána trvalá postižení i úmrtí na důsledky této nemoci a jako příčina byla označena dekomprese. Přesto se tato metoda šířila a první použití pro základy stavby se událo v roce 1851 v Rochesteru v Anglii u mostu přes řeku Medway. Další užití této zdánlivě vysoce účinné technologie se začalo uplatňovat



Obr. 11: Znáznornění principu budování uhelné šachty ve zvodnělém geologickém souvrství pomocí kesonu, podle Jacquese Trigera ve Francii v roce 1839 (zdroj internet)

u náročných inženýrských staveb v celém průmyslovém světě, avšak zvyšovaly se i počty postižených dělníků. V roce 1870 tak bylo při stavbě mostu přes řeku Mississippi

v St. Louis v USA zaregistrováno 119 trvale postižených a 14 úmrtí. A podobně taktéž v USA v roce 1873 u slavného newyorského Brooklyn Bridge celkem 110 onemocnělých a 3 zemřelí (obr. 12).

Na základě těchto skutečností byly zavedeny postupy omezující vystavení dělníků těmto nepříznivým podmínkám, což u této výlučně ruční práce vedlo k dalšímu výraznému zvýšení nákladů. Nicméně po dobu téměř jednoho sta let tato metoda představovala nenahraditelný způsob pro založení náročných inženýrských staveb v obtížných geotechnických podmínkách, zejména ve zvodněle balvanité základové půdě. Jednalo se především o návodní pilíře mostů, ale na válcových kesonech o průměru 1,20 m byla například zakládána i většina newyorských mrakodrapů. Trvalo to do roku 1940, než se začaly používat vrtané velkopřůměrové piloty a pak byl rychle s touto metodou konec. Tento historický bod symbolicky označuje vytvoření oboru speciálního zakládání v širokém lůně inženýrského stavitelství.

V Čechách byl první železný keson použit na stavbě mostu v Ústí nad Labem v roce 1872. Tímto způsobem pak byly založeny všechny pražské mosty i většina vodních jezových děl na hlavních řekách (obr. 13). Také oprava povodní pobořeného Karlova mostu byla v roce 1891 zajištěna pomocí těchto

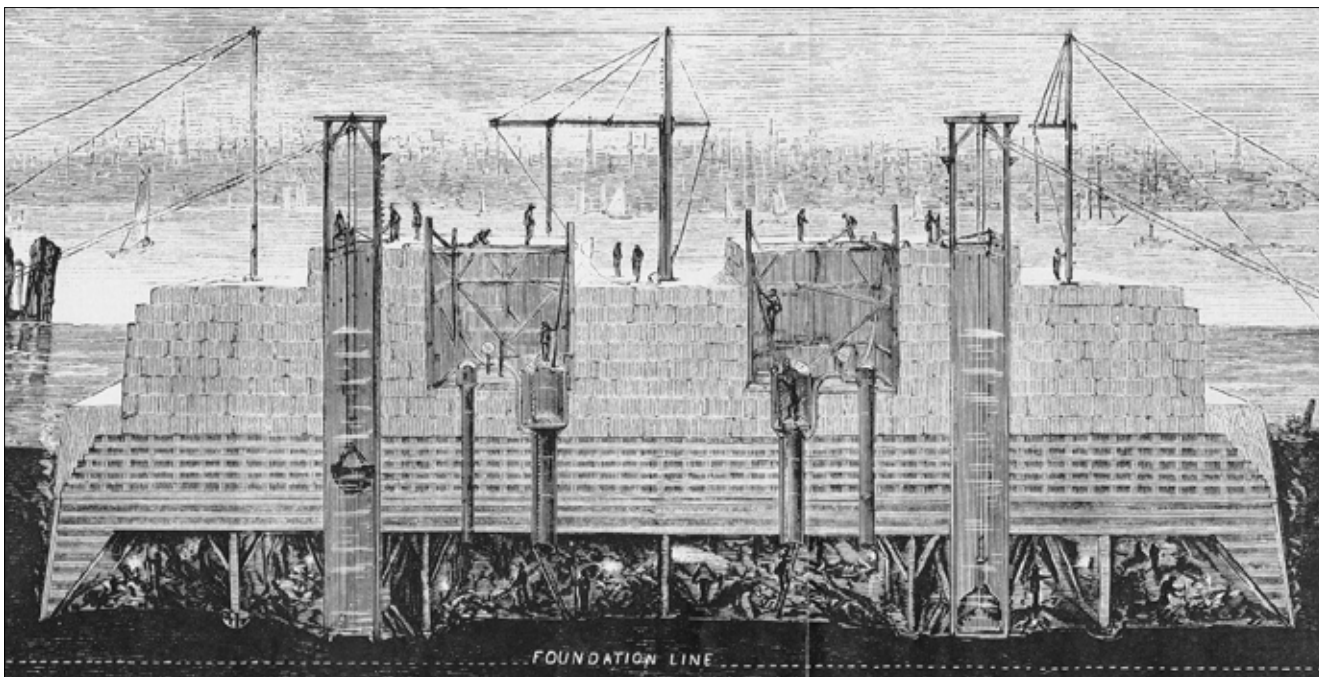


Obr. 13: Uvnitř pneumatického kesonu č. 16 stavby plavební komory Střekov firmy Lanna v roce 1927 (Stavební stoje firmy Lanna, Z. Bauer)

kesonů. Po válce tak byl založen v roce 1952 i železniční most v Malé Chuchli. A úplně posledním byl u nás v roce 1960 most přes Vitavu ve Zvíkově. V pozemním stavitelství bylo užívání této metody zakončeno v roce 1958 založením budovy kina U hradeb v pražské Mostecké ulici ve válcových přetlakových kesonech o průměru 1 m.

Odvrat od přetlakových kesonů byl u nás stejně rychlý jako jinde ve světě, jen asi o dvacet pět let zpožděný. Ještě v polovině šedesátých let se tato technologie vyučovala na pražské ČVUT jako vrcholná metoda zakládání staveb a v roce 1968 se již hloubily stanice i tunely pražského metra skutečně moderními technologiemi speciálního zakládání podle západoevropské licence.

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS



Obr. 12: Znáznornění prací na kesonovém založení mostu Brooklyn Bridge na Manhattanu v New Yorku v USA v roce 1873 (zdroj internet)

History of special foundation engineering – Part 7

In the previous parts of our sequel we described how the particular activities using techniques of driving or boring presented themselves in history. Now we come to activities consist mainly in excavating which are generally the most frequent in construction foundation as they have many specific faces. In respect to volume of this subject it will be divided into three parts. In the present part we dealt with carrying out of deep foundations by classical methods. We however leave beside open pits and earth embankments or cut-outs which belong to different profession of earthworks. But permeation of these two professions will be nevertheless noticed at the special field of waterworks under open water level. Only in further parts we arrive at the methods of retaining walls and deep pits.

ADSZS VÝZNAMNĚ POSÍLILA

Asociace dodavatelů speciálního zakládání dosáhla důležitého pokroku po otevřených rozhovorech o současných problémech oboru s firmami, stojícími v roce 2014 mimo naší organizaci. Na letošní únorové Valné hromadě ADSZS pak byly oficiálně přijaty žádosti devíti nových členů, takže se nyní Asociace rozrostla na dvojnásobnou velikost. Silnější pozice Asociace je příležitostí, jak v následujícím období do stavebního procesu prosazovat ukotvení některých dlouhodobě opomíjených témat, pro obor speciálního zakládání významných.

Při diskusích došlo k vzájemné shodě na tom, že při dnešní situaci na trhu je skutečně nutné a pro všechny prospěšné společně postupovat v hájení legitimních zájmů naší profese. Přispělo k tomu významně i nové definování konkrétní náplně práce a stanovení postupů k dosažení záměrů ADSZS, které jsou přímo deklarovány jejími stanovami (citace):

II.

Předmět činnosti a cíle Asociace

1. *Prezentovat názory členů Asociace vládním a zákonodárným institucím, správním orgánům, profesním institucím, stavebním firmám a jiným podnikatelským subjektům, technickým poradcům, stavebním inženýrům, architektům a dalším zainteresovaným stranám v České republice i v zahraničí.*

2. *Prosazovat společné zájmy členů Asociace, zlepšovat standardy provádění a udržovat vysoké standardy technické odbornosti, bezpečnosti a inovací.*

Asociace dokázala v posledních letech tíživé hospodářské recese své názory jasně prezentovat na odborných fórech a konferencích, v odborném tisku, ale zejména v rozhovorech se svými partnery ve stavebním průmyslu. Je však třeba si přiznat, že tento hlas dosud nebyl zatím dostatečně slyšen a že mu vždy nebylo v patřičné míře nasloucháno. Přesto jsme svým váhajícím kolegům mohli ukázat narůstající vliv v institucích, jako jsou normalizační úřad ÚNMZ nebo inženýrská komora ČKAIT. Naši zástupci v těchto institucích začali pracovat a jejich práce začala být vidět.

Mohli jsme též ukázat, že máme silnou oporu v naší evropské profesní rodině, v organizaci European Federation of Foundation Contractors (EFFC), která reprezentuje světové úspěchy oboru speciálního zakládání, dosažené svými členskými firmami. EFFC financovala a zorganizovala vydání série technologických euronorem, které jsou mezinárodně široce

užívaným vzorem. Stejně tak bylo zajištěno i vydání nové obsáhlé euronormy pro bezpečnost strojů speciálního zakládání. EFFC také těsně spolupracuje se sesterskou organizací Deep Foundation Institute (DFI), která sdružuje kromě USA i všechny ostatní neevropské organizace dodavatelů zakládání. Obě tyto organizace zastřešují ta nejdůležitější inovační centra průmyslu zakládání, která jsou především v prováděcích firmách. EFFC a DFI pořádají společně mezinárodní technické konference, které jsou více než důstojnou konkurencí tradičním akademickým konferencím Mezinárodní společnosti pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství (ISSMGE). Aktuálně EFFC ustavila pracovní skupinu na řešení problémů nepředpokládaného chování nových betonových směsí se superpřísadami, které zapříčinily množství velmi vážných poruch podzemních základových prvků na stavbách. Další naléhavý problém představuje zatím neexistující systém certifikace pro pracovní plochy speciálních strojů pro zakládání, neboť se prudce zvyšuje četnost výskytu jejich havárií v důsledku nevhodně připraveného pracoviště. Velkým příkladem je pro nás to, čeho dosáhla německá federace dodavatelů zakládání v jejich zemi. Zde jen připomeňme, že EFFC uspořádala v roce 2000 průzkum, jak mnoho jsou v jednotlivých evropských zemích přenášena geotechnická rizika na zhotovitele základů. A právě Německo vyšlo z tohoto průzkumu nejlépe, ČR však naopak zdaleka nejhůře. I když lze část tohoto rozdílu mezi oběma zeměmi přičíst na vrub obecně rozdílné kultuře obchodního podnikání, je možno nalézt i konkrétní rozdíly v systému organizace výstavby, které bychom chtěli odstranit. Je třeba provést určité právní úpravy a zavést standardní procesní nástroje, jaké jsou dnes obvyklé ve vyspělých zemích Evropy. Vzorem ideálního uspořádání je pak typ veřejné dohody, podepsané všemi firmami v oboru zakládání, která byla v případě Německa zákonně potvrzena jejich antimonopolním úřadem. Tato dohoda jasně stanovuje technické podmínky pro

provádění prací speciálního zakládání, které jsou pro všechny účastníky stavebního procesu všeobecně účelné, a zadavatelé nemohou požadovat její porušení či oslabení. Taková dohoda je v oblasti potýkání s geotechnickými riziky nanejvýše potřebná i u nás.

Pro další období si ADSZS nyní stanovila tato hlavní témata:

- vyjasnění účelného podílu na geotechnických rizicích v našem právním systému; další tlak na úpravu stavebního zákona a podpora obecného ustavení standardních pravidel podle vzoru smluv FIDIC;
- tlak na ustavení adekvátního geotechnického průzkumu v našich předpisech;
- upřesnění a upevnění podmínek pro připravenost staveniště;
- zlepšení platebních podmínek.

Pro dosažení těchto cílů však bude potřeba účast a podpora co nejvíce firem v oboru speciálního zakládání a všech jejich pracovníků. Ti by měli být především osobně zainteresováni na kvalitních podmínkách pro svou činnost a svůj zájem by měli prosazovat zejména při osobních jednáních a kontaktech s obchodními a výrobními partnery.

Ing. Jindřich Řičica, předseda ADSZS



ADSZS has strengthened significantly

Czech Association of Foundation Contractors (ADSZS) has gained important progress after open discussions on current problems with the companies standing apart in 2014. On the General Assembly of ADSZS this year in February then the applications of new nine members were accepted and hencewith the Association increased twofold. Stronger position of the Association is the opportunity of special foundation engineering profession for going ahead with embedding some longtime neglected but important issues into construction process during next period.

SPLAVNĚNÍ VLTAVY MEZI ORLÍKEM A ČESKÝMI BUDĚJOVICEMI SE BLÍŽÍ



Slavnostní přípitek na zdar zahajované stavby plavební komory Hněvkovice

V polovině dubna letošního roku byla slavnostně zahájena stavba poslední chybějící plavební komory na horním toku Vltavy v Hněvkovicích u Týna nad Vltavou. Zhotovitelem stavby je sdružení firem Metrostav, a. s., a Zakládání staveb, a. s. Plán prací je nastaven tak, aby v září 2016 byla nová plavební komora hotova. Tím se pro rekreační plavbu otevře celá cesta mezi orlickou přehradní nádrží a Českými Budějovicemi, jejíž budování začalo již v roce 2006 v Českých Budějovicích a pokračovalo např. modernizací jezu a plavební komory v Českém Vrbném či výstavbou nové plavební komory u jezu v Hluboké nad Vltavou.

Slavnostního zahájení v místě budoucí stavby plavební komory v Hněvkovicích se zúčastnila řada čestných hostů v čele s ředitelem Ředitelství vodních cest ČR Lubomírem Fojtů,

zástupci ministerstva dopravy a starostové okolních měst. Za Zakládání staveb, a. s., byli přítomni generální ředitel společnosti Ing. Jiří Mühl a technický ředitel Ing. Petr Nosek. Spolu s výstavbou nové plavební komory na stávajícím jezu Hněvkovice bude zmodernizována navazující polovina jezu a vybudován nový rybí přechod. Pod existující plavební komorou na přehradní hrázi Hněvkovice bude rejda rozšířena o čekací stání plavidel a konečně současně koryto řeky od jezu Hněvkovice po okraj Týna nad Vltavou, které je pro plavbu příliš mělké, bude prohloubeno. V létě 2016 se tak otevře pro rekreační plavbu malých člunů, jachet, hausbótů i osobních lodí brázdících vody Vodní nádrže Orlík dalších 33 km nové vodní cesty. Celková délka nově splavného úseku od přehradní hráze Orlík po centrum Českých Budějovic tak bude

činit 98 km.

Ve stejný den, kdy byla slavnostně zahájena stavba plavební komory v Hněvkovicích, proběhlo i slavnostní dokončení druhé plavební komory na blízké přehradní hrázi vodního díla Hněvkovice. Hrubé stavební konstrukce plavební komory byly původně postaveny současně s přehradou v roce 1991, ale až v letech 2008–2011 byla v rámci splavnění osazena vrata, kompletní ovládací technologie a postaven velín. Zajímavostí této stavby je skutečnost, že překonávaným rozdílem hladin až 15 m zaujímá v tomto ohledu druhé místo mezi plavebními komorami v ČR. Zhotovitelem této stavby byla firma EUROVIA CS, a. s.

Obě stavby byly spolufinancovány z EU prostřednictvím Operačního programu Doprava.

Redakce, foto: Libor Štěřba
vizualizace: archiv ŘVCCŘ

Modernizace jezu a stavba plavební komory Hněvkovice

Stávající pevný jez s přelivnou hranou délky 105 m bude při pravém břehu ponechán a zbývající část bude nahrazena pohyblivým jezem, plavební komorou a víceúčelovým koridorem. Cílem je osadit spolehlivé hrací konstrukce a umožnit tak regulaci hladin, která u pevného jezu v současnosti není možná. Plavební komora o spádu cca 2 m bude vysunuta do horní vody, aby lépe spolupůsobila s okolní krajinou. V horním ohlavi budou osazena klapková vrata s nepřímým plněním jednostranným krátkým obtokem a v dolním ohlavi pak desková jednokřídlá vrata s přímým prázdněním. V obou rejdách jsou umístěna čekací stání pro malá a návrhová plavidla. Z velínu plavební komory bude možné novým řídicím systémem ovládat plavební i jezové prvky. Vpravo od plavební komory bude zřízeno jezové pole s klapkou šíře 12 m a hrazenou výškou 1,6 m. Mezi plavební komorou a levým břehem bude vybudován víceúčelový koridor s rybím přechodem hrazený dvěma klapkami šíře 5,5 m a výšky 0,8 m. Zlepší se tak manévrovací prostor pro správu řeky při zimním režimu (ledochod) a při povodňových situacích.



Stavba plavební komory byla zahájena zemními pracemi v řečišti, duben 2015



Vizualizace konečného provedení plavební komory s pohyblivým jezem a víceúčelovým koridorem



Vizualizace konečného provedení plavební komory s pohyblivým jezem a víceúčelovým koridorem u levého břehu



Pohled do stavební jámy ze střechy Meteoru B

POLYFUNKČNÍ DŮM METEOR D V PRAZE 8-KARLÍNĚ

– PAŽENÍ STAVEBNÍ JÁMY V TĚSNÉ BLÍZKOSTI STANICE METRA TRASY B KŘÍŽÍKOVA

Novostavba polyfunkčního domu Meteor D je součástí komplexu dříve postavených administrativních budov Meteor. Objekt bude mít dvě podzemní podlaží pro garážová stání a technologické zázemí, v 1. NP budou převážně komerční prostory, ve 2.–6. NP kanceláře a v 7. NP byty. Podobně jako v jiných případech obdobných městských proluk bylo i pro zajištění stavební jámy tohoto objektu výhodné použít konstrukční podzemní stěny.

Situace stavby

Staveniště polyfunkčního domu Meteor D je situováno do rohové proluky po domě Sokolovská 110/92, který se zřítíl při povodni v srpnu 2002. Proluka je ohraničena ulicemi Sokolovskou a Thámovou se vstupem do stanice metra B Křížíkova, sousedními domy Sokolovská 100/94 a Thámová 116/30 a podzemními garážemi souboru domů Meteor. Rovinný povrch proluky (186,15 až 186,35 m n. m.) byl vytvořen zásypem suterénu původního domu při demolici. Geologické poměry jsou v zájmovém území příznivé (písky a štěrky maninské terasy Vltavy překryté nevýraznou polohou holocenních náplavů a navážkami, únosné nepropustné skalní podloží, tvořené prachovitějilovitými bohdaleckými břidlicemi v dostupné hloubce 11 až 12 m p. t.); jsou však ztíženy hydrogeologickými poměry (zátopová oblast Karlína) a základy původní zástavby. Ustálená hladina podzemní vody byla sondami IG průzkumu zastižena v hloubce 4,6 až 5,4 m pod terémem. Údaje o kolísání UHPV v zájmovém

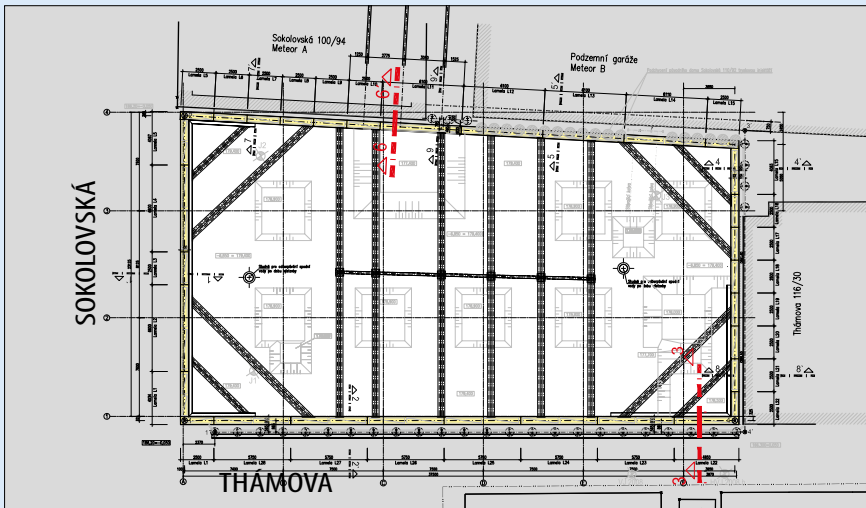
území v závislosti na zvýšených průtocích Vltavy po zhotovení protipovodňové ochrany Karlína nebyly v povodňovém plánu akce k dispozici. Pro návrh a posouzení pažení byla uvažována zvýšená hladina podzemní vody ve stavebních stavech cca 1,0 m nad max. úroveň UHPV zastiženou sondami IG průzkumu, resp. v úrovni horní hrany nepropustné části pažení pro výkop na dno stavební jámy, a v konečném stavu i v úrovni povrchu terénu. Podzemní voda není dle dostupných podkladů agresivní na betonové konstrukce. Výsledky měření hustoty bludných proudů však zařazují zájmové území dle ČSN 03 8372 do prostředí s vysokou agresivitou stupně IV.

Vývoj návrhu pro pažení stavební jámy

V podkladech pro výběr zhotovitele pažení stavební jámy byly navrženy dočasně kotvené konstrukční podzemní stěny s předvýkopem dočasně zapaženým kotveným záporovým pažením. Během výběrového řízení jsme investorovi předložili vlastní návrh pažení vycházející z dočasného

nekotveného záporového pažení předvýkopu v kombinaci s pažením a založením stavby pomocí konstrukčních podzemních monolitických stěn (KPS) tl. 0,60 m vetknutých do skalního podloží a dočasně rozpíraných ocelovými rozpěrami. Náhrada kotvení KPS rozepřením byla navržena s ohledem na kolizi kotev s podzemními prostorami technologického zázemí stanice metra, podzemními garážemi souboru Meteor a na zamítavá stanoviska sousedů s kotvením pod jejich pozemky. Současně jsme investora opětovně upozorňovali na možnou půdorysnou kolizi záporového pažení předvýkopu s inženýrskými sítěmi. Při projektové přípravě stavby totiž jejich poloha nebyla dostatečně prověřena a zkoordinována s požadovaným tvarem spodní stavby.

Po převzetí staveniště byly kopanými sondami tyto obavy bohužel potvrzeny. Kolize záporového pažení podél Thámovy ulice s kabely byla ještě se souhlasem správců řešitelná jejich posunutím. Projednání a přeložení inženýrských sítí pod přílehlým chodníkem Sokolovské ulice však bylo



Půdorys konstrukčních podzemních stěn a dočasného rozepření

vyhodnoceno jako nerealizovatelné. Pro projektanty a statika spodní stavby a projektanta pažení to znamenalo změnu tvaru spodní stavby a změnu pažení podél Sokolovské ulice.

Požadavek na minimalizaci změny půdorysu spodní stavby vedl k vypuštění záporového pažení podél Sokolovské ulice, k úpravě půdorysu spodní stavby, zvýšení horní hrany podzemní stěny v daném úseku pod horní hranu stropní desky nad 1. PP a nutnosti řešení kolize podzemní stěny s ponechaným suterénním opukovým zdívem se základovou spárou v hloubce 3,70 m pod terémem. Pro hloubení rýhy podzemní stěny v ochranném pásmu inženýrských sítí byly pro odstranění kamenného zdíva netěžitelného drapákem využity předvrty průměru 0,77 m v rozteči 0,60 m přes atypické vodící zídky. Vnější vodící zídky předvrtů a KPS byly využity i jako ochranná clona inženýrských sítí při hloubení rýh a pažení výkopu nad horní hranou KPS. Obdobné řešení bylo navrženo i pro odstranění kolidujících sloupů tryskové injektáže podchycení obvodové stěny původní zástavby při dřívější výstavbě sousedních podzemních garáží souboru Meteor.

Další změny půdorysu spodní stavby po převzetí staveniště byly odvozeny ve spolupráci s projektantem a statikem novostavby z odchýlných výsledků kontrolního geodetického zaměření staveniště, požadavku na zachování polystyrenové vrstvy zateplení štítové stěny sousedního domu Thámová 116/30 (realizace pažení a spodní stavby v zimním období) a technologických možností drapáku při hloubení rýh pro lamely podzemních stěn.

Návrh pažení předvýkopu pro spodní pracovní rovinu podzemních stěn (v úrovni -2,0 m) byl nepříznivě ovlivněn omezením prostoru pro zařízení staveniště pouze na přilehlý chodník ulic Sokolovská a Thámová. Stabilita nekotveného záporového pažení podél Thámovy ulice při hloubení rýh pro lamely KPS byla zajištěna zesílenou vnější vodící zídkou.

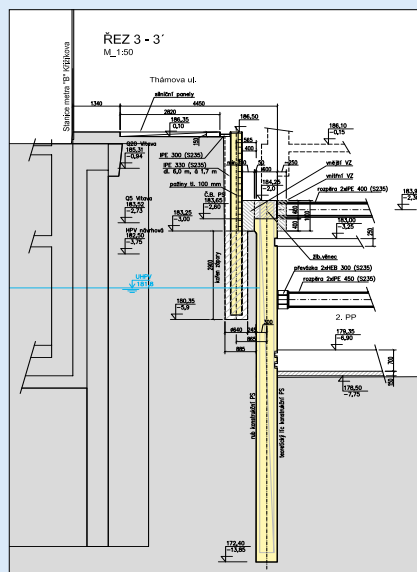
Jak je z výše uvedeného patrné, změna dílčích úprav v projektové dokumentaci stále přibývalo, ale stavba pokračovala rychlým tempem, a tak se projektant dostával pod velký tlak.

Předané podklady pro dílčí úpravy mnohdy plně neodpovídaly skutečnosti, a tak např. navržené sepnutí přilehlé štítové zdi sousedního domu Sokolovská 100/94 pod stropem průjezdu vodorovnými ocelovými tahly nebylo možné z dispozičních důvodů a stabilita zdi musela být zajištěna pro stavební stavy dočasnými tyčovými kotvami.

Rozpírané konstrukční podzemní stěny

Po vyřešení všech výše uvedených problémů s tvarem spodní stavby a pažením předvýkopu bylo možné přistoupit k vlastní realizaci podzemních stěn. S ohledem na zahloubení spodní stavby pod základovou spáru sousedních domů Sokolovská 100/94, Thámová 116/30 a podzemních garáží souboru Meteor, geologické a hydrogeologické poměry, svislé zatížení obvodových stěn a budoucí využití převážně pro podzemní garáže byly obvodové stěny spodní stavby navrženy jako konstrukční podzemní monolitické tl. 0,60 m.

Půdorys podzemní stěny má po úpravách tvar lichoběžníku s osovou délkou delší stěny podél Thámovy ulice 41,25 m a na ni kolmých příčných stěn 23,185 m (podél Sokolovské ulice) a 21,00 m (podél domu Thámová 116/30). Dno stavební jámy



Pažení podél objektu stanice metra, řez 3-3

v úrovni -6,85 až -8,85 m bylo velmi členité (prohloubení výkopu pro strojovnu vzduchotechniky, plošné založení věžového jeřábu pod výtahovou šachtou a zesílení základové desky pod vnitřními sloupy).

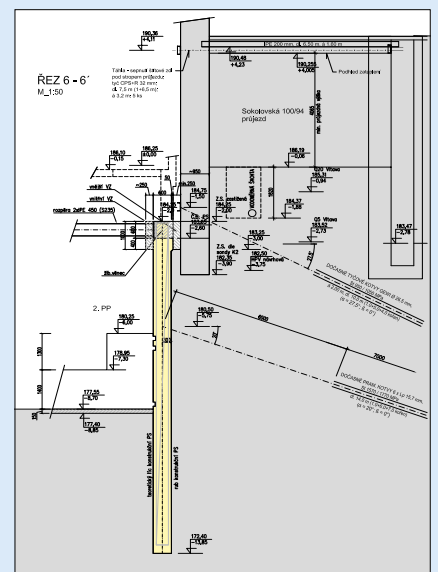
Lamelizace podzemních stěn byla odvozena z upraveného tvaru spodní stavby, polohy obvodových sloupů nad KPS podél ul. Sokolovské, polohy sousedních domů a typu nasazeného drapáku s šířkou záběru 2,50 m. Podél přilehlých štítových zdí sousedních domů Sokolovská 100/94 a Thámová 116/30 byly pro minimalizaci vlivu hloubení rýhy navrženy jednozáběrové lamely.

Horní hrana podzemní stěny mimo úsek podél ulice Sokolovské byla navržena v úrovni -2,60 m. V koruně stěny byl navržen roznašecí železobetonový monolitický věnec výšky 0,60 m, který byl využit jako převážka dočasných rozpěr a pro zakotvení spojovací výztuže navazujících obvodových stěn novostavby.

Pata podzemních stěn je zavázána do málo propustného skalního podloží. Hloubka tohoto vetknutí byla posouzena i s ohledem na požadovanou svislou únosnost KPS (svislé náhrvové zatížení 460 až 1760 kN/m) a zadanou mezní hodnotu konečného celkového sednutí 10 mm.

Na staveništi nebylo místo pro výrobu a skladování armokošů lamel KPS; byly proto vyráběny a skladovány mimo stavbu. S ohledem na omezující podmínky jejich dopravy na stavbu byly u třízáběrových lamel navrženy dělené armokoše skladební šířky do 3,0 m.

V lamele podél prostupu pro technologické rozvody a VZT ve stropní desce nad 2. PP za výtahovou šachtou a podél navazujícího schodiště byl staticky nutný nedělený armokoš lamely KPS. Do požadované šířky byl sestaven ze dvou podélných dílů až na stavbě. Obdobné řešení bylo navrženo i u rohové lamely podél prostupu ve stropu nad 2. PP pro strojovnu a potrubí VZT po vyloučení kolidující trvalé rohové rozpěry projektanty strojovny VZT. Rozhodujícím kritériem pro návrh výztuže KPS byly požadavky obsažené v DPS: „Polyfunkční



Pažení podél objektu Meteor A, řez 6-6



Hloubení rýhy pro konstrukční podzemní stěnu podél Thámovy ulice



Pohled na roh Sokolovské ulice a objektu Meteor A

objekt Meteor D, Ochrana stavby proti účinkům bludných proudů a uzemnění“, tj. šířka trhlín max. 0,25 mm.

Podzemní stěny byly rozepřeny dočasnými ocelovými vodorovnými rozpěrami v úrovni -2,30 m přes průběžný roznášecí železobetonový monolitický věnec v koruně KPS, resp. v úseku podél Sokolovské ulice přes předsazenou průběžnou ocelovou převážku rohových rozpěr z dvojice tyčí HEB 280 mm. Dočasné rozpěry byly navrženy ze členěných prutů z dvojice tyčí IPE 400 mm (kratší rohové rozpěry), IPE 500 mm (delší rohové rozpěry) a IPE 450 mm (příčné rozpěry). Půdorysná poloha rozpěr respektovala tvar spodní stavby.

Příčné rozpěry byly vzhledem k délce 21 až 22 m uloženy na středovou podpěrnou konstrukci ze svislých kořenových sloupů z dvojice tyčí IPE 360 mm vzájemně v hlavě spojených přivařenými osovými vodorovnými rámovými příčnicíky ze složených prutů z dvojice válcovaných tyčí U 300 mm.

S ohledem na prohloubení výkopu pro strojovnu VZT podél sousedního domu Thámová 116/30 bylo pro minimalizaci průhybu pažení navrženo rozepření v daném úseku 2. řadou rohových rozpěr přes předsazenou převážku z dvojice tyčí HEB 300 mm.

Pro osazení rohových rozpěr byly do líce roznášecího věnce před jeho betonáží vloženy ocelové desky tloušťky 25 mm s přivařenými kotevními a smykovými trubkami 89/10 mm. Pro převážku 2. řady rohových rozpěr byly kotevní desky osazeny do armokošů lamel.

Dočasné rozpěry 2. řady rozpěr byly odstraněny po převzetí jejich funkce základovou deskou. Dočasné rozpěry 1. řady rozpěr byly odstraněny po převzetí jejich funkce stropní deskou nad 2. PP, vnitřní sjezdovou rampou do 2. PP, příčnými stěnami a mezipodestou schodiště, příčnou stěnou strojovny vzduchotechniky, dočasnými příčnými rozpěrami přes prostup ve stropní desce nad 2. PP pro sjezdovou rampu a trvalými rozpěrami přes prostup ve stropní desce nad 2. PP pro vzduchotechniku.

Pro kotvení podzemní stěny v místě prohloubení dna výkopu pro založení věžového jeřábu ve výtahové šachtě byly navrženy tři dočasné šestipramencové kotvy pod pozemek investora.

Dočasné kotvy byly po převzetí jejich funkce spodní stavbou deaktivovány a průchodky trvale utěsněny včetně splnění požadavků na úpravu pramenů po deaktivaci kotev s ohledem na ochranu spodní stavby proti účinkům bludných proudů.

Základová deska a stropní desky spodní stavby byly po dohodě s projektantem a statikem novostavby do líce KPS zakotveny lepenými kotevními trny do vyfrézovaných vodorovných niků výšky 150 mm, hloubky cca 70 mm.

Během výkopu stavební jámy byl jádrovým vrtem průměru 275 mm vytvořen prostup podzemní stěnou podél Sokolovské ulice pro kanalizační přípojku novostavby.

Závěrem chci poděkovat projektantovi a statikovi novostavby za vzájemné vstřícné řešení všech vynucených změn návrhu tvaru spodní stavby a pažení i přes v té době neuzavřené smluvní vztahy mezi investorem, VDS a projektanty.

Investor: BC 2000, s. r. o.

Projektant: Aukett, s. r. o., Ing. arch. Petr Levý
Statik: Stasapo, s. r. o., Doc. Dr. Ing. Luboš Podolka
Projekt pažení: FG Consult, s. r. o., Ing. Pavel Průcha
Dodavatel pažení: Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s.

Dodavatel stavby: PSJ, a. s.

Ing. Pavel Průcha, FG Consult, s. r. o.

Foto: Libor Štěřba



Pohled na zapaženou a rozepřenou stavební jámu od Sokolovské ulice

Meteor D Multifunctional house in Prague 8-Karlin – design solutions to construction pit shoring for a new building near the metro station Křižíkova

Newly built multifunctional house Meteor D is part of the previously built office buildings Meteor in the same area. This is the completion of a corner block development. The building will have two underground floors for parking and technical facilities, the first floor will mainly commercial premises, offices on the 2nd to 6th floor and apartments on the 7th floor. Like in other similar cases of urban vacant lots was also to ensure the construction pit that object advantageous to use structural diaphragm walls.



ENTERPRISE OFFICE CENTER – ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO KANCELÁŘSKOU BUDOVU V PRAZE NA PANKRÁCI

ENTERPRISE OFFICE CENTER je pokračováním developmentu obchodní čtvrti v Praze 4-Pankráci společností Erste Group Immorent ČR, s. r. o. Budova je situovaná mezi kancelářskou budovu GEMINI v ulici Na Pankráci a magistrálu – ulici 5. května. ENTERPRISE nabídne 29 069 m² kancelářské plochy třídy A v 11 podlažích a 2622 m² ploch v přízemí určených pro služby nájemníkům i veřejnosti. Půdorys stavební jámy byl vzhledem k navrženému architektonickému řešení poměrně členitý. Pro pažení jámy hloubky až 12,5 m bylo použito záporové pažení z dvojic válcovaných profilů U. Umístění staveniště do místa jasně definovaného okolní zástavbou těžko přístupnou pro dopravu a logistika při zajištění stavební jámy vedly na této stavbě k přijetí netypického opatření – výstavbě dvou mostních konstrukcí pro obsluhu staveniště s výjezdem na rampu magistrály.

Způsobem zajištění stavební jámy i umístěním v blízkosti ulice 5. května se nabízí srovnání této budovy k budově The Green Line Kačerov, o níž jsme psali v minulém vydání ZAKLÁDÁNÍ. Rozsahem půdorysu či velikostí budoucích nájemních ploch je však ENTERPRISE zhruba dvakrát větší nežli The Green Line Kačerov.

Ještě v průběhu výběrového řízení na generálního zhotovitele stavby uzavřel investor smlouvu na zajištění stavební jámy a kompletní zemní práce se společností Zakládání staveb, a. s. Důvodem tohoto opatření byla možnost neprodleně zahájit práce speciálního zakládání a šetřit tak celkový čas realizace, protože v předběžných nájemních smlouvách byl již zakotven termín dokončení.

Staveniště je umístěno v bezprostřední blízkosti nájezdové rampy v ulici 5. května, ulice Hvězdovky a stávajícího kancelářského komplexu Gemini. Zásobování zdevastovanou slepou ulicí Pikrtovou, která obsluhuje Gemini a stávající zástavbu, bylo rozhodnutím stavebního úřadu vyloučeno, a tak jediný vjezd a výjezd na staveniště byl zajištěn z nájezdové rampy na magistrálu.

Objekt bude v dokončeném stavu rozdělen na dvě části – vyšší, a tudíž realizačně náročnější část je situována při vjezdu, nižší a méně složitá část je umístěna v zadním traktu, přiléhajícím ke komplexu Gemini. Stavební jáma je na tom stejně – hlubší (až 12,6 m) a prostoro- vě rozlehlejší část je u vjezdu.

Bylo tedy velmi brzy zřejmé, že prioritu ve všech etapách výstavby má právě část zabírající vjezd. I stavební jáma musela být v této části dokončena a předána přednostně. Zkrátka vše obráceně, než by velela logika postupu prací speciálního zakládání a těžba jámy a než bychom si tedy přáli. Protože stavební jáma a následně celý objekt zabírá celé staveniště, byla doprava po obvodu vyloučena. V části, kde by to bylo možné, bylo třeba chránit vzrostlou zeleň.

Bylo tedy nutné rozluštit tuto hádanku: jak zajistit zásobování výstavby zadní části jámy přes již hotovou přední část?

Most

„Postavíme přes přední trakt jámy most.“ Všechna čest kolegům, kterým se tento nápad podařilo vymyslet a prosadit k realizaci.

Na zhotoviteli bylo pak již pouze sehnat most, spolu s projektantem vymyslet technické řešení a dovést myšlenku do zdárného konce, a to vše v souběhu s plným nasazením prací na díle. Vhodným na překlenutí stavební jámy o šířce 36 m a pro pohyb mechanizace o hmotnosti 44 tun se ukázal most, resp. jeho část, který ještě donedávna sloužil v Troji pro tramvajovou dopravu přes Vltavu, zvaný „Rámusák“. Projektční kancelář FG Consult, s. r. o., spolu kolegy z Metrostavu, a. s., a ve spolupráci s generálním projektantem nalezli vhodnou polohu mostu i s ohledem na konstrukční systém budovy a navrhli jeho hlubinné založení na velkoprofilových pilotách a opěrných zídkách tak, aby i přes prostorovou stíněnost nedocházelo k nežádoucí interakci s pažicemi konstrukcí jámy. Pro nedostatek místa se z mostu sjíždělo bezprostředně na nájezdový pruh magistrály. Práce byly zahájeny vrtanými záporami v únoru 2014. Termín dokončení prvního traktu byl smlouvou s investorem stanoven na 15. 6. 2014 a dokončení zadního traktu na 30. 6. 2014.

Celkem se jednalo o provedení 2074 m vrtaných, jednotlivě kotvených zápor, 4350 m² dřevěného polohraněného pažení, 4200 m pramencových kotev a o vytěžení a uložení 65 400 m³ zeminy, z toho jedna třetina nákladními vozy bez vleku přes most.

Mezitím byl dokončen tendr na generálního zhotovitele a na konci února 2014 nám byl představen náš nový partner Strabag, a. s., který převzal Zakládání staveb, a. s., jako svého subdodavatele.

S ohledem na termín dokončení vlastní budovy (srpen 2015) byl okamžitě ze strany generálního zhotovitele vznesen požadavek na zkrácení termínů našich prací, zejména předního traktu, na kterém měla vyrůst budova o 5 podzemních a 11 nadzemních podlažích.

Myšlenka mostu byla pro potřeby prací generálního dodavatele rozšířena o druhý souběžný

most, s delším rozpětím, ale menší nosností. Na tento most byl převeden provoz pouze prázdných vozidel.

Nakonec jsme požadavek zkrácení termínů přijali jako výzvu a i přes organizační složitosti způsobené výstavbou mostů z jámy se nám podařilo požadované zkrácení na čelním taktu dodržet. Generální dodavatel tak dostal jámu postupně až o tři týdny dříve, nežli vyplývalo z naší smluvní povinnosti s investorem.

Není třeba zdůrazňovat, že organizace výstavby byla důsledně plánována na denní bázi (v případě souběžné montáže mostů i na hodinové) a předjímalý se veškeré skutečnosti, které by mohly narušit napjatý harmonogram. Stabilita pažení byla potvrzena i výsledky pravidelného monitoringu, kdy žádná měřená hodnota deformací nedosáhla v průběhu výstavby ani prvního varovného stavu.

Kolegové z APB Plzeň, kteří prováděli těžbu, opět potvrdili, že mají dostatečné kapacity a technické zázemí pro řešení vypjatých situací, když například ve špičce dokázali za den vytěžit a uložit až 1600 m³ zeminy.

Základová spára

Závod s časem si ale vybral svoji daň.

Na úrovni základové spáry byla již zastížena zdravá, nezvětralá břidlice převážně pevnosti R4–R3 a vápence třídy R3–R2, a to ve vrstvách proměnného sklonu. Strojní dotěžení základové spáry se ukázalo jako velmi neefektivní s ohledem na značné nadvýlomy. To se projevilo ve značné nadspotřebě podkladních betonů, kterými byly nadvýlomy sanovány.

Na ruční dočištění základové spáry však nebyl ani čas, ani položka v rozpočtu.

Investor sice vnímal časovou prioritu, která ve finančním vyjádření převážila nad zvýšenou spotřebou podkladního betonu, naši práci při slavnostním položení základního kamene vyzdvihl, ale výsledek případné kompenzace je nejistý.

Je nutné si z této a podobných zkušeností vzít ponaučení do budoucna a na problematiku základové spáry a geologie obecně pak investory, objednatel a projektanty včas



Vrtání velkoprofilových pilot pro věžový jeřáb



Vrtání kotev 1. KÚ a souběžná těžba stavební jámy

upozorňovat a společně hledat uspokojivé řešení již v průběhu přípravy¹⁾.

BREEAM

Je již standardem, že moderní komerční objekty jsou certifikovány na některý z environmentálních systémů. Zadáním investora bylo Enterprise Office Center certifikovat na nejvyšší stupeň prestižní certifikace BREEAM, tj. EXCELLENT. Nejedná se pouze o maximální ekologickou efektivitu v provozování hotového díla, ale velmi přísná environmentální kritéria jsou klade-na i způsob realizace díla.

Skupina Zakládání dokáže v tomto směru díky certifikaci systému environmentálního managementu ČSN EN ISO 14001:2005 a jeho uplatňování v praxi plnit vysoké nároky na moderní stavění a i v tomto případě poskytla generálnímu dodavateli a investorovi bezchybný servis.

Závěr

Technicky, organizačně a administrativně poměrně náročnou stavbu se podařilo dokončit ke spokojenosti objednatelů. Oba provizorní mosty dále plnily svoji funkci i po dokončení prací speciálního zakládání, tj. při výstavbě spodní stavby administrativního komplexu, takže odvážná myšlenka řádně dovedená do konce se ukázala být jako geniální a svým způsobem klíčová pro zdárný průběh rozhodujících technologií.

Dobře zvládnutá organizace výstavby s důrazem na dodržování technologických pravidel umožnila odevzdat dílo řádně, a dokonce ve zkrácených termínech, bez vad a nedodělků.

Závěrem chci vyzdvihnout příkladnou spolupráci kolegů ze Zakládání staveb, a. s., kteří zajišťovali jednotlivé technologie, profesionální

a bezchybnou technickou podporu v průběhu výstavby od kolegů z projekční kanceláře FG Consult, s. r. o., flexibilitu a výkonnost APB Plzeň a v neposlední řadě i přístup koordinátora bezpečnosti práce (BYRD, a. s.), který se v průběhu realizace aktivně podílel na řešení problémů při důsledném dodržování pravidel bezpečnosti práce.

Ing. Tomáš Kiefer, Zakládání Group, a. s.

¹⁾ Dlouhodobým propagátorem osvěty rizik speciálního zakládání je renomovaný odborník doc. Ing. Jan Masopust, CSc., který spolu s kolektivem autorů vydal publikaci s názvem Rizika speciálního zakládání, která detailně popisuje danou problematiku a nabízí k uvědomělému přístupu všech účastníků výstavby k možným rizikům při speciálním zakládání.



Panoramatický pohled na stavební jámu se současně prováděnou betonáží základové desky a těžbou

Enterprise Office Center – Ensuring construction pit for an office building in Prague Pankrac

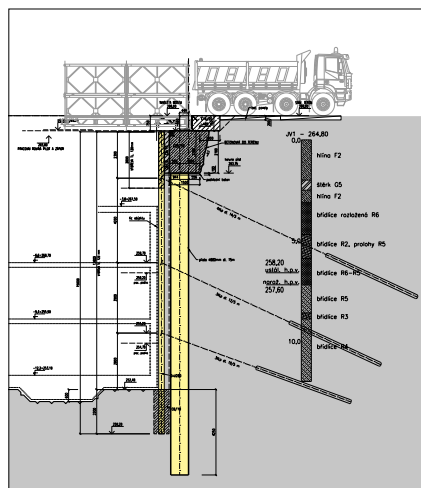
ENTERPRISE OFFICE CENTER is the continuation of the business district development in Prague 4-Pankrac Erste Group Immorent ČR Ltd. The building is situated between the GEMINI office building in the street Na Pankráci – and expressway May 5th Street. ENTERPRISE will offer 29,069 square meters of office space class A in 11 floors and 2622 m² space on the ground floor tenant services intended for the public. Ground plan construction pit was given to the proposed architectural design relatively complex. For sheeting pit to a depth of 12.5 was used riders made from pairs of rolled sections U. Location of site to the place clearly defined surrounding buildings with difficult access for transport and logistics in ensuring the construction pit led to the building to receive an atypical measure – construction of two bridge structures for operating site with the exit ramp to the highway.

ENTERPRISE OFFICE CENTER – PROJEKČNÍ ŘEŠENÍ

Zadáním bylo vypracovat projektovou dokumentaci na zajištění stavební jámy pro výstavbu administrativní budovy Enterprise Office Center. Administrativní budova má v půdorysu tvar připomínající písmeno „V“ a značná část obvodových stěn je složena z oblouků různých poloměrů. Architekt Vladimír Krátký chtěl tvarem budovy vytvořit dynamickou klouzající uliční čáru, navazující dialog s řidiči jedoucimi po pražské magistrále. Geometricky složitý tvar budovy kladl zvýšené nároky na zhotovitele pažení stavební jámy kvůli složitějšímu osazení a orientaci prvků pažení v prostoru. V průběhu prací na návrhu pažení bylo zadání rozšířeno o vypracování dokumentace založení věžových jeřábů a založení dvou dočasných mostů.

Geologické poměry

Svrchní vrstvu pokryvu tvoří antropogenní návážky. Největší mocnost mají podél zemního valu kolem ulice 5. května. Pod návážkami se nalézají náplavové sedimenty o mocnostech 5–10 m. Fluviální vrstvy jsou od shora tvořeny písčitymi hlínami, dále přecházejícími na hlinité písky a písčité šterky. Báze náplavových sedimentů je v úrovni cca 261–265 m n. m. Horninový podklad je zastoupen prachovitými břidlicemi, tuftickými břidlicemi a tufy s nepravidelnými polohami vápenců a vulkanických hornin. Mocnost jednotlivých vrstev je velmi proměnlivá a kolísá mezi cca 0,4 a 2,0 m. Břidlice jsou převážně třídy R4–R3, vápence a diabasy jsou třídy R3. Hustota diskontinuit je převážně velká až střední. U břidlic je hustota diskontinuit větší než u vápenců a diabasů. Ve svrchní, silně rozpukané zóně se vytváří horizont podzemní vody. Tento horizont je i výrazně dotován infiltrovanou vodou. Proto se vydatnost přítoku, ale i výška ustálené hladiny během roku mění v závislosti na klimatických poměrech.

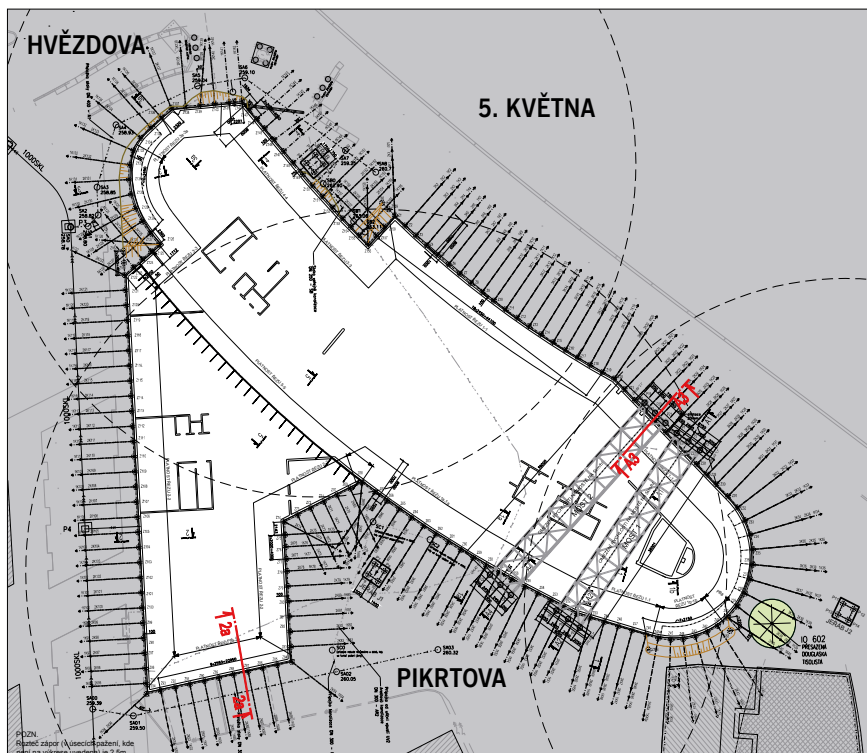


Příčný řez A3–A3 záporovým pažením v místě založení provizorního mostu na pilotách

Technické řešení

Pažení bylo od počátku zamýšleno jako dočasné, plnicí funkci pouze během doby výstavby administrativní budovy. Před vypracováním návrhu byla provedena multikriteriální analýza, ve které byla posuzována následující kritéria: bezpečnost návrhu, ekonomické hledisko,

stěny, podzemní stěny) zvolena varianta záporového pažení. Tato varianta byla zvolena i přesto, že v průřezu byly spočteny enormní přítoky do stavební jámy – 380 l/s! Ze zkušenosti jsme však očekávali přítoky řádově nižší. Vzhledem k tomu, že na pankrácké terase již společnost FG Consult, s. r. o., navrhla celou



Půdorys zajištění stavební jámy včetně základových konstrukcí pro věžové jeřáby a provizorní mosty

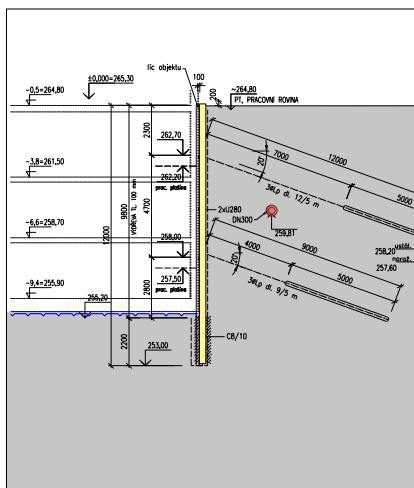
geologické a hydrogeologické poměry, požadavek na trvanlivost konstrukce, konstrukční výška pažení, rychlost provádění, okolní inženýrské sítě a maximální zjednodušení následného provádění vestavby.

Z provedené analýzy byla ze všech variant pažicích konstrukcí (svahovaná stavební jáma, hřebíkový svah, záporové pažení, pilotové

řadu stavebních jam, mohly být tyto zkušenosti využity i při návrhu této pažicí konstrukce.

V původním návrhu byla stavební jáma kotvena převážně v jedné až čtyřech úrovních přes zapuštěné převázky, v menším rozsahu byla vzpírána do základové desky s ponechanou zemní lavicí, která by byla odtěžována až po vybudování části základové desky. To by mělo za následek vytváření rozsáhlých pracovních spár a vstupů ve stěnách („bílé vaně“) a stropních deskách.

Tento postup se nám však nejevil jako optimální, navíc návrh zajištění stavební jámy byl prováděn souběžně s řešením problémů na stavební jámě Kačerov, která je vzdálena pouze 1 km (viz ZAKLÁDÁNÍ 4/2014). Proto došlo k úpravě řešení zajištění stavební jámy při zachování technologie záporového pažení. Alternativně bylo navrženo „berlínské“ pažení se záporami tvořenými dvojicí profilů U280 délky 10–15 m, kdy každá zápora byla kotvená. Toto řešení umožnilo vynechat zapuštěné převázky, které jsou při realizaci velmi pracné. Kotvení jámy v celém rozsahu umožnilo její vytěžení až na základovou desku bez nutnosti zřízení zemních lavic.



Charakteristický příčný řez 2a–2a záporovým pažením v mělčí části stavební jámy

Zápory z dvojic válcovaných profilů mají z pohledu projektanta pažení několik výhod:

1. Dochází u nich pouze k malému horizontálnímu a vertikálnímu posunu zápor, protože mají značnou plochu v patě záporu (patní plech).
2. Kotvy skryté mezi záporu umožňují umístit kotvy do staticky nejvýhodnější polohy.
3. Při křížení kotev lze snadno změnit úhel kotvení.
4. Oproti zapuštěným převázkám je realizace snazší.

Nevýhodou je větší hmotnost zápor složených ze dvojice válcovaných profilů, která však může být částečně eliminována větší roztečí zápor. Rovněž nelze u tohoto řešení počítat s vytažením zápor po ukončení jejich funkce. Záporu byly vkládány do vrtů průměru 880 mm, které umožňovaly rektifikaci polohy zápor při osazení.

Po celou dobu stavby byly v předepsaných místech a intervalech sledovány deformace pažení (celkem 56 bodů na 18 záporách) a ani v jednom případě nebylo dosaženo varovného stavu. Tento typ záporového pažení je ze zkušenosti jeho nejbezpečnějším typem.

Provizorní mosty a jeřáby

Jak je již zmíněno v předchozím textu Ing. Tomáše Kiefera, prostor mezi pažením a oplocením sousedních pozemků neumožňoval dostatečný pohyb těžké stavební techniky a odvoz výkopku by byl značně problematický. Proto bylo použito velmi netradiční technické řešení, a to vybudování dvou mostů přes stavební jámu. Z počátku bylo zamýšleno osazení jednoho provizorního mostu, ale při zohlednění prostorových poměrů na staveništi a plánovaného provozu těžké stavební techniky bylo rozhodnuto o použití dvojice mostů.

S použitím provizorních ocelových mostů nad stavební jámou jsme se doposud nesečkali. Rozpětí prvního z mostů Bailey bridge bylo 39 m. Tento typ mostu byl navržen již během druhé světové války a prvně byl použit v roce 1943 v Itálii. Základním konstrukčním prvkem systému Bailey je

obdélníkový příhradový nosník o stranách 3x1,5 m s typickým tvarem dvou spojených písmen **K**. Na koncích jsou zakončeny umožňující snadné spojení příhrad pomocí ocelových čepů, vlastní mostovka je šířky cca 3,5 m. Příhradové nosníky je možné umístit vedle sebe i nad sebou (většinou max. 3), vznikají pak mostní konstrukce označované kódy **X/Y**, kde **X** je počet příhrad v podélném směru a **Y** je počet příhrad nad sebou. V našich končinách je nejběžnější konfigurace 2/1. Informací o druhém mostu je menší množství, jednalo o provizorní ocelový most československé výroby s rozpětím 36 metrů.

Každá z opěr provizorního mostu byla založena na třech pilotách průměru 880 mm a součástí dokumentace byl i návrh roznašecích prahů a závěrných zídek.

Již tradičním požadavkem byl návrh založení věžových jeřábů. Všechny tři jeřáby byly založeny hlubinně na 4 pilotách průměru 880 mm. Jeřáby byly umístěny mimo obrys objektu.

Inženýrské sítě a kolizní body kotvení

Nájezdová rampa v ulici 5. května je částečně založena hlubinně na pilotách. Návrh kotev byl proto přizpůsoben tak, aby respektoval stávající založení. To bylo v projektu vyřešeno mírným natočením zápor, které umožnilo odklonit kotvy. Dalším a složitějším problémem bylo vyřešení tří úseků pažení na vnitřních rozích jámy, kde docházelo ke křížení kotev (viz půdorys). V jednom úseku bylo až 32 kolizních bodů kotvení.

Z inženýrských sítí byla v kolizi se stavební jámou kanalizace průměru 1000 mm; ta byla v rámci přípravných prací přeložena podél stavební jámy. Další kanalizace průměru 400 mm byla vedena v takové poloze, že kotvy 1. kotevní úrovně bylo nutné umístit atypicky nad ní. Vzhledem k tomu, že funkce pažení byla dočasná, bylo správcem sítě kotvení nad stokou umožněno.

Zajímavostí stavby byla douglaska tisolistá, mladý neopadavý jehličnan, který bylo nutné bez poškození zachovat po celou dobu

výstavby. Strom výšky cca 18 m byl již jednou přesazován, a to při výstavbě sousední administrativní budovy. Nacházel se v místě, kde velmi zužoval možnou staveništní komunikaci po obvodu jámy. Kdyby se tento strom na staveništi nevyskytoval, je možné, že by byl použit pouze jeden provizorní most.

Závěr

V průběhu prací nedošlo k vážnějším komplikacím či problémům. Veškeré technické úpravy a požadavky se podařilo vyřešit v rámci dvou revizí projektu, z nichž jedna se týkala provizorních ocelových mostů a úpravy kotvení a druhá založení provizorních ocelových mostů. Zajištění jámy bylo zdárné a v dobré kvalitě provedeno skupinou firem Zakládání.

*Ing. Tomáš Ředina, FG Consult, s. r. o.
Foto: Libor Štěrba*

Údaje o stavbě

Obvod jámy: 383 m;
Pažená plocha záporovým pažením: 4 320 m²;
Ostění: výdřeva a vyrovnávací vrstva z hlazeného stříkaného betonu;
165 ks zápor z dvojic profilů U280 celkové délky 2074 m;
370 ks kotev o celkové délce 4215 m (ve dvou až třech kotevních úrovních);
Pažená výška: 8–13 m;
Zemní práce: 65 400 m³;
2 provizorní mosty přes stavební jámu;
3 věžové jeřáby.

Hlavní účastníci výstavby
Architekt: Atelier Krátký,
Doc. Ing. arch. Vladimír Krátký
Investor: Erste Group Immorent ČR, s. r. o.
Generální dodavatel: Strabag, a. s.
Práce speciálního zakládání:
Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s.
Zemní práce: APB Plzeň
Projekt speciálního zakládání: FG Consult, s. r. o.



Pohled do vytěžené jámy s probíhající betonáží monolitických konstrukcí



Pohled na budovu Enterprise v průběhu výstavby z ulice 5. května (květen 2015)



Hloubení injekčních vrtů v levé přípojovací části injekční clony ze dna vypuštěného Máchova jezera

MÁCHOVO JEZERO – TĚSNIČÍ CLONA V MÍSTĚ SDRUŽENÉHO OBJEKTU

V roce 2014 byla zahájena celková rekonstrukce sruženého objektu s bezpečnostním kašnovým přelivem na hrázi Máchova jezera. Tento přeliv vykazoval již dlouhou dobu značné průsaky, dotované z puklin v pískovcovém podloží. Součástí rekonstrukčních prací se tak stala i sanace průsakových cest pod tělesem sruženého objektu v jeho skalním podloží pomocí těsničí injekční clony.

Velký rybník nebo též Velký Dokeský rybník všeobecně známý jako Máchovo jezero je největším rybníkem v Libereckém kraji a osmým největším v České republice. Byl založen ve 14. století králem Karlem IV. Jeho rozloha je 284 ha a dosahuje hloubky až 12 m. Máchovo jezero je tedy průtočné a je napájeno z povodí Robečského a Břehyňského potoka. V současné době je využíváno především k rekreaci včetně sezónní veřejné osobní lodní dopravy, dále k chovu ryb, k protipovodňové ochraně níže ležícího území podél toku Robečského potoka a je

zároveň součástí významného chráněného území. Rybníční hráz je vysoká 9,4 m, délka v koruně je 130 m, objem zadržené vody je 6,312 mil. m³ a délka vzdutí činní úctyhodných 3,1 km. Součástí hráze, která se nachází v katastru území Doksy-Staré Splavy (letního rekreačního střediska), je sružený objekt, který plní jednak funkci bezpečnostního přelivu, jednak potrubní výpusti včetně manipulačního domku. Technický stav tohoto objektu, naposledy opravovaného v roce 1972, byl již delší dobu neuspokojivý, to se projevovalo především průsaky u kašnového bezpečnostního přelivu. V roce 2012 byl zde proveden podrobný stavebnětechnický průzkum. Jako příčina průsaků u kašnového přelivu byly označeny pukliny v pískovcovém podloží sruženého objektu, a zdrojem průsaků byla tedy voda v jezerní nádrži. Proto došlo na přelomu let 2014 a 2015 k jeho celkové rekonstrukci. Vzhledem k zjištěným skutečnostem se součástí rekonstrukčních prací stala sanace průsakových cest pod tělesem sruženého objektu v jeho skalním podloží pomocí těsničí injekční clony.

Zakládání staveb, a. s., bylo ve výběrovém řízení vybráno jako dodavatel těchto geotechnických sanačních prací, které byly provedeny během zimní odstávky vodního díla (snížení vodní hladiny na minimální možnou úroveň).

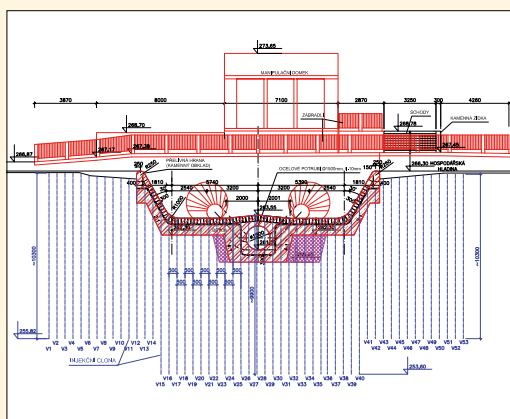
Technické řešení injekční clony

Geologické prostředí v místě injekční clony je tvořeno pískovcem, který je poměrně měkký, místy nesoudržný a rozpadavý. Byl předpoklad, že v tomto pískovci se nacházejí vodorovné vrstvy písku a kompaktního pískovce – tato skutečnost byla potvrzena následnou realizací těsničí injektáže a výrazně ovlivnila navržený technologický postup injekčních prací.

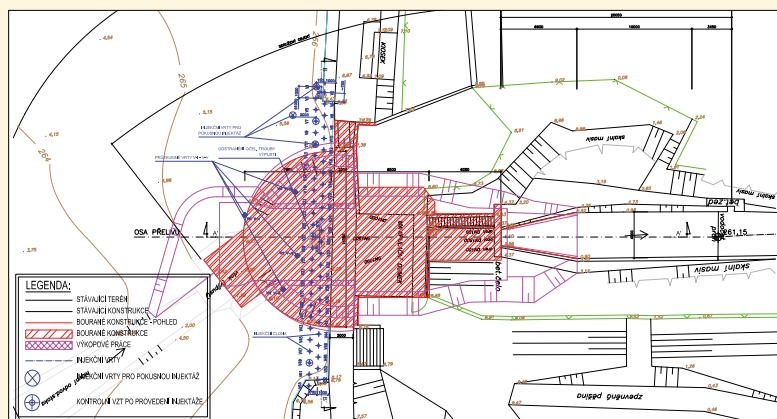
Pro dotěsnění skalního podloží byla navržena dvojitá těsničí clona realizovaná technologií klasické horninové injektáže (nevystrojený stabilní injekční vrt), a to ve dvou pořadích (I. = vrtů V1, V3, V5 až V52 a II. = vrtů V2, V4, V6 až V53). Před realizací injekční clony byla provedena pokusná injektáž na 3 ks injekčních vrtů (2 ks systémové a 1 ks nesystémový). Jejich součástí měla být



Průsaky vody zdířem kašnového přelivu



Podélný řez injekční clonou



Půdorys sdruženého objektu s vyznačenou injekční clonou

realizace VTZ (vodních tlakových zkoušek) na všech injekčních etážích před injektáží i po ní, tzn. po dokončení injektáže a dostatečném vytvrnutí injekčních směsí měly být vrty opět převrtány. Vrtné práce pro pokusnou injektáž byly zahájeny koncem října 2014. Při hloubení vrtů průměru 75 mm byl nejprve použit vzduchový výplach, který se neosvědčil – docházelo k průběžnému zavalování vrtů pískem. Proto byl následně nahrazen vodním výplachem a vrty pro pokusnou injektáž byly takto celkem bezproblémově dokončeny. Druhý den po odvrtání požadovaných 3 ks zkušebních vrtů měly být provedeny VTZ. Ukázalo se však, že vrty byly do druhého dne zaneseny pískem a nebylo možné do nich osadit obturátor pro realizaci VTZ. Tato skutečnost zapříčiněná výskytem předpokládaných vodorovných vrstev písku v pískovcových blocích vedla ke změně technologického postupu těsnicí injektáže. Následně byly odvrtány ještě dva systémové injekční vrty a ihned po jejich dokončení do nich osazeny manžetové injekční trubky. Trubky byly osazeny bez závluky a v jejich ústí byly z konopného provazce

nasyceného cementovou směsí zhotoveny těsnicí ucpávky. Manžety na injekčních trubkách byly v celé délce vrtu a ve vzájemné vzdálenosti 0,5 m. Na takto vystrojených vrtech byly již celkem bez problémů pomocí obturátoru osazeného do průběžné manžetové trubky provedeny požadované VTZ a následně zkušební injektáž. Výsledky VTZ a zkušební injektáže po jejich vyhodnocení potvrdily oprávněnost návrhu realizace injekčních prací v podloží sdruženého objektu. Takto upravený technologický postup byl po schválení projektantem a investorem použit pro následnou realizaci celé těsnicí injekční clony.

Realizace injekčních prací

Práce byly zahájeny po zkušební injektáží koncem října 2014 a průběžně pokračovaly až do půlky ledna 2015. Vrty pro injektáž byly provedeny malou vrtnou soupravou MSV 741/20 (hmotnosti cca 3 t). Aby byl umožněn plynulý pohyb vrtné soupravy v celé délce injekční clony, byla přes částečně ubouraný kašnový přeliv zhotovena mohutná pracovní plošina. Po změně technologického

postupu injekčních prací, tedy vystrojení vrtů průběžnou manžetovou trubkou, probíhaly vrtné i injekční práce téměř bezproblémově. Nejprve byla kompletně provedena první řada injekční clony směrem do jezera, po jejím dokončení pak následně druhá řada směrem k hrázi. Vrty v obou řadách byly odvrtány i zainjektovány nejprve ob jeden vrt a po dokončení injektáže zahuštěny na konečnou požadovanou rozteč.

Po dokončení injekčních prací byly provedeny 3 ks kontrolních vrtů a VTZ v celé jejich délce. Ve všech etážích bylo dosaženo požadovaného kritéria propustnosti proinjektovaného prostředí, a to spotřeby vody maximálně 0,5 l/min/m² vrtu při konstantním tlaku vody 0,3 MPa.

Výměry provedených prací

Maloprofilový vrt o průměru do 93 mm: 655 m²
 Injekční PVC manžetové trubky: 655 m²
 Proinjektovaný prostor injekční clony: 543 m³

Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.
 Foto: Libor Štěrba a Ing. Martin Čejka



Hloubení injekčních vrtů z pracovní plošiny v místě částečně ubouraného kašnového přelivu



Pohled na pracoviště ze dna Máchova jezera

Mácha's Lake – sealing curtain in place of composite object

In 2014 we started a total renovation of the composite object with a security fountain spillway at the dam of Mácha's Lake. The spillway has had a significant leaks for a long period, subsidized from the cracks in the sandstone bedrock. Part of the reconstruction work has become even remediation seepage paths under the body of composite object in the bedrock by a sealing grout curtain.



PILOTY CFA PRO MODERNIZACI A ROZŠÍŘENÍ SJEZDŮ A NADJEZDŮ MOSTU PŘES ŘEKU WISLU VE VARŠAVĚ

V letech 2013–2015 se společnost Zakládání staveb, a. s., podílela na rozsáhlé rekonstrukci mostu generála Stefana Grota Roweckiego ve Varšavě a dvou navazujících velkých dopravních uzlů. Práce speciálního zakládání spočívaly v největší míře v provádění pilot CFA a byly obtížné především kvůli množství přesunů a intenzivní dopravě na této nejvytíženější varšavské komunikaci. Celkem zde bylo provedeno přes 13 km pilot.

Most generála Stefana Grota Roweckiego spojuje dvě významné komunikace Varšavy – ul. Modlińską v severní části města s Gdynským nábřežím v jižní části a zároveň je pokračováním ulice Národní armády, která je jednou z nejdůležitějších dopravních tras města. Přes most projíždí polovina obyvatel města do práce a domů; Varšava má asi 1,75 mil. obyvatel a s přílehlými aglomeracemi je to asi 3,0 mil. lidí.

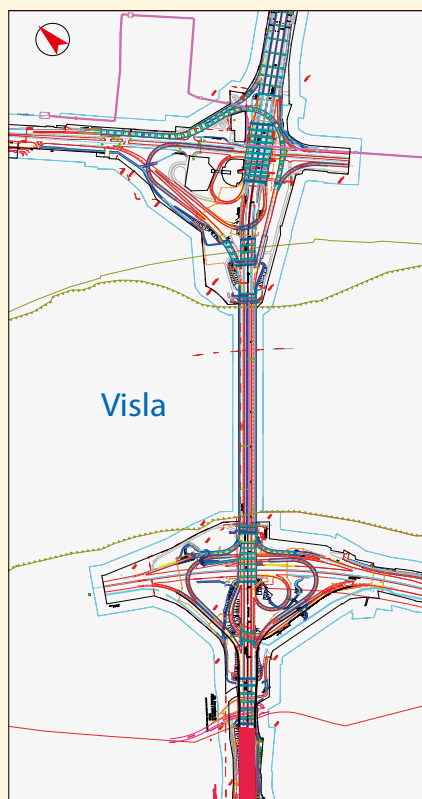
V roce 2013 získala firma Metrostav, a. s., významnou zakázku na rekonstrukci a modernizaci části ul. Národní armády, včetně výstavby protihlukového zastřešení, a kompletní rekonstrukci mostu gen. Roweckiego, včetně všech jeho sjezdů a nadjezdů. Na severní straně se jednalo o dopravní uzel u třídy Modlińska, na jižní straně pak o křížení s třídou Gdynské nábřeží. Vzhledem k požadavku investora na co nejmenší omezení provozu této dopravní tepny během výstavby byla realizace rozdělena na dvě etapy. V první etapě byla rozšířena a vybudována východní strana mostu a k ní přílehlé sjezdy a nadjezdy, zatímco na západní straně starého mostu byla vedena doprava.

Druhá etapa výstavby – západní strana mostu s přílehlými sjezdy a nadjezdy – začala po přeložení dopravy na již nově vybudovanou východní stranu mostu. Společnost Zakládání staveb, a. s., prováděla na této stavbě pažení všech (převážně provizorních) stavebních jam štetovnicemi a nové založení sjezdů a nadjezdů mostu. Založení nových rozšířených komunikací bylo provedeno převážně na pilotách vrtaných metodou CFA průměru 600 a 900 mm, v menší míře byly použity klasické piloty vrtané, pažené, o průměrech 640, 880 a 1180 mm.

Realizace

V celém zájmovém prostoru okolo řeky Wisly se vyskytují jemnozrné písky, od úrovně hladiny řeky zvodnělé. Charakteristickým znakem tohoto materiálu je jeho mimořádná schopnost přijímat do sebe vodu, přičemž dojde k jeho ztekucení. Práce speciálního zakládání jsou v tomto prostředí velmi složité – při vrtání klasických vrtaných pilot je nutné provádět tzv. balastování (zatápění vrtu vodou pro dosažení přetlaku a tím zamezení vtékání materiálu dnem vrtu). V tomto konkrétním území bylo

balastování komplikováno tím, že docházelo k okamžitému odtékání vody z vrtu až na úroveň hladiny řeky Wisly. Nedařilo se nám tak vytvářet dostatečný přetlak na dno vrtu. Naproti tomu při vrtání pilot CFA docházelo v některých typech písků k dramatickému „odvodnění“ betonu a následným potížím s vibrováním armokoše do piloty. Projektantem nového založení rekonstruovaných objektů byly navrženy v naprosté většině piloty vrtané metodou CFA (provádění vrtu průběžným šnekem, betonáž ode dna se současným vytáčením šneku a následným zavibrováním armokoše). Pouze v několika případech, kde nebylo možné použít piloty CFA, byly navrženy klasické vrtané piloty. Jednalo se především o nadjezd ul. Národní armády, kde nebyl mezi stávajícími komunikacemi dostatek místa pro umístění více pilot menšího průměru a bylo zde možné provést pouze jednu pilotu prům. 1180 mm. Provádění prací v této části stavby bylo skutečně velmi nestandardní. Nástupy na jednotlivé pilíře (3–4 piloty prům. 1180 mm) nebyly možné za sebou, ale vždy byly s přestávkami. V případě uzavření této komunikace v rozsahu



Složité rekonstruované dopravní uzly na obou stranách mostu gen. Roweckiego

potřebném pro bezpečné provedení prací by zde došlo k takovému dopravnímu kolapsu, který nebyl pro město akceptovatelný. Došlo tedy vždy pouze k uzavření jednoho jízdního pruhu, ostatní pruhy zůstaly v běžném režimu. Při vjíždění domíchávače do uzavěry, nakládky kontejneru s výkopkem, přejezdu nakladače atd., bylo nutno krátkodobě zastavit další

jízdní pruh. Veškerý materiál pro provádění prací bylo nutné do této uzavěrky dopravit a uložit najednou, po provedení 4–5 pilot pak vše odstěhovat, odvést panely určené pro pojezd vrtné soupravy, zamést písek z komunikace, posunout dopravní značení. Ráno pak mohl v tomto prostoru pokračovat běžný provoz. Je nutné konstatovat, že úroveň tolerance a pochopení ze strany řidičů vysoce překračovala úroveň chování řidičů například v Praze. Asi nejtěžší výzva této stavby spočívala v nutnosti provádění velkého množství přesunů po staveništi. Po demolici jednotlivých částí nájezdů a demolici jednotlivých základových patek došlo k odkopání a zaměření původních pilot. Po provedení statické zkoušky (vždy na jedné pilotě na základový pilíř) byla projektantem upravena délka a počet dodatečných pilot CFA. Na všech sjezdech docházelo i k rozšíření komunikace, proto bylo nutno na každém pilíři provést vždy alespoň dodatkové piloty pro toto rozšíření. Podle výsledků statické zkoušky případně docházelo k zahušťování původních pilot dle zatížení a únosnosti původních pilot. Po provedení statické zkoušky se prostor pilíře zasypal a z takto připravené pracovní plošiny se prováděly nové piloty CFA. Tyto výše uvedené práce probíhaly najednou po celém staveništi, na obou březích řeky současně. Bylo tedy nutné přejíždět s vrtnou soupravou mezi některými stále funkčními sjezdy k postupně připravovaným a předávaným objektům. Vlivem různých příčin, především kolizím se stávajícími inženýrskými sítěmi, docházelo často ke zpožděním a změnám v harmonogramu postupu prací. Důsledkem

těchto změn byla nutnost vrtnou soupravu (ve zhruba týdenních intervalech) demontovat, převést často trailerem o 500 m na jiný objekt nebo alespoň změnit průměr průběžného šneku atp. Přesuny bylo nutno realizovat často jen pro 15 pilot na jednom pilíři a opět bylo nutné demontovat atd.

Náš objednatel zde bohužel trval na nástupech na připravené objekty dle svého, stále upravovaného harmonogramu prací, často bez ohledu na naše požadavky na plynulý postup prací. Pro nás to znamenalo nejen velké ztráty času při demontážích a přesunech, ale i značné finanční náklady za tyto transporty. Piloty CFA prováděné na této stavbě byly převážně délek od 10 do 13 metrů a průměru 600 a 900 mm. Tyto průměry a délky byly pro použitou vrtnou soupravu BG 18 v podstatě maximální, především piloty průměru 900 mm. Armokoše předepsané projektantem založení byly oproti zvyklostem u pilot CFA nezvykle dlouhé – běžně dosahovaly délek pilot, tedy až 12 m! Hustota závitů spirály také překračovala standardní zvyklosti. Zavibrování takového armokoše nebylo jednoduché, avšak po počátečních obtížích, úpravě betonu a dopracování konstrukce vibrátoru se nám dařilo i takové armokoše bez větších potíží zavibrovat dle požadavků projektu. Práce speciálního zakládání na stavbě mostu Stefana Grota Roweckiego byly organizačně velmi náročné, komplikované velkým množstvím přesunů, prováděné za mimořádně intenzivního dopravního provozu. Přes tyto obtíže byly však veškeré konstrukce prováděné společností Zakládání staveb, a. s., odevzdány v požadované kvalitě ke spokojenosti investora.

Výměry provedených prací
Celkem pilot: 13 634 m / 1183 ks
Objemy betonu: 4893 m³
Doba provádění:
I. etapa: 21. 11. 2013 až 18. 2. 2014
II. etapa: 7. 8. 2014 až 15. 1. 2015

Údaje o stavbě
Investor: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Generální dodavatel: Metrostav, a. s.
Projektant: Transprojekt-Warszawa, Sp z o. o.
Práce speciálního zakládání:
Zakládání staveb, a. s.

Jan Králík, Zakládání staveb, a. s.
Foto: Antonín Gottvald, Zakládání staveb, a. s.



Rozšíření jednoho pilíře nájezdové rampy mostu gen. Roweckiego CFA pilotami

CFA piles for the modernization and expansion of exits and overpasses bridge over the river Wisla in Warsaw

In the years 2013–2015, the company Zakládání staveb, Inc., participated in the extensive reconstruction of the General Stefan Grota Rowecki bridge in Warsaw and two successive major transportation hubs. Works of special foundations mostly consisted of the implementation of CFA piles and were especially difficult because of the number of machinery relocations and the intensive traffic on the busiest Warsaw communication. In total there were carried out over 13 km of piles.