

ZAKLÁDÁNÍ

časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

1/2019

ročník XXXI



- **NOVÁ TOČNA PRO REKONSTRUOVANOU BUDOVU STÁTNÍ OPERY V PRAZE**
- **PODCHYCNÍ ZÁKLADŮ BUDOVY ELEKTRICKÝCH PODNIKŮ V PRAZE**
- **PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA OLMOUCE, ETAPA II. B**
- **STABILIZAČNÍ OPATŘENÍ PŘÍSTAVIŠTĚ NA JEZEŘE MOST**





OBSAH

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 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. 22, foto Libor Štěrba

Překlady anotací:

autoři,

Ing. Kristina Kadlecíková,

RNDr. Ivan Beneš

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

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

Ročník XXXI

1/2019

27. 6. 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 – 23. část

2

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

AKTUALITY

Zahájena oprava ledolamů před Karlovým mostem v Praze

7

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

ZE ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ

Podzemní stěny zhotovené technologií Deep Soil Mixing v jemnozrnných zeminách

8

S použitím článku kolektivu autorů „Deep Soil Mixing Walls

for Warren Avenue Grade Separation“, Deep Foundations Mar/Apr 2019

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

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Stabilizační opatření přístaviště na jezeře Most

11

Petr Mulač, Rescue Diving, a Martin Kapoun, Zakládání staveb, a. s.

OBČANSKÉ STAVBY

Rekonstrukce budovy Elektrických podniků hl. m. Prahy

14

Ing. arch. Marek Tichý, TaK Architects, s. r. o.

Technické řešení podchycení stávajících základů budovy

Elektrických podniků hlubinným založením na mikropilotách

17

S využitím technické zprávy projektanta Ing. Pavla Průchy, FG Consult, s. r. o.,

a s přispěním stavbyvedoucího Vladimíra Malého napsal Ing. Michael Remeš,

Zakládání staveb, a. s.

Rekonstrukce budovy Státní opery v Praze s novou točnou jeviště

22

Michal Talián, HOCHTIEF CZ

Návrh zajištění stavební jámy pro novou točnu

24

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

Realizace stavební jámy pro novou točnu

26

František Šedivý, Zakládání Group, a. s.

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Protipovodňová ochrana města Olomouce

a práce speciálního zakládání na etapě II. B

28

Ing. Tomáš Machač a kol., za projektanta realizační dokumentace

SWECO Hydroprojekt, a. s., divize Morava

Poznámky k provádění prací speciálního zakládání

33

Ing. Jiří Ludvíček, Zakládání staveb, a. s.

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 23. ČÁST

Touto částí našeho seriálu uzavíráme přehled dějinného vývoje technologií a metod speciálního zakládání. Nyní zaznamenáme průběh vývoje ve velmi speciální oblasti zlepšení základové půdy sanací jejího znečištění. Ačkoli se tyto technologie uplatňují v celé rozsáhlé oblasti ochrany životního prostředí a odstraňování následků jeho poškození jen v menší části, jsou významné a v některých případech nezastupitelné. V dalším díle pak celý seriál zasadíme do souhrnného širšího přehledu dějinných souvislostí a vztahů rozvoje civilizace a techniky.

Sanace znečištění základové půdy

Historické počátky

Tato specifická oblast uplatnění technologií speciálního zakládání je navýsost interdisciplinárním oborem s průnikem mnoha jiných profesí. Zabývá se problémy s kontaminací zemního nebo horninového prostředí, podzemní vody a půdního vzduchu vlivem průmyslové činnosti či odpady. Ty začaly celosvětově vycházet najevo v polovině 20. století a vedly ke vzniku **environmentalismu**, vlivného politicko-ekonomického směru. Průkopníkem aktivit ochrany životního prostředí byly v té době USA, jelikož tam nebyly uvedené problémy zastíněny poválečnou devastací, jako tomu bylo v jiných zemích. Od počátku 60. let se pak veřejné mínění velmi silně aktivizovalo po velkých případech znečištění oceánu ropnými látkami po haváriích, řek i zemědělské půdy chemikáliemi a ovzduší průmyslovými exhalacemi. Velmi symbolické se staly požáry na řece Cuyahoga u Clevelandu ve státě Ohio, nejvíce znečištěné ropnými odpady, které se několikrát opakovaly již od roku 1868. Obrázky největšího požáru této „Hořící řeky“ z roku 1952 se staly mytickým znakem nového environmentalistického hnutí (obr. 1).

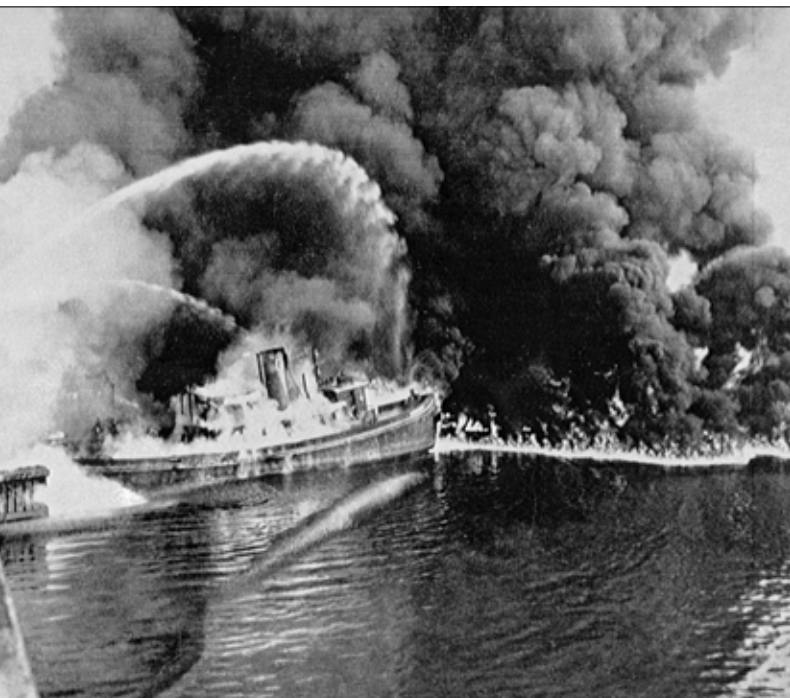
Tyto aktivity významně ovlivňoval od roku 1965 kalifornský chemik James Lovelock svou formulací polonáboženské geosférické **teorie Gaia**. Jeho knihy se staly světovými bestsellery. Zpočátku se tyto ekologické myšlenky šířily v hnutí hippies, ale brzy se jich zmocnily americké antikapitalistické organizace a převedly je na vlivnou politickou ideologii nastupujícího globálního hnutí za čistou planetu. Pod tímto tlakem pak založila vláda prezidenta Nixona v prosinci 1970 agenturu pro ochranu životního prostředí EPA, která se stala vzorem pro vznikající obdobná ministerstva v mnoha dalších zemích. Následovala řada dalších speciálních environmentálních zákonů, zejména odpadový zákon v roce 1976. Ten shrnul předchozí aktivity, vyjádřené například již velmi časně směrnicí pro výstavbu skládek ASCE z roku 1959. Nakonec byl v roce 1980 ustanoven i tzv. Superfund, který zmocnil EPA rozhodováním i financemi k ošetřování případů kontaminovaných území a stal se tak hlavním iniciátorem vývoje sanačních metod.

Evropa se v environmentálních aktivitách poněkud opozdila, jelikož byla soustředěna na poválečnou obnovu. Avšak v roce 1968 se zapojila do globálních aktivit ustavením tzv. **Římského klubu**, ve kterém se sdružily vůdčí postavy tohoto usilování z různých

zemí světa. Následná bližší spolupráce evropských zemí se již projevila vydáním směrnice Rady EEC o odpadech v roce 1975.

K celosvětovému rozběhu trendu sanací znečištění značně přispěl i proslulý případ environmentální havárie z Evropy. V roce 1980 se jím stalo široce publikované znečištění pod nízozemským sídlištěm Lekkerkerk. Deset let před výstavbou obytných domů bylo na tomto území zahrabáno do násypů podzákladů cca 1600 barelů s chemickými odpady. Organické škodliviny se začaly uvolňovat na povrch do obydlené zástavby a úniky vysoce překračovaly hygienické limity. Řešení problému bylo ovšem extrémně nákladné – spočívalo v obtížném odtěžení přes 100 000 m³ kontaminované zeminy mezi základovými pilotami pod domy a v její likvidaci ex-situ ve spalovně (obr. 2). Tehdy přišla tato nezbytná cesta úplné dekontaminace na 65 mil. USD a vedla k nasměrování sanací na hledání pravidel a měřítek ještě hygienicky přijatelných limitů zůstatkového znečištění.

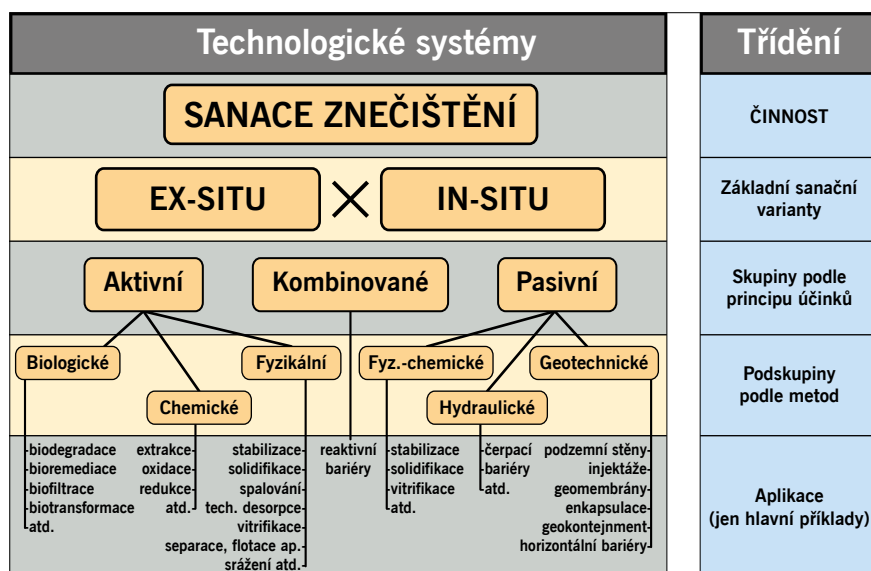
V období 60. let bylo v různých zemích odhalováno mnoho podobných problémů, a proto v 70. letech přirozeně začíná vývoj prvních sanačních metod. Tehdy se rozběhlo intenzivní hledání a vývoj sanačních cest naplno a do konce 20. stol. již byla nabízená paleta metod



Obr. 1: Ikonický obrázek hořící vrstvy ropných odpadů na řece Cuyahoga v americkém Ohio v roce 1952 (internet)



Obr. 2: Odtěžování kontaminované zeminy pod stojícími domy v sídlišti Lekkerkerk v Nizozemsku v roce 1980, následně přepravované k likvidaci ex-situ ve spalovně (XI. ICSMFE 1985)



Obr. 3: Tabulka zjednodušeného přehledu a utřídění sanačních variant a jejich technologických systémů na konci 20. stol.

téměř nepřehledná. Jejich roztržidění se dá zachytit v diagramu podle metodiky používané v seriálu jen velmi zjednodušeně (obr. 3). Ve variantách sanačních zásahů se běžně kombinovaly metody a technologie ošetření **ex-situ**, tedy s odtěžením a odvezením na zvláštní místo dekontaminace nebo likvidace polutantu, s metodami **in-situ**, tedy s ošetřením daného prostředí v jeho přirozeném stavu na místě. Často se jinak a intenzivněji ošetřovalo ohnisko kontaminace, tzv. **hot-spot**, a jinak zbylé zasažené území. Obecně se také dá říci, že americké metody byly spíše robustnější, zaměřené v širším spektru na velké objemy při nižších požadavcích na kvalitu výsledku. Zatímco evropské metody byly více propracované a sofistikovanější, soustředěné na ty nejefektivnější způsoby zásahu a při přísnějších limitech zbytkového znečištění.

Rozmach, útlum a ustálení

Situace ve světě

Přestože již na počátku vzestupu sanací ukázaly finanční rozborů, že varianty geotechnické pasivní izolace znečištění by uspořily až 9/10 nákladů na sanační zásahy, začaly převládat radikální snahy o dosažení totálního vyčištění bez ohledu na výslednou cenu. Na samotném začátku 90. let se zdálo, že má před sebou tento zcela nový obor obrovskou budoucnost rozvoje a že bude pro sanační firmy „zlatým dolem“. Ty také rostly jako houby po dešti. Optimistický přehled

odhadu potřeb sanací z roku 1992 uváděl, jen v hlavních rozvinutých zemích, budoucí objem trhu v celkové výši 887 mld. USD (obr. 4). Pro srovnání přitom uvedme, že v tomto roce bylo stavebnictví postiženo poklesem a souhrn všech nových kontraktů 225 největších mezinárodních stavebních firem činil celkově pouze 146,5 mld. USD. Tato skutečnost také přispěla k diverzifikaci nabídek – z dosavadního segmentu prací orientovaného převážně jen na budování skládek i do trhu sanací, a tím k jeho rychlému „přehřátí“. Během dvaceti let však byly úspěšně provedeny tisíce sanací starých ekologických zátěží, a to především v těch největších, rozvinutých zemích, takže bylo dosaženo výrazné pozitivní změny v celkové situaci znečištění životního prostředí.

Již před koncem století ale přišly první celosvětové signály o dramatickém omezení finančních zdrojů pro další nápravy starého znečištění. Relativní ekonomická stagnace rozvinutých zemí neumožnila již dál uvolňovat finance na výdaje pro odstraňování dřívějších škod, které nijak podstatně nepřispívaly k produkci příjmů. Peníze na splácení starých

a ututlaných vnitřních dluhů společnosti došly. Původní velkorysý záměr přetvořit všechna kontaminovaná území na nová „greenfields“ se tak v 21. století změnil na kompromis – omezit existující ohrožení na úroveň přijatelnou pro účely jejich využití jako specifická „**brown-fields**“. Začala se také více zkoumat možnost **atenuace**, tj. samovolného odbourání znečištění. Smrštění trhu ovšem přivedlo ryze sanační firmy k daleko intenzivnějšímu boji o uplatnění jejich dříve pořízených technologií. Po velkém rozkolísání se trh nakonec usadil a stabilizoval, pokračoval ovšem na mnohem nižší nežli dříve očekávané úrovni objemu prací.

Situace v ČR

U nás byl přijat první zákon o odpadech až po změně režimu v roce 1991. Stal se pak zásadním dokumentem pro sanace starých zátěží spolu s privatizačním zákonem, který stanovil závazek státu k odstranění starého znečištění. Sanace starých zátěží byly následně organizovány Fondem národního majetku (FNM). Z předchozí doby „reálného socialismu“ existovaly v tuzemsku velmi těžké zátěže z nedbalé průmyslové činnosti, jako byly široce známé laguny odpadů Ostramo uprostřed sídliště v Ostravě nebo dioxinové haly v Neratovicích, opuštěné v okamžiku, kdy zemřeli první lidé z provozu. Z dalších lze jmenovat chemickou skládku velmi nebezpečných odpadů Chabařovice apod. Vyskytovaly se také dnes již neuvěřitelné případy, kdy byly bezohledně promíchány všemožné komunální odpady od kohokoli do stávající nijak nezajištěné a nebezpečné průmyslové skládky z dřívější doby. Jako například ve Skalně u Chebu (obr. 5). Sanace narážely na různé technické problémy, přesto však vcelku úspěšně běžely. Postupně se ale začaly objevovat pochybnosti o zadávání

ZEMĚ	POČET LOKALIT	ODHAD NÁKLADŮ (mld. USD)
USA	329 950	752
Německo	137 585	83
Nizozemsko	110 000	25
Velká Británie	75 000	20
Česko	20 000	7

Obr. 4: Tabulka odhadu počtu lokalit a nákladů na sanace starých zátěží v hlavních rozvinutých zemích a ČR v roce 1992 (J. Ř.)



Obr. 5: Laguna směsi odpadů v dehtovém ložisku divoké skládky o celkové ploše cca 1 ha ve Skalně u Chebu v době těsně před sanačním zásahem v roce 1997 (Soletanche ČR)

a řízení těchto prací, jež vyvrcholily v roce 2011 zejména v souvislosti s několikanásobným navýšením ceny zakázky sanace areálu Škoda Plzeň. Následně byl také zrušen připravovaný obří Ekotendr, jehož náklady se odhadovaly na 110 mld. Kč a který měl sloužit všem sanacím ekologických zátěží v ČR. Provádění sanací se poté dále utlumilo.

V dalším textu se soustředíme pouze na varianty sanačních cest in-situ, které využívají technologie speciálního zakládání. Jde obecně o metody:

- pasivní – trvalá izolace, imobilizace a enkapsulace (tj. úplné uzavření) znečištění geotechnickými bariérami,
- aktivní – okamžité podrobení polutantů biologickým, chemickým, fyzikálním a podobným smíšeným reakcím,
- kombinované – speciálním způsobem spojující výhody předchozích metod.

Pasivní metody

Historickým předchůdcem pasivních bariér byly již v první polovině 20. století zřizované klasické hydraulické bariéry, které zabráňovaly šíření znečištění čerpáním podzemní vody ze sítě vrtů okolo zdroje. Budovaly se obvykle okolo ropných rafinérií a podobných průmyslových podniků. Udržování těchto bariér v provozu však bylo velmi nákladné, a proto bylo hledáno principiálně jiné řešení. Na našem území byla tato bariéra využívána v mimořádném rozsahu od roku 1977 při uranové těžbě loužením in-situ v lokalitě Stráž pod Ralskem (4. část seriálu). Pasivní enkapsulační metody byly zpočátku založeny na zřizování poměrně jednoduchých vertikálních bariér z podzemních těsnicích stěn (12. část seriálu) pro zamezení dalšího šíření znečištění. To bylo ovšem možné jen při existenci dostatečně nepropustného podloží pod ložiskem kontaminace, tzv. kompetentního. Jednalo se v podstatě o novou aplikaci již užívaných vodotěsných clon na vodních dílech. Jednou z prvních takových akcí byla podzemní jílocementová clona o hloubce 10,5 m kolem hliníkárn v alsaském Biesheimu, vybudovaná firmou Soletanche v roce 1965. V tuzemsku byla první bariéra proti znečištění zřízena v roce 1973 v chemičce Semtín tehdejší závodem 07 o. p. Vodních staveb. Speciální výplň z jílobetonu a přísad byla navržena na chemickou agresivitu (kyselost) pH 1,12. Postupem času byly enkapsulace doplňovány i svrchní vodorovnou bariérou zakrytí ložiska znečištění, která byla vlastně verzí zřizování spodní těsnicí bariéry pod novou skládkou odpadů. Jeden z prvních projektů tohoto druhu provedla opět firma Soletanche



Obr. 6: Odtěžování ložiska dehtových odpadů a postupná stabilizace zbytků speciální solidifikační směsí in-situ při sanaci skládky firmy Kema Skalná v roce 1997 (Soletanche ČR)

ve spolupráci s EPA v americkém státě Utah ve městě Salt Lake City při sanaci staré skládky ropných odpadů Rose Park v roce 1983. U nás byla tímto způsobem zajištěna toxická skládka odpadů Spolana Neratovice v roce 1995, přičemž zakrytí staré skládky posloužilo zároveň jako spodní bariéra nové skládky odpadů, zřízené zde podnikem Vodní stavby.

Jinou z enkapsulačních metod byla tzv. imobilizace znečištění solidifikací in-situ technologiemi injektáží nebo soil-mixingu. Prvním velkým příkladem je injektážní enkapsulace zamoření podzáklad stávající výrobní haly chlorovanými rozpouštědly v japonské Ósace, které za provozu továrny provedla firma Soletanche v roce 1989. V tuzemsku byl podobný injektážní postup použit poprvé místní pobočkou stejné firmy v roce 1994 při imobilizaci znečištění etylenglykolem pod letištní plochou v Ruzyni, tehdy jen za mírného omezení provozu v noci. V USA dosáhla

v roce 1988 firma Geo-Con značný pokrok ve stabilizaci znečištění in-situ metodou mělkého velkopřůměrového soil-mixingu (SSM). V dalším vývoji byly enkapsulační metody víc a víc kombinovány nejen mezi sebou, ale i s aktivními metodami při zacílení na zbudování výsledného trvalého **geo-kontejmentu** s minimálním zbytkovým rizikem. V tuzemsku byl prvním takovým komplexním příkladem projekt sanace divoké skládky s nebezpečným odpadem firmy Kema Skalná, provedený firmou Soletanche ČR v roce 1997. Byla zde zřízena vnější enkapsulace, složená z vertikální bariéry podzemních stěn ze speciální těsnicí směsí (12. část seriálu) a z vrchní kompozitní bariéry ze souvrství na bázi jílového těsnění. Kromě toho byla též provedena v tělese skládky i vnitřní enkapsulace ložiska nebezpečných dehtových odpadů. Vnitřní oddělovací vertikální bariéra byla v bloku odpadů provedena tryskovou injektáží. Po vytěžení

dehtů a odsunu k likvidaci ex-situ bylo zbytkové znečištění ošetřeno solidifikací in-situ speciální směsí (obr. 6). Poté byl nad stabilizovaným ložiskem zřízen roznášecí vnitřní příkrov ze speciálního těsnicího a vylehčeného betonu vyztuženého geomříží. V další fázi rozvoje enkapsulací byly pro případy nedostatečně vhodného horninového prostředí pod ložiskem vyhledávány i metody jeho zlepšení. Dokonce byla různými metodami speciálního zakládání nebo podzemních prací realizována kompletní nová bariéra. To je však již specifikum předsahující záměr tohoto seriálu.

Aktivní metody

Z hlediska uplatnění technologií speciálního zakládání nás v tomto seriálu zajímají metody in-situ, kde se vyžadovala instalace reakčních



Obr. 7: Dekontaminační stanice firmy Bauer pro odstraňování chlorovaných uhlovodíků stripováním a filtrací při klasické metodě pump-and-treat v roce 1987 na pozemku farmaceutické továrny v Badensku-Württembersku (Bauer)



Obr. 9: Vibrationální zařízení pro metodu parního stripování polutantů, použitou prvně v roce 1984 v Nizozemsku firmou Heidemij (XI. ICSMFE 1985)

médií pomocí vrtů nebo podobných geotechnických prostředků. Nebudeme se tedy zabývat klasickou, nejčastěji používanou metodou **čištění odčerpávané kontaminované vody** ze studní ve zvláštních povrchových stanicích (pump-and-treat). I když některé firmy oboru specializované na zakládání se dobře prosadily i v této oblasti (obr. 7).

Jen zcela okrajově zmiňujeme pro úplnost velmi rozsáhlou oblast sanací ex-situ, kdy je nutno nejprve kontaminované zeminy vytěžit a pak podrobit ošetření na deponii nebo po odvozu na jiné zvláštní místo. Jedná se zejména o rozličné postupy **bio-remediacce nebo praní zemin a pěnové flotace, termického ošetření** apod. Ty vyžadovaly mnohdy velmi speciální technologická zařízení z jiných oborů (obr. 8).

Ke spolupráci s oborem speciálního zakládání docházelo zpočátku rozvoje sanačních metod jen omezeně, a to u zásahů in-situ. Bylo to například při sanacích zóny vodou nenasycené zeminy u metod intenzivního **provětrávání s biopřísadami (air-sparging a bio-venting), parního stripování, vakuové extrakce** apod. (obr. 9).

Ve zvodněném prostředí se jednalo o metodu **hydro- nebo pneu-štěpení**. Podstatným vývojovým krokem v takové kooperaci byla kombinace velkopřůměrového **soil-mixingu se současným chemickým ošetřením** a odsáváním zplodin, zavedená v roce 1990 v USA původně firmou Geo-Con. Tato metoda se tam poté stala rozsáhle využívanou (obr. 10).



Obr. 10: Souprava pro metodu soil-mixing s chemickým ošetřením, používaná podle patentu firmy Geo-Con v USA v roce 2011 (Geo-Solutions)



Obr. 8: Typické mobilní zařízení pro dekontaminaci vytěžené zeminy termální extrakcí do 300 °C, používané nizozemskou firmou Ecotechniek na počátku 80. let (XI. ICSMFE 1985)

Kombinované metody

Průlomem v kombinaci aktivní a pasivní varianty sanací bylo objevení metody **prostupné reaktivní bariéry (PRB)** v roce 1991 v Kanadě. V té době již byla známa řada výzkumů o přirozené reaktivnosti různých materiálů, jako například nula-mocného železa, s chlorovanými uhlovodíky a jinými častými polutanty. Na znečištěné lokalitě vojenské základny Borden v Ontariu zbudovali výzkumníci univerzity Waterloo prostou zkušební rýhu vyplněnou tímto reaktivem a nechali na něj působit prosakující proud kontaminované podzemní vody. Tento pokus prokázal platnost dosavadních teorií a odstartoval další prudký rozvoj nové metody. Patenty výzkumníků převzala americká EPA do svých zaváděcích technologických programů a brzy se připojily i další firmy. Hledaly se jak vhodné



Obr. 11: Instalace prefabrikovaného třístupňového reaktoru z nerezové oceli do připravené rýhy v místě brány mezi vertikálními bariérami ze štětovnic při sanaci v belgickém Zwevegemu v roce 2002 (Soletanche-Bachy)

látky reaktivů, tak zejména technická řešení těchto bariér a jejich nejvýhodnější způsoby výstavby.

Prvotní zcela jednoduché postupy, spočívající v nasypání výplně z reaktivu do průběžné rýhy, zajištěné dočasně štětovnicemi, byly brzo opuštěny. Francouzská firma Soletanche vyzkoušela například v roce 1994 pro sanaci chromitých výluhů z nevhodného dálničního násypu u města Lille **kontinuální reaktivní bariéru**. Ta byla vybudována speciálním rýhovačem a vyplněna speciálním materiálem s vysokou retenční kapacitou chromu. Po nasycení této bariéry polutantem je třeba ji odtěžit a vybudovat paralelně novou.

Celkově se však vývoj obrátil k vytváření **reakčních bran**, do nichž je proud podzemní vody usměrněn pomocnými nepropustnými vertikálními bariérami jako do trychtýře (**funnel-and-gate**). Podstatným bodem obratu byla v roce 2005 odborná konference CON-SOIL ve francouzském Bordeaux, kde byl sjednocen a upevněn názor na zásady

typického řešení reaktivních bran. Hlavním principem se stala **výměnná filtrační náplň** a tomu odpovídající hydraulické řešení průtoku branou i s usnadněním proudění na vstupu a výstupu. Charakteristickým příkladem takového řešení byla prefabrikovaná výstroj reakční brány použitá firmou Soletanche-Bachy pro sanaci znečištění perchloretylenovými rozpouštědly v belgickém Zwevegemu v roce 2002 (obr. 11).

Většina sanací starých zátěží v tuzemsku byla realizována hlavně v rámci privatizačního programu. Bylo provedeno mnoho desítek různých enkapsulací starých zátěží a dokonce i první reaktivní bariéra. Ta byla vybudována v roce 2001 ve spolupráci firem Aquatest, a. s., a Zakládání staveb, a. s., v lokalitě podniku Autopal Hluk. Brána byla zřízena klasicky ve štětové jímce naplněné reaktivem z okují jednomocného železa (obr. 12).

Ing. Jindřich Říčka, ADSZS



Obr. 12: Reaktivní brána pro sanaci znečištění v podniku Autopal Hluk v roce 2001 (Zakládání staveb, a. s.)

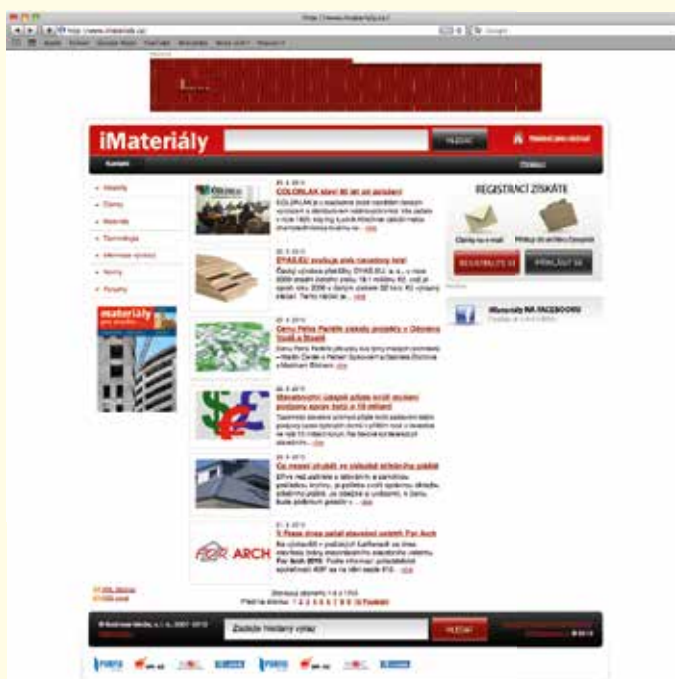
The history of special foundation – part XXIII

This part of the sequel is closing the review of foundation engineering techniques and methods at their historical evolution. Herewith it describes process of development in a very special part of ground improvement by clean-up of its contamination. Although that foundation techniques are applied in the wide field of environmental protection and removal of its damage generally at rather small part, they are significant and in some cases indispensable.

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



ZAHÁJENA OPRAVA LEDOLAMŮ PŘED KARLOVÝM MOSTEM V PRAZE

V červnu letošního roku byla zahájena delší dobu připravovaná výměna ledolamů před pilíři Karlova mostu v Praze. Celá akce bude realizačně poměrně náročná, neboť práce budou probíhat výhradně z lodní paluby a za permanentní asistence potápěčů. Velmi náročné však bylo i zajištění značného množství vhodné, kvalitní a dobře ošetřené kulatiny z dubu letního či zimního, jediného vhodného materiálu pro tento účel.

Ledolamy, ve staročeštině nazývané jako „zbraně“, jsou součástí jedné z našich nejvýznamnějších kulturních památek – Karlova mostu. Stav ledolamů se v posledních letech rychle zhoršoval; v roce 2017 byl jejich stav natolik špatný, že bylo rozhodnuto o kompletní opravě. Na podzim roku 2018 byla vypsaná veřejná soutěž, v níž zvítězila společnost Zakládání staveb, a. s. Vlastní demontáž starých ledolamů a instalace ledolamů nových byla zahájena v červnu letošního roku. Široká veřejnost a návštěvníci Prahy mohou sledovat tyto atraktivní činnosti nejlépe přímo z mostovky Karlova mostu. Práce na demontáži a montáži stávajících podvodních částí ledolamů provádí společnost Zakládání staveb, a. s., ve spolupráci s Potápěčskou stanicí, a. s. Zařízení staveniště včetně zázemí pro tesařské a potápěčské práce je umístěno na jeřábovém člunu s plnou palubou. Přeprava dřevěných prvků je zajištěna tlačným člunem z přístavu Holešovice. Výstavba ledolamů bude probíhat za nepřerušovaného provozu lodní dopravy na Vltavě, která je v okolí Karlova mostu velmi intenzivní. Navíc v této oblasti probíhá aktuálně i záchranný archeologický průzkum základů Juditina mostu, předchůdce Karlova mostu. Projekt navrhuje výměnu všech 7 kusů ledolamů, které se nacházejí před mostními pilíři č. 3 až č. 9 (ostatní pilíře Karlova mostu nejsou v řečišti). Ledolamy budou provedeny z dubu letního (*Quercus robur*) nebo dubu zimního (*Quercus petraea*). Oba uvedené duby patří do skupiny dubu evropského, který spadá do třídy trvanlivosti 2. Hlavní prvky ledolamu, tedy návodní šikmé kmeny, které mají v průměru 400–500 mm a délku až 12 m, bylo nutné vybírat velmi pečlivě, jelikož oboustranná křivost byla stanovena projektem v maximální toleranci 200 mm a s podmínkou zachování odolnosti. Kromě hlavních šikmých prvků bylo nutné připravit i další materiál pro svislé piloty (prům. 350 mm), boční vodorovné trámký (160x260 mm), příčné svlaky (250x300 mm) a šikmé ztužení 150x260 mm. Na základě přísných kritérií na kvalitu potřebného materiálu byla navázána spolupráce s Lesním závodem Židlochovice. Těžba byla



Pracovní soulodí u prvních odstojených ledolamů

zahájena již koncem listopadu 2018 a ukončena v březnu 2019. V době, kdy téměř veškeré pracovní síly a stroje byly a jsou nasazeny pro zmáhání kůrovcové kalamity, nebylo pro ředitele závodu jednoduché prosadit ve svém harmonogramu těžbu dřeva listnáčů. Z prostor určených k těžbě pracovníci závodu vybrali duby vhodné k dalšímu zpracování. Na 7 ks ledolamů bylo třeba získat 175 m³ opracovaného dřeva, které bylo vybráno z téměř 800 m³ vytěženého dřeva stáří 80–100 let. Dřevo bylo vybíráno v manipulačních skladech ve Vranovicích a Břeclavi, kam se sváželo z celého LZ Židlochovice, materiál na hraněné prvky byl též převážně v pole sí Moravský Krumlov, materiál na návodní prvky pochází z okolí Strážnice. Výroba, pečlivé skladování a ošetřování dřevěných prvků probíhá na pile v Kamenném přívodu u Prahy. Ve spolupráci s Výzkumným a vývojovým ústavem dřevařským byl včas vyrazen materiál nevhodný pro další zpracování.

Průběžně je měřena a zaznamenávána zejména vlhkost. Dřevo bylo uskladněno na prokladech, čela jsou natřena barvou, zastíněna netkanou textilií a pravidelně kropena vodou pro zpomalení vysychání. Čela kmenů jsou opatřena tzv. S-profilů k eliminaci rozšiřování výsušných trhlin.

Pevně věříme, že tato ojedinělá a zajímavá stavba je ze strany společnosti Zakládání staveb, a. s., pečlivě připravena. Termín dokončení kompletní výměny ledolamů je stanoven na konec roku 2019. Po skončení výměny ledolamů pak na stránkách našeho časopisu přineseme podrobnější popis této prestižní zakázky.

Investorem stavby pod názvem „Karlův most ev. č. V-015, Praha 1 – oprava ledolamů“ je hlavní město Praha. Péčí o tuto památku je dlouhodobě pověřena Technická správa komunikací hl. m. Prahy, která tak převzala dohled nad průběhem opravy.

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

Restoration of Ice Aprons in front of the Charles Bridge in Prague Started

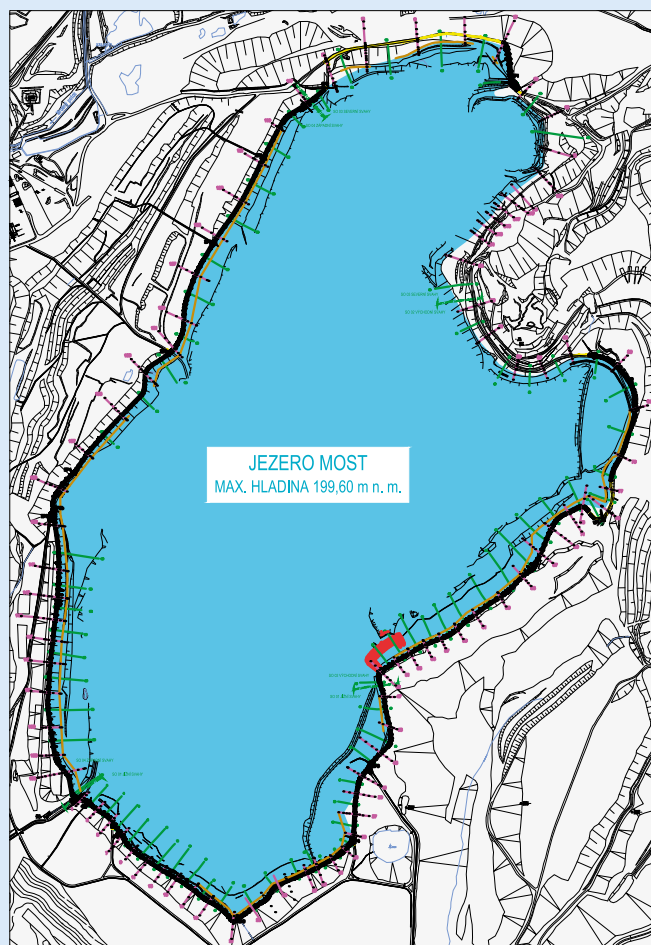
After a long-time preparation, the replacement of ice aprons in front of the Charles Bridge piers started in June this year. It will be very demanding to carry out the whole undertaking because the work will be conducted solely from the board of a ship, under a continuous divers' assistance. To procure a large quantity of suitable, quality and well-treated logs of a forest or white oak as the only suitable material for this purpose was also a rather demanding task.



Ukládka vaků s kamenivem do vyznačených poloh

STABILIZAČNÍ OPATŘENÍ PŘÍSTAVIŠTĚ NA JEZEŘE MOST

V létě loňského roku prováděla společnost Zakládání staveb, a. s., stabilizaci svahů sypané přístavní hráze při východních svazích jezera Most. Stabilizace spočívala v umístění soustavy 2 tuny těžkých sítěných vaků plněných kamenivem na vnitřní a vnější patu hráze.



Jezero Most s vyznačením přístaviště

Rekultivací bývalého povrchového hnědouhelného dolu Ležáky vzniklo v těsné blízkosti města Most velké jezero s rozlohou asi 311 ha. Protože horniny, které v dole zůstaly po skončení těžby, byly propustné, byla v rámci rekultivace do celého prostoru bývalého jezera navedena vrstva jílovité zeminy, která byla zhutněna. Na tuto vrstvu se ještě navezla další, již nezhutněná vrstva jílovité zeminy. Pro kotvení malých plavidel byla v jihovýchodní části obvodu jezera zřízena přístavní hráz o délce kolem 130 m. Vznikla násypem na nezhutněný jílovitý podklad. Vlivem složitých geologických poměrů podloží bývalého hnědouhelného lomu bylo třeba následně tuto sypanou přístavní hráz v její patě přitížit. Navrženo bylo kamenivo plněné do sítěných vaků 50–200 mm o celkové hmotnosti vaku přibližně 2000 kg. Tento způsob sanace byl v minulosti využit již i na jiných stavbách podobného typu. Předpokládá se, že těžké vaky zabrání sesunu kamenné frakce po svahu. Aby stabilizace hráze byla úspěšná, bylo nutné dodržet přesné rozestavění vaků a jejich vzájemné provázání.



Přesun vaků na pracoviště ukládky



Ukotvené pontonové soulodí pro ukládku vaků



Detail vaku s kamenivem

Vaky byly instalovány ze soustavy pontonů autojeřábem na projektem předem určená místa paty hráze ve třech vrstvách se šachovnicovým uspořádáním. Hloubka ukládky se pohybovala mezi 1 a 6 m, délka podél vnějšího a vnitřního břehu byla cca 330 m. Finální výška vaků byla asi 40 cm a průměr 1,9 m.

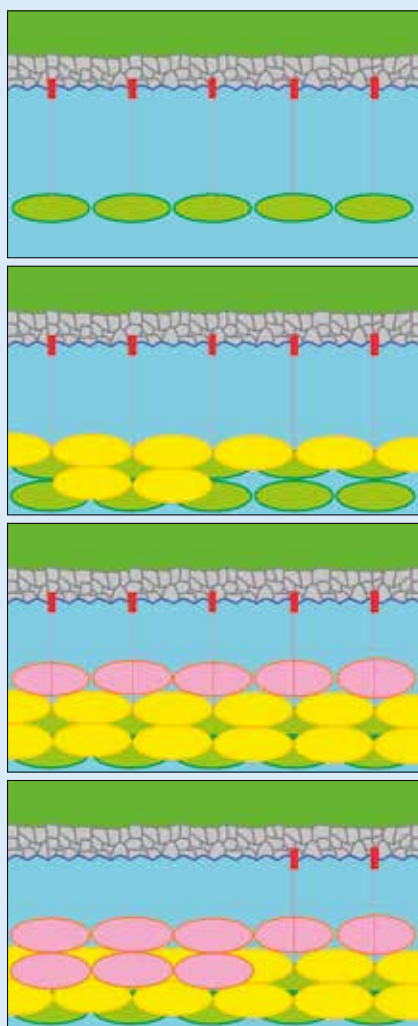
Vaky s kamenivem dodávali v dvojici pontonů z provizorní nabřežní hrany vždy po 16 ks pracovníci objednatel. Další manipulace s převozem na místo ukládky a vlastní ukládka pod

vodu za asistence potápěče byla předmětem prací Zakládání staveb, a. s.

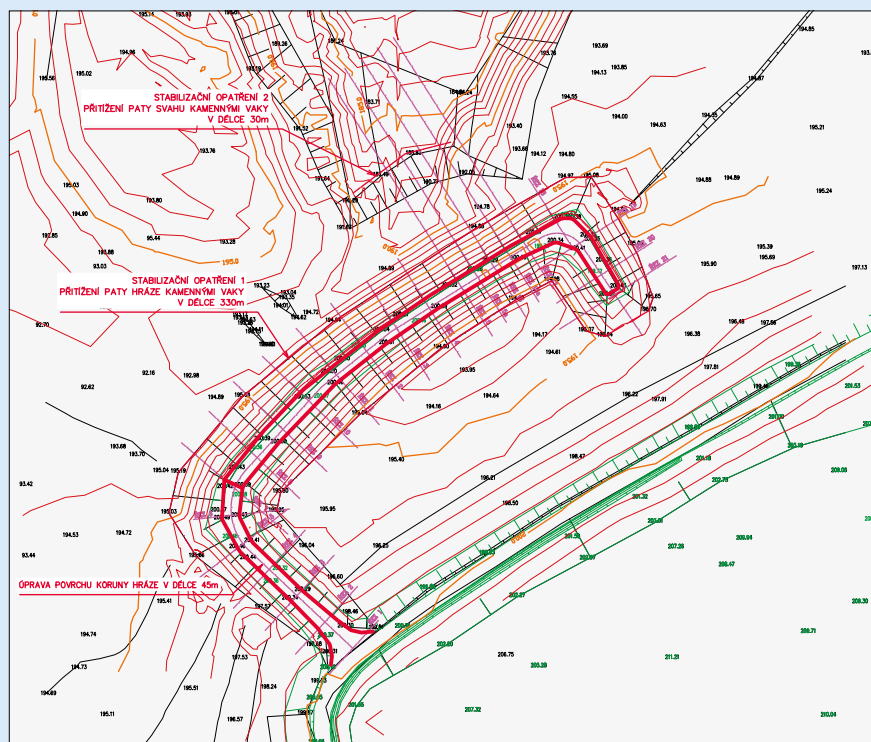
Realizace

Vaky se nejprve na břehu naplnily kamennou frakcí. Následně byly pomocí jeřábu přeloženy na pontony a ty pomocí tlačného člunu dovezeny k pontonovému soulodí, na kterém byl již umístěn automobilový jeřáb. Toto pontonové soulodí bylo opatřeno hydraulickými podpěrnými nohami, které zajišťovaly stabilitu soulodí. Při manipulaci s břemeny bylo tak možné

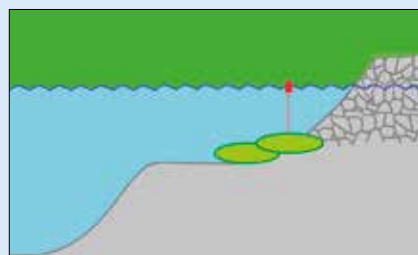
tato břemena ukládat se stejnou přesností jako na suchu. Ke zefektivnění práce byly při usazování první řady vaků použity k jejich označení plovoucí bóje, takže na vodní hladině bylo velmi dobře vidět, ve kterých místech jsou již vaky uloženy a kam se mají další vaky uložit. Potápěč již tedy nemusel navádět rozměrné a hmotné břemeno a pohybovat se v jeho bezprostřední blízkosti tehdy, kdy byla voda vlivem probíhajících prací zakalena a výrazně se tak snížila viditelnost. Stačilo zkontrolovat už jen správnost uložení na dně.



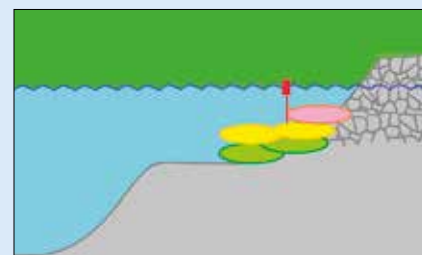
Postup ukládky vaků na patu hráze přístaviště



Přodory hráze s vyznačením provedených stabilizačních opatření



Postup ukládky vaků na patu hlouběji položeného svahu





Pracoviště ukládání vaků a náklady na pontony (zleva)



Uložené vaky ve vrstvách pod vodou

K provádění těchto prací používali potápěči z bezpečnostních důvodů potápěčskou přilbu s komunikací. Pokud byl vak s kamenivem usazen správně, potápěč mohl odpojit kurtu a provléci ji závěsným okem.

Původní záměr počítal s využitím jen jednoho pontonového soulodí pro dopravu vaků ze břehu a zpět. Avšak vzhledem k době dopravy a vlastní ukládce vaků bylo brzy jasné, že další transportní soulodí by práce s ukládáním vaků výrazně urychlilo. Na stavbu byly tedy dopraveny další pontony

a bylo vytvořeno další soulodí; probíhat pak mohla současně ukládka vaků pod vodu a nákladka dalších. Správnost uložení vaků na projektem určená místa byla ověřována podvodní videodokumentací.

Celkem bylo při pracích na sanaci paty přístavní hráze uloženo 990 vaků. Denně bylo ukládáno kolem 48 vaků.

Podobnou nestabilitou jako přístavní hráz byl však ohrožen i blízký svah, nacházející se ve větší hloubce. Proto i u něj byla provedena obdobná sanační opatření, byť v menším

rozsahu. Zde byly vaky ukládány v hloubkách od 2 do 13 m a na délce svahu cca 30 metrů. Celkem se v tomto místě uložilo 330 vaků s kamenivem.

Petr Mulač, Rescue Diving,
a **Martin Kapoun, Zakládání staveb, a. s.**
Foto a obrázky: autoři

Investor: Město Most
Generální dodavatel: Herkul, a. s.
Projekt: MV projekt, spol. s r. o.

Stabilization measures of the dock on Lake Most

In the summer of last year, Zakládání staveb, a. s., stabilized the slopes of the bulkhead quay on the eastern slopes of Lake Most. The stabilization consisted in placing a system of 2 tons of heavy net bags filled with aggregate on the inner and outer heel of the dam.

ZAKLÁDÁNÍ

Odborný časopis o všem podstatném
a aktuálním v oboru speciálního zakládání staveb

HLUBOKÉ STAVEBNÍ JÁMY - LINIOVÉ STAVBY V MĚSTSKÉM PROSTŘEDÍ - STAVBY NA VODNÍCH TOCÍCH - PRESTIŽNÍ ZAHRANIČNÍ STAVBY - HISTORIE OBORU



Vydává:
ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S.,
K Jezu 1, Praha 4, 143 01
tel: 244 004 111,
www.zakladani.cz





Vizualizace objektu Elektrických podniků po plánované rekonstrukci spojené i s úpravou okolí

REKONSTRUKCE BUDOVY ELEKTRICKÝCH PODNIKŮ HL. M. PRAHY

Palác Elektrických podniků patří mezi největší a nejvýznamnější památky meziválečné funkcionalistické architektury na území dnešní ČR. S celkovou výměrou téměř 35 tis. m² svého času platila za největší administrativní budovu v Praze a současně jako ukázka moderních stavebních postupů a technologií. Jako taková odrážela společenskou úroveň i ambice naší první republiky. V současné době probíhající rekonstrukci a přestavbu budovy Elektrických podniků lze s jistotou označit za jednu z největších a technicky nejnáročnějších rekonstrukcí památkově chráněného objektu na území Prahy. Cílem projektu je prezentovat charakteristické části budovy v jejich autentické obnovené podobě a celý objekt pak jako moderní, i dnes plně funkční administrativní budovu, poskytující nadstandardní inspirativní prostory nejen pro práci. Jednu z nejnáročnějších částí rekonstrukce představovala sanace základových konstrukcí – patek z hlinitanových betonů. Průlomovou činností z hlediska památkové péče pak představuje zejména kompletní výměna obvodového pláště s charakteristickým keramickým obkladem a související výměna otvorových výplní. Investorem rekonstrukce je skupina CPI Property Group.

Jedinečná funkcionalistická stavba

Velkorysý objekt podle návrhu architektů Adolfa Benše a Josefa Kříže byl dokončen v roce 1935. Jeho jádro tvoří kancelářská část s těžištěm v pětipatrové lodi centrální dvorany lemované galeriemi po obvodu. Dispozičně uzavřené jádro je směrem do křídel budovy a nahoru rozvolňováno do otevřenějších dispozic, které jsou s hlavní halou radiálně propojeny osami původních chodbových traktů. Předmětem obnovy a nového využití jsou ale i navazující prostory, velký sál, někdejší výstavní galerie – elektrárenská dvorana –, impozantní prostory prvorepublikové liskárny, polikliniky, obchodní jednotky na prstenci přízemí s přímou vazbou na exteriér a samozřejmě také přilehlé plochy, kterým bude navrácen tradiční vzhled doplněný moderním detailem parteru.

Obnova funkcionalistické stavby z meziválečného období celkově reprezentuje novou kategorii památkově chráněných objektů. Zatímco obnova staveb z historicky starších období je po mnoha desetiletích práce s památkovým fondem dobře popsána v metodice, stavebních

a restaurátorských postupech a vyzkoušena na stovkách staveb, rekonstrukce novodobé architektury přináší požadavek vypořádat se se zcela odlišnými stavebními technikami a materiály. U špičkových staveb meziválečného období se navíc nezdá setkáváme s nezvyklými postupy výstavby, výroby a technologiemi, které jsou v budovách používány téměř v experimentální podobě a často se jedná o první a jediné uplatnění daného prvku vůbec. Dost často právě i proto, že se v budoucnu ukázal jako nevhodný, těžko udržovatelný nebo technicky vadný. To vše přináší architektonické dědictví 1. republiky v podobě výzvy pro současné architektky a stavaře.

Když se z tohoto úhlu pohledu zaměříme na budovu Elektrických podniků, nacházíme hned celou řadu inovativních prvků. Především se mělo jednat o první administrativní objekt s řízenou vzduchotechnikou bez nutnosti větrání okny. K tomu byly v suterénu vystavěny strojovny o velikosti rodinného domu, distribuci upraveného vzduchu po objektu zajišťoval složitý systém vertikálních a horizontálních rozvodů, celý systém byl vyvažován a ovládán historicky

prvním řídicím systémem regulace firmy Carrier, který je dodnes evropským unikátem. Vertikální šterbiny pro ohřívání prostoru pak místy tvořily i vlastní prosklené fasády s dvojitou konstrukcí a klapkami na úrovni přívodu, které bychom dnes popsali jako inteligentní. Tímto způsobem byl ohříván například i prostor centrálního schodiště v konci ústřední pětipatrové lodi s pavlačemi v jádru objektu.

Dalším, neméně pozoruhodným a pro objekty z 30. let minulého století signifikantním momentem byla práce s železovým betonem, který byl využíván nejen pro hlavní nosnou konstrukci stavby, ale i pro vyzdívky a podhledy realizované jako subtilní moniérky, často o síle jen několika centimetrů, a v kombinaci se skleněnými tvarovkami pak tvořil unikátní rozsáhlé konstrukce zastřešení nebo vertikální členění stavby tam, kde architekt usiloval o prostoupení denního světla do hloubek dispozice. Materiál se svými prvky a aplikací přizpůsoboval požadavkům architektury a důrazu na detail, ve výsledku se tak i běžné betonové, případně sklobetonové, konstrukce stávají svébytným architektonickým prvkem, nebo spíše dílem.

I u zdánlivě stejného typu konstrukcí nebo výplní se proto setkáváme s mnoha variacemi na dané téma, například sklobetonových výplní bylo na objektu Elektrických podniků několik desítek druhů. Stejně bychom mohli pokračovat u dalších typů konstrukcí, výplní otvorů, dlažeb, schodišť a jejich zábradlí a v neposlední řadě atypicky navrhovaných osvětlovacích těles. Na prostá většina prvků byla přitom navržena, vytvořena a aplikována právě jen pro jeden případ, výjimečnou stavbu, v tomto případě dokládající význam a sílu Elektrických podniků hl. m. Prahy a postavení Prahy jako jedné z tehdejších nejmodernějších metropolí Evropy.

Problematika původního založení na patkách z hlinitanových cementů

Rekonstrukce objektu byla zahájena na jaře roku 2018 rozsáhlou sanací základových patek pod celým půdorysem. Na tuto zdoluhavou a technicky náročnou činnost pak navázaly hlavní statické úpravy, teprve poté bylo možné zahájit vlastní stavební práce spojené s obnovou a přestavbou. Ty byly spuštěny na podzim roku 2018 a budou probíhat přibližně dva roky. Kromě stavebních firem se na projektu podílí několik skupin restaurátorů a expertních kanceláří, práce jsou trvale monitorovány a konzultovány s pracovišti památkové ochrany.

Již z archivních podkladů vyplývá, že realizace základové spáry objektu byla provázána řadou komplikací, způsobených především kombinací složitě geologického profilu s četnými výskyty podzemních vod a pramenů odhalených při výkopech. Také z toho důvodu byl do základů uložen rozsáhlý systém drenáží s cílem odvodnit řízené podloží až do původní pivovarské štolky a dále směrem do Vltavy. Jednalo se o důsledně domyšlený systém, který sice s postupem času ztrácel svou plnou funkčnost vlivem zanášení drenážních potrubí, přesto se dochoval v poměrně dobrém stavu. Ve výrazně horším stavu se dochovaly výše zmíněné základové patky sloupového nosného systému provedené z betonu s příměsí hlinitanových cementů. S tímto materiálem a jeho souvislostí s řadou defektů nosných



Odstrojená centrální loď během rekonstrukce

konstrukcí se dnes setkáváme na desítkách staveb. Hlinitanové cementy se v betonových směsích používaly s oblibou od 30. let minulého století pro řadu vynikajících vlastností, mezi kterými bychom mohli zmínit rychlý počáteční nárůst pevnosti (pro porovnání pevnost u běžných portlandských cementů se u hlinitanů dosahuje již po 24 hodinách), značná odolnost proti agresivním podzemním vodám a konečně vysoké množství hydratačního tepla. To bylo v případě výstavby objektu Elektrických podniků využito hned z několika důvodů. Stavba se potýkala s výrazným množstvím vody v základové spáře, a navíc bylo řadu prací třeba realizovat v zimním období. S postupem času ale stavební praxe ukázala, že zprvu výjimečné vlastnosti hlinitanových cementů jsou vykoupeny jejich nestálostí a dramatickým snížením mechanických vlastností v průběhu času. Děje se tak zejména vysokým podílem oxidů ve směsi, menším molárním objemem a konverzí hydratovaných slínekových materiálů na stálejší formy. Zjednodušeně řečeno se hlinitanové betony stávají postupně výrazně poréznější, objem pevných částic zde v horizontu 50 let klesá až pod úroveň 50 %

původního objemu. Tím se z původně konstrukčních betonů stávají materiály s diametrálně odlišnými mechanickými vlastnostmi. Jejich užití v základech paláce Elektrických podniků tak představuje zásadní konstrukční chybu, která mohla mít fatální důsledky. Poškození objektu bylo známo již několik desítek let, nikdy ale nebylo přistoupeno k systémovému celoplošnému průzkumu a sanaci. Ty byly provedeny až v rámci aktuálně prováděné rekonstrukce. Rozsáhlý průzkum a laboratorní hodnocení základových konstrukcí provedli kolegové z Kloknerova ústavu ČVUT. Bylo odebráno a odzkoušeno přes 170 zkušebních těles, tj. odvrtní naprosté většiny původních patek. Pro porovnání byly provedeny také odvrty patek provedených z portlandského cementu nebo jím dříve sanovaných a z výsledků pak pro jednotlivé podpory za součinnosti statika a geotechnika zpracovány návrhy na zpevnění nebo sanaci základových patek a opření sloupů do únosného podloží skupinou mikropilot. Laboratorně zjištěná objemová hmotnost betonů z hlinitanových cementů byla o více než 100 kg/m^3 nižší než u směsí z portlandského cementu, resp. hmotnosti původně uvažované



Jedno z mnoha desítek vnitřních schodišť



Strop jižního vstupu s charakteristickými sklobetonovými panely a vysokým řádem sloupů

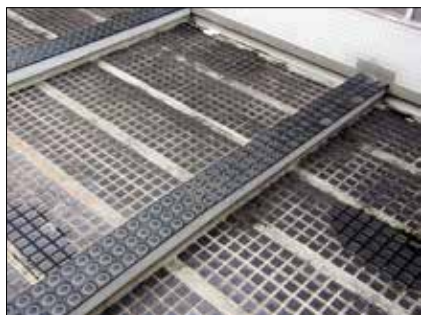


Odstrojený skelet před zahájením práce na parapetních vyzdívkách

pro základové konstrukce objektu; průměrná krychelná pevnost pak byla podobně poloviční a charakteristická pevnost pak až třikrát nižší. Charakteristická pevnost tak namísto 25 MPa činila jen asi 9 MPa, pevnostní třída betonu klesla z hodnocení C 20/25 na pouhých C 8/10. Nezbytnost sanace základových konstrukcí spojená s nálezem betonů z hlinitanových cementů patřila k jedné z úloh, které bylo třeba v rámci



Zábradlí schodiště s průmyslovým detailem a madlem z bílé mosazi



Sklobetony na střeších atria

rozsáhlé rekonstrukce řešit, nebyla však zcela jediná.

Další zvláštností a svým způsobem průlomovou činností z hlediska památkové péče představovala **kompletní výměna obvodového pláště** s charakteristickým keramickým obkladem a související **výměna otvorových výplní**. Tomuto rozhodnutí opět předcházela rozsáhlá průzkum a diagnostika poruch, které vypracoval Kloknerův ústav ČVUT. Ty prokázaly, že vlivem špatně navrženého souvrství pláště docházelo již od počátku k jeho odlučování od železobetonového skeletu a parapetních vyzdívek.

Progresi poruch pak přineslo maskování objektu po dobu 2. světové války a zejména chemicky nevhodné odmyváání barvy, v jehož důsledku se zvýšila poréznost materiálu a jeho křehkost. V době před zahájením rekonstrukce tak bylo více než 77 % keramických obkladů, resp. jejich souvrství, neopravitelně poškozeno; ve velkých plochách již docházelo přímo k opadávání a také ostatní části vykazovaly poruchy, které by z výše uvedených příčin vedly k havarijnímu stavu. Bylo tak třeba najít způsob rekonstrukce pláště, který by navrátil objektu jeho autentickou tvář. Důležitým úkolem zde nebylo jen najít řešení jednotlivého detailu nebo dílčí části, ale současně postup, který bude možné aplikovat opakovaně, na plochách mnoha tisíc metrů čtverečních (pro představu – jen vlastní plocha keramických obkladů činí více než 6000 m²).



Vizualizace centrální dvorany po rekonstrukci

Pozornost ale jistě zasluží i metodicky náročné komplexní průzkumy budovy včetně soupisu památkově cenných prvků, jejich rozřídění a návrh na restaurování po celcích se specifickou problematikou. Stejně jako u pláště a základů se i v ostatních částech budovy prvky počítají na stovky a práce s přípravou a vlastní realizací tak vyžaduje inventarizaci s databázovým členěním, aby ji bylo možné průběžně využívat, doplňovat a dle nálezů v průběhu stavby upřesňovat.

Na přípravě projektu rekonstrukce a jeho zpracování se podílelo několik desítek odborných organizací a více než stovka projektantů mnoha profesních specializací. Projekt je průlomový mimo jiné rozsahem stavební intervence, zapojením odborných skupin různých oborů a téměř laboratorním hledáním finálního optimálního řešení. V tomto ohledu přináší obohacení poznatků o meziválečné architektuře i možnostech při její obnově. Věříme, že odborná i laická veřejnost tuto zodpovědnou snahu v podobě rekonstruované budovy Elektrických podniků v dohledné době spatří a ocení.

Ing. arch. Marek Tichý, TaK Architects, s. r. o.

Foto: autor a Libor Štěřba

Vizualizace: TaK Architects, s. r. o.



Originální tvarovky pláště s produktovou ražbou RAKODUR

Reconstruction of the Elektrické podniky hl. m. Prahy Building in Prague

The Palace of Elektrické podniky ("Electrical Enterprises") belongs to the largest and most important monuments of the interwar functionalist architecture on the territory of today's Czech Republic. Covering the area of almost 35 thousand sqm it was once the largest administrative building in Prague and also a showcase of modern construction methods and technologies. As such, it reflected the social level as well as the ambition of our First Republic. The currently ongoing reconstruction and rebuilding of the Elektrické podniky structure can be definitely marked as one of the largest and technically most demanding reconstructions of listed buildings on the Prague territory. The project is aimed at presenting characteristic parts of the building in their authentic renovated form and the whole structure as a modern, fully functioning administrative building providing above standard inspirational spaces not only for work. Repairing foundation structures – bases of high-aluminium concrete – represented one of the most demanding parts of the reconstruction. Especially the designed complete exchange of external cladding with its characteristic ceramic facing and related replacement of fillings for building openings represent a breakthrough performance with respect to heritage conservation.



Hloubení vrtů pro mikropilotové založení na 1. PP maloprofilovou soupravou MSV 741/20

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PODCHYCENÍ STÁVAJÍCÍCH ZÁKLADŮ BUDOVY ELEKTRICKÝCH PODNIKŮ HLUBINNÝM ZALOŽENÍM NA MIKROPILOTÁCH

Vzhledem k pokročilé degradaci původních plošných základů tvořených monolitickými patkami z hlinitanových betonů bylo v celé ploše objektu navrženo jejich podchycení hlubinným založením na mikropilotách. Přenos zatížení ze sloupů do mikropilot je zajištěn vodorovnými svorníky a svařovanými ocelovými patkami. Rozsah prací podchycení byl mimořádný: celkem bylo podchyceno mikropilotami 205 původních sloupů.

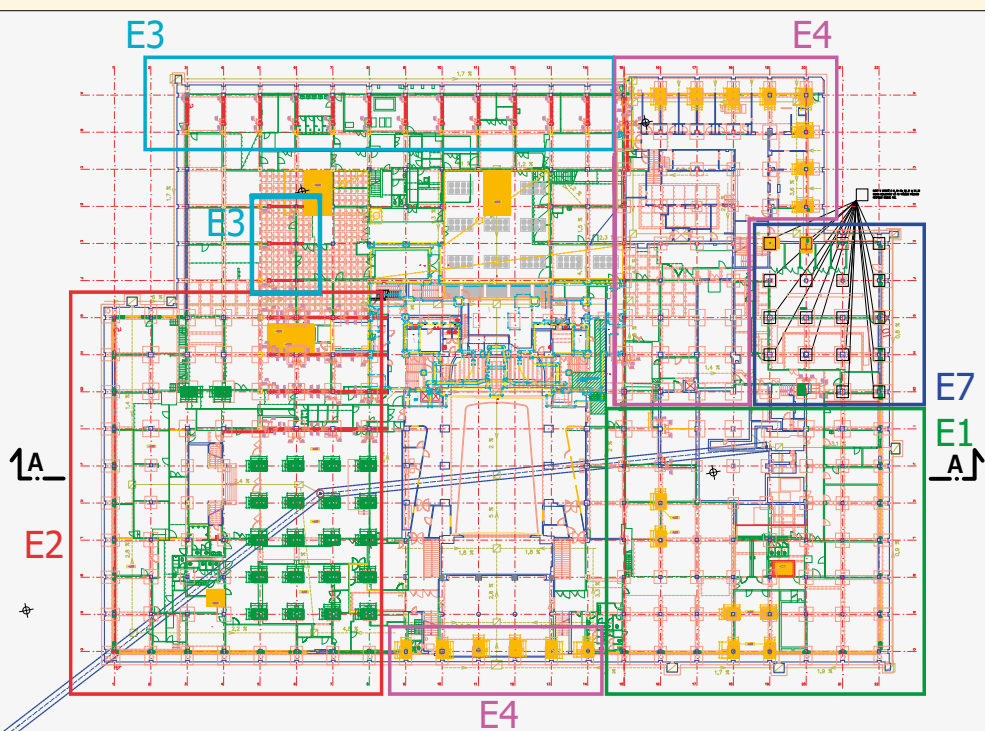
Po konstrukční stránce se jedná o monolitický železobetonový skelet s pravidelnou roztečí sloupů 5,20 m v obou směrech. Ze základního modulu pak vybočují pouze prostory sálů a atria, kde jsou velké rozpony násobkem základní modulace. Objekt je půdorysně členěn na jednotlivé celky, které jsou vzájemně dilatovány. Nejvyšší sekci objektu je střední část se sedmi nadzemními podlažími, ze které vybíhají na obě strany boční pětipodlažní křídla. Mezi pětipodlažními křídly a třípodlažními trakty jsou pak situovány tři vnitřní dvory. Do finálního obdélníkového půdorysu s celkovými rozměry cca 110x80 m je pak budova doplněna třípodlažními sekce směrem do ulice.

Již od počátku byla budova navržena jako administrativní objekt a její konstrukce s tímto

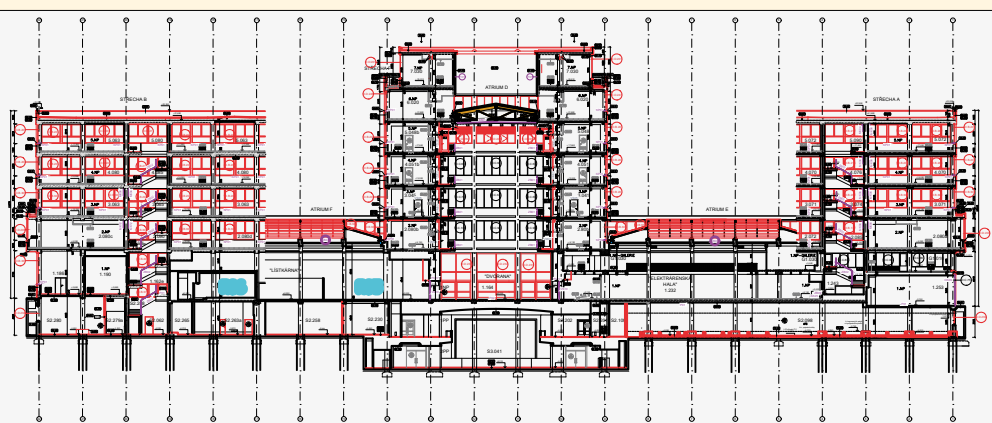
způsobem využití plně korespondují. Skeletový systém s volnou dispozicí je rozdělen na jednotlivé kanceláře lehkými dispozičními příčkami. Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými, převážně čtvercovými sloupy, které jsou lokálně doplněny sloupy kruhovými nebo obdélníkovými. Stropní konstrukce suterénů jsou řešeny převážně formou těžkých monolitických trámových stropů, které jsou pod dvory prosvětlené sklobetony. Stropní konstrukce nadzemních podlaží jsou velice subtilní a jsou tvořeny obousměrnými mezisloupovými průvlakly v kombinaci se spojitými železobetonovými obousměrně pruty deskami tl. 160–180 mm. Poslední podlaží nad centrální nejvyšší částí je provedeno jako montovaná ocelová konstrukce s možností rozebrání.

Geologické a hydrogeologické poměry

Skalní podloží zájmového území je budováno horninami letenského flyšového souvrství s rychlým střídáním deskovitých až lavicovitých vrstev písčitých břidlic, drobových a křemenných pískovců, drob a prachovců v sedimentačních intervalech. Vrstvy mají celkový sklon 15–20 ° k SZ. Tento anomální směr a sklon vrstev v kontextu uložení celého souvrství letenských vrstev svědčí o přítomnosti významného tektonického narušení. Celé souvrství je zde provrásněné, porušené četnými příčnými a podélnými poruchovými pásmy podcenených hornin mocností 2 až 4 m. Výplň některých poruch tvoří mimo rozdrčených hornin i středně plastické tuhé jíly. Sondami, prováděnými v minulosti zde byly zastiženy drobové



Půdorys s vyznačením etap provádění na 1. PP (5. a 6. etapa byly prováděny na nižších podlažích), etapa 7 bude prováděna s časovým odstupem později



Podélný celkový řez budovou (A-A)

a křemité břidlice šedohnědé až tmavošedé barvy s nerovnými vrstevními plochami, slídnaté, na plochách odlučnosti limonitizované. Povrch skalního podloží, tj. zcela zvětralých letenských břidlic charakteru hnědé hlíny s hojnými střípkami a úlomky břidlic, byl nejbližšími IG sondami, prováděnými v minulosti zastižen v nadmořské výšce 187,80 m. Břidlice navětralé až zdravé se zde nacházejí od úrovně 183,70 m n. m.

Již při stavbě objektu, při výkopu stavební jámy, byly zastiženy velmi nepříznivé hydrogeologické podmínky. Podzemní voda přítékající do stavební jámy z letenského souvrství a jeho pokryvů dosahovala úrovně okolo 189 m n. m. I přes intenzivní odvádění vody z výkopu pro druhý suterén do jižní studny byly i při výkopech pro patky prvního suterénu postupně naráženy další vývěry podzemní vody. To svědčí o samostatném oběhu puklinových podzemních vod v letenském souvrství, kde puklinově více propustné polohy

pískovců a křemenců jsou od sebe odděleny méně propustnými polohami břidlic, případně i zatěsněnými tektonickými poruchami. Ve dně stavební jámy bylo proto provedeno plošné odvodnění soustavou drenáží se sběrnými obvodovými trativody kolem I. a II. suterénu, dále svodné trativody vnitřní, odvádějící určitý úsek obvodového drénu do hlavních svodů a studní. Pro odvedení lokálních silných vývěrů vody byly položeny pomocné trativody. Všechny uvedené drény jsou tvořeny kameninovými rourami s ochranným krytem z hubebného betonu. Podzemní voda vykazuje dle ČSN EN 206 slabou síranovou agresivitu stupně XA1 (zvýšený obsah síranových iontů až 450 mg/l). Dle archivních podkladů byly proto základové konstrukce chráněny proti působení síranově agresivní podzemní vody kromě systému odvodnění i asfaltovou izolací a použitím hlinitanových cementů, u kterých byla prokázána odolnost proti síranovým vodám. Základním korozním průzkumem byla

z hlediska ČSN 03 8372 na základě měrného odporu horniny stanovena agresivita prostředí v II. stupni – střední.

Projekční řešení

S ohledem na uvažovanou rekonstrukci bylo třeba posouzení objektu rozdělit do dvou základních oblastí, tj. posouzení vlastní nosné železobetonové konstrukce a posouzení jejího založení. U železobetonové konstrukce nebyly podle podkladů zjištěny žádné závažné viditelné statické poruchy, které by svědčily o ztrátě únosnosti či stability jak jednotlivých prvků, tak objektu jako celku. Vzhledem k tomu, že objekt byl postaven jako administrativní budova a byl tak i léta využíván, lze předpokládat dostatečnou únosnost skeletové konstrukce pro obdobný způsob využití i po rekonstrukci.

Značným problémem celého objektu je však jeho založení ve složitých základových poměrech v kombinaci z dnešního pohledu nevhodných betonů z hlinitanových cementů použitých do základových patek sloupů (viz podrobněji předchozí text Ing. arch. Marka Tichého). Vzhledem k pokročilé pevnostní degradaci stávajících plošných základů tvořených monolitickými patkami z hlinitanových betonů bylo v celé ploše navrženo podchyčení stávajících základů **hlubinným založením na mikropilotách**. Koncepce současné sanace základů vychází z lokální sanace základů pod sloupky hlavního sálu ve 2. suterénu provedené již v minulosti. Ze statického hlediska se jedná prakticky o úplnou náhradu stávajícího plošného založení podchyčením sloupů mikropilotami.

Počet, typ a délka MP a jejich injektovaného kořene vycházely ze zadaného zatížení sloupů. Opření sloupů do hlav mikropilot je navrženo pomocí ocelových patek a svorníků. Požadovaná půdorysná orientace patek a požadavek na max. možné zapuštění vybraných patek pod pracovní rovinu byl dán zadávací dokumentací. Předpokládané půdorysné rozměry a výškové poměry stávajících základových patek sloupů byly převzaty z archivních podkladů. Skutečný tvar, poloha horní hrany a základové spáry stávajících základových patek, mocnost vrstvy podkladního betonu a z nich odvozená výšková poloha a délka výztužných trubek a poloha injektovaného kořene mikropilot byly postupně upřesněny svislými předvrty stávajícími patkami.

Rekonstrukce základů byla projekčně i realizačně rozdělena do šesti etap. V prvních čtyřech etapách se jednalo o podchyčení sloupů 1. PP (viz obrázek). Prostor vymezení a rozsah jednotlivých etap byl vázán na stavební připravenost a postup bouracích prací v jednotlivých částech budovy. V 5. etapě se podchyčení přesunulo do

prostoru 2. PP a v 6. etapě bylo podchycení dokončeno u sloupů 3. PP.

K pokrytí výše uvedeného prostoru bylo nutné, vzhledem k proměnlivosti jednotlivých vstupních parametrů, navrhnout a vyprojektovat 40 odlišných typů patek, které byly použity pro 205 podchytávaných sloupů.

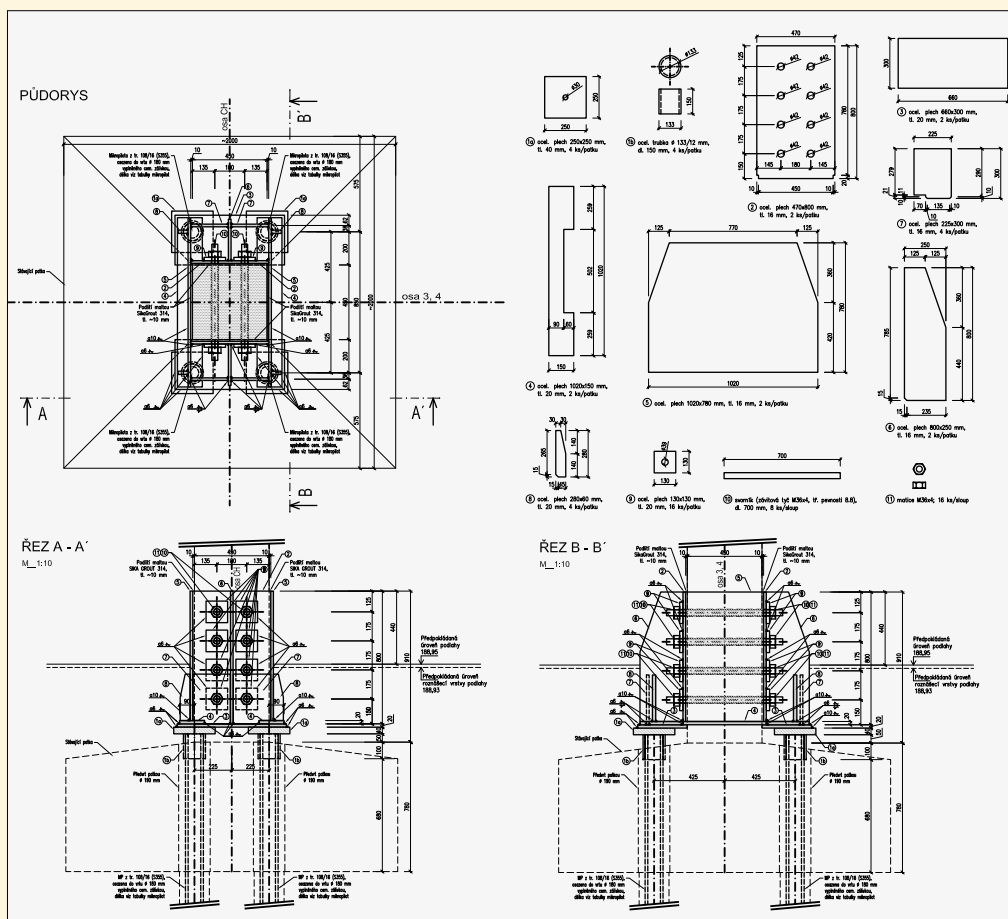
Mikropiloty

Pro trvalé podchycení sloupů mikropilotami byly navrženy dva základní konstrukční prvky:

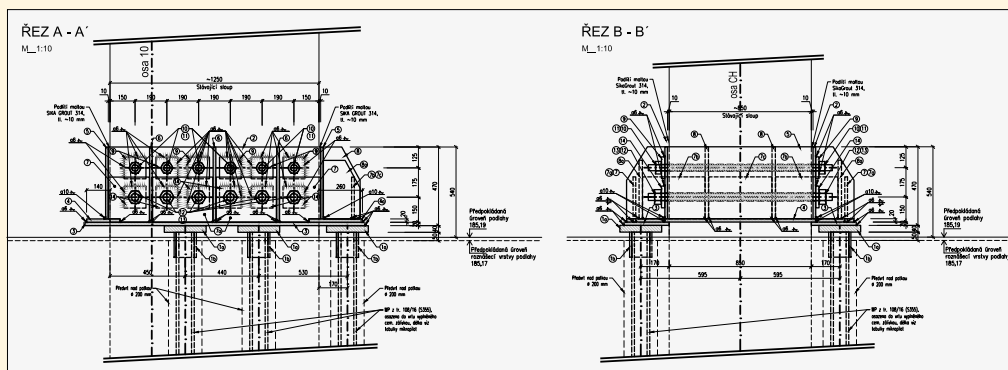
- ocelové silnostěnné bezešvé trubky 70/12,5 mm (S355) s atypickou hlavou na tlak 250x250x30 mm se středovým otvorem 30 mm a přivařenou středovou osazovací trubicí 89/9 mm délky 0,10 m;
- ocelové silnostěnné bezešvé trubky 108/16 mm (S355) s atypickou hlavou na tlak 250x250x40 mm se středovým otvorem 30 mm a přivařenou středovou osazovací trubicí 133/12 mm délky 0,15 m.

Jednotlivé patky jsou podchytávány mikropiloty v délkách 3,5–14 m v počtu 1–8 MP/1 patku. Celkem se jednalo o 4826 m mikropilot.

Výztužné trubky mikropilot byly složeny ze šroubovaných dílů délky 1,5 m a 1,0 m s vnitřním závitem. Před osazením musely být trubky očištěny, odmaštěny a natřeny dvouásobným antikoročním nátěrem Antikon CK-S. Do vrtu byly osazovány pomocí montážních dílů délky 1,5 m. Pata výztužných trubek byla utěsněna nevodivým víčkem. Horní hrana výztužných trubek mikropilot je navržena 50 mm nad pracovní rovinou. U zapuštěných patek je horní hrana výztužných trubek mikropilot navržena v úrovni horní hrany původní základové patky u paty sloupu, tj. cca 50 mm nad povrchem základové patky v místě mikropiloty. Před zahájením vrtných prací byla odstraněna stávající nášlapná vrstva podlahy (mocnosti cca 20 mm) ve vnitřním prostoru, tj. povrch pracovní roviny byl v úrovni –4,23 m (189,17 m n. m.). Ve volném, resp. vybouráním nenosných konstrukcí a přeložkami inženýrských sítí a technologických zařízení uvolněném, prostoru byla pro osazení mikropilot nasazena malá „sklepní“ maloprofilová vrtná souprava MVS 741/20. Ve stísněných dispozičních prostorech byla po dohodě s dodavatelem podchycení nasazena „důlní“ maloprofilová vrtná souprava Lumesa 91/92H. To byl případ podchycení sloupů v 1. etapě u obvodových sloupů v modulových osách O a 22 z prostoru úzké obvodové chodby. Nasazení vrtné soupravy Lumesa 91/92H eliminovalo potřebu realizace mikropilot z úrovně chodníku, tj. zábor chodníku podél budovy, a zároveň i minimalizovalo jinak nutný zásah do



Typová patka SMP 5.2, jedna ze 40 typových patek



Řezy typovou patkou SMP 7 (typy patek se lišily v různých provedeních)

obvodového proskleného pláště 1. PP. Výjimkou bylo podchycení rohových obvodových sloupů; z dispozičních a technologických důvodů zde bylo nutné odbourání parapetu obvodového pláště 1. PP na celou výšku v šířce cca 1,10 m a demontáž navažujícího zasklení v potřebném rozsahu. Minimální průměr svislých vrtů pro mikropiloty pod základovými patkami byl stanoven na 140 mm (mikropiloty s výztužnými trubkami 70/12,5 mm), resp. 180 mm (MP z tr. 108/16 mm) s ohledem na požadavek trvalé konstrukce v agresivním prostředí; slabá síranová agresivita stupně XA1 (450 mg/l) a přítomnost bludných proudů (metro, tramvajové tratě). Antikoroční ochrana výztužných trubek mikropilot byla tedy zajištěna krytím min. 35mm cementovou

zálivkou ze síranovzdorného cementu a antikoročním nátěrem trubek Antikon CK-S. Centrické osazení výztužných trubek do vrtu muselo být zajištěno nevodivými distančními prvky. Ochrana výztužných trubek mikropilot proti účinkům bludných proudů byla zajištěna i osazením nevodivého víčka na patu trubek a prohloubením paty vrtů cca 0,10 m pod patu výztužných trubek. Vrtý pro mikropiloty pod základovými patkami byly po převrtání podkladního betonu různé tloušťky (až 1 m) dle předpokladu hloubeny v poloskalních horninách tř. R6 a R5 (zvětralé letenské břidlice). Při hloubení vrtů pro MP bylo nutno sledovat shodu zastižených a předpokládaných geologických a hydrogeologických poměrů. Při zastižení předpokládaných geologických poměrů nebylo nutné pažení vrtů



Provádění průvrtů přes dřív sloupu pro osazení svorníků



Svařování ocelové patky z jednotlivých plechů tl. 20 (16) mm



Kompletní ocelová patka po aktivaci svorníků

pro mikropiloty pod základovou spáru patek. Vrt byl vyplněn cementovou zálivkou před osazením výztužné trubky do osy vrtu. Cementová zálivka a injekční směs byly navrženy ze síranovzdorného cementu SVC III/B 32,5 N, složení: $c : v = 1,8 : 1$, objemová hmotnost: 1760 kg/m^3 , min. pevnost v prostém tlaku musela odpovídat C 25/30.

Ocelové patky

Jak již bylo výše uvedeno, přenos zatížení ze sloupů do mikropilot byl zajištěn vodorovnými svorníky a svařovanými ocelovými patkami. Typ, poloha a rozměry ocelových patek byly dány velikostí přenášeného zatížení, průřezovými rozměry podchytávaného sloupu, počtem svorníků a mikropilot, požadovanou orientací patek, dispozičními poměry, případně i požadavkem na jejich zapuštění. Předpokládané průřezové rozměry podchytávaných sloupů byly upřesněny po odbourání vrstev malby a omítky min. na výšku vrtné soupravy a zaměření žlb. konstrukce sloupů. U předem určených sloupů bylo požadováno max. možné zapuštění ocelové patky pod povrch pracovní plochy. Nebylo zde však požadováno zachování přesahu původní výztuže žlb. desky do vybouraného prostoru. Bylo navrženo a rozkresleno velké množství typových patek (40 typů). Návrh těchto patek vycházel z dostupných podkladů a znalostí o rozměrech sloupů a rozměrech a výškových úrovních stávajících hlinitanových patek. Při realizaci byla tedy nutná důsledná kontrola

Komentář k realizaci podchycení

Popsanému statickému zajištění objektu předcházely bourací a zemní práce. Jednalo se o odstranění vyzdívek a podhledů suterénních částí objektu s ohledem na přístup vrtných souprav a budoucí využití.

Do objektu byl přístup dopravních a zdvihacích prostředků limitován velikostí vstupního průjezdu a únosností podsklepeného dvora, jediné přístupové cesty. Velmi náročná byla doprava mechanizace a materiálu na stavbu. Veškeré zásobování a odvoz vybouraného materiálu probíhaly přes otvor ve stropě 1. a 2. suterénu. Vrtné soupravy byly do 2. a 3. suterénu spouštěny po schodištích nebo vybudovaných ocelových rampách. Na stavbu byly dopraveny stovky tun materiálu, který byl z velké části přesouván ručně. Velmi náročné také bylo udržet na stavbě vyhovující prostředí z hlediska prašnosti. Při vrtání bylo proto použito odprašovací zařízení a prostory, ve kterých byly práce prováděny, se odvětrávaly výkonnými ventilátory.

Poznámka: O stavbě budovy Elektrických podniků Bubenská byl natočen dokumentární film, dohledatelný dnes v archivu ČT (Hledání ztraceného času, autoři K. Čáslavský a P. Vantuch). Jeho zhlédnutí pomohlo osvětlit některé pracovní postupy té doby a technické „záhady“ zastižené při provádění statického zajištění.

parametrů dle skutečně zastiženého stavu konstrukcí a případná dílčí modifikace navrženého typu patky. Vlastní ocelové patky jsou navrženy jako svařence z ocelových plechů z oceli S235 tl. 16 a 20 mm. Svary jednotlivých dílů ocelových patek byly navrženy dle ČSN EN 1993-1-8. Vyrovnání povrchu po odbourání vrstev malby a omítky odkrytého železobetonového průřezu sloupů a celoplošný kontakt mezi ocelovou patkou a sloupem byly zajištěny podlitím patky expanzní jednosložkovou zálivkovou hmotou Sikagrout-314 s cementovým pojivem velmi tekuté konzistence. Trvalou ochranu ocelových patek tvoří jejich obetonování (min. beton C 16/20, krycí vrstva min. 30 mm, resp. u zapuštěných patek min. 50 mm, výztuž ocelovou svařovanou kari-sítí 4/100 x 4/100 mm).

S ohledem na dispoziční poměry a malý objem betonu obetonování jednotlivých patek byla betonová směs připravována na místě.

Svorníky

Svorníky byly navrženy z běžných závitových tyčí s normálním závittem M36x4 a M42x4,5, tř. pevnosti 8.8, bez povrchové úpravy, obchodní délky 1,0 m. Před osazením byly svorníky mechanicky zkráceny na požadovanou délku. Vodorovné jádrové vrty pro svorníky průměru průměru 42 až 50 mm (dle typu výplně) musely být po centrickém osazení svorníků plně vyplněny. Pro max. možné



Sloupy skeletu s novými ocelovými patkami (1. PP)



Finální podoba patek po obetonování (1. PP)

dodržení požadované polohy a směru jádrových vrtů pro svorníky byly vrty hloubeny přes dílenskou ocelovou šablonu dle typu ocelové patky a vrtné nářadí fixováno. Žlb. průřez sloupů musel být před zahájením jádrového vrtání provizorně sepnut a svorníky musely být osazovány postupně. Provizorní sepnutí bylo možné odstranit až po zatvrdnutí výplně vrtů. Před zahájením vrtání byla ověřena kvalita betonu podchytávaných sloupů. Dle protokolu o nedestruktivním stanovení pevnosti betonu v tlaku sloupů ochozu zkoušený beton splňuje požadavky kladené na beton C 25/30 (u vnitřních sloupů zkoušený beton splňuje požadavky kladené na beton C 40/50). Po sesazení ocelových patek a vytvrzení podlití patek byly nakonec svorníky aktivovány momentovým klíčem na sílu 50 kN.

Závěr

Navržené trvalé podchycení sloupů mikropilotami bylo zpracováno v souladu se zadáním, předanými podklady a požadavky projektantů a statika rekonstrukce objektu Bubenská 1447/1. Při hloubení vrtů pro mikropiloty bylo nutno sledovat shodu zastižených a předpokládaných geologických a hydrogeologických poměrů. Všechny případné změny podkladů nebo předpokladů návrhu trvalého podchycení sloupů mikropilotami bylo nutno neprodleně projednat s projektantem podchycení a případné odchylky a jejich vliv na podchycení posoudit. Pro upřesnění vlivu bouracích prací, pojezdu a práce stavebních



Podchycené sloupky na nejnižší úrovni 3. PP

mechanismů a vrtných prací bylo nutné, aby rekonstruovaný objekt byl průběžně sledován a kontrolován v kombinaci s průběžným geodetickým měřením.

V současné době v celém objektu probíhá rozsáhlá rekonstrukce, nyní již na nových základech. V průběhu letošního roku bude

podchyceno posledních 18 sloupů v 1. PP (7. etapa) pod elektrickou rozvodnou v suterénu, která byla v době provádění předchozích etap ještě funkční a z provozu byla vyřazena teprve nedávno.

S využitím technické zprávy projektanta **Ing. Pavla Průchy**, FG Consult, s. r. o., a s přispěním stavbyvedoucího **Vladimíra Malého** napsal **Ing. Michael Remeš**, Zakládání staveb, a. s.
Foto: Libor Štěrba



Podchycené a následně dodatečně vyztužované sloupky skeletu na 1. PP

Místo stavby:

Bubenská 1447/1, Praha 7-Holešovice, 1. PP
Investor: CPI Property Group (Bubenská 1, a. s.)
Generální projektant, architektonické řešení: Tichý & Kolářová, s. r. o.
Stavební část, koordinace: AED project, a. s.
Konstrukční řešení: Building, s. r. o.
Dodavatel podchycení: Zakládání staveb, a. s.
Projektant podchycení: FG Consult, s. r. o.,
Odpovědný projektant: Ing. Pavel Průcha
Termín provedení podchycení: 2/2018–12/2018 (etapy 1–6)

The technical solution to capture existing foundations of the Electric Enterprise building by deep foundation on micropiles

Due to the advanced degradation of the original flat foundations formed by monolithic aluminate concrete footings, their underpinning by micro-piles was proposed in the whole area of the building. The load transfer from the columns to the micropiles is secured by horizontal bolts and welded steel feet. The scope of the underpinning was extraordinary: in total, the micropiles of 205 original columns were captured.



REKONSTRUKCE BUDOVY STÁTNÍ OPERY V PRAZE S NOVOU TOČNOU JEVIŠTĚ

V současné době prochází historická i provozní budova Státní opery v Praze rozsáhlou rekonstrukcí. Nově jsou instalovány rozvody elektroinstalace, TZB, úpravy se týkají výzdoby jeviště, hlediště atd. V provozní budově jsou renovovány kanceláře, zkušebny, baletní a sborový sál. Zásadní novinku ve vybavení Státní opery představuje i nová točna jeviště, která přinese unikátní technické možnosti. Instalaci nové točny však musely předcházet práce speciálního zakládání, protože prostor pod celým půdorysem jeviště bylo nutné prohloubit.

Státní opera Praha je jednou ze čtyř scén Národního divadla. Má operní i baletní repertoár a patří mezi nejvýznamnější kulturní scény v Evropě. Budova a její zázemí jsou významnou historickou památkou. V roce 1973 přibyla k historické budově ještě provozní budova s energocentrem, dílnami, kanceláři, baletními sály, sborovým a nahrávacím sálem a pěti nadzemními podlažími. Objekt vyrostl na místě původního vinohradského parku a v současnosti již také patří mezi kulturní památky. Právě probíhající rekonstrukce se dotýká jak historické, tak provozní části budovy. Historická budova prošla komplexnější obnovou při výstavbě provozní budovy v 70. letech minulého století. Až do nedávné doby pak byly prováděny pouze menší investiční zásahy, které odstraňovaly morální a fyzickou zastaralost jednotlivých dílčích částí. Téměř po 44 letech tedy obě budovy procházejí

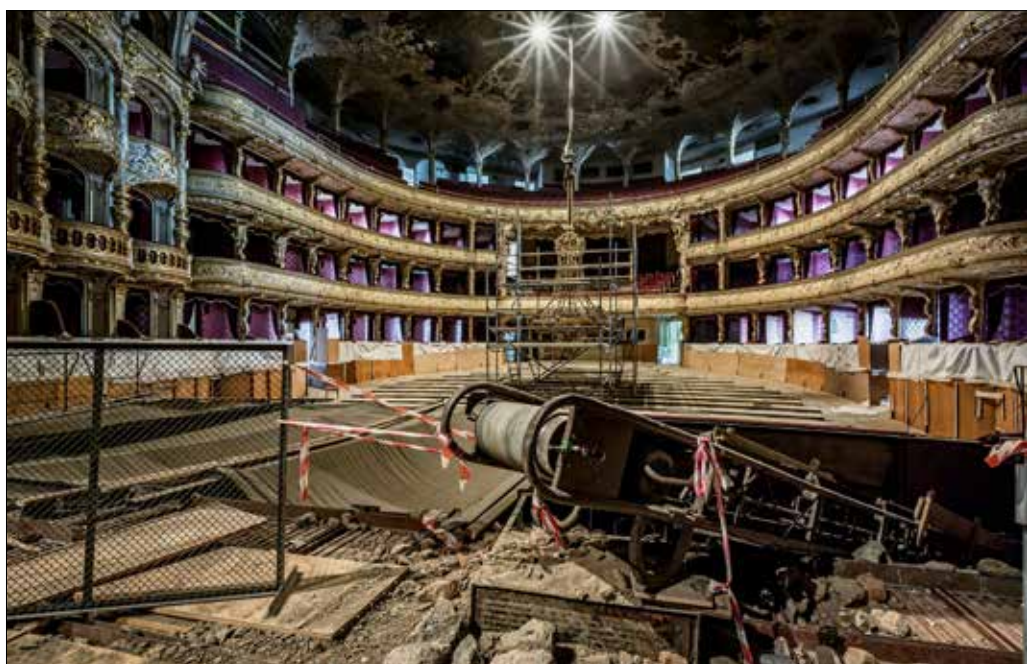
významnějšími stavebními a restaurátorskými zásahy. Zásadní změny jsou prováděny u rozvodů, zejména elektroinstalace, vody, topení, odpadů a vysušení vlhkosti. Úpravy doznalo také horní i spodní jeviště a výzdoba hledištní části, šatny umělců i sociální zázemí. V provozní budově jsou renovovány kanceláře, zkušebny, baletní a sborový sál. Mezi stavebně zajímavé zásahy do provozní budovy Státní opery patří i úprava dispozic ve 2. podzemním podlaží. Na místě nevyužívaných místností s ocelovými nádržemi pro lehké topné oleje, které v minulosti sloužily pro vytápění objektu, vznikla nová zkušebna o rozměrech 17,9x17,6 m. Místnosti byly rozděleny nosnými zdmi, a bylo proto nutné je spojit s nosnými konstrukcemi 1. podzemního podlaží. Celkem musely být odstraněny tři nosné stěny. Podchycení bylo provedeno pomocí dvou vzpínadel s táhly z předpjatých profilů, které podepřely jak železobetonové sloupy

konstrukce 1. PP, tak ocelové profily, které nesou stropní konstrukci nad 2. PP. Výroba a dodávka na projekt byly realizovány střediskem Ocelové konstrukce závodu Speciální činnosti HOCHTIEF CZ v Plané nad Lužnicí. Konstrukce byla zařazena do třídy provedení EXC3 (druhá nejvyšší třída konstrukce dle ČSN EN 1090-2 + A1). Třída určuje způsob výroby, výrobní tolerance, jakost svařování a přináší také zvýšené náklady na výrobu vzhledem k většímu počtu defektoskopických kontrol svárů (vnější vady se kontrolují pomocí kapilární nebo magnetické metody; vnitřní vady pomocí ultrazvuku nebo rentgenového snímání). Její montáž probíhala po zhruba čtyřmetrových kusech, které do budovy putovaly prostřednictvím vytvořených otvorů. Váha jednotlivých kusů byla od 400 kg do 1250 kg. Celková hmotnost prvků, které do budovy putovaly na vozících za použití lidské síly, je 29 630 kg.

Další logistickou a stavební zajímavostí bylo umístění pěti chladicích věží na střechu Státní opery. Systém chlazení musel být zprovozněn do konce loňského roku, neboť je napojen na sousedící objekt Národního muzea, se kterým rekonstruovaná Státní opera sdílí technologie. Samostatnou kapitolou jsou restaurátorské práce. Na historické budově se dotýkají téměř všech prvků a vycházejí z provedených průzkumů. Zejména náročné bylo vzorkování barevnosti interiérů historické budovy, tedy výmalby, tapet lóží či dveří. Totéž se týkalo i fasády, podlahových povrchů a dalších detailů. Kompletní rekonstrukci prošly i veškeré fresky, mohutný lustr zavěšený nad hledištěm a uskutečnila se také kompletní výměna všech sedaček. V dílnách Národního divadla byla vytvořena replika původní opony.

Restaurační práce se týkaly nejen historické budovy, ale i budovy provozní. Zde byly většinou ztmavlé travertinové obklady odstraněny a zlikvidovány a nahrazeny novými, které svou světlou béžovou barvou budovu změnila doslova k nepoznání. Nově byla na budově osazena i skleněná fasáda.

V současnosti se provádí příprava na osazování nové točny, která přinese unikátní technické možnosti. Ministerstvo kultury totiž v loňském roce rozhodlo o výměně zastaralé jevištní technologie za novou. Originální točna pocházela ze 70. let minulého století



Rekonstrukce interiérů budovy Státní opery

a původně byla plánovaná pouze její repase. Po zhodnocení všech pro a proti padlo rozhodnutí, že bude jeviště Státní opery opatřeno novou špičkovou jevištní technologií. Dolní scéna jeviště je tak nově navržena jako komplexní systém technologických zařízení s velkou variabilitou pohybu, zaměnitelností a rozsahem nastavení jednotlivých pozic. Nastavení scény je možné pro činoherní a operní

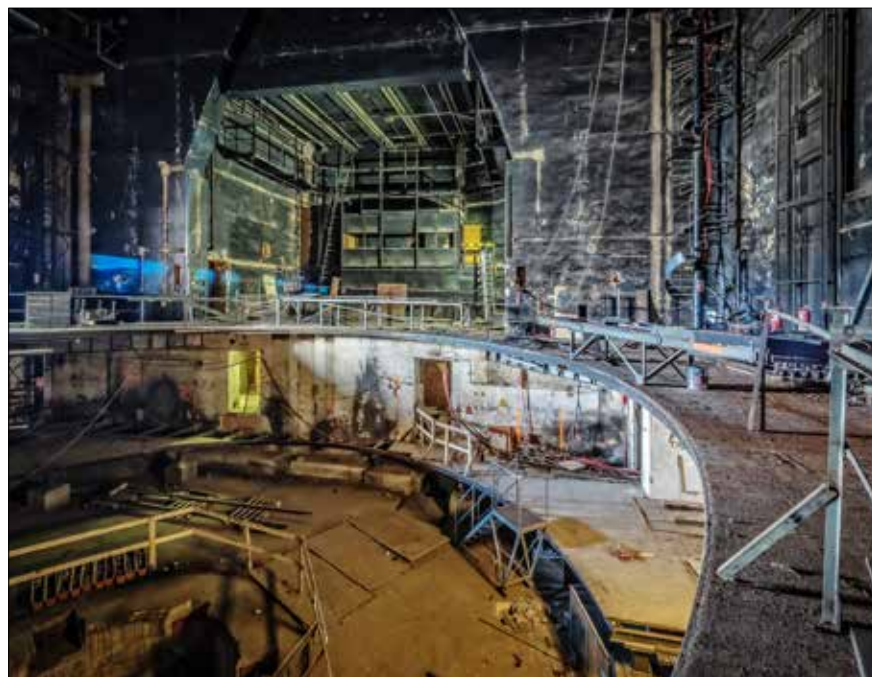
představení, muzikály, koncerty a v neposlední řadě i předávání cen v rámci významných událostí včetně společenských akcí.

Instalaci nové točny však musely předcházet práce speciálního zakládání, protože prostor pod celým půdorysem jeviště, které má rozměry 17x21 metrů, bylo nutné prohloubit o dalších pět metrů.

Před zahájením prací speciálního zakládání musely nejprve proběhnout všechny úkony potřebné k získání změny stavby před dokončením (dokumentace, vyjádření dotčených orgánů). Posléze se prováděl pasport dotčených prostor a osazení měřicích bodů, pomocí kterých se hodnotil pohyb okolních konstrukcí. Po zajištění nového rozšířeného prostoru točny (viz další text) následovalo provedení železobetonových monolitických konstrukcí vč. osazení kotvicích prvků pro novou divadelní technologii. Náklady na novou točnu jsou kolem 115 milionů korun (bez DPH).

Státní opera se tak stane z technického hlediska nejmodernější divadelní scénou v České republice a obtočí svými novými možnostmi i ve světovém měřítku. Celá rekonstrukce Státní opery bude dokončena v druhé polovině letošního roku a slavnostní otevření proběhne 5. 1. 2020 při příležitosti 132. výročí její existence.

Michal Talián, HOCHTIEF CZ a. s.



Očištěný prostor původního jeviště před jeho rozšířením a prohloubením pro novou točnu

Reconstruction of the State Opera Building in Prague

Currently both the historical and service facilities buildings of the State Opera in Prague have been undergoing extensive reconstruction.

Electrical wirings, technical equipment are newly installed, the stage and auditorium are refurbished. In the service facilities building offices, rehearsal rooms, ballet and choir halls are being renovated. A new revolving stage, which brings unique technical possibilities, represents also an essential innovation in the equipment of the State Opera. Special foundation engineering work had to precede the installation of the new revolving stage because the space under the whole stage ground plan had to be deepened.

NÁVRH ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO NOVOU TOČNU

Pažení výkopu pro novou točnu je navrženo pomocí dočasně kotvené mikropilotové stěny. Pro zvýšení svislé únosnosti stávajících základů a k omezení sedání při výkopu stavební jámy jeviště bylo nutné ještě před zahájením pažení jámy podchytit nosné stěny mezi jevištěm a hledištěm pomocí ocelových mikropilotů.



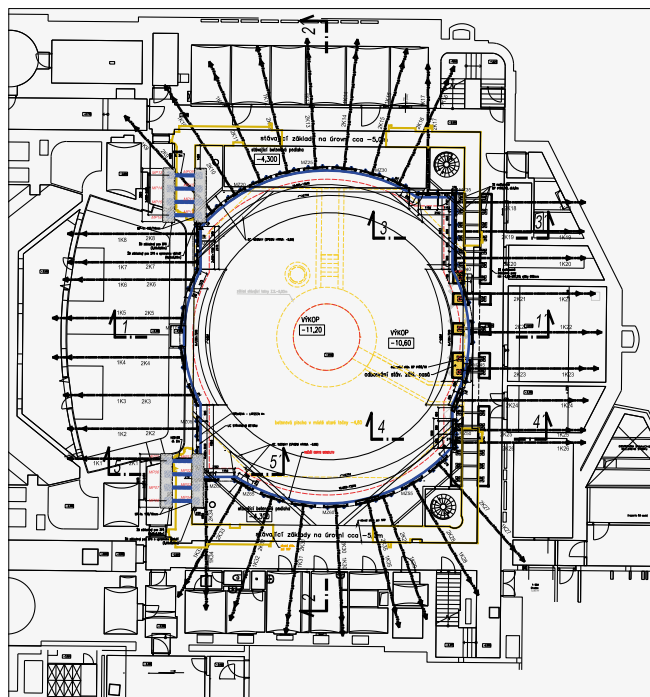
Pohled na stavební jámu nové točny paženou pomocí mikropilot a stříkaného betonu

Vývoj návrhu nové točny

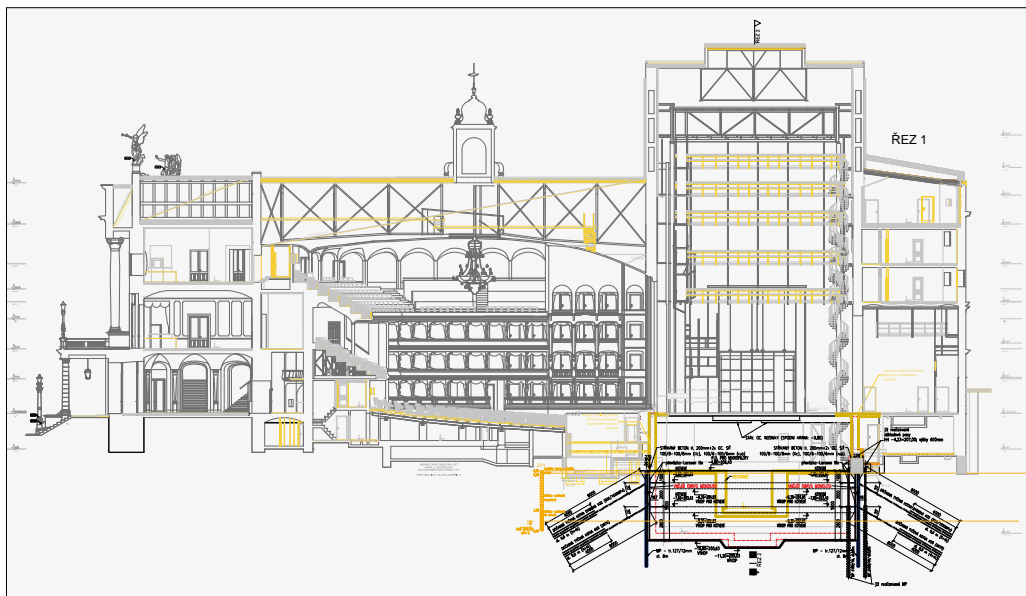
V roce 2014 byla společnost FG Consult, s. r. o., požádána o stanovení příčin náklonu staré točny ze 70. let minulého století. Vertikální náklon na okraji točny dosahoval hodnoty cca 70 mm. Na základě objednávky byl proto vypracován projekt sledování základů a konstrukce točny. Z jeho výsledků jasně vyplynulo, že základové konstrukce jsou bez závad a náklon je způsobován vůlí hlavní hřídele točny. Komplexní oprava točny byla naplánována v rámci celkové rekonstrukce Státní opery. V roce 2017 byla rekonstrukce skutečně zahájena. Při obnažení základů nosné stěny zadního portálu jeviště byly objeveny široké trhliny, způsobené sedáním podzákladí. Proto byly tyto základy podchyceny pomocí mikropilot. Ocelová konstrukce staré točny byla rozebrána a odvezena k rekonstrukci. Po celkovém repasu měla být znovu složena na své původní místo. Současně však probíhala diskuse, jestli nebude výhodnější nahradit starou točnu novou, která by umožňovala používat nejmodernější jevištní techniku. V roce 2018 padlo definitivní rozhodnutí o výměně točny. Nové zadání proto znělo: vyprojektovat stavební jámu o hloubce cca 6 m od podlahy suterénu (–10,6 m od podlahy jeviště). Půdorysné rozměry jámy jsou 20,6x17,6 m a vyplňují prakticky celou plochu mezi nosnými stěnami jeviště. Součástí projektu bylo i podchycení přední portálové stěny.

Geologické poměry a stavebně-technický průzkum

Skalní podloží lokality, zastižené průzkumnými vrty, tvoří tmavošedé břidlice dobrotivského souvrství. Do hl. 3,30 m a 3,65 m jsou břidlice



Půdorys dočasného pažení nové točny kotvenými mikropilotami s vyznačením nového podchycení stěn pomocí 2 x 8 MP (mezi jevištěm a hledištěm).



Řez budovou Státní opery s vyznačením paženého prostoru pro novou točnu

navětralé, rozpuštěné, úlomkovité až kusovité rozpávané, dále od kóty 203,13, resp. 202,78 m n. m., do konečné hloubky 5,00 m navětralé až zdravé, mírně rozpávané, kusovité rozpávané. Dle bývalé ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy) je možno navětralé břidlice zařadit do třídy R4, navětralé až zdravé do třídy R3. Podzemní voda byla ve výše uvedených archivních vrtech z r. 1966 zastižena v přirozené úrovni závislé na srážkové činnosti v hl. 6,4 m (204,9), resp. 7,8 m (205,8) v rozvolněné vrstvě podložní horniny, kde byla vázána na puklinovou propustnost této zóny. S ohledem na výstavbu přilehlé trasy A metra byly hydrogeologické poměry dané lokality výrazně ovlivněny drenážním účinkem této dopravní stavby a trvalá hladina podzemní vody je zřejmě zakleslá podstatně hlouběji (ověřená hodnota při dotěžení výkopu byla 200,5 m n. m.).

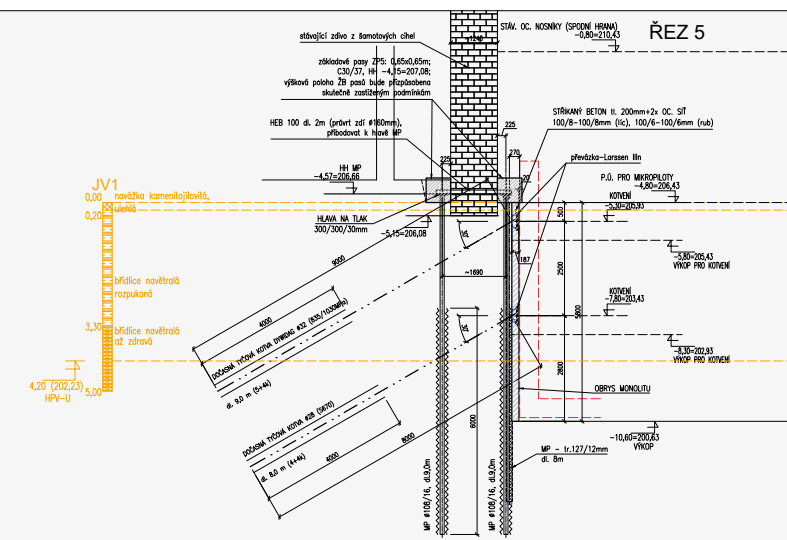
Provedení kopaných sond na ověření úrovně základové spáry u nosných stěn nebylo z prostorových důvodů možné. Byly proto provedeny šikmé převrty zdiva pomocí diamantového vrtáku. Z výnosů jádra bylo zjištěno, že zdivo ze šamotových cihel je posazeno přímo na navětralou břidlici a kóta základové spáry odpovídá podkladům.

Zajištění stavební jámy

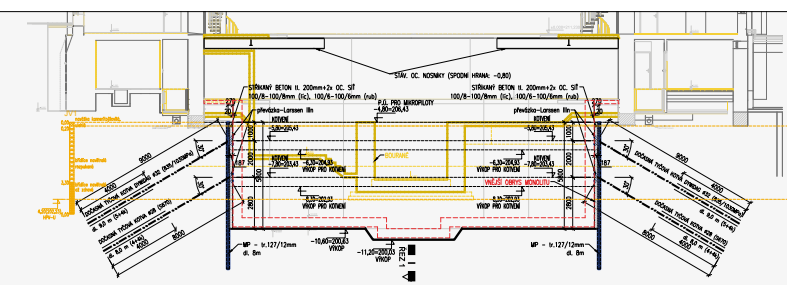
K zajištění výkopu pro novou točnu jsou použity **trubkové mikropiloty** 127/12 mm o délce 8,0 m. Vrtý pro mikropiloty byly vyplněny cementovou záplavkou $c : v = 2 : 1$. **Ostění tvoří stříkaný beton** C 20/25 o staticky nutné tl. 200 mm, vyztužený 2x sítí (100/100/6 – rub, 100/100/8 – líc). Sít' je fixována na svorníky 2x R10 přivařené na trubky mikropilot ve výškové vzdálenosti $\leq 0,5$ m. Z důvodu maximálního omezení deformací bylo navrženo zakotvení mikropilot ve dvou úrovních pomocí dočasných tyčových kotev



Hloubení vrtů pro osazení mikropilot určených k podchycení nosných stěn mezi jevištěm a hledištěm



Řez (1-1) dočasným pažením točny kotvenými MP a podchycení nosných stěn mezi jevištěm a hledištěm MP



Řez (2-2) dočasným pažením točny kotvenými MP

DYWIDAG 32 mm (ocel 835/1030 MPa). Zálivka a vysokotlaká injekce kotvě je provedena cementovou zálivkou $c : v = 2,2 : 1$ (cement CEM II/B-S 32,5 R, objemová hmotnost 1,87 kg/l). Mikropiloty jsou přikotveny přes převázky ze štetovic III, které jsou osazeny tak, aby nepřesahovaly líc pažení.

Podchycení nosných stěn

Pro zvýšení svlé únosnosti stávajících základů a k omezení sedání při výkopu stavební jámy jeviště bylo navrženo podchycení nosných stěn mezi



Hloubení vrtů pro dočasné kotvy pažení točny jeviště

jevištěm a hledištěm pomocí 2x 8 ks ocelových mikropilot 108/16. Z důvodu nízkého podhledu v suterénu byly mikropiloty sestaveny z dílů o délce 1,5 m spojených šroubovým spojem na plnou únosnost v tlaku. Hlavy mikropilot jsou opatřeny deskou na tlak 300/300/30. Vrtky o profilu min. 150 mm byly vyplněny cementovou zálivkou $c : v = 2,2 : 1$ (cement CEM II/B-S 32,5 R, objemová hmotnost 1,87 kg/l).

K provázání hlav mikropilot se stávajícím základem (zdivo ze šamotových cihel) byly navrženy základové (spojovací) bloky. Výška všech bloků je 650 mm. Navržen byl beton C 30/37 XA1 a ocel B500B. Propojení se stávajícím základem se provedlo pomocí válcovaných profilů HEB100 vložených do průvrtů přes základ. Vrtky o průměru cca 165 mm byly zhotoveny diamantovým nástrojem. Průvrtky jsou vyplněny tekutým betonem C 30/37 při betonáži bloků. Svislá kontaktní plocha stávajícího základu byla zdrsňena odšramováním a kónicky zúžena směrem dolů.

Závěrečné zhodnocení

V současné době (05/2019) je vybetonována celá nosná konstrukce točny, tvořená monolitickou železobetonovou základovou deskou a obvodovou stěnou. V části točny již probíhá montáž technologie. Správnost projekčního řešení potvrzuje fakt, že v průběhu prací na této náročné akci byly zaznamenány deformace pažení a okolních nosných stěn značně nižší než mezní hodnoty. Pozitivně lze hodnotit rovněž kvalitu provedených prací.

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

REALIZACE STAVEBNÍ JÁMY PRO NOVOU TOČNU

Předmětem dodávky firem skupiny Zakládání na nové točné Státní opery byla kompletní demolice původních železobetonových konstrukcí a zajištění stavební jámy pro novou točnu včetně jejího vyhloubení. Veškeré práce probíhaly v budově, kde byla již provedena částečná rekonstrukce hlediště, a zvláštní důraz byl tak kladen na dodržování opatření proti prašnosti a dynamickým účinkům při demolcích.

Před zahájením prací speciálního zakládání bylo nutné provést zajištění stěny mezi hledištěm a jevištěm, protože část stěny bylo nutné vybourat. Zajištění pomocí vrtaných mikropilot MP 108/16 se provádělo jak z prostoru původní točny, tak z prostoru okolních chodeb. Po vyvrtání a osazení mikropilot se stěna vodorovně provrtala jádrovými vrtky a obě řady se propojily pomocí HEB 120. Veškeré ocelové prvky byly svařeny, byla osazena armatura

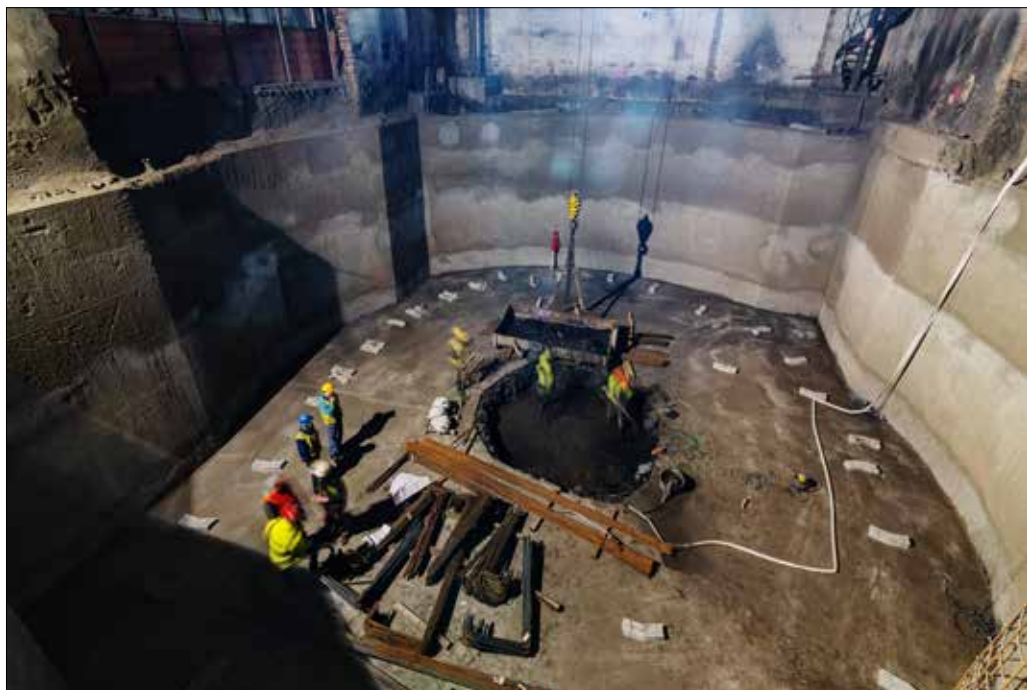


Pohled na hloubení pažené stavební jámy nové točny

a provedena betonáž. Na takto vzniklých železobetonových trámech byla stěna vynesena a potřebné části bylo možné vybourat.

Jedním z problémů, se kterým bylo nutné se vyrovnat, bylo nastěhování mechanizace do prostoru budoucí stavební jámy. Jedinou možnou přístupovou cestou do prostoru původního jeviště byla původní vrata na SV straně budovy zvětšená vybouráním. Pro práce na zajištění a těžbě jámy pak byl nepostradatelným nástrojem pojezdový jeřáb s nosností 8 t. Před nastěhováním mechanizace bylo ještě nutné podepřít část jeviště, která přesahovala obvodové stěny, aby se zvýšila jeho únosnost. Tím byly dokončeny přípravné práce.

Do stavební jámy byla poté nastěhována mechanizace na demolice a nakládání materiálu. Po odbourání a vyklizení materiálu na pracovní úroveň se zahájily práce na svislém zajištění stavební jámy. Vrtání se provádělo vrtnou soupravou, jejíž hmotnost byla limitována nosností jeřábu, což limitovalo rychlost prací, a hlavně manipulaci s mikrozáporami. Navržené délky mikrozápor byly 8–10 m. Po dokončení svislého zajištění začala vlastní těžba pomocí minibagrů. Veškerá zemina se nakládala do van s nosností do 8 t, což obnášelo v dané geologii cca 3 m³. Celkový objem stavební jámy byl cca 1700 m³. Těžba probíhala v ranních a prodloužených směnách. Celkový denní objem výkopku se pohyboval kolem 60 až 70 m³. Stavební jáma byla kotvena tyčovými kotvami Dywidag ve dvou kotevních úrovních. Kotvy byly předepruty přes ocelové zapuštěné převázky ze štetovnic III. Pro urychlení prací a z důvodu bezpečnosti byly práce na vrtání kotev prováděny v nočních směnách. Celý obvod stavební jámy byl



Pohled na stavební jámu nové točny před betonáží nosných konstrukcí

proveden ze stříkaných betonů s dvojitou kárisítí, které zajišťovaly jednak stabilitu, jednak sloužily jako podklad pod izolace budoucí monolitické vestavby. Z tohoto důvodu se kladl velký důraz na kvalitu a přesnost provedených prací. Po dotěžení stavební jámy na projektovanou základovou spáru byla spára upravena a překryta podkladním betonem. Tím byly práce skupiny Zakládání ukončeny. I přes obtíže, se kterými bylo nutné se vyrovnat – stísněný prostor, omezení nosností vrátka, vysoká prašnost – se podařilo práce dokončit ještě před požadovaným termínem a ve výborné kvalitě.

Údaje o stavbě:

Investor: Národní divadlo

Generální projektant: Masák & Partner s. r. o.

Generální dodavatel: HOCHTIEF CZ a. s.

Projekt prací spec. zakládání:

FG Consult, s. r. o.

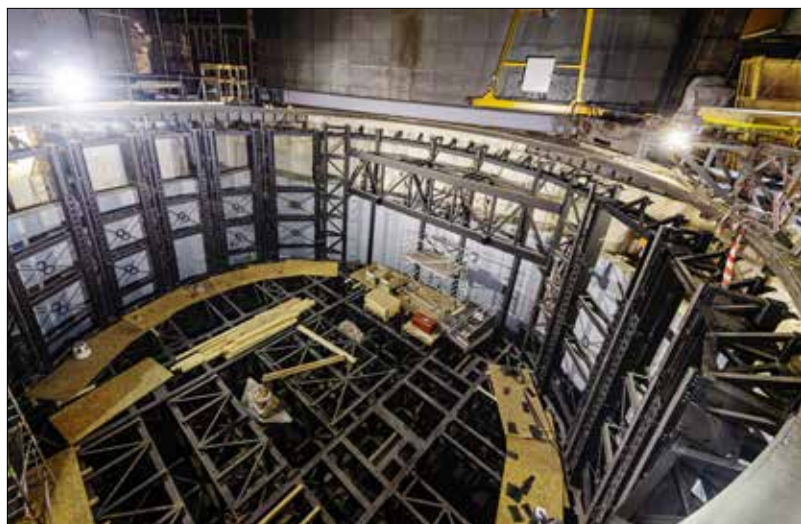
Práce spec. zakládání: Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s. (skupina Zakládání)

František Šedivý, Zakládání Group, a. s.

Foto u tématu: Libor Štěrba
a archiv HOCHTIEF CZ a. s.



Následující fáze výstavby vnitřních konstrukcí nové točny



Design of Securing the Construction Pit for the New Revolving Stage

Bracing of the excavation for the new revolving stage is designed using micropiles and shotcrete. The micropile bracing is anchored at two levels with temporary bar anchors so that deformation is limited to the utmost. Prior to bracing the pit it was necessary to underpin carrying walls between the stage and the auditorium with 2x 8 pcs steel micropiles 108/16 to increase the vertical load capacity of existing foundations and to minimize settlement during excavation of the construction pit for the stage.