

# ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

4/2015

Ročník XXVII



- REKONSTRUKCE PINKASOVA PALÁCE NA PRAŽSKÉ KAMPĚ S NOVÝM MUZEEM JUDITINA MOSTU
- TECHNOLOGIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ PŘI VÝSTAVBĚ ČESKÉHO INSTITUTU INFORMATIKY, ROBOTIKY A KYBERNETIKY PŘI ČVUT
- ZALOŽENÍ DÁLNIČNÍHO MOSTU SO 216 PŘES VÁH NA SLOVENSKU V ÚSEKU HUBOVÁ–IVACHNOVÁ
- OPRAVA STŘEDNÍHO PILÍŘE MOSTU PŘES LABE V OBCI PROSTŘEDNÍ ŽLEB-DĚČÍN





## 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](http://www.zakladani.cz),  
[www.zakladani.com](http://www.zakladani.com)



**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. 25, Libor Štěrba  
**Překlady anotací:**  
Mgr. Klára Ouředníková  
**Design & Layout:**  
Jan Kadoun a Ing. Jan Bradovka  
**Tisk:**  
H.R.G. spol. s r. o.

**Ročník XXVII**  
**4/2015**  
Vyšlo 3. 3. 2016  
MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711  
**Vychází čtyřikrát za rok**

Pro rok 2016 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 – 10. část** 2  
Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

## TEORIE A PRAXE

**Statika a statistika** 7  
Ing. Petr Hurych

## DOPRAVNÍ STAVBY

**Dálnice D1 Hubová–Ivachnová, most SO 216 na D1 nad řekou Váhem,  
železniční tratí SR a silnicí III/018104** 8  
Ing. Richard Novák a Ing. Tomáš Romportl, SHP, s. r. o.

**Pilotové založení mostů SO 216 a SO 212 na úseku D1 Hubová–Ivachnová** 12  
Ing. Maroš Zaťko, Zakládání staveb, a. s.

**Oprava středního pilíře mostu přes Labe v obci Prostřední Žleb–Děčín** 14  
Ing. Karel Staněk a Jan Vališ, FG Consult, s. r. o.

**Realizace štetové jímky a železobetonové těsnicí desky  
u středního mostního pilíře** 16  
Martin Kapoun, Zakládání staveb, a. s.

## OBČANSKÉ STAVBY

**Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky při ČVUT  
aneb Technologie speciálního zakládání ve službě technologií budoucnosti** 18  
Ing. Václav Žák a Ing. Jan Libus, Zakládání staveb, a. s.

**Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky při ČVUT  
– důvod vzniku a jeho poslání** 23  
Prof. Ing. Miloslav Pavlík, CSc., ČVUT

**Rekonstrukce, obnova a dostavba domu č. p. 515 na Kampě,  
tzv. Pinkasova paláce, s novým muzeem Juditina mostu** 25  
Ing. arch. Marek Tichý, T a K Architects, s. r. o.

**Rekonstrukce Pinkasova paláce pohledem statika** 27  
Ing. Karel Mareš, HSD statika, s. r. o.

**Práce speciálního zakládání při rekonstrukci a stavebních úpravách  
Pinkasova paláce** 30  
Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.

# HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 10. ČÁST

*V tomto pokračování našeho seriálu přiblížíme dějiny hloubení základů popisem jejich technologického vyvrcholení při pažení hlubokých základových jam podzemními stěnami. Zaměříme se na téměř dobrodružný rozvoj této technologie v uplynulém období šedesáti let. Z hlediska historie je toto stadium jen úsměvně krátké, ale pro obor speciálního zakládání je nesmírně významné. Poukážeme na klíčový faktor rozvoje podzemních stěn, kterým byla bentonitová suspenze. Ta se stala katalyzátorem prudkého vzestupu metody na počátku 50. let minulého století. Hlavním faktorem vývoje byl explozivní nárůst zdrojů pro mechanizaci. V této části se budeme věnovat oběma těmto činitelům poněkud podrobněji.*

**Významný technický předěl nové doby**  
Podzemní stěny jsou symbolem dokonalé průmyslové inovace. Jsou vzorem toho, jak prolínání a spojování různých impulsů a vývojových proudů vedlo k vytvoření nové technologie. Náš seriál ukazuje kromě historických peripetií soustavně také na to, že cestou z nouze a lopotné dřiny k prosperitě, efektivitě a bohatství je usilovná a tvořivá činnost. Toto úsilí záviselo ještě na počátku minulého století ve značné míře na ruční práci bez větší invence, jak dokládají obrázky hloubení jam v úvodu minulé části. Do poloviny století se tento poměr měnil jen pozvolna. Rozvoj technologie podzemních stěn však prokazuje, jak docházelo v některých oblastech lidské činnosti ke skokovému růstu efektivity při náhlém sloučení různých podnětů. Vynoření této technologie v 50. letech rázem vyřešilo technický problém pažení hlubokých jam a clon ve zvodnělém prostředí (obr. 1). Následný prudký dynamický rozvoj během pár desetiletí pak je v inženýrském stavitelství srovnatelný jen s podobným nástupem TBM v tunelování. Způsobil ho nárůst převahy průmyslového fenoménu mechanizace nad ostatními faktory výrobního procesu výstavby, jako jsou například činitelé pracovní síly, materiálů nebo teoretické podpory. Ukazuje se také zřetelně, jak se zrychlení vývoje mechanizační praxe rozběhlo po exponenciální trajektorii rozvoje, zatímco vývoj aplikační teorie za ní pokulhával po trajektorii přibližně lineární. Tento trend se postupně objevil u mnoha dalších moderních technologií oboru speciálního zakládání. Ani na počátku 21. století nebylo zřejmé, zda další nový činitel v průmyslu – komputelizace, spolu s instrumentací a monitoringem procesů výroby i následného chování zhotovených základových konstrukcí, je schopen uvést nový pohyb rozevírajících se nůžek zastavit. Zatím konstatujeme, že vznikají nové a nové, relativně lehce ovladatelné technologické mechanismy, ačkoli zaostáváme ve schopnosti plně porozumět jejich účinkům a spolehlivě navrhovat jejich technologické komponenty a využívání. Zobrazení historie podzemních stěn takový překotný vývoj příkladně ukazuje.

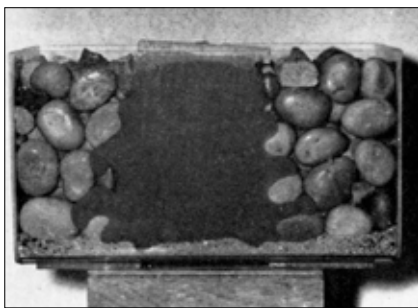


Obr. 1: Charakteristická realizace podzemních stěn pomocí drapáku a hydrofrézy z předvýkopu v kotveném záporovém pažení na stavbě Tunelu Blanka, 2009, (Zakládání staveb, a. s.)

## Počátky bentonitové suspenze

Hlavním impulsem vzniku technologie podzemních stěn se stalo odhalení fenomenálních pažicích vlastností **bentonitové suspenze**. Tomuto naprosto klíčovému faktoru je třeba věnovat dostatečnou pozornost. Ukazuje nám, jak se i pouhý přírodní materiál může stát iniciátorem startu převratné technologie. Připomeňme, že bentonit byl zaveden pro výplachové médium k vrtání naftových studní v USA teprve v roce 1929, i když různé jílové výplachy byly uspokojivě využívány už od roku 1901. Obecně byl ale znám již tisíce let předtím jako absorbentní díl přírodních látek a využíván tak k čištění různých produktů. V novověku nabyl mimořádné důležitosti právě v oboru speciálního zakládání. Má zvláštní mineralogické složení s převažujícím podílem částic minerálu **montmorillonitu**. Ten byl sice poprvé přesně zaříděn v roce 1847 v nalezišti u obce Montmorillonite v západní Francii, ale stal se pak slavným pod širším názvem bentonit. Způsobil to objev jeho největšího naleziště ve Fort Bentonu ve Wyomingu v USA v roce 1898. Průmyslově byly tyto wyomingské bentonity těženy od roku 1928, a to po většinu doby firmou Baroid Drilling Fluids, kterou v roce 1993 převzala obří ropná

korporace Halliburton. Jsou proslulé jako nejkvalitnější přírodní bentonity **sodného typu** na světě. U nás bylo hlavní ložisko bentonitického jílu objeveno v roce 1941 v Braňanech u Mostu, ale nemělo dostatečnou kvalitu. Produkt se také musel uměle sodifikovat a suspenze pak ještě navíc dále vylepšovat přísadami. Poznamenejme, že zahraniční bentonity byly u nás po několik desetiletí nedostupné a „tradiční“ používání málo kvalitních bentonitů mělo svůj nesporný negativní vliv na tuzemské technologie. Sodný bentonit vytváří ty nejjemnější koloidní suspenze s výjimečným chováním. Při fyzikálně-chemické reakci sodného montmorillonitu rozptýleného s vodou se například projeví jeho vysoká bobtnavost, při níž nabývá několikrát většího objemu než ve vysušeném stavu. Základy pro pochopení vnitřních zákonitostí bentonitové suspenze poskytl v roce 1861 skotský vědec Thomas Graham svou **teorií koloidní chemie**. Ta mimo jiné vysvětluje, proč se bentonitové suspenze mohly osvědčit pro vrtné výplachy zejména kvůli svým fyzikálním **reologickým vlastnostem** při tečení za různých podmínek. Mikroskopické montmorillonitové částice jsou totiž nejjemnější přírodní minerály s drobností na úrovni molekul. Mají lístkový tvar a v procesu



Obr. 2: Předvedení vysoké kvality 8% suspenze z wyomingského bentonitu se schopností proniknout a zgelovat v pórech hrubého šterkopisku, čímž je vytvořen jeden z faktorů stability vrtu v experimentu z roku 1960 (firma Baroid)

elektrochemické reakce s molekulami vody v koloidní suspenzi dochází orientací jejich náboje a vazbami jejich částic k vytváření tak zvané **voštinové mikrostruktury**. Ta má podobně jako domeček z karet určitý odpor ve stříhu a udržuje si v klidu dočasnou stabilitu – suspenze vytváří **gel**. Tím se zvyšuje stabilita stěn vrtu (obr. 2) a též se brání sedimentaci odvrtných částic ve výplachu.

Teoreticky popsal viskoplastické chování takovýchto kapalin v roce 1922 americký vědec Eugene Cook Bingham, který je považován za otce reologické vědy, a proto se tyto kapaliny nazývají **Binghamovy**. Na rozdíl od konvenčních kapalin, jako je voda, zvaných newtonovské. Bentonitový gel však i při nepatrném pohybu snadno zase ztekutí na původní viskózní „sol“ a je tak opět vhodný k čerpání. Tento zvrtný jev se nazývá **ti-xotropie** a byl prvně obecně pojmenován maďarským profesorem biologie Tiborem Pöterfím v roce 1927 při zkoumání buněk. Jinou z pozoruhodných vlastností bentonitové suspenze je filtrační jev, při kterém je na stěně vrtu vytvářena ze stlačené mikrostruktury suspenze po odfiltrování vody jakási ochranná přechodová tužší vrstva, nazývaná **filtrační koláč**. Laicky je tento mikroefekt přirovnáván k rybím šupinám. Kvalitní koláč přispívá velmi silně ke stabilitě vrtu. Na velký význam tohoto jevu pro pažení stěny rýhy upozornil Christian Veder již při svých prvotních milánských výzkumech na počátku 40. let (obr. 3).

Podotkněme zde na okraj, že se též jedná o jeden z velmi významných technologických vlivů takto zhotoveného základového prvku na jeho výslednou interakci se základovou půdou. Avšak jsou ještě další mimořádně komplexní jevy odehrávající se při působení bentonitové suspenze, jež také přispívají k výplachovému i pažicímu režimu vrtu nebo rýhy. Například v důsledku její **schopnosti výměny iontů** s prostředím nebo s přísadami nebo v důsledku jejich **elektrokinetických**

**reakcí**. Proto je tato suspenze mezi odborníky považována za přírodní zázrak. V Evropě se v polovině století všeobecně vycházelo ze shrnutí poznatků o chování bentonitové suspenze v knize francouzského elektrochemika Maurice Déríbéré, vydané teprve v roce 1951! Tajemství bentonitu a působení jeho suspenze na stabilitu rýhy byla tedy odkrývána jen postupně a dodnes úplně objasněna nejsou. Různí experimentátoři během let pokusů, jak se chovají stěny vrtů pilot pod suspenzí při jejich rozšiřování nebo vzájemném propojování, zjistili, že při použití suspenze není klenbový účinek kruhového průřezu vrtu tak důležitý, jak se předtím předpokládalo, a že suspenze dokáže stabilizovat i stěny vytvořené rýhy. Spojení teoretických a praktických zkoumání vlastností bentonitové suspenze tak přímo vedlo k objevu metody podzemních stěn. Při další cestě historií speciálního zakládání se sice ještě setkáme i se silnými vlivy dalších materiálů, ale role bentonitu zůstává skutečně výjimečná.

#### Mechanizační rozvoj technologie

Původní technologický postup propojování pilot firmy I.C.O.S. byl během několika let provozně doveden do detailní dokonalosti, ale protože byl málo výkonný, vyžadoval pro větší výrobní objemy znásobení strojních kapacit (obr. 4). Za dobu padesáti let své existence provedla firma I.C.O.S. na stovky technicky vynikajících staveb, jako byla například základová jáma pro newyorská dvojčata World Trade Centre v roce 1967. A tehdy to bylo teprve třetí použití pažicích železobetonových podzemních stěn v USA. I.C.O.S. však neobstála ekonomicky. Žila ze svého náskoku pod náporom konkurence až do 90. let, ale mezitím vývojově zaostala, soustředila se příliš na množství aktuálních projektů a nebyla schopna dívat se také více dopředu. Nakonec



Obr. 4: Soupravy firmy I.C.O.S. na stavbě podzemní clony o maximální hloubce 89 m pro mexickou přehradu Villita v roce 1965. V popředí původní technologie nárazově vrtných „milánských stěn“ pro hluboké úseky, v pozadí trójnožkové soupravy s lehkými drapáky pro mělčí úseky (firma I.C.O.S.).



Obr. 3: Jeden z prvních pokusů Christiana Vedera z počátku 40. let, dokumentující, jak bentonitový filtrační koláč udrží i po odstranění suspenze svislou stěnu písku v rovnováze. Je vidět i dosah vody odfiltrované ze suspenze do písku (I.C.O.S.).

v roce 1997 převzala její poslední a nejsilnější americkou pobočku, ustavenou v Bostonu již v roce 1957, italská firma Trevi. Poptávka doby po nové atraktivní metodě zakládání hnala vývoj mechanizace vpřed a stavební firmy reagovaly různými originálními inovacemi. Jednalo se hlavně o vývoj mechanismů pro efektivní těžbu souvislého úseku rýhy. První trend k **používání drapáků** pro těžbu delších lamel podzemních stěn I.C.O.S. ještě začátkem 60. let zachytila svými počátečními modely mechanismů. Byly to velmi lehké dvoulanové verze drapáků se samostatnými elektrickými vrátky zavěšené na jednoduchých trójnožkách. Jejich malá výkonnost byla navíc omezena obtížným způsobem vykládání výkopku z nástroje (obr. 5). Firma ale na tomto systému těžby, navíc vázaném na nepružný systém kolejového podvozku, nadlouho ustrnula (obr. 6). Již v roce 1958 však například čelila na trhu zcela nové italské firmě E.L.S.E., která představila zařízení nazývané podkopová lopata (obr. 7). Ta reagovala na požadavky na účinnější těžbu ve šterkovitých zeminách, kde nebyla unášecí síla přímého výplachu dostatečná pro výnos hrubých zrn na povrch a také rypná nabírací síla existujících drapáků

byla nedostatečná. E.L.S.E. nabízela lžicové lanové rýpadlo pohybující se vodítky po svislé posuvné lafetě.

Tyto stroje pak pracovaly u mnoha jiných firem po celém světě, avšak další vývoj dlouho nepřezhly. I u nás bylo podle tohoto vzoru zkonstruováno podobné zařízení na stavbě clony v Nechranicích v roce 1965 a odvedlo tam podstatný kus práce. Německá firma Pollensky & Zöllner zase předvedla v roce 1963 na stavbě ve Frankfurtu svůj prototyp silnějšího hydraulického drapáku na Kelly tyči, ale pro drapáky opět na málo výhodném kolejovém podvozku. U všech těchto typů strojů zůstal obdobně nedořešen trvalý problém s vykládáním



Obr. 5: Původní model lehkého dvoulanového drapáku na trojnožce na stavbě firmy I.C.O.S. pro podchod na benátském nádraží Mestre v Itálii v roce 1963 – je zřejmá obtížná ruční manipulace při vyprazdňování drapáku do vozíku (firma I.C.O.S.)

odtěženého výkopku z rýhy pomocí násypky s pásovým dopravníkem. Řešitelé problému drapákové těžby zůstávali v zajetí schématu vazby na kolejový podvozek, takže jejich řešení byla provozně těžkopádná v nakládání s výkopkem a zavedla je do slepé uličky nízké produktivity.

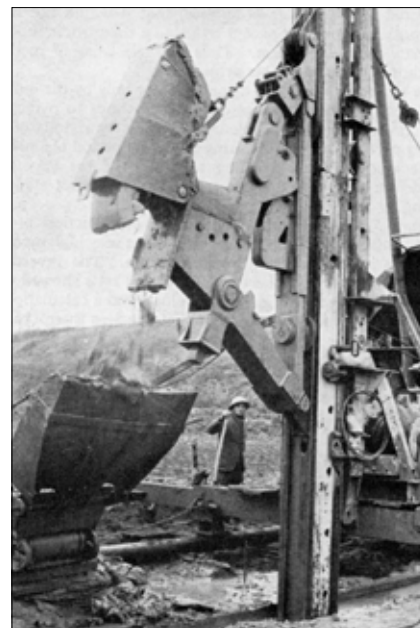
V té době bylo ovšem velmi těžké koncepčně se odpoutat od tohoto podvozku. Na kolejích totiž úspěšně existovala také zcela odlišná cesta mechanizačního vývoje, která se orientovala na **kontinuální těžbu s reverzní cirkulací** vrtného výplachu. Toto řešení, které zdůrazňovalo potřebu dokonalého čištění suspenze v rýze již v průběhu těžby v rámci odstraňování odvrtného materiálu, dovolovalo ponechat pohyb soupravy i s připojenou čistíčkou na lineární dráze. Naopak se pevně vázaná poloha využívala ke kalibraci propojení jednotlivých vrtů v konečné rýze. Italská firma Rodio přišla s tímto systémem ve svém patentu již v roce 1953. Vyzkoušela



Obr. 6: Ukázka sestavy lehkých drapákových strojů pro podzemní stěny tl. 80 cm firmy I.C.O.S. na stavbě tunelu dálnice A5 u Chatillon v severní Itálii v roce 1967 – zřetelné je složité řešení vyprazdňování drapáku do násypkových skříní a na pásový dopravník (firma I.C.O.S.)

si předtím sílu zpětného toku bentonitové suspenze na pilotovacích nárazových vrtačkách Rodio-Marconi, označovaných v pozdějším modelu jako CIS (viz 6. část seriálu, ZAKLÁDÁNÍ 4/2014), když jejich oběhová čerpadla začala poskytovat mnohem lepší odsávací a přepravní účinn. Tento systém těžby sice také nebyl příliš výkonný, ale byl spolehlivý a osvědčil se zejména v tvrdém skalním podloží. Nástupnické nárazové soupravy Rodio RF-6 z poloviny 60. let byly již mnohem kompaktnější. Tyto robustní stroje byly velmi úspěšně nasazeny v roce 1967 u o. p. Vodní stavby na stanici pražského metra Muzeum a pracovaly pak vytrvale na stavbách v ČR až do nasazení výkonnějších strojů koncem 20. století (obr. 8). Na začátku 60. let se asi deset evropských firem pokoušelo vymyslet ten správný drapák a nalézt nejlepší způsob jeho použití. Už se nedá doložit, kdo byl se zásadním řešením první, ale byla to patrně některá z francouzských firem. Měly pro to určité předpoklady, protože původní myšlenka lanového drapáku byla přičítána již v roce 1703 francouzskou Akademií věd vynálezci M. Gouffé. Průmyslově však rozšířil jeho použití anglický výrobce W. D. Priestman na základě svého patentu z roku 1876 pro dvoulanový drapák (viz 7. část seriálu, ZAKLÁDÁNÍ 1/2015). Jeho principem byly dva oddělené vrátky pro nosné a pro zavírací lano. Na počátku 20. století byly tyto všestranné nástroje na kolejových nosičích a parní pohon jediným z nejoblíbenějších mechanismů ve stavebnictví. Problémem ovšem bylo vhodné uspořádání provozuschopné soustavy kladek a pák uvnitř tělesa drapáku v zapískované suspenzi. A dalším problémem byl nosič. První samohybné pásové jeřáby neměly totiž dva samostatné vrátky, a tak nebyly pro dvoulanové drapáky použitelné. Teprve pozdější generace bagrjeřábů umožnila pokrok v drapákové těžbě podzemních stěn (viz 1. část seriálu, ZAKLÁDÁNÍ 3/2013). V roce 1961 tak již údajně francouzská firma Soletanche používala zavěšení těžšího speciálního dvoulanového drapáku od firmy Tranchesol na univerzálním otočném bagrovém nosiči (obr. 9). Rychle byla prokázána přijatelná geometrická přesnost takto vytěžené lamely a nový trend tohoto vývoje se rozběhl naplno. Větší výkonnost **drapákové cyklické těžby** byla uvítána a ovládla na příští čtyři desetiletí největší objem výroby podzemních stěn. Ale vývoj se ani pak zdaleka nezastavil. Prvotní drapáky vážily totiž jen několik málo tun, neboť závisely na kapacitě tehdejších nosičů při vytažení naplněného nástroje. Lehké drapáky ovšem nedržely v obtížnější geologii dobře svislost a firma Soletanche to od roku 1963 řešila zavedením **vodicích kelly tyčí** (obr. 10). S tím byl spojen i vývoj hydraulického ovládání čelistí drapáku, který dokázal vyvodit

daleko větší zavírací rypnou sílu na hraně čelistí. Tento směr vývoje se nakonec soustředil na rozvoj hydraulických drapáků v **hybridní kombinaci** s počáteční kratší kelly tyčí. Vyšla se jím většina provozních firem i výrobců mechanismů a staly se tak hlavním proudem této technologie. U nás byl první drapák domácí výroby s originálním elektrohydraulickým ovládním zkušeno na stavbě Nechranické clony v roce 1965. Pracoval i na několika dalších stavbách, ale trpěl vysokou poruchovostí a malou výkonností. Byl nasazen i při budování první tuzemské železobetonové podzemní stěny na stavbě pražského Domu dětské knihy na Národní třídě, kterou prováděl o. p. Vodní stavby v roce 1967. V následujícím roce byl již na práce speciálního zakládání ustaven zvláštní závod 07 a v rámci licenční smlouvy byl později vybaven flotilou hydraulických kelly drapáků od firmy Rodio (obr. 8). Ty pak pracovaly i na dalších akcích po mnoho let. První hydraulický drapák nové generace s krátkou kelly tyčí modelu BH-12 od firmy Soilmec si pořídil o. z. SZS o. p. Vodní stavby až v roce 1986. Alternativní směr vývoje klasických mechanických lanových volnopádových drapáků ovšem udržoval krok se stále dostupnějšími a výkonnějšími nosiči a soustředil se naopak na zvyšování rozměru i tíhy drapáků k dosažení vyššího gravitačního účinku. Ten se dal dobře využít nejen k dodržení potřebné svislosti rýhy, ale i k dlátování v tvrdších geologických partiích. Po této cestě postupovala francouzská firma Bachy, která dospěla na začátku 90. let mezi světovou špičku oboru speciálního zakládání. V profesi drapákové volnopádové těžby podzemních stěn byla po desetiletí považována za absolutní



Obr. 7: Podkopová lopata milánské firmy E.L.S.E. v roce 1963 pojíždějící na svislé lafetě při těžbě podzemní stěny tl. 35 cm a hloubky 15 m s vyprazdňováním do násypky na dopravní pás (firma E.L.S.E.)

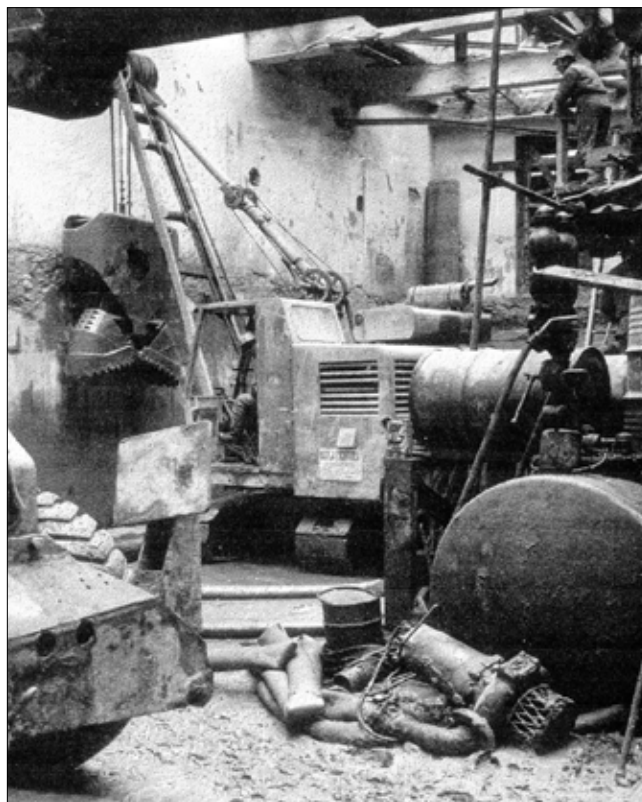


Obr. 8: Nárazové soupravy Rodio RF-6 s reverzní cirkulací na stavbě pražského obchodního domu Kotva v roce 1972. V pozadí je též vidět jedna z nově zavedených souprav Rodio s vedeným kelly drapákem na bagrjeřábu UB 160 z NDR (Zakládání staveb, a. s.)

řemeslnou jedničku. Byla sice v roce 1995 pohlčena firmou Soletanche s odlišnou vizí, ale tento typ těžby je stále některými provozními jednotkami nebo v určitých podmínkách preferován a výrobci dodnes tyto typy drapáků inovují. Podobně byly na některých našich stavbách používány slovenské lanové drapáky vyrobené v 70. letech podle zahraničního vzoru firmy Tranchesol a nazývané

„Komárno“. K velkému technickému přelomu došlo u podzemních stěn v roce 1971. Firma Soletanche zúročila své desetileté provozní zkušenosti s efektivitou inovované rotační pilotovací soupravy CIS 61-R a vyvinula koncepčně zcela nové řešení kontinuální těžby **pomocí hydraulicky poháněné hydrofrézy** s reverzní cirkulací výplachu (obr. 11). Bylo tak sloučeno několik faktorů efektivní výroby

– průběžná těžba rýhy rotačně řezným způsobem a dokonalý odvod vytěženého materiálu se současným čištěním počvy a k tomu nově i říditelnost odchylek geometrie těžby. Konkurenční firmy tento nový trend po zahájení následovaly. Například německá firma Bauer uvedla na trh svoji první verzi hydrofrézy v roce 1984 a japonská firma Tone Boring začala svůj systém založený na koncepci



Obr. 9: Jeden z prvních speciálních drapáků vyrobený firmou Tranchesol již s přidanou přítěžovací a kalibrační skříň, upravený v roce 1965 firmou Soletanche pro stísněné pařížské staveniště k zavěšení na malém bagrjeřábu (Soletanche)



Obr. 10: Lanový drapák s vodící kelly tyčí z pilotovací vrtačky na stavbě na bulváru Haussman v Paříži v roce 1966 (Soletanche)



Obr. 11: První hydrofréza s těžkým bagrjeřábem na stavbě nádraží Garé de Lyon v Paříži v roce 1974 (Soletanche)



Obr. 12: Japonská fréza firmy Tone Boring typu EM 320 na elektrický pohon navržená na začátku 90. let pro základové elementy o rozměrech 3,2 x 3,2 m do hloubky až 150 m (Tone Boring Co.)

pohonu elektromotory používat v roce 1987 (obr. 12). Z této země se však v následné těžké a dlouhé hospodářské stagnaci další zprávy o možném pokroku na tomto poli již neobjevily. Koncem 20. století se v Evropě vyrojilo několik dalších výrobců vzájemně se doplňující sestav strojů pro optimální těžbu podzemních stěn složených z drapaků pro předvýkop a hydrofrézy pro tvrdší spodní partie. Ty se staly nejvýkonnějšími mechanismy speciálního zakládání (obr. 13). Dosahovaly do hloubek přes 100 m při tloušťce stěn až 2 m. Byly však



Obr. 13: Typická sestava souprav hydraulického drapaků a hydrofrézy, tentokrát ze stavby hloubených tunelů bostonské centrální automobilové tepny v USA v roce 1996 (Soletanche)

zkonstruovány i kompaktní minifrézy, které pracovaly například v suterénech stávajících objektů. Na začátku 21. století již byly nejen frézy, ale i drapaky vybavovány instrumentací a systémy pro řízení nebo korekce polohy, včetně monitoringu všech detailů výrobního procesu. V roce 2011 tak např. dosahovala odchylka ve svislosti podzemních stěn o tloušťce 1,5 m a hloubce 98 m pro šachtovou nádrž Beckham o průměru 38 m u nového stokového systému v Londýně předepsaných max. 8 mm (obr. 14) U nás byla nasazena první hydrofréza v roce 1997 na stavbě pražského hotelu Marriot v ulici V celnici. Pro rakouskou firmu Illbau stavbu prováděla vídeňská pobočka firmy Bauer. Dalším ojedinělým pou-



Obr. 15: Dvě soupravy hydrofréz nového typu Tiger SC-135 (vpravo) a SC-200 italské firmy Soilmec při zhotovení zkušební podzemní stěny hloubky 250 m v roce 2012 (Soilmec)

žitím bylo nasazení hydrofrézy Bauer v roce 2005 na stavbě pražského obchodního domu Palladium na náměstí Republiky, najaté tehdejší brněnskou firmou Topgeo. Soustavně pak začala od roku 2007 používat obdobný typ hydrofrézy firma Zakládání staveb, a. s., a to nejprve na hloubené části tunelu pražského projektu Blanka (obr. 1). Vývoj mechanismů pro podzemní stěny pokračoval dál ke splnění ještě náročnějších požadavků. V roce 2012 firma Soilmec svými



Obr. 14: Výkop v šachtové nádrži Abbey Mill zhotovené z podzemních stěn, jedné z několika takových akumulčních nádrží příválových vod nového londýnského stokového systému budovaného v roce 2011 (Bachy-Soletanche)

novými modely Tiger dosáhla hloubky 250 m při tloušťce stěny 3 m. Provoz takového staveništního komplexu mechanismů s rozsáhlým zařízením na výrobu a čištění suspenze je již ovšem na úrovni malé továrny (obr. 15). Pohlédneme-li nyní zpět na obr. 5, vidíme, jakou závratnou cestu za pouhých padesát let podzemní stěny urazily. Příběh této technologie je mimořádným příkladem v úvodu zmíněného dosažení prosperity a efektivity soustředěným úsilím. Je možné, že i společenská prosperita podléhá cyklickým zákonům přírody – růstu a následného uvadání a že po vrcholícím vzepětí podzemních stěn za znamenáme první signály takového útlumu právě zde. Zatím však taková fáze zřejmá není.

Ing. Jindřich Řiřica, ADSZS

### The history of special foundation – Part 10

Further continuation of our sequel zooms in history of foundation excavation by description of its technique culmination with retaining of deep foundation pits by diaphragm walls. It is focused on almost adventurous advancement of this technique over the last sixty years. No matter how this stage is from the point of history just amusingly short it is immensely important for the special foundation discipline. Bentonite suspension is highlighted as the key factor of diaphragm wall progress. It became catalyst of the method steep rise at the beginning of 50-ies. The main factor of the development was explosive growth of mechanical resources. We follow up in this part both of these agents more in detail.



# STATIKA A STATISTIKA

*Podobný název různých vědních disciplín vede k otázce, zda mají něco společného i obsahem. Oba obory užívají matematiku – jak pro formulaci úloh, tak i k jejich vyčíslení. To ale platí ve všech technických oborech. Článek se nejprve zabývá pojmem „vyčíslování“ a pak ukazuje, že vzorce k vyčíslení základních pojmů statistiky a statiky jsou shodné. Jde o průměr, resp. vážený průměr, tomu odpovídá vyčíslení polohy těžiště. Směrodatné odchyly odpovídá statický moment a výpočet rozptylu je stejný jako výpočet momentu setrvačnosti. Zmíněné pojmy vznikly jako nástroj pro práci s velkým počtem čísel nebo hmotných bodů.*

**B**líže o „vyčíslení“. Je to nejčastější typ výpočtu. Výraz pro vztahy mezi vstupními údaji se redukuje na jediné číslo. Může to být konečný výsledek nebo číslo vstupující do dalších výrazů. Velká část technických výpočtů má povahu vyčíslení, postupně redukuje velké množství dat a vztahů na několik charakterizujících údajů nebo jen na jeden. Např. projekt stavby končí vyčíslením nákladů. Předchozí výpočty, včetně statického, se promítly do jediného čísla. Taková redukce umožní třeba porovnávat varianty řešení podle nákladů. Jediné číslo je výsledkem zpracování množství vstupů různé povahy a různých fyzikálních rozměrů. Např. projekt základu pracuje s daty podloží, tvaru základu a zatížení, které je zase částí statického výpočtu horní stavby.

„Matematika vyčíslování“ zpracuje velké množství nesourodých údajů a postupně je redukuje až k jednomu číslu, hledané charakteristice, se kterou lze dále pracovat. Statistika je nástroj k práci s velkým množstvím čísel, která jsou ale stejné povahy, mají např. stejný fyzikální rozměr nebo jsou bezrozměrná (kusy apod.). Lidská mysl neumí vnímat velká množství čísel a hledá si cesty, jak to obejít. Množství dat lze třeba popsat jen několika čísly, charakteristikami. První a základní je průměr. Soubor čísel nahradí jedním číslem, použitelným např. pro srovnávání s jinými soubory podobného typu. Vyčíslení průměru můžeme odvodit z podmínky, že daná čísla souboru mají být hledanému průměru co nejbližší. Hledáme minimum součtu „S“ čtverců vzdáleností „n“ položek „ $x_i$ “ a průměru „p“:

$$S = \sum (p - x_i)^2, \text{ pro } i = 1 \text{ až } n.$$

Nutná podmínka extrému je:  
 $dS/dp = \sum 2(p - x_i) = 0$ , tj.  $\sum p - \sum x_i = 0$ ,  
 z toho  $np = \sum x_i$ , takže  $p = \sum x_i/n$ , součet čísel dělený jejich počtem. Součet S je n-násobkem „rozptylu“, další statistické charakteristiky. Průměr tak učiní rozptyl minimálním, položky jsou kolem průměru rozptýleny co nejméně. Když pak budeme měřit čísla  $x_i$  ke spočtenému průměru, dostaneme z uvedené podmínky pro extrém jako průměr nulu:

$$\sum (p - x_i) = 0.$$

Význam čísel  $x_i$  je libovolný, mohou to být jen čísla (vzdálenosti od počátku číselné osy).

Mohou také znamenat polohu jednotkových hmotných bodů na přímce. Potom průměr pozic hmotných bodů je totožný s polohou jejich těžiště. Výraz S je pak těžišťový moment setrvačnosti hmotných bodů a je minimální vůči jiným možným. Statický moment hmotných bodů k těžišti  $\sum (p - x_i)$  je nulový. Nejsou-li hmoty bodů stejné, nastoupí tzv. vážený průměr,  $p_w = \sum w_i \cdot x_i / \sum w_i$ , kde „ $w_i$ “ přisuzuje poloze „ $x_i$ “ nějakou důležitost, váhu v širším smyslu, může to být cokoliv, i hmota hmotného bodu. Nejsou-li body na přímce, půjde o průměry dvou nebo tří skupin souřadnic.

Základní statické charakteristiky soustavy hmotných bodů jsou: poloha těžiště, statický moment a moment setrvačnosti. Odpovídají statistickým charakteristikám: průměr, směrodatná odchylna, rozptyl.

Pojem „průměr“ je všeobecně známý, pojem „těžiště“ a jeho poloha už méně. Přesto se vyčísľují stejně a souvislost mezi oběma pojmy je hlubší. Podobně „rozptyl“ a „moment setrvačnosti“.

Vidíme, že oba obory, statika i statistika, nalezly užitečné pojmy (charakteristiky) ke zvládnutí velkého počtu čísel (nebo hmotných bodů). Idea průměru je v tom, že všechny položky, které nahrazuje, mají hodnoty jemu co nejbližší. Průměr zprostředkuje první představu o velikosti položek, rozptyl ji upřesňuje, popisuje jejich „roztáženost“.

Poloha těžiště nezávisí na poloze tělesa ani na jeho otáčení. Proto pohybující se těleso stačí popsat jen pohybem těžiště, kam vložíme jeho hmotu. Upřesnění představy o tělese dává moment setrvačnosti, rozložení (rozptýlení) jeho hmoty kolem těžiště.

Že poloha těžiště a průměr mají stejný matematický popis, je jistě zajímavé, stejně tak i rozptyl a moment setrvačnosti nebo směrodatná odchylna a statický moment. Statistika nachází využití téměř všude (sociologie, historie, biologie, medicína, politologie atd.), statika asi jen ve stavebnictví a strojírenství. Za povšimnutí stojí, že v obou oborech pracujeme s abstraktními pojmy, které jsou výsledkem snahy věci účelně zjednodušit. Pojem „hmotný bod“ je toho příkladem. Podle Eukleida z Alexandrie (cca 325–265 př. n. l.) „Bod jest to, co nemá dílu“. Pojem „bod“ je užitečný, i když víme, že ho nelze realizovat. Tím méně hmotný

bod, tyto věci v přírodě neexistují, jsou to jen užitečné teoretické konstrukce.

Závěrem dva příklady, jak matematika pomáhá nahlédnout věci, které se jinak přímému dosahu a vnímání vymykají:

Výšku pyramidy vyčísľil Thales z Milétu (asi 624 až 548 př. n. l.) úvahou o úměře. Počkal, až bude jeho stín stejně velký jako on sám, a pak změřil stín pyramidy. Výraz k vyčíslení je triviální, ale obsahuje nápad, znalosti, myšlenku. Podobně Eratosthénés z Kyrény (276–194 př. n. l.) vyčísľil obvod Země z poměru úhlu stínů vržených v Alexandrii a v Syeně (dnes Asuán) vůči  $360^\circ$  a ze vzdálenosti mezi oběma místy, která jsou na stejném poledníku, Syena poblíž obratníku. Výraz k vyčíslení je zase jen trojčlenka, dala poledníkový obvod 252 000 stadií, tj. 40 000 km, což je téměř přesné.

Matematika je dnes bohužel v technické veřejnosti nepopulární. Zásľuhu na tom nesou i vlivní „odborníci“, kteří ji mají za zbytečnou přítěž, stejně tak i statiku. Je to hloupost, ale velmi nakažlivá. Statika ovšem matematiku využívá nejen k vyčíslování, ale především k formulaci výchozích podmínek a k zápisu fyzikálních zákonů, na nichž dokáže sestavit a řešit matematický model daného statického problému.

*Ing. Petr Hurych*

## Statics and statistics

*Similar names of different science disciplines imply a question whether they are similar in their contents as well. Both statics and statistics use mathematics – to formulate the problems and to quantify them. However, this holds true for all technical disciplines. The following article first deals with the topic of “quantifying” and then demonstrates the fact that all formulas used for quantifying the basic concepts of both statics and statistics are identical. These comprise the average, incl. the weighted average, corresponding to the quantification of the gravity position centre. The standard deviation corresponds with the static moment, while the variance calculation is the same as the inertia moment. All the notions mentioned above were formed to facilitate operations with a large count of numbers or physical points.*



Stavební jáma pro výstavbu nového objektu (A) CIIRK a rekonstruovaný a dostavovaný objekt (B) bývalé menzy

## ČESKÝ INSTITUT INFORMATIKY, ROBOTIKY A KYBERNETIKY PŘI ČVUT ANEB TECHNOLOGIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ VE SLUŽBĚ TECHNOLOGIÍ BUDOUCNOSTI

*V Praze-Dejvicích vzniká v současnosti výjimečný projekt Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky při ČVUT (CIIRK). Institut se bude nacházet přímo v areálu ČVUT na hranici s Vítězným náměstím mezi ulicemi Jugoslávských partyzánů, Velflíkova a Šolínova. Institut bude tvořen dvěma hlavními objekty – kompletně rekonstruovaným a rozšířeným objektem (B) bývalé menzy ČVUT a zcela novým objektem (A) se třemi podzemními a deseti nadzemními podlažními, který bude k rekonstruovanému objektu B přistavěn. Pro společnost Zakládání staveb, a. s., byla účast na tomto projektu výzvou jak kvůli jeho významu a prestiži, tak i kvůli širokému spektru použitých technologií speciálního zakládání, které si mnohotvárnost požadavků na spodní stavbu vyžádala. U nově dostavované budovy objektu A se jednalo především o zajištění 16m hluboké stavební jámy kotvenými konstrukčními podzemními stěnami a pilotové založení. U rekonstruovaného objektu B byla na podchycení stávajících sloupů betonového skeletu z důvodu přetížení od tří nových podlaží použita technologie tryskové injektáže. Současně i zde byly provedeny základové piloty při rozšíření zadního traktu budovy. Uplatnění zde našlo záporové i mikrozáporové pažení.*

## Geologické poměry

Stavba probíhala v geologicky prozkoumaném terénu pražské kotliny. Staveniště bylo k severu mírně svažité podél ulice Jugoslávských partyzánů. V zájmovém území se pod pokryvnými vrstvami navážek cca 2,0 m vyskytovaly spraše a sprašové hlíny, jejichž mocnost byla proměnlivá a pohybovala se v rozmezí 4,0 až 6,0 m. Pod nimi se nacházely mírně zahliněné štěrky a písčité štěrky vltavské terasy o mocnosti 6,0 až 7,0 m. Skalní podloží bylo od hloubky cca 13,0 až 14,0 metrů od původního terénu tvořeno zvětralými a navětralými břidlicemi dobrotivského souvrství. Hladina podzemní vody byla zastížena v hloubce cca 12,0 až 14,0 metrů od původního terénu.

Generálním dodavatelem a zároveň objednatelem společnosti Zakládání staveb, a. s., bylo sdružení firem Hochtief, a. s., a VCES, a. s. Generální projektant pro realizaci stavby nebyl vybrán, vycházelo se z projektu pro výběr zhotovitele zpracovaného firmou Technico Opava, s. r. o. Realizační projekt prací speciálního zakládání vytvořil FG Consult, s. r. o. Financování projektu CIIRK bylo zajištěno ze státního rozpočtu při zachování podmínek operačního programu VaVpl.

## Přípravné práce

V rámci přípravy staveniště byly objednatelem provedeny hrubé terénní úpravy pro pojezd pásových jeřábů Liebherr 855, Liebherr 843 a pilotážní soupravy BG 28. Dále byly v rámci staveniště provedeny běžné práce jako odstranění překážející vegetace či naopak její ochrana (vzrostlý topol bílý). Před zahájením hlavních prací speciálního zakládání měly být objednatelem v zájmovém území staveniště zjištěny a vytyčeny všechny zde vedené inženýrské sítě. Toto vytyčení a rekonstrukce však odhalily různé kolize, takže práce narazily hned zpočátku na dvě překážky. V polovině února 2015 během provádění



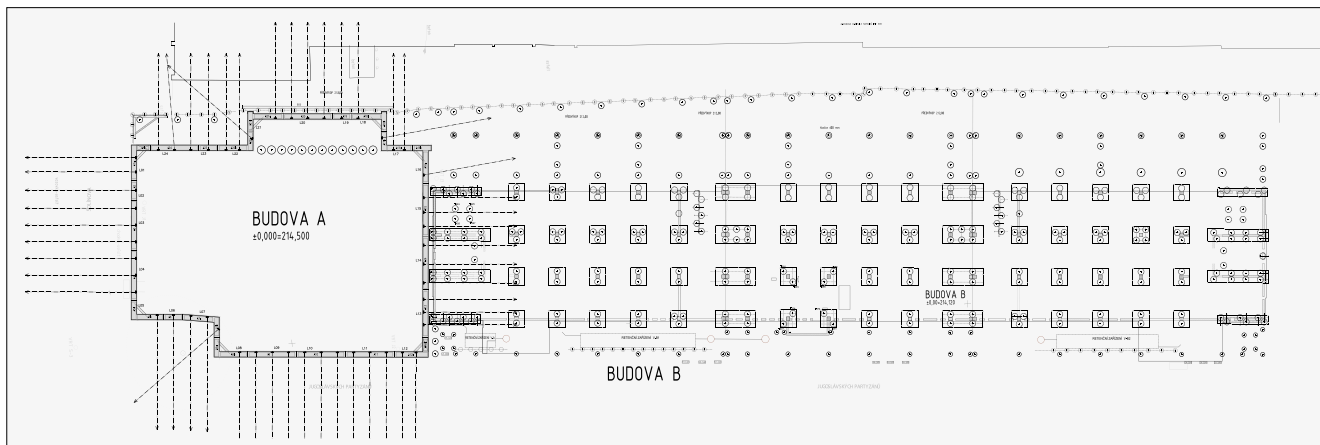
Těžba podzemních stěn a výroba armokošů, objekt A



Realizace pilot, objekt A

pilotážních prací byla vrtnou soupravou zastížena stará nepoužívaná betonová kanalizační stoka, která vedla v trase provádění pilotového založení objektu B a bránila dalšímu postupu prací. Dále byla v průběhu provádění

stříkaných betonů pro zajištění kabelové trasy podél ulice Jugoslávských partyzánů odhalena střetnutí části této kabelové trasy s projektovanou polohou vodicích zídek pro podzemní stěny objektu A. Práce na odstranění těchto



Půdorys CIIRK zachycující stavební jámu pro budovu A a navazující původní a rekonstruovanou budovu B



Těžba rýhy pro podzemní stěny lanovým drapákem, objekt A

kolizí pozdržely zahájení speciálního zakládání, především provádění podzemních stěn pro zajištění stavební jámy objektu A.

#### Práce speciálního zakládání na objektu A

##### Návrh pažení stavební jámy budovy A a přehled použitých technologií

Projektované rozměry stavební jámy pro novostavbu budovy A vbyly 1235 m<sup>2</sup> s obvodem 151 m a hloubkou 16 m. Jelikož se hladina podzemní vody v místě stavby nacházela cca 4 metry nad základovou spárou budoucího objektu, byly možnosti volby typu pažení jámy dosti omezené. Nakonec tedy i z důvodu relativně velké požadované hloubky jámy rozhodl projektant o volbě pažení v podobě **trvalých konstrukčních podzemních stěn kotvených dočasnými kotvami** ve dvou úrovních. Tímto typem konstrukce byl bezpečně zajištěn výkop stavební jámy a zároveň odpadla nutnost budování obvodu vnitřní betonové vestavby. Technicky i finančně se tedy jednalo o nejoptimálnější řešení.

Na části obvodu stavební jámy bylo z důvodu těsné blízkosti ochranného pásma podzemního kolektoru v horní úrovni nad hladinou podzemní vody místo podzemních stěn provedeno **záporové pažení**. Pro podchycení a zajištění štítové stěny sousedního rekonstruovaného objektu B byla použita **trysková injektáž**. Součástí dodávky bylo i zhotovení **čtyř čerpacích studní** ve dně jámy. Pažící konstrukce tvořené záporami byly navrženy jako dočasné a pažící podzemní

stěna jako trvalá konstrukce; kotvení bylo naopak dočasné – v konečné fázi budou podzemní stěny rozepřeny monolitickou vestavbou.

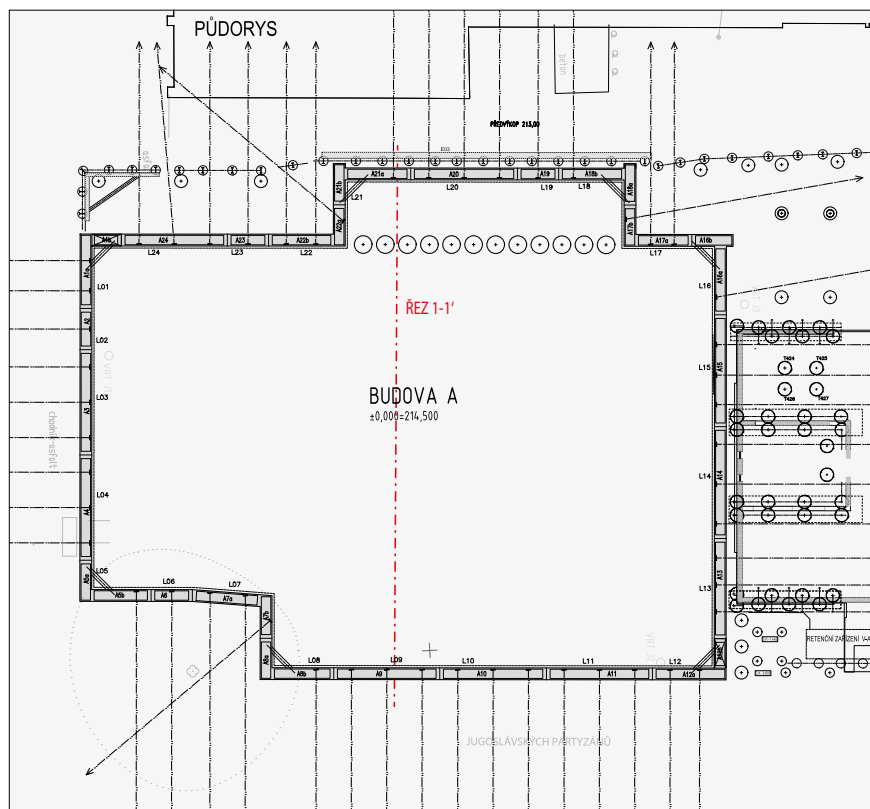
Součástí prací na objektu A bylo také **založení nosné části stěn budovy na vrтанých pilotách** prům. 1180 mm, prováděných ještě před těžbou podzemních stěn z úrovně terénu.

#### Zápory a základové piloty

Zajištění stavební jámy pro objekt A bylo zahájeno počátkem dubna 2015 realizací záporového pažení na části obvodu stavební jámy. Vrtnou soupravou BG 28 byly hloubeny vrty prům. 630 mm pro zápor z válcovaných profilů IPE 400, IPE 360 a IPE 300. Kořen zápor byl zalit betonem C 16/20, volná délka vrtu byla vyplněna sypkým materiálem charakteru šterku. Po dokončení zápor se rozběhly výkopové práce a byla provedena výdřeva dřevěnými pažnicemi tl. 100 mm. Poté se zahájilo vrtání základových pilot prům. 1180 mm. Vrtné práce na těchto pilotách v úseku objektu A a rovněž B probíhaly od dubna do začátku června 2015. Vzhledem k zastížené geologii bylo nutné vrty pažít pomocí ocelových dvouplášťových pažnic. Při vrtání ve vrstvách zvodnělých písků a šterků bylo třeba zajistit dostatečné předrážení pažnice před vrtným nářadím, aby nedocházelo k provalení dna vrtu. Piloty délky 10 až 15 metrů byly podle projektu vetknuty do vrstev navětralých břidlic. K betonáži pilot byl použit beton C 25/30-XA1, CI 0,2- Dmax 22-S4. Výztuž pilot tvořily svařované armokoše z oceli B500 B.

#### Podzemní stěny

V polovině března 2015 byla zahájena výstavba železobetonových vodicích zidek pro podzemní stěny a následovalo zřízení výroby pažící směsi. Výrobní byla kapacitně navržena tak, aby umožňovala výměnu těžní pažící suspenze v rýze za suspenzi určenou



Půdorys zajištění stavební jámy budovy A kotvenou konstrukční podzemní stěnou



Betonáž podzemních stěn rohové lamely



Kotvení PS dočasnými pramencovými kotvami vrtnou soupravou HBM 120 SB



Těžba zapažené stavební jámy a úpravy povrchu podzemních stěn strojní frézou

k betonáži lamel. Realizace konstrukčních podzemních stěn PS80 probíhala ve dvou etapách z důvodu rozdílné pracovní úrovně a hloubky lamel v jednotlivých úsecích stavební jámy. V první fázi od poloviny května do začátku června 2015 bylo provedeno 14 lamel, v druhé fázi od poloviny června bylo pak z úrovně snížené o 3 m provedeno zbývajících 10 lamel.

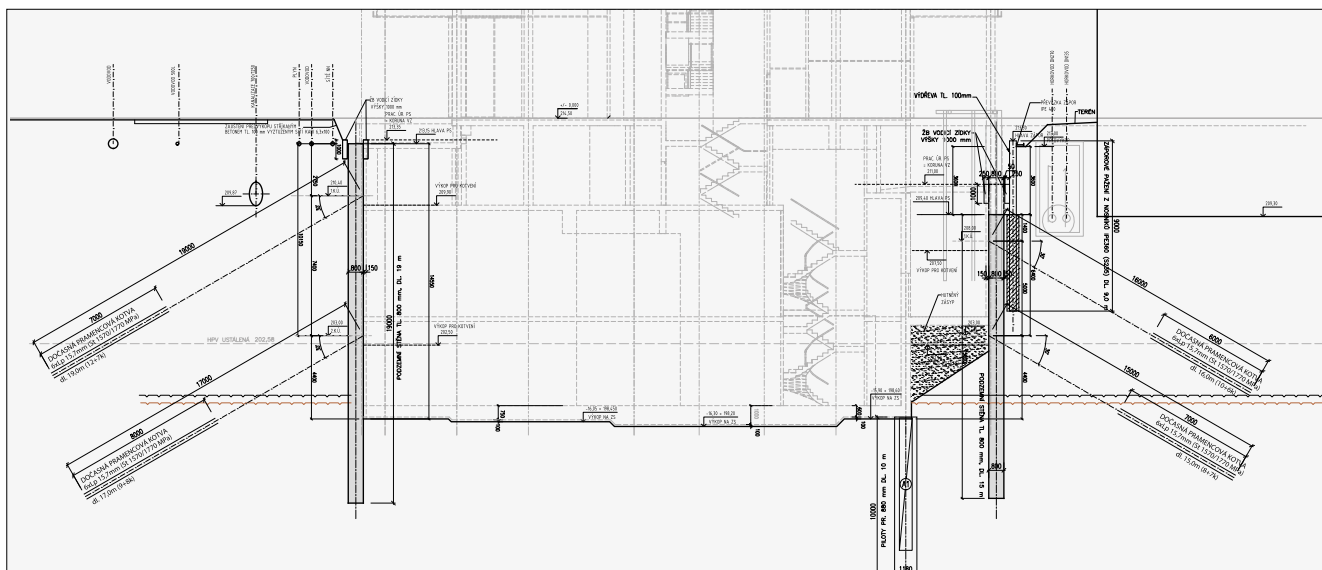
Před realizací druhé fáze podzemní stěny bylo nutné provést podchycení základů

štitové stěny objektu B tryskovou injektáží. Vrtání probíhalo přes základy stávající stěny ze železobetonu. Pro provádění sloupů tryskové injektáže byla použita vrtná souprava HBM 12 KHY. Na těžbu jednotlivých záběrů lamel PS byl použit pásový jeřáb Liebherr 855 s lanovým drapákem Stein K810 o šířce 2,8 m a pro osazování armokošů jeřáb Liebherr 843. Těžba probíhala převážně v dvouzáběrových lamelách šířky 7,0–7,5 m na hloubku 14,5 až 19,0 metrů. V okolí

stavby nebylo možné zřídit skládku zeminy ani jiného těžkého materiálu, proto byl veškerý vytěžený materiál odvážen na mezideponii. Po dotěžení každé lamely byla bentonitová pažicí směs přečištěna a vyměněna za suspenzi určenou k betonáži. Následovalo osazení armokoše a vlastní betonáž lamely. Jednotlivé lamely se betonovaly bez přerušení pomocí 1–2 sypákových rour sahajících až nad dno rýhy. K betonáži byl použit beton C 25/30-XA1, CI 0,2- Dmax 22-S4.

Výztuž podzemní stěny byla tvořena svařovanými armokoši z oceli B500 B. Montáž a svařování armokošů probíhalo přímo na staveništi. Z hlediska omezeného pracovního prostoru byla důležitá dobrá koordinace jednotlivých činností při těžbě podzemních stěn, výrobě a osazování armokošů. Centrického osazení armokošů v rýze a zajištění krytí bylo dosaženo pomocí distančních koleček a distančních tyčí. Do jednotlivých armokošů byly osazovány průchodky pro kotvy. U rohových lamel byly dvojice armokošů osazovány najednou pomocí obou jeřábů a ve svislé poloze doplněny stykovací výztuží.

Svislé spáry v zámčích lamel byly utěsněny profilem z měkčeného PVC a doplněny injektční



Řez 1-1 stavební jámou objektu A zajištěnou konstrukčními podzemními stěnami s pilotovým založením v úrovni základové spáry



Provádění základové desky v již dotěžené stavební jámě



Stavební jáma zajištěná konstrukčními podzemními stěnami během dokončování základové desky



Podchytávání patek skeletu stávající budovy B sloupy tryskové injektáže



Provádění základových pilot pro nově dostavovaný trakt budovy B vrtnou soupravou BG 28

manžetovou trubkou na návodní straně. Do tří armokošů byly osazeny profily pro inklinometrická měření.

Povrch líce PS byl postupně v závislosti na průběhu těžby stavební jámy upravován frézou Erkat 650 na nosiči Soilmec R6.

#### Kotvení

Po dokončení technologie podzemních stěn začátkem července 2015 byl zahájen výkop stavební jámy a navazující kotvení podzemních stěn zemními pramencovými kotvami ve dvou kotevních úrovních. Navrženy byly pro tento účel dočasné 6bramencové kotvy o délkách 15,0 až 19,0 metrů v celkovém počtu 102 kusů. Pro kotvení byla použita maloprofilová vrtná souprava HBM 120 SB. Vrtly byly hloubeny přes průchodky osazené v armokoších stěn. Pro zamezení účinku bludných proudů byly hlavy kotev nevodivě odděleny od pažicí konstrukce. Po dokončení vestavby budou kotvy deaktivovány, průchodky kotev opatřeny víkem a zainjektovány jílocementem.

#### Rekonstrukce objektu B

Vzhledem k navrženému navýšení počtu pater budovy B z pěti na osm bylo třeba stávající patky skeletu budovy staticky posílit a opřít o únosnější vrstvu štěrkopísků. To bylo provedeno podchycením těchto patek sloupy tryskové injektáže (TI) o průměru 900 mm a počtu 2 až 4 kusů na každou patku. Počet sloupů tryskové injektáže pod jednotlivými patkami skeletu se lišil v závislosti na navrženém přetížení. Vrtání probíhalo přes železobetonové základy stávajících patek. Pro technologii TI byly použity vrtné soupravy HBM 12 KHY a MSV. Celkem bylo vytryskáno 368 sloupů TI.

Stavební jáma pro podzemní podlaží objektu B celkové rozlohy cca 4270 m<sup>2</sup> byla dále zajištěna pomocí dočasného záporového pažení tvořeného ocelovými nosníky s dřevěnými pažinami. Součástí prací společnosti Zakládání staveb, a. s., bylo také založení přístavby objektu B na vrтанých pilotách

prům. 880 mm. Celkem zde bylo zhotoveno 86 ks pilot. Pro vrtání pilot i zápor byla použita vrtná souprava BG 28. Pilotové založení ocelové konstrukce podél ulice Jugoslávských partyzánů bylo v průběhu prací na rekonstrukci objektu **B** změněno a nahrazeno sloupy tryskové injektáže o průměru 600 mm, vystrojenými betonářskou výztuží R20. Další změnu oproti původnímu zadání představoval požadavek investora na zhotovení tří retenčních nádrží na jímání dešťové užitkové vody, umístěných podél objektu **B** do ulice Jugoslávských partyzánů. Rozsah prací Zakládání staveb, a. s., se tím rozšířil o provedení mikrozáporového pažení s ocelovými rozpěrami pro stavbu těchto nádrží.

Mikrozáporové pažení bylo vybráno kvůli prostorovým podmínkám, kdy se z jedné strany výkopu nacházel stávající betonový skelet rekonstruovaného objektu a z druhé chodník s inženýrskými sítěmi (tudíž situace bez možnosti provádění horninových kotev). Použity byly mikrozápory z profilů HEB 140, pažení z dřevěných pažin tl. 60 mm a rozpěrný rám z ocelových převázek IPE 360 a trubních rozpěr 127/8 mm.

#### Závěr

Práce na zajištění stavební jámy objektu **A** a rekonstrukci objektu **B** představovaly zakázku vyžadující pečlivou přípravu a poté i maximální nasazení všech účastníků výstavby.

Kvůli omezenému pracovnímu prostoru na staveništi byla důležitá dobrá koordinace jednotlivých činností výstavby, a to především při těžbě podzemních stěn, výrobě a osazování armo-košů jednotlivých lamel. Přestože byl začátek výstavby komplikován z důvodu dodatečně prováděných přípravných prací, probíhalo zajištění stavební jámy a činnosti speciálního zakládání na rekonstrukci objektu **B** tak, aby mohly pokračovat navazující stavební práce a dílo mohlo být dokončeno v požadovaných termínech.

*Ing. Václav Žák a Ing. Jan Libus,  
Zakládání staveb, a. s.*

## ČESKÝ INSTITUT INFORMATIKY, ROBOTIKY A KYBERNETIKY PŘI ČVUT – DŮVOD VZNIKU A JEHO POSLÁNÍ

V současnosti je v rámci dejvického kampusu ČVUT v Praze-Dejvicích dokončováno nové moderní vědecké a výukové centrum – CIIRC. Tato nová součást ČVUT zde získá moderní zázemí, které dle jeho ředitele prof. Ing. V. Maříka, DrSc., umožní naplňovat cíle institutu – integraci a internacionalizaci výzkumu a výchovy nové generace studentů a zajišťování rychlého přenosu výsledků z výzkumné, vývojové a pedagogické činnosti do praxe. Institut je výzkumně-vzdělávacím ústavem moderního typu, koncentrujícím nejlepší výzkumné týmy, mladé talenty a unikátní know-how, posouvajícím hranice technického vědění, motivujícím k výkonům světové úrovně a vychovávajícím budoucí generaci osobností mezinárodního formátu. V dlouhodobém horizontu je cílem v institutu sdružit až 450 kvalitních výzkumníků a doktorandů. Vybudované prostory budou využívány také jako místo pro spolupráci špičkových odborníků a profesorů z tuzemska i zahraničí. Bude zde možné optimálně naplňovat původní záměr posilování kvality při sestavování vědeckovýzkumných týmů a výzkumných laboratoří v rámci mezinárodních vazeb na přední špičkové univerzity a laboratoře ve světě. CIIRC úzce spolupracuje s fakultami a dalšími součástmi ČVUT a tato spolupráce se týká nejen oblasti vědy, výzkumu a výuky, ale též vzájemných organizačních, technických a ekonomických vazeb. Proto bylo cílem tohoto v porevoluční historii nejrozsáhlejšího investičního záměru této technické univerzity, aby obě budovy institutu byly vybaveny prostorově i přístrojově odpovídajícím špičkovým standardem v oblasti informatiky, robotiky a kybernetiky v co nejširším pojetí a s interdisciplinárním přesahem.

#### Historie vzniku

Na základě urbanistické a architektonické koncepce navržené v aktualizovaném Generelu investičního rozvoje vysokoškolského areálu ČVUT z roku 2007 byla možnost vytvoření centra excelence nabídnuta již v roce 2008 tehdejšímu předsedovi vlády M. Topolánkovi a ministryně školství M. Kopicové přidělila univerzitě následně finanční prostředky na přípravné předprojektové a projektové práce. ČVUT pak po velice složitém projednávání obdrželo konečně počátkem roku 2013 územní rozhodnutí. To byl jednoznačně impuls, který byl završen rozhodnutím emeritního rektora prof. Ing. V. Havlíčka, CSc., o zřízení institutu jako samostatné součásti ČVUT k 1. 7. 2013. Po volbě prof. Ing. P. Konvalinky, CSc., novým rektorem pokračovalo i nové vedení univerzity mimořádně aktivně a usilovně v organizaci dalších fází výstavby, a to včetně výběrového řízení na zhotovitele stavby. Vybráno bylo sdružení stavebních firem Hochtief, a. s., a VCES, a. s. Byl tak naplněn záměr zahájit realizaci komplexní revitalizace části vysokoškolského areálu a vybudovat infrastrukturu spolu s navazujícími kapacitami v rámci operačního programu VaVpl, a to konkrétně v rámci výzvy 3. 4 (tzv. pražská výzva). V této výzvě byl projekt úspěšný. Nicméně rozhodnutím vlády ČR z druhé poloviny roku 2014 byl celý projekt převeden pod financování ze státního rozpočtu.

**Stavební řešení a správní a oborové využití** objektů Architektonický koncept autora projektu architekta Petra Franty je založen na myšlence komplexní revitalizace areálu – původní budova Technické menzy je zcela přestavěna a rozšířena (objekt **B**) a doplněna o dostavbu (objekt **A**).

#### Objekt B

Objekt **B** je charakteristický svojí předsazenou celoskleněnou velkoplošnou konstrukcí do ulice Jugoslávských partyzánů, která vytváří prostor pro požární úniková schodiště a současně zajišťuje snížení energetických nároků na vytápění v zimním období a chlazení v letním období a pozitivně ovlivňuje i akustickou pohodu vnitřního prostředí celého objektu. Realizační tým se musel vyrovnat nejen s velice neutěšeným stavem nosné konstrukce původního objektu, která musela být v jeho jednotlivých částech odborně sanována, ale i celou řadou dalších, těžko odhadnutelných situací především v oblasti technické infrastruktury. Do rekonstruovaného objektu budou umístěny především specializované laboratoře pro výchovu doktorandů a vybraných studentů magisterského studia ze všech fakult ČVUT, zejména robotické laboratoře, vybavené všemi kategoriemi robotů včetně robotů průmyslových, mobilních a létajících, dále pak laboratoře počítačového vidění, grafiky a studia počítačové interakce, rozsáhlé centrum asistivních technologií pro handicapované a přestárlé a centrum mobilních aplikací. Do celkového konceptu institutu zapadá centrum kosmické informatiky a komunikací, laboratoře umělé inteligence a znalostního inženýrství. Budova je dispozičně doplněna středně kapacitní posluchárnou, vybavenou nejmodernější audiovizuální technikou. Předpokládá se, že bude sloužit k výchově doktorandů a jejich laboratořemi projde ročně i velké množství studentů magisterského studia. V budově budou také v souladu s navrhovaným stavebním programem umístěny pracovní a laboratoře výzkumných

pracovníků, pedagogů a doktorandů, dále komplex prostor umožňujících vědeckou spolupráci a propagaci spolupracujících univerzit, ústavů AV ČR, dalších mezinárodních výzkumných institucí, univerzitní inkubátor ČVUT, přednáškové, seminární místnosti, otevřené prostory pro řešitele náročnějších diplomových prací a prezentační prostory.

#### Objekt A

Na místě odstraněného původního provizorního objektu „vědeckého inkubátoru“ vzniká přístavbou k budově B desetipodlažní nový objekt A s nosnou ocelobetonovou skeletovou konstrukcí. Konstruktivní návrh umožní využít princip systémové flexibility vnitřních prostorů a situovat do jednotlivých podlaží kombinace laboratorních, výzkumných a výukových funkcí, umožňujících tak pružně reagovat

na momentální potřeby proměnných uživatelských požadavků. Ve dvou nejvyšších podlažích této nové budovy bude umístěn rektorát ČVUT. Z hlediska aplikace na území České republiky bude unikátem tohoto objektu A představená vnější fasáda navržená jako pneumatická membránová technologie na bázi izolační fólie ETFE (ethylen-tetrafluorethylen). Pro zajištění optimálního vnitřního prostředí jsou v objektu využity moderní technologie vytápění a chlazení. V návaznosti na probíhající jednání se společností Siemens a možném vybudování testovací laboratoře zaměřené na technologie konceptu Průmysl 4.0 bude v areálu aplikováno integrované řízení provozu jednotlivých místností a prostor. To vychází ze zjištění, že 80 % celkových nákladů na budovy je svázáno s jejich provozem, a je proto důležité integrovat všechna

technická zařízení budovy do jedné ovládací stanice. V podzemí nově dostavované budovy A bude nainstalován plně automatický parkovací zakladač s nástupním terminálem pro 188 vozů a pod dostavbovým novým traktem původního objektu bude zajištěno parkování pro 23 vozů. Tento koncept výrazným způsobem ovlivnil řešení spodní stavby.

Objemové a finanční parametry stavby: celková zastavěná plocha je 5821 m<sup>2</sup>, výstavbou vznikne obestavěný prostor o rozloze 139 786 m<sup>3</sup> s celkovou užitnou plochou 33 944 m<sup>2</sup>. Celkové náklady dosáhnou 1,382 mld. Kč, z toho stavební část bude tvořit 1,179 mld. Kč (včetně DPH).

**Prof. Ing. Miloslav Pavlík, CSc., ČVUT**



Vizualizace konečné podoby CIIRK

### **Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics established within the Czech Technical University (CTU) – special foundation technologies serving technologies of the future**

*An extraordinary project of the Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics (CIIRK) established within the CTU Prague is currently being carried out in Prague's quarter of Dejvice. The institute will be located within the CTU campus adjacent to Vítězné náměstí square and bordering Jugoslávských partyzánů, Velflíkova and Šolínova streets. The institute will comprise of two main buildings – a completely reconstructed and enlarged building of the former CTU canteen (part B) and a new building (part A) with three underground and ten aboveground floors joined to the reconstructed building.*

*The Zakládání staveb Co. has been challenged by the participation at this project mainly due to its importance and prestige, as well as by the wide range of special foundation technologies needed because of the variety of underground structures.*

*Works on the newly carried out part A building included securing of a 16 m deep foundation pit with anchored diaphragm walls and pile foundations. The technology of jet grouting was used for underpinning the existing concrete skeleton piles of the reconstructed part B due to extra load brought up by the three new floors. New foundation piles were carried out within the extension of the building's backside, using rider as well as microrider bracing.*





Sloupy SL1 a SL 2 v původní barokní místnosti byly sepnuty a vyvěšeny na mikropilotové bárky a uvnitř posíleny ocelovou trubkou.

## REKONSTRUKCE, OBNOVA A DOSTAVBA DOMU Č. P. 515 NA KAMPĚ, TZV. PINKASOVA PALÁCE, S NOVÝM MUZEEM JUDITINA MOSTU

Po dlouhé a náročné stavební přípravě vzniká v současné době na pražské Kampě jeden nejsložitějších záměrů realizovaných v pražské památkové rezervaci. Jedná se o rekonstrukci, obnovu a dostavu domu č. p 515, tzv. Pinkasova paláce s novým muzeem Juditina mostu. Rekonstrukce objektu je charakterizována především snahou o rehabilitaci původní architektury s očištěním dispozic a současně o rozšíření domu o suterénní podlaží s cílem zpřístupnit a prezentovat zde nalezené pilíře Juditina mostu. Náročný projekt si vyžádal součinnost odborného týmu sestávajícího ze stavebních historiků, archeologů, restaurátorů, architektů, stavebních inženýrů, statiků, hydrogeologů, odborníků na speciální zakládání, mechaniku zemin a dalších. Projekt je od samotného počátku detailně monitorován mezinárodní skupinou UNESCO, metodika jednotlivých činností je pečlivě evidována jako modelový příklad pro podobné práce na historických objektech v památkových rezervacích ve světě. Nezastupitelnou roli v uskutečnění tohoto stavebního záměru sehrály technologie speciálního zakládání.

### Historie domu a místa

Dům č. p. 515 na pražské Kampě je jedním z mála solitérů svého druhu, který lze v kontextu pražské Malé Strany najít. Přestože navenek vystupuje jako přehledně koncipovaná palácová architektura, uvnitř je bohatou srostlicí několika původních objektů, postupně přeměňovanou až do nedávné doby. Tento autentický útvar, nepřehlédnutelně situovaný na výjimečném místě v blízkosti Královské cesty, byl v nedávné minulosti, stejně jako mnoho ostatních domů v centru Prahy, poškozen zejména stavebními úpravami nájemníků bytových jednotek, ale i necitlivou obnovou z 80. let minulého století.

Pinkasův palác je přitom nemovitou kulturní památkou mimořádného významu. Již kolem roku 1516 jsou v místě stavby doloženy menší

stavební objekty a po roce 1541, tedy v období obnovy Malé Strany po velkém pražském požáru, je na řadě historických podkladů patrná existence výrazné stavby s věžemi, která se podle svého majitele Mikuláše Prachaře označovala jako „Prachovna“.

Pestrou stavební historií zmiňujeme zejména proto, že navzdory zničení staveb na místě dnešního č. p. 515 za švédského vpádu v průběhu třicetileté války byla složitá torza původních domů, v jejichž základech byly navíc zachovány i dva z pilířů Juditina mos-

tu, zachována a překryta novou stavební vrstvou – v době krátce po skončení třicetileté války kolem poloviny 17. století jsou položeny základy obou křídel dnešního paláce. Nová stavba je dobře patrná na nejstarší vedutě Prahy od Folperta van Ouden Allena z roku 1675. Ke sjednocení obou částí do palácové dispozice s vnitřním dvorem a výrazné přestavbě dochází v letech 1800–1810 pod vedením dvorského tesařského mistra. Posledními stavebními úpravami pak palác prošel v období, kdy jej vlastnila



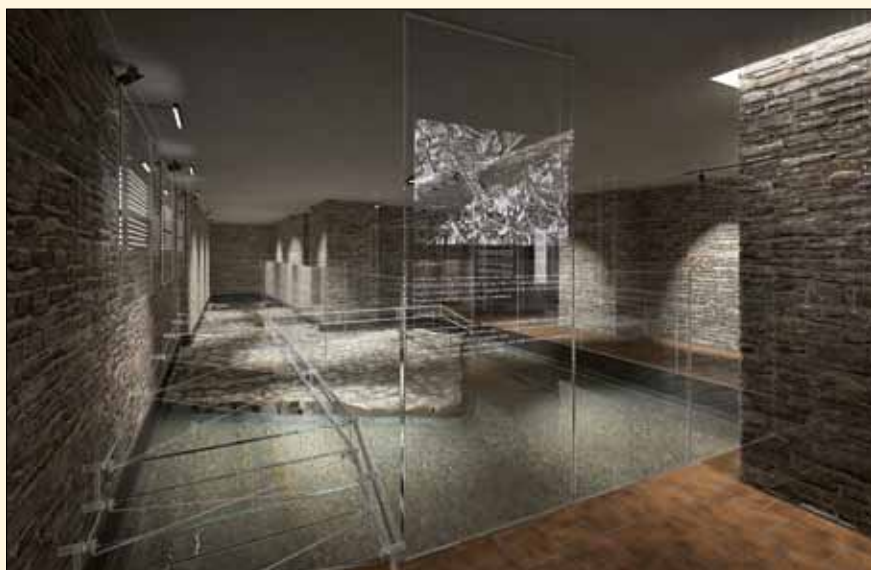
Vizualizace nové podoby objektu po rekonstrukci



*Pinkasův palác v pohledu od Čertovky*



*Zástavba v místě dnešního paláce (vpravo od Karlova mostu) na vedutě Folperta van Ouden Allena z roku 1675*



*Muzeum Juditina mostu, vizualizace budoucího provedení*

rodina Pinkasů, tedy po roce 1815. Odtud také jeho dnešní název.

Rekonstrukce, obnova a dostavba Pinkasova paláce je charakterizována především snahou o rehabilitaci původní architektury – očištění dispozic, obnovu fasády a výplní otvorů, restaurování zachovaných umělecko-řemeslných prvků, obnovou sousedního zaniklého objektu, a také adicí současné vrstvy v duchu stavebního programu – zde se jedná o nové skleněné konstrukce v nadzemních částech domu a především o rozšíření suterénu domu s cílem zpřístupnit a prezentovat zde nalezené pilíře Juditina mostu.

Za dobu své existence vystřídal objekt Pinkasova paláce mnoho funkcí. Navrhovaná rekonstrukce odkazuje ke stavu na počátku 19. století, kdy byl dům přestavěn do dnešní podoby a získal čistě obytnou funkci. Ve druhém a ve třetím nadzemním podlaží se nacházely luxusní prostorné byty, v přízemí pak menší byty nižšího standardu. Vzhledem k výlučnosti a poloze domu a k jeho dnešní historické hodnotě jsou nyní navrhovány převážně větší rezidenční byty respektující původní členění objektu.

Dochází přitom zejména k očištění novodobých dispozic a stavebních nánosů a návratu k původnímu renesančnímu, resp. klasicistnímu, rozvrhu. Jednotlivé byty jsou navrženy jako velkorysé a pohodlné celky, ve kterých se uplatňují autentické kompozice s vysokými stropy zakončenými fabiony, podlahami z dubových čtverců, dekorativním táfováním vysokého řádu a omítkami s dekoracemi nebo bohatou polychromií. K původnímu fondu se připojuje nově i obytné podkroví. Zde je hlavním akcentem pohledově uplatněná konstrukce krovu podtržená hladkými světlými plochami a plochami drásaného dřeva.

Využití přízemí je částečně dáno nálezem dvou pozůstatků pilířů Juditina mostu z počátku 12. století v podzemí objektu. Cílem investora je tyto pilíře prezentovat veřejnosti a vybudovat malostranské muzeum Juditina mostu. V přízemí je pro muzeum vyhrazena nejstarší a architektonicky nejzajímavější část objektu – barokní prostory z 2. poloviny 17. století. Zde již byly odstraněny pozdější vestavby a byl obnoven původní klenutý trojlodní prostor. Hlavní část expozice – prezentace pilířů Juditina mostu – bude ve sklepních prostorách, které budou pro tento účel rozšířeny. Celé takto nově vytvořené podzemní podlaží je tedy navrženo jako „sonda“, kterou lze v čase sestoupit z úrovně nově odhalené barokní sloupové síně až k pilířům prvního pražského kamenného mostu. Pinkasův palác po rekonstrukci nebude jen velkorysým rezidenčním palácem, ale i pohledem do historie osídlení Malé Strany.

**Ing. arch. Marek Tichý, T a K Architects, s. r. o.**

# REKONSTRUKCE PINKASOVA PALÁCE POHLEDEM STATIKA

*Stavební úpravy Pinkasova paláce spočívají v celkové rekonstrukci objektu a jeho rozšíření o suterén. Upravovány jsou dispozice bytů, do objektu jsou umístěny dva nové výtahy, v přízemí je po očištění obnoven klenutý barokní sál. Nosné konstrukce vyšších pater se podchycují masivním ocelovým roštem, umístěným nad klenbou 1. NP. Z důvodu prohloubení budovy o suterén na většině půdorysu jsou základy podchyceny tryskovou injektáží a kamenné sloupy pod barokními klenbami mikropilotami. Nově vzniklý suterén je zastropen ocelobetonovým stropem. V prostoru suterénu a přízemí jsou provedeny velké otvory v nosných stěnách se zdívm podchyceným ocelovými rámy. Návrh konstrukčních opatření musel respektovat zachování historických konstrukcí včetně maleb objevených v objektu.*

## Základní popis objektu

Objekt byl za dobu své dlouholeté existence několikrát dostavován, nastavován a přestavován. Je složen z několika původních jednopatrových staveb a je nepravidelného půdorysu zhruba písmene **U**. Vnější přibližné rozměry jsou 30x40 m s šířkou

větve 9,5–14,5 m. Objekt má tři plnohodnotná nadzemní podlaží a ve dvou částech byl podsklepen jednou místností. Zastropení je krovem s výškou hřebene 17,5 m od okolního terénu. Objekt je z jedné strany lemován Čertovkou s hladinou cca 4 m pod okolním terénem.

Původní kamenné základy byly v rámci půdorysu zastíženy sondami v různých hloubkách. V 1. NP se nacházejí křížové barokní klenby, do kterých byl později vestavěn klenební pás na rozpětí dvou kleneb. Při dalších rekonstrukcích byl pak prostor s klenbami dále rozdělen stěnami a část klenbového pásu poškozena při probourání dveřních otvorů.

## Stav před rekonstrukcí

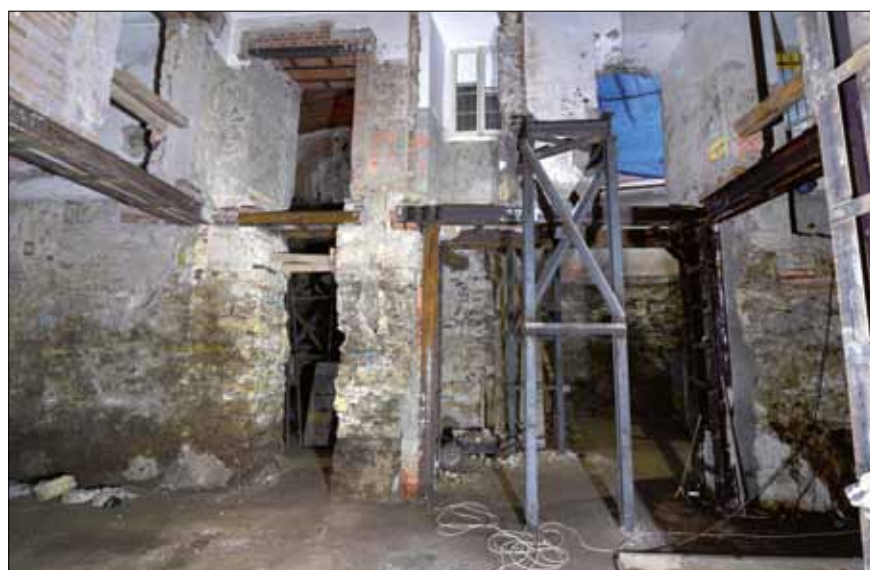
Odhalením konstrukcí bylo zjištěno, že objekt není v dobrém stavu. Ve svlétném nosném zdívu v celé budově se vyskytovaly statické trhliny. Klenby nad barokním sálem byly kompletně potrhány. Tyto poruchy byly zapříčiněny pravděpodobně nerovnoměrným sedáním objektu po povodních a zatékáním do něj. Významný vliv mohla mít i nehomogenita objektu a jeho zákládů s různou dobou vzniku přístaveb a nástaveb. V některých místech je dům stavěn na základech původních stavení s neodpovídajícím založením. Kromě toho se na objektu vyskytovala místa s degradovaným zdívm a dřevem. Po odhalení povalových stropů a krovu byl proveden podrobný stavebnětechnický průzkum, který stanovil míru jejich poškození. Povalový strop byl v mnoha místech napaden nebo degradován. Na mnoha místech byla v již minulosti provedena provizorní statická opatření. Problémem povalového stropu pod krovem bylo jeho uložení na málo únosné prostřední stěny, které byly ve velké míře potrhány. Do krovu zatékalo. Z toho důvodu byl povalový strop v podkroví v průběhu užívání stavby již staticky zajištěn, např. vyvěšením povalů do dřevěného roštu umístěného nad vaznými trámy. Na krovu byly v roce 2012 z důvodu havarijního stavu krovu provedeny provizorní, nezbytně nutné stabilizační záchranné práce.

## Popis konstrukčních opatření pro stabilizaci objektu

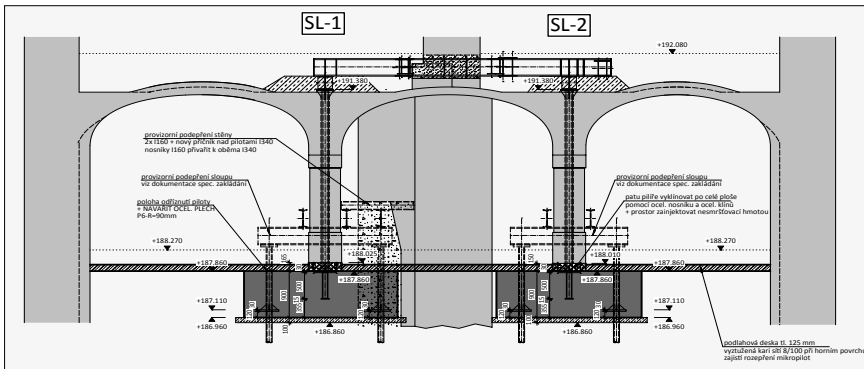
Vzhledem k náročným navrhovaným zásahům – uvolnění dispozice barokního sálu vyvěšením nosných stěn horní stavby na masivní ocelový rošt, prohloubení suterénu pomocí podchycení stěn tryskovou injektáží a provedení ocelových rámu u velkých průchodů nosnými stěnami – bylo nutné zajistit, aby budova byla schopna



Půdorys suterénu Pinkasova paláce s vyznačením podchycení základových konstrukcí sloupy tryskové injektáže (viz také řez C-C na str. 32) a nalezenými základy pilířů Juditina mostu



Nově vznikající suterén s komplikovanými stavebními úpravami



Podchycení a vyvšení posílených sloupů SL1 a SL2 na MP bárkách. Sloupy přenášejí zatížení od výše položeného ocelového roštu.

přenést nerovnoměrné sedání, které vznikne při provádění těchto stavebních úprav. Všechny stávající trhliny na objektu byly sanovány helikální výztuží. Pro eliminaci vzniku nových trhlin byl objekt sepnut vlepením dvojice helikální výztuže do obvodových stěn a stažením ocelovými táhly v úrovni stropů. Pro zvýšení tuhosti budovy byly dále vybetonovány některé velkorozměrové komínové průduchy. Tím se vyřešilo i uložení povalového stropu v podkroví, spočívající dosud jen na potrháných příčkách. Některé svislé konstrukce, které se nacházely ve špatném stavu (sloupy, stěny), byly ještě před provedením tryskové injektáže podchyceny pomocí mikropilotových bárek.

**Sanace povalových stropů**

Na základě podrobného mykologického průzkumu všech povalů byla navržena jejich sanace s cílem maximálního zachování původních prvků. Při rozsáhlejší poškození však musely být některé trámy vyměněny celé nebo byla sanace řešena vyvšením pomocí ocelových nosníků na vedlejší povaly. V místech větší degradace zhlaví trámů byla sanace provedena ocelovým roštem.

**Vyvšení prostřední stěny na ocelový rošt umístěný nad barokními klenbami a zesílení kamenných sloupů SL1 a SL2**

Původně byla v dotčené části objektu jednopodlažní budova s barokními klenbami. Při výstavbě dalších pater byl do kleneb vestavěn klenební pás o výšce cca 600 mm, který vynášel všechny střední nosné stěny nových vrchních pater. Při dalších zásazích do nosných konstrukcí objektu byl nosný klenební pás podepřen ocelovými nosníky a nosnými pilíři a byl přerušen ocelovým překladem. Tím byla jeho nosná funkce nevratně poškozena. Pro uvolnění prostoru s klenbami bylo tedy nutné tyto dodatečně provedené nosné pilíře vybourat a vynést zatížení, které na nich spočívalo. Řešením bylo uložení nosného zdiva vrchní stavby na mohutný ocelový křížový rošt s rozpětím průvlastku 5 m a bočními ocelovými nosníky dl. 8 m, který je umístěn nad místností s klenbami a uložen na původní nosné konstrukce – stěny a kamenné pilíře kleneb. Tvar ocelového roštu je značně komplikovaný díky velice stísněným podmínkám. Sestává z průvlastku 2x HEB340, z pěti nosníků 2x I360 až 2x I300 a příčníků, které byly zabetonovány pod nosné stěny do jádrových vrtů.

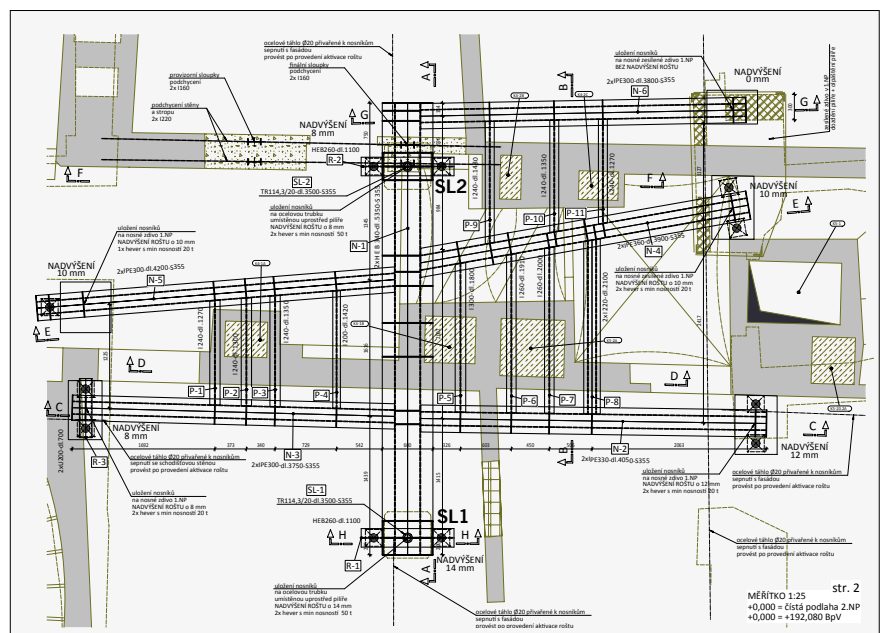
Přes nový rošt však bude do původních kamenných sloupů vneseno značné přitížení. Pro jeho přenesení musely být tyto sloupy vyztuženy ocelovou trubkou 114,3/20, která se vlepila do jádrového vrtu průměru 150 mm, realizovaného z prostoru nad klenbami na celou výšku sloupu. Sloupy vyztužené trubkou byly následně vyvšeny přes novou betonovou patku 2,7x2,7 m, výšky 900 mm na mikropiloty. Důležitou fází tohoto zásahu představovala aktivace ocelového roštu tak, aby byl zajištěn přenos zatížení ze stěn do roštu a zatížení nešlo do kleneb. Aktivace byla provedena pomocí hydraulických lisů o nosnosti až 50 t, umístěných na koncích nosníků v místě jejich uložení. Při komplikovaném tvaru roštu však nebylo možné s dostatečnou spolehlivostí určit jeho tuhost a výpočetním programem určit bezpečnou míru aktivace. Při aktivaci byl proto přítomen geodet a statik a ve spolupráci s prováděcí firmou byla provedena ověřovací aktivace na polovinu předpokládaného prohnutí. Tento průhyb byl porovnán s výpočtovým průhybem a na jeho základě byl statikem korigován tlak lisů. Celý proces byl několikrát opakován, než se docílilo potřebné aktivace. Průhyb nakonec víceméně odpovídal předpokládům výpočtu. Protože kamenné sloupy SL1 a SL2 byly původně založeny v málo únosné zemině, bylo navrženo jejich vyvšení na mikropilotové bárky založené v únosnějším podloží. Toto podchycení sloužilo jako provizorní podepření sloupů při výkopu suterénu, následně pak byly mikropiloty v kombinaci s betonovou patkou využity k finálnímu založení. Původně měl být prostor pod celou místností s klenbami podsklepen a měly zde vzniknout betonové sloupy uložené na základovou desku a mikropiloty. Při provádění výkopových prací však byla nalezena historická pec a Památkový ústav další výkopy nepovolil. Prostor pod



Provádění jádrového vrtu z 2. NP do středu sloupů SL1 a SL2 pro uložení ocelové trubky



Ocelový rošt ve 2. NP



Půdorys komplikovaného ocelového roštu v 2. NP



Suterénní zdivo posílené sloupy tryskové injektáže; sloupy T1 jsou zde navíc využity pro pažení výkopu nového suterénu.

místností s klenbami byl tedy zakonzervován a zachován pro další generace. Navrženo bylo alternativní řešení – přímo pod kamennými sloupy byla provedena žb. patka, která vytvořila spolu s mikropilotami nový základ sloupů.

### Prohloubení suterénu

Jak již bylo uvedeno, na většině plochy půdorysu objektu dochází k prohloubení o suterénní podlaží. Pro návrh prohloubení suterénu byly provedeny kopané sondy. Z jejich vyhodnocení byla patrná velká různorodost a nepředvídatelnost úrovně a složení základové konstrukce. Podchycení stěn bylo navrženo pomocí tryskové injektáže a na dvou místech pomocí mikropilot. V současné době je suterén prohlouben, následovat bude uložení podlahové desky, úprava povrchů stěn a provedení stropní konstrukce. Spodní stavba je řešena jako tzv. bílá vana „bez garance“ (jsou přípustné lokální průsaky). Důvodem je složitý tvar konstrukce a přerušení bílé vany zděnými konstrukcemi, kde hydroizolace bude řešena elektroosmózou. Konstrukce spodní stavby je navržena na vztlak vody o výšce vodního sloupce 1,5 m, v případě vyšší úrovně okolní vody bude nutné suterén zatopit. Podlahová deska má tl. 250 mm a je po obvodě zakotvena do drážky ve zdivu/tryskové injektáži. Stěny prohloubeného suterénu tvoří zčásti suterénní zdivo a zčásti trysková injektáž. Stěny budou vyrovnány stříkaným betonem, někde je navržena žb. předstěna. Stropní konstrukce rozpírá obvodové stěny zatížené

zemním tlakem a je navržena z ocelových nosníků s trapézovým plechem a betonovou deskou. Zdivo s velkými otvory v nosných stěnách v suterénu a přízemí je podchyceno ocelovými rámy, které jsou založeny na betonových patkách, zapuštěných do sloupů T1.

### Základy pilíře Juditina mostu

Nejvíce ceněnými prvky, odhalenými při rekonstrukci objektu, jsou dva základy pilířů Juditina mostu z 12. století. Tyto pilíře se nacházejí v místech stávajícího podsklepení cca 0,5 m pod podlahou suterénu, půdorysně však přesahují do okolních, původně nepodsklepených místností a stávající stěny objektu tak na nich částečně spočívají. Při podchycení stávajících stěn tryskovou injektáží v okolí těchto základů historických pilířů bylo proto nutné věnovat zvýšenou pozornost poloze a této technologii, aby nedošlo ke kontaktu a poškození těchto cenných památek.

### Podchycení pilíře č. 1

Při sondování základů objektu bylo zjištěno, že na některých místech byly základy řešeny klenbovými pásy s vrcholem cca 1 m pod úrovní podlahy přízemí. Klenby vedly do lokálních pilířů. V jednom místě však sondy odhalily velmi špatný stav základového pilíře a čtyř přilehlých klenbových pásů. Hrozilo, že se zdivo při výkopu zeminy sesype. Proto bylo rozhodnuto, že tento uzel bude podchycen bárkami a pod uzlem bude vybetonován nový betonový sloup a místo klenb budou

instalovány ocelové nosníky. Celý uzel byl nově vyvýšen na ocelových mikropilotách. Konstrukce bárek byla navržena jako dočasná konstrukce.

Po provedení bárek a vyhloubení zeminy však byly pod původním pilířem objeveny dřevěné piloty. Aby mohly být využity k budoucí prezentaci, nebylo možné uskutečnit původní záměr s betonovým sloupem, který vycházel právě v místě těchto dřevěných pilot. Naštěstí byly mikropiloty provedeny tak, že je bylo možné použít pro trvalou konstrukci. Již zhotovený ocelový rošt bárek je ale v současnosti v nevyhovující výškové úrovni (cca 1 m nad stropem suterénu). Bude proto nutné provést nový ocelový rošt, přivařený ke stávajícím mikropilotám v úrovni stropu, a následně dojde k demontování nevyhovujícího roštu.

### Závěr

Při provádění rekonstrukce a odhalování stavu a skutečného tvaru konstrukcí bylo nutné projekt pro provedení stavby ve větší míře doplňovat, upravovat i měnit koncepci některých zásahů. Velký vliv na konečný návrh měla také historická hodnota objektu i nalezených historických konstrukcí. Vždy bylo třeba najít kompromis mezi realizací záměru a zachováním historické konstrukce. Díky velmi dobré spolupráci s vedením stavby byly změny vždy rychle vyřešeny formou pokynů pracovníkům na stavbě nebo zápisem do stavebního deníku.

*Ing. Karel Mareš, HSD statika, s. r. o.*



Část odhalených základů pilíře Juditina mostu



Mikropilotové bárky v místě plánovaného pilíře č. 1



Původní dřevěné piloty v místě plánovaného pilíře č. 1

# PRÁCE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ PŘI REKONSTRUKCI A STAVEBNÍCH ÚPRAVÁCH PINKASOVA PALÁCE

*Předmětem prací speciálního zakládání bylo podchycení a posílení původních základových konstrukcí tryskovou injektáží (TI). Realizované sloupy TI byly navíc částečně využity pro pažení výkopu nového suterénu. Vyvěšení některých konstrukčních uzlů při jejich rekonstrukci bylo řešeno pomocí mikropilotových bárek.*

**Geologické a hydrogeologické poměry**  
Zájmové území se nachází v nejsevernější části ostrova Kampa v prostoru levobřežní údolní nivy Vltavy mezi Karlovým mostem a Čertovkou. Rovinný povrch terénu náměstíčka před rekonstruovaným objektem (v nadmořské výšce cca 188,50 m) byl vytvořen navážkami. Mocnost navážek značně kolísá v rozmezí 3,8 až 5,5 m. Povrch skalního podkladu (jílovité břidlice vinnického souvrství, resp. prachovce záhořanského souvrství, se nachází v nadmořské výšce 175,50 až 176,0 m (dno přeloubeného koryta Čertovky). Mocnost zvětralé zóny hornin byla výrazně redukována říční erozí. Kvartérní pokryv je tvořen uloženinami terasové akumulace Vltavy. Převažují štěrkovité písky s polohami hrubších písčitých štěrků na bázi často balvanitých. Mocnost terasy je zde 6 až 7 m a je překryta polohou povodňových náplavů mocnosti 1,0 až 2,0 m. Převládají jílovitohlinité písky a silně písčité jílovité hlíny až jíly s nepravidelně rozloženou organickou příměsí. Všechny dostatečně únosné typy základových půd se nacházejí pod hladinou podzemní vody. Podzemní voda v prostředí uloženin terasové akumulace Vltavy tvoří souvislou průlinovou zvědeň s hladinou bezprostředně ovlivňovanou úrovní hladiny Vltavy a Čertovky. Zásadní vliv na hladinu podzemní vody má vzdutí Vltavy na jezích, mezi nimiž zájmové území leží (Staroměstský jez – 185,80 m n. m. a Helmovský jez – 184,90 m n. m.). Zájmové území se nachází v záplavové zóně. Vliv povodňových stavů Vltavy na hladinu podzemní vody je zde však značně omezen protipovodňovou ochrannou Kamy a Malé Strany, realizovanou po povodni v roce 2002. Dle chemických rozborů vody se jedná o vodu s mírně zvýšeným obsahem síranů a bez obsahu agresivního oxidu uhličitého. Dle ČSN EN 206-1 agresivita podzemní vody odpovídá stupni XA1.

## Přípravné práce

V rámci přípravných prací bylo nutné provést nejdříve bourací práce, přeložky a ochranu inženýrských sítí (včetně zaslepení kolidujících potrubí), pasportizaci a prostorové ztuzení rekonstruovaného domu (sepnutí a podepření kleneb) a také podepření stropů pro pojezd a práci vrtné soupravy. Tyto práce byly součástí PD zpracovávané projektantem a statikem rekonstrukce. Součástí stavebnětechnického průzkumu



Podchycování základových konstrukcí tryskovou injektáží z dvorku Pinkasova paláce

a statického posouzení objektů bylo také určení mezních hodnot případných vertikálních a horizontálních posunů. Podchycení nosných zdí Pinkasova paláce tryskovou injektáží bylo vzhledem k požadovanému rozsahu a omezenému přístupu vrtné soupravy k obvodovým stěnám z okolních pozemků nutné realizovat z vnitřního prostoru 1. NP. Návrh podchycení proto vycházel z předpokladu uvolnění potřebného prostoru v tomto podlaží bouracími pracemi a také z nasazení maloprofilové „sklepní“ vrtné soupravy MSV 741/20 s lafetou délky 3,0 m (nutná dispoziční výška min. 3,20 m), resp. nasazení maloprofilové vrtné soupravy Lumesa 91-92H. Úroveň pracovních rovin pro realizaci podchycení byly odvozeny z předaného půdorysného a výškového tvaru jednotlivých místností 1. NP a z rozměrů a technologických možností vrtné soupravy. Všechny stavební práce včetně prací speciálního zakládání musely respektovat skutečnost, že se jedná o kulturní nemovitou památku, kde se mimo jiné nacházejí i základy dvou pilířů Juditina mostu, románské stavby z 2. poloviny 12. století. Proto značná část výkopových prací byla prováděna za přítomnosti archeologů nebo přímo archeology v rámci záchranného průzkumu.

## Technické řešení

Požadavkem zadání tedy bylo podchycení základů rekonstruovaného objektu tryskovou injektáží (TI) v rozsahu definovaném podklady od statika rekonstrukce. Navržené a realizované sloupy TI sloužily však zároveň v některých úsecích také jako pažící konstrukce při výkopu 1. PP, i když jejich hlavní funkcí bylo vytvoření nové základové konstrukce. Při postupném odtěžování zeminy byla stabilita výkopu pro vytvoření prostoru 1. PP zajišťována přítokem podchytávaných obvodových stěn pomocí dočasných kotev a táhel. Součástí prací speciálního zakládání v suterénu byla i realizace několika dočasných mikropilotových bárek (MP). Tyto podpěrné MP bárky u pilíře č. 1 a sloupů SL1 a SL2, společně s dočasnými ocelovými rošty, umožnily následnou rekonstrukci těchto konstrukcí, jejich zesílení a začlenění do nové koncepce objektu. Při návrhu i vlastní realizaci TI byla důležitým kritériem minimalizace vlivu podchycení na rekonstruovaný dům a sousední objekty. Kopanými sondami bylo zjištěno, že pro založení rekonstruovaného objektu bylo využito původní zdvo dřívější zástavby. Základová spára zdva byla zastížena ve značném výškovém rozpětí od nadmořské výšky 183,40 m až po 186,77 m. Ani 24 kopanými sondami však nebyl zcela přesně zmapován předpokládaný průběh základové spáry všech podchytávaných zdí. Optimálního podchycení stávajících zdí sloupy tryskové injektáže by bylo nejlépe dosaženo při jejím vystřídání prováděním z obou stran podchytávaných zdí. To však s ohledem na dispoziční poměry a majetkoprávní vztahy nebylo především u obvodových stěn výkopu možné. Proto byly sloupy TI realizovány především z upravených vnitřních prostor 1. NP a pouze v malé části i z vnější strany objektu. Těleso TI bylo vytvořeno vzájemně se překrývajícími sloupy realizovanými v odstupňovaných délkách a v různých sklonech. Stabilita podchycených vnitřních nosných stěn před zahájením výkopových prací byla zajištěna v nadzemních podlažích osazením ocelových nosníků zesilujících stropní konstrukce (samostatná část realizační dokumentace zpracovaná statikem a projektanty rekonstrukce). V místech dvou nově navržených výtahových šachet bylo pomocí TI utěsněno také prohloubené dno výkopu

zasahující pod předpokládanou ustálenou hladinu podzemní vody.

Zvláštní pozornost byla věnována podchycení nosných zdí v těsné blízkosti nalezeného pilíře Juditina mostu. Rozsah podchycení pomocí TI byl zde omezen tak, aby v žádném případě nedošlo ke kontaminaci archeologicky cenného nálezu prostřednictvím cementové směsi. Znamenalo to upravit parametry TI, dispozici jednotlivých sloupů, jejich návrtných bodů a instalovat ochranné prvky (geotextilie apod.). Dispoziční řešení k pilíři přilehlé části suterénu rekonstruovaného domu budou upřesněna teprve až po dokončení celého archeologického průzkumu, který odhalí skutečnou polohu a stav zachované části pilíře. Dokončení sanace základů rekonstruovaného objektu v bezprostředním okolí objeveného základu pilíře Juditina mostu bude realizováno podbetonováním po jednotlivých záběrech. Během těchto prací bude přítomen archeologický dozor, resp. značná část výkopových prací bude prováděna přímo archeology.

#### Trysková injektáž

Z technologického hlediska byla pro podchycení základů zvolena metoda tryskové injektáže TI-M2 s požadovaným min. průměrem sloupů 1,20 m s charakteristickou válcovou pevností sloupů TI v prostém tlaku min. 5 MPa (určující zeminou byla dle popisu sondy IG-1 vrstva písčitého jílu tuhé konzistence). Požadovaný průměr sloupů TI byl dán možnostmi zvolené metody v daných geologických poměrech při optimalizaci injekčního tlaku a spotřeby injekční směsi (s předpokladem použití tzv. plného předřezu v jílovitých zeminách). Pro předvrtví zdivem byl použit průměr vrtu cca 130 až 150 mm, vlastní vrty pro TI pak byly průměru 120 mm. Způsob hloubení předvrtví pro TI zdivem byl zvolen tak, aby byl minimalizován negativní vliv vrtů na pevnost a celistvost podchytávaného zdiva (hrubé řádkové opukové zdivo na vápennou maltu). Při zahájení provádění TI v jednotlivých úsecích se vždy nejprve ověřovala předpokládaná úroveň základové spáry podchytávaných zdí a případné zjištěné odchylky byly neprodleně předávány projektantovi podchycení, který na ně reagoval korekcemi parametrů TI. Staticky bylo pro návrh a posouzení podchycení základů uvažováno s plným přenosem zatížení sloupy TI. Zavázání sloupů TI pod dno definitivního výkopu bylo odstupňováno po 0,5 m v rozmezí 2,50 až 4,50 m dle přenášeného zatížení, předpokládaných geologických poměrů, požadavků na hloubku vetknutí pažicí konstrukce pod dno výkopu a tvaru podchycení. Při ukončování injektáže se sloupy zatahovaly až na cca 0,5 m do podchytávaného zdiva. Ihned po dokončení vybraných pažicích sloupů TI byl do jejich osy osazen spojovací ocelový trn z prutu betonářské výztuže  $\varnothing$  32 mm, délky 3,0 m



Provádění tryskové injektáže probíhalo často z velice stísněných prostor

s horní hranou cca 1,0 m nad základovou spárou. Trny byly na požadovanou hloubku zatlačeny prostřednictvím navařených osazovacích prutů  $\varnothing$  16 mm. Z hlediska projektanta podchycení nebyl kladen zvláštní požadavek na postup tryskové injektáže, kromě nutného vystřídání provádění sloupů TI min. ob dva sloupy. Postup vrtání, injektáže, kontroly a rozsah prováděných zkoušek na odebraných vzorcích byl stanoven v technologickém předpisu dodavatele odsouhlaseném odběratelem. Během realizace TI byl kladen zvýšený důraz na dodržování všech technologických postupů, aby nedošlo k negativním směrovým a výškovým změnám v poloze stávajících stavebních konstrukcí. Proto i po ukončení injektáže bylo vždy nutno doplňovat injekční směs ve vrtu a kontrolovat úroveň její hladiny až do zatvrdnutí.

#### Dočasné tyčové kotvy a táhla

Stabilita obnaženého základového zdiva obvodových stěn při výkopu byla zajištěna kotvením v jedné úrovni dočasnými tyčovými zemními kotvami. V úsecích s přístupnou protilehlou suterénní zdí v menší vzdálenosti, než byla potřebná délka kotev, byly kotvy nahrazeny kotevními táhly. Pro tento účel byly navrženy dočasné tyčové kotvy a kotevní táhla Dywidag z tyčí „WR“  $\varnothing$  26,5 mm, které byly osazeny do pažených vrtů o průměru minimálně 120 mm. Délka kotev byla 9,0 m, včetně injektovaného kořene délky 4,0 m. Hlavy kotev byly částečně zapuštěné do šikmých kapes hloubky cca 150 mm v ose kotvy, vysekaných ve zdivu, resp. ve sloupech TI. Hlavu kotev a kotevních táhel tvořila typová matice Dywidag, typová kotevní deska (160x160x40 mm) se středovým kulovým otvorem max. průměru 72 mm a podkladní ocelová deska 300x300x30 mm se středovým otvorem průměru 40 mm. V místech, kde byla zastížená nízká kvalita zdiva pod podkladní deskou, bylo nutné realizovat nejprve opravu zdiva nízkotlakou injektáží. Ústí vrtů pro kotvy bylo vždy situované nad úroveň volné hladiny Čertovky (cca 184,70 m n. m.), a tedy i nad úroveň HPV (184,45 m n. m.). Výšková poloha a sklon

kotev od vodorovné byly navrženy vždy také s ohledem na předpokládanou polohu inženýrských sítí. Vzhledem k omezeným dispozičním poměrům byly tyčové kotvy složeny z více dílů; jako montážní spoje byly použity systémové spojky. Pro osazení vodorovných táhel s ohledem na požadovaný malý výškový rozdíl mezi kotevní úrovní a pracovní rovinou táhel (jen cca 0,50 m) byla nasazena maloprofilová vrtná souprava Lumesa 91-92H. Při následném postupném výkopu pro 1. PP bylo nutno důsledně dodržovat požadované úrovně pracovních ploch pro kotvení a technologické lhůty injektáže kořene kotev, napínání kotev a tvrdnutí stříkaného betonu. Důležitý byl i geotechnický dozor projektanta a geologa pro průběžné upřesňování zastižených geologických poměrů a jejich vlivu na pažení a také pro průběžné sledování deformací rekonstruovaného objektu a vyhodnocování stavu podchytávaných zdí. Sledování deformací probíhalo pomocí geodetického měření na terčících osazených do zdiva. Jelikož při odkopu zeminy z líce stěn a sloupů TI nesměla být ohrožena stabilita pažení, práce probíhaly ručně po jednotlivých úsecích, opět dle podrobného technologického postupu.

#### Návrh podchycení sloupů SL1 a SL2

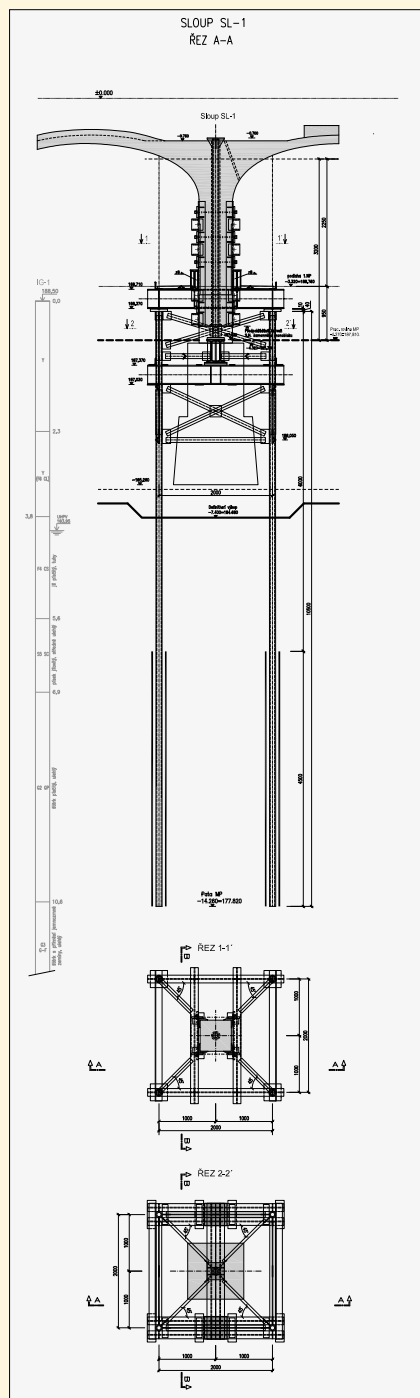
Ještě před zahájením realizace TI byly dočasně vyvěšeny stávající sloupy SL1 a SL2, podpiřující zděný klenutý strop 1. NP původní barokní místnosti, na mikropilotové báry tak, aby mohla být v této části objektu prohloubena základová spára až na úroveň 1. PP a nahrazeno původní podezdění sloupů novou betonovou konstrukcí. V konečném stavu bude i spodní část mikropilot využita jako součást založení sloupů SL1 a SL2 a zakomponována do nového základového bloku vytvořeného pod každým ze sloupů. Podchytávané sloupy byly navíc ještě posíleny osazením svislé ocelové trubky 114,3/20 mm do jejich středu, přenašející zatížení z ocelového roznašecího roštu vytvořeného nad stropní konstrukcí v rámci rekonstrukce nadzemních podlaží objektu. Statické posouzení dočasného podepření stropů nad podchytávanými sloupy výdřevou, osazení svislé ocelové výztužné trubky průměru 114,3/20 mm a založení kamenných bloků těchto sloupů v konečném stavu byly součástí samostatného projektu statika rekonstrukce (viz rovněž předchozí text ing. K. Mareše). Sloupy SL1 a SL2 byly tvořeny opukovými monobloky celkové výšky 2,05 m, půdorysného průřezu 0,55x0,55 m, s rozšířenou hlavicí a patkou půdorysného průřezu 0,6x0,6 m. Podchycení sloupů bylo navrženo ve dvou stavebních fázích. Úkolem 1. fáze bylo vyvěšení sepnutých stávajících monobloků sloupů na MP, umožňující odbourání původního podezdění. Úkolem 2. fáze pak bylo podepřít



Základové konstrukce v suterénu posílené dobře viditelnými sloupy tryskové injektáže



Sloup SL2 podchyčený pomocí MP báře



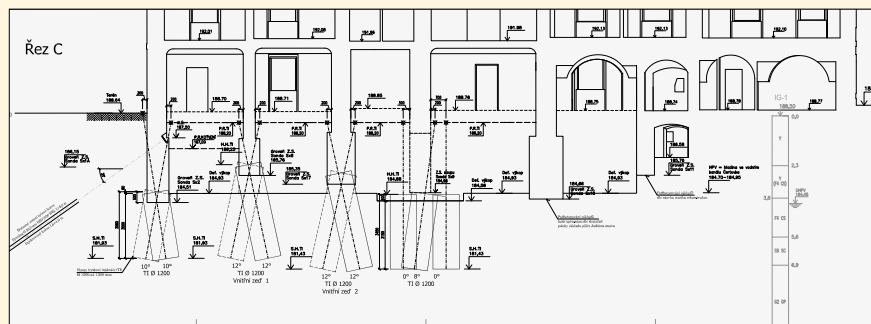
Původní návrh podchyčení sloupu (SL1) ve dvou fázích

a vynést na MP již osazenou výztužnou trubku v ose každého sloupu, přenášejí prostřednictvím ocelových rámců realizovaných nad stropem 1. NP zvýšené zatížení od výše položených nadzemních podlaží.

**Realizace podchyčení sloupů SL1 a SL2**

Podchyčení sloupů bylo realizováno pomocí mikropilotových bářek tvořených čtverci svislých mikropilot s injektovaným kořenem v prostředí uloženin terasové akumulace Vltavy. Půdorysná rozteč mikropilot u sloupu SL1 byla 2,0x2,0 m, u sloupu SL2 musela být rozteč upravena s ohledem na dispoziční poměry a technologické možnosti nasazené vrtné soupravy na rozměr 2,0x1,7 m. Návrhové svislé zatížení pro MP bářky bylo stanoveno odstupňovaně pro jednotlivé fáze a pohybovalo se od cca 400 kN v 1. fázi až po cca 1700 kN v konečném stavu. S ohledem na nasazení vrtné soupravy MVS 741/20 s lafetou délky 3,0 m byl nejprve celoplošně snížen stávající povrch terénu po sejmutí podlahy 1. NP na úroveň 187,80 m n. m. Svislé mikropiloty byly vytvořeny z výztužných trubek 108/16 mm celkové délky 10,50 m, složených ze skladebných dílů dl. 1,50 m, spojovaných přes vnitřní závit. Kořen mikropilot byl navržen v délce 4,5 m (sloup SL1), resp. 6,0 m (SL2). Injektovalo se na etáže po 0,50 m. Na kořenovou část výztužných trubek byla pro přenos zatížení mezi výztužnou trubkou a injektovaným kořenem přivařena šroubovice z hladkých prutů 4 mm se stoupáním závitu max. 0,20 m. Použita byla cementová zálivka a injekční směs

z cementu CEM II/B-S 32,5 R o objemové hmotnosti 1870 kg/m<sup>3</sup>. Na horní hranu výztužných trubek mikropilot byla po injektáži kořene osazena typová hlava MP na tlak z ocelové roznášecí desky 300x300x40 mm s navářenou středovou osazovací trubkou 133/12 mm délky 0,15 m. Zatížení ze sloupů do mikropilot bylo přeneseno pomocí ocelové konstrukce vytvořené ze tří systémových prvků. Nejprve byly sepnuty kamenné monobloky sloupů SL1 a SL2. Toto sepnutí muselo být provedeno ještě před hloubením svislých vrtů (průměr 150 mm) v ose sloupů pro osazení svislé ocelové trubky 114,3/20 mm, přenášející zatížení z ocelového roštu nad stropem. Konstrukce sepnutí musela navíc respektovat požadavek památkářů, že do vlastních kamenných monobloků se nesmí zasáhnout. Následně byly sepnuté monobloky vyvěšeny pomocí vodorovných nosníků na mikropilotové bářky. S postupným odtěžováním byly bářky ještě ztuženy pomocí zavětrování. Sepnutí bylo navrženo pomocí rohových svislých tyčí průřezu rovnoramenného úhelníku L 120x120x10 mm, délky 2,20 m v počtu 4 ks/sloup. Rub svislých tyčí byl „zdrsněn“ navářeními převyšnými vodorovnými svary tl. 4 mm, dl. 0,20 m v rozteči 0,20 m. Rohové svislé tyče byly sepnuty pomocí vnějších vodorovných kotevnic táhel v osmi vystřídáných úrovních. Tato kotevní táhla byla provedena z tyčí kruhové oceli průměru 40 mm s jemným závitem M 36x3 na obou koncích, s kotevními deskami a maticemi. Byla osazena vždy dvě táhla/KÚ, tj. celkem 16 táhel/sloup. Kotevní desky měly rozměry



Podchyčení základů Pinkasova paláce tryskovou injektáží, řez C-C (viz také půdorys na str. 27)





Očištěná barokní místnost s nově založenými a posílenými sloupy SL1 a SL2

200x200x30 mm se středovým otvorem průměru 42 mm. Pro kvalitní funkci sepnutí bylo využito kontaktního podlití svislých tyčí cementovou nesmrštitivou zálivkovou a kotevní maltou Masterflow 940 a postupného vystřídání napínání kotevních táhel momentovým klíčem na 20–60 kN. Ze sloupů musely být samozřejmě před sepnutím odstraněny malba a omítka. V 1. fázi podchycení byly vyvěšeny sepnuté sloupy pomocí horních příčných nosníků (dvojice tyčí IPE 340 mm), které byly přivařeny k svislým tyčím sepnutí. Dolní podélné nosníky (dvojice tyčí IPE 340 mm) byly osazeny na hlavu MP přes příčnou středovou tyč z ploché ocele.

K realizaci 2. fáze podchycení nakonec nedošlo, jelikož Památkový ústav nepovolil v této části plánované prohloubení suterénu. Bylo proto navrženo a uskutečněno alternativní podchycení, kde již přímo pod kamennými sloupy byly zhotoveny železobetonové základové patky, které spolu s výše uvedenými mikropilotaми vytvořily nové základy pro oba sloupy.

Takovýto vývoj a poměrně zásadní změny v konečném provedení oproti předpokladům projektu nejsou u podobných rekonstrukčních pracích ničím výjimečným. Podobně se vyvíjí i situace u pilíře č. 1. Zde původně sondy odhalily špatný stav základového pilíře a čtyř přilehlých klenebních pásů. Proto bylo rozhodnuto, že tento uzel bude také podchycen obdobnými MP bárkami jako u sloupů SL1 a SL2 a pod uzlem se poté vybetonuje nový sloup a místo kleneb se instalují ocelové nosníky. Práce sice proběhly dle projektu, ale při následných výkopových pracích byly objeveny z archeologického pohledu nové zajímavé skutečnosti (dřevěné piloty), a tak dojde pravděpodobně i zde ke změně konstrukčního řešení. Nicméně provedené MP budou i zde, i když po určitých úpravách, součástí nového základu a budou využity pro trvalý přenos zatížení do podzákladí objektu.

### Závěr

Výše uvedené práce realizovala společnost Zakládání staveb, a. s., v období duben až září 2015. V roce 2016 pak s největší pravděpodobností budou ještě práce speciálního zakládání pokračovat na mikropilotovém založení plánovaného přístavku. Jako při všech obdobných rekonstrukcích historických památkově chráněných objektů, tak i v případě Pinkasova paláce docházelo při vlastní realizaci k mnoha změnám a úpravám v rozmístění a parametrech sloupů TI. Změny byly vyvolané jednak skutečnou přístupností návržných bodů pro použitou mechanizaci a skutečně zjištěnou polohou základové spáry jednotlivých zdí, jednak postupně upravovaným rozsahem předem zamýšlených bouracích prací a v neposlední řadě omezením přístupu k jednotlivým podchytávaným stěnám vyplývajícím z podmínek, které postupně upravoval archeologický a památkový dozor. Celkem bylo na stavbě nakonec úspěšně realizováno 211 sloupů TI v délce 1176 m a 35 ks kotev a táhel. Na podchycení sloupů SL1 a SL2 bylo v rámci MP třeba cca 10 t ocelových konstrukcí a dalších cca 9,5 t

bylo použito na ocelové konstrukce v okolí pilíře č. 1. Všechny změny a problémy s nimi spojené se nakonec podařilo vyřešit díky velmi dobremu a vstřícnému přístupu stavbyvedoucího našeho partnera společnosti IMOS group, s. r. o., Ing. F. Martínka, statika rekonstrukce Ing. K. Mareše, HSD Statika, s. r. o., a celého architektonického atelieru TAK. Podařilo se zde opravdu táhnout za jeden provaz a splnit tak záměry této mimořádně náročné rekonstrukce i požadavky památkářů.

**Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.**  
Foto: Libor Štěřba,  
Ing. František Martínek, Imos group, s. r. o.,  
a Ing. Karel Mareš, HSD statika, s. r. o.

Investor: Artemis Property, s. r. o.  
Generální dodavatel: IMOS group, s. r. o.  
Generální projektant: TaK Architects, s. r. o.  
Statické řešení: HSD statika, s. r. o.  
Projekt speciálního zakládání:  
FG Consult, s. r. o.  
Práce speciálního zakládání:  
Zakládání staveb, a. s.

### Reconstruction, renewal and finalisation of the Pinkas Palace – house no. 515 on Kampa with the new Judita's Bridge museum

*The Prague quarter of Kampa is now witnessing the realisation of one of the most complicated designs within the Prague's conservation area preceded by a long and complex construction preparation. It is the reconstruction, renewal and finalisation of the Pinkas Palace, the house no.515, which is to hold a new museum of Judita's Bridge. The building reconstruction is mainly characterised by the effort to rehabilitate the original architecture with purified dispositions and concurrent extension of the house adding an underground floor intended to present the found pillars of Judita's Bridge. This complex project required collaboration within an expert team consisting of construction historians, structural engineers, hydrologists, special foundation engineers, experts on soil mechanics and others.*

*From its very beginning the project has been closely monitored by an international UNESCO expert team. The methodology of individual activities has been carefully recorded to provide a model for similar works carried out on historical buildings in conservation areas around the world. The technologies of special foundation have played an irreplaceable role in the realisation of this construction design. Jet grouting was used to underpin the original foundation structures. This resulted in strengthening the existing foundations as well as it provided securing of the foundation pit sheeting for the new underground part of the building. Temporary suspension of certain construction junctions during the reconstruction process was later effectively solved out with the use of micropile barges.*