



Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, PS. 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz

<http://www.zakladani.cz>

<http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrbá

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 Štěrbá

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

Łódź-Fabryczna, Zdeněk Studený

Překlady anotací:

RNDr. Ivan Beneš

Design & Layout:

Jan Kadoun a Ing. Jan Bradovka

Tisk:

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

Ročník XXVI

3/2014

Vyšlo 31. 10. 2014

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2014 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovného.

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, 5. část

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

2

AKTUALITY

Situace ve stavebnictví a v oboru zakládání staveb 2014

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

8

TEORIE A PRAXE

Statika základu v širším kontextu

Ing. Petr Hurych

10

Eurokód 7 – Andrew Bond, předseda CEN TC250/SC7

vysvětluje důležitost revize normy

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

podle článku „Europe needs you“ autorky Claire Smith,

Ground Engineering August 2014

12

OBČANSKÉ STAVBY

Palác Národní – zajištění stavební jámy

a podchycení historicky cenných objektů v centru Prahy

Ing. Zdeněk Boudík, CSc., FG Consult, s. r. o.

14

Palác Národní, realizace prací speciálního zakládání

Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.

19

DOPRAVNÍ STAVBY

Výstavba nového podzemního dopravního terminálu Łódź-Fabryczna

v polské Lodži

Ing. Janusz Wilk, Zakládání staveb, a. s.

22

Łódź-Fabryczna – účast Zakládání staveb, a. s.,

na výstavbě nového dopravního terminálu

Dušan Kozák, Ing. Jan Šperger a Ing. Zdeněk Studený, Zakládání staveb, a. s.

24

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 5. ČÁST

V této části našeho seriálu pokračujeme v zachycení historie zahrnující činnosti na širokém poli „vrtání“. Nyní se budeme věnovat vrtání velkopřůměrovému, které je v oboru speciálního zakládání užíváno převážně pro zhotovování vrtaných pilot. Technologie pilotování je v praxi speciálního zakládání staveb nejvíce používanou. Proto také v této souvislosti poukážeme na vzestup teorie geotechnické vědy. Dále ukážeme vývoj nejvíce rozšířených konvenčních způsobů vrtání pilot, které se dělí na cyklické a průběžné

Velkopřůměrové vrtání – piloty vrtané cyklicky

V druhém dílu tohoto seriálu jsme se zmínili o archaickém způsobu vrtání nárazovým jádrováním bambusovou trubkou, používaném ve vhodné zemi. Ještě dnes se tak leckde v Asii dokonce vyhloubí i celé vrty pro piloty, které pak stačí jen vybetonovat. Dělá se to postupně tímto jádrováním malopřůměrovými vrty na půdorysu piloty. Novověká verze nárazového vrtání je ve své podstatě také obdobná hloubení a přispěla patrně k dřívějšímu dlouhodobému užívání slovního spojení „hloubení vrtů pro piloty“, zejména v češtině, které je však dnes již zastaralé. Existují ovšem specifické výjimky. Například velké stavby stanice metra v Hongkongu, kde byly uplatněny nejen vrtané piloty obvyklého kruhového průřezu, ale také pilotové elementy obdélníkového průřezu, které byly skutečně hloubené drapáky a hydrofrézami (obr. 1). Stalo se tak v souvislosti s obvodovými podzemními stěnami. Vlastní činnost hloubení se ale budeme zabývat podrobněji až v pozdější části seriálu.

Velkopřůměrové vrtání se rozvinulo nejprve pro potřeby budování kapacitních studní pro vodu a později také pro alternativní způsoby zřizování důlních šachet. Znalosti a zkušenosti maloprofilového vrtání poskytly všeob-

nou základnu pro experimenty se zvětšováním průměru vrtu a pro postupný přechod k vrtání velkopřůměrovému. Proto jsou téměř všechny jeho způsoby ekvivalentem vrtání maloprofilového. Různé vrtné technologie se postupně zapojovaly podle vývoje mechanismů hlavně pro zřizování vrtaných pilot, jež jsou nyní všeobecně největší částí prací speciálního zakládání – činí zhruba 50 % jejich celkového objemu. Asi polovina z nich je vrtána cyklicky.

Úzké technologické spojení vrtání s pilotováním bylo však možné teprve po nástupu používání **železobetonu**. Při výrobě vrtaných pilot dochází k odstranění základové půdy a otázka náhradní výplně nebyla zpočátku uspokojivě vyřešena. Prvním typem takových ojedinělých základů byly ručně kopané studny, které se od roku 1887 obzvláště rozšířily v americkém Chicagu. Tehdy ještě byly plněné zdivem nebo prostým betonem. Právě tam však byla rychle překonána počáteční nedůvěra k funkci hlubokých základů, když byla prokázána možnost přenést velká koncentrovaná zatížení z horní konstrukce hluboko do únosných vrstev základové půdy. V konkurenci prudké výstavby vyšších budov prokázaly tyto základy malé sedání, a tudíž byly od roku 1905 všeobecně používány a rychle se šířily do jiných míst.

Betonová a železobetonová výplň tomu nemírně napomohly. Připomeňme, že přírodní cement sice používali již ve starém Římě, ale poté jeho užití upadlo na dlouhá staletí v zapomnění. Nově vynalezl **umělou výrobu cementu** teprve v roce 1824 Angličan Joseph Aspdin. A tak zvaný portlandský, hydraulický cement se stal ve stavebnictví běžným až kolem roku 1850. Největší zásluhy na zavedení **železobetonu** se však přičítají hlavně experimentování francouzských inženýrů v letech 1860–70, z nichž Francois Hennebique položil v roce 1879 vědecké základy jeho navrhování.

Nástup moderní geotechnické vědy

Na případu vrtaných pilot lze ukázat úspěšné zrození nové moderní vědy na začátku 20. století. Potřebu propracovanější geotechniky si sice vynutily hlavně nové grandiózní projekty železnic, mořských průplavů, přehrad, mostů přes mořské úžiny a další, ale své nálehavé potřeby měl i městský urbanismus. Odpověď našel právě ve velkopřůměrových pilotách. S tím byla spojena i poptávka po jejich spolehlivém návrhu, která si vyžádala patřičnou odbornost, nezbytně podloženou také teoretickou vědou. Již nešlo, tak jako tomu bylo u beraněných pilot, využít praktickou zkušenost z odevzy instalace piloty podle frekvence beranění. U ražených pilot se pro návrh dlouho používaly jen vylepšované empirické vzorce s jednoduchým výpočtem podle vniku piloty při závěrečných úderech. U vrtaných pilot ale bylo nutno vymyslet návrhové metody nové. Na základě tehdy čerstvých poznatků o mechanice zemin a hornin, obzvláště ze zkušeností s plošnými základy, se na začátku 20. století nejprve začaly používat statické vzorce pro svislou únosnost paty piloty a později také pro únosnost jejího pláště. Vycházelo se zejména z prací průkopníků nové vědy, jako byl původem rakouský **profesor Karl Terzaghi**. Ten shrnul již v roce 1923 práce svých soupeřů, definoval nově zeminu jako trojfázový systém, stanovil princip efektivního napětí a formuloval proces konsolidace. V roce 1938, poté co se v hroutící Evropě prohlásil za konzervativního idealistu, emigroval natrvalo do tehdejšího centra nové vědy, na americkou Harvardovu univerzitu. Tam své fenomenální zakladatelské dílo dovršil. Byl to vysoce erudovaný vědec, přitom



Obr. 1: Ukázka staveniště s velkým podílem pilotovacích souprav mezi mechanismy různých technologií, stanice metra Central Station Hongkong v roce 1996 (firma Soletanche)



Obr. 2: Profesor Karl Terzaghi (1883–1963): „Teorie je jazykem, kterým mohou být zcela jasně vyjádřena poučení ze zkušenosti.“

ale praktik, hluboce ukotvený ve zkušenosti, a také široce vzdělaný člověk (obr. 2). Stal se velkým vzorem pro své následovníky. Stále narůstající poptávka po vrtaných pilotách si vyžádala vylepšování návrhových postupů. Použití metody vrtaných pilot nezáleželo jen na umění vybrat vhodný typ a vhodnou metodu instalace do daných podmínek, ale také na předpovědi chování piloty ve spolupůsobení zatížení a základové půdy. Proto se u nich přešlo koncem 20. století k výstižnějším pružně-plastickým formulacím přenosových funkcí zatížení do základové půdy. Mohlo se tak ale stát až poté, co bylo po nějaký čas zkoumáno komplexní chování pilot a velice významné technologické vlivy při jejich instalaci do základové půdy. Svými

výzkumy v šedesátých letech tento posun inicioval zejména význačný francouzský inženýr Jean L. Kérisel a americký profesor A. S. Vesic. A to i pro vodorovné či skupinové zatížení. Důležitý byl hlavně Vesicův přínos, protože přišel s myšlenkou, že hlavním činitelem návrhu je deformace. V závěru století patrně nejvíce podnítil propracování teorie australský profesor H. G. Poulos. Je třeba poznamenat, že v posledních desetiletích došlo na tomto poli k zajímavému vývoji. Nové mechanismy a technologie se v praxi objevovaly tak rychle, že předháněly schopnost teoreticky porozumět jejich vlivu na chování pilot a dostatečně účinně je navrhovat.

U nás také přispěla k širokému úspěchu metody vrtaných pilot zdejší dobrá úroveň jejich navrhování koncem 20. století. Vzešla zejména z odborných prací prof. **Ing. Zdeňka Bažanta, DrSc.**, ze Stavební fakulty ČVUT.

K tomu napomohla i teoretická práce **doc. Ing. Jaroslava Fedy, DrSc.**, z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, který rozebíral důležitý vliv technologických účinků. Prof. Bažant vypracoval v roce 1980 spolu se svým žákem, pozdějším **doc. Ing. Janem Masopustem, CSc.**, novou návrhovou metodu, založenou na pragmaticky-inženýrském vyhodnocení zatěžovacích zkoušek vrtaných pilot. Jednalo se o originální přístup k lokální databázi s více než 220 případy, který vedl k metodě, která byla na předním evropském i světovém stupni.

Nárazové vrtání

Pro vrtání pilot byla nejprve využívána technologie nárazového vrtání. Stačilo jen zvětšit jednoduché nástroje. Na laně zavěšené dláto rozrušilo svými údery počvu vrtu zatopeného vodou a pak ho vystřídala kalovka, kterou se

hustý kal vytěžil na povrch. Vrtnou soupravu stále tvořily jen o něco silnější trojnožka s vrátkem. Tímto způsobem byly ve své době realizovány i velké projekty při obdobné hustotě pilotovacích souprav na staveništi jako při beranění (obr. 3).

Ještě dnes je tento jednoduchý, ale pomalý způsob stále využíván v odlehlých místech rozvojových zemí (tzv. tripod drilling) nebo v obzvláště nepřístupných poměrech, kde vyhoví zarážena a vytlučená výpažnice (obr. 4). Postupně však byly z toho principu vyvinuty jednolanové i dvoulanové nárazové drapáky pro těžbu z výložníku jeřábového nosiče a pomocné hydraulické oscilátory, sloužící pro zatlačování i vytahování robustních nastavovatelných dvouplášťových výpažnic. Jedním z počátečních typů těchto vrtných souprav byly koncem třicátých let modely firmy Benoto (obr. 5). U nás byla první drapáková souprava Benoto EDF 55 na kráčivém podvozku nasazena u n. p. Stavby silnic a železnic v roce 1958 pro založení mostu u obce Petrohrad na silnici Praha–Karlovy Vary.

Po několika desetiletích na trhu převládaly takové soupravy od různých výrobců, jako byl například německý Bade, nebo obdobné stroje pro speciální instalace výpažnic, jako například rázově zarážení německý systém Hochstrasser-Weise, s dosahem do hloubky 30 až maximálně 40 m. Udržely se bez podstatných změn v poměrně dlouhém dějinném období. Ačkoli byla výkonnost drapákové technologie vrtání malá, v určitých podmínkách, například s hrubými šterky, bylo její použití nenahraditelné (obr. 6).

Až teprve koncem dvacátého století začala být k dispozici kvalitnější a těžší mechanizace pro dosažení větších



Obr. 3: Stavba s vrtáním pilot několika soupravami trojnožek klasickým nárazovým způsobem pomocí lanového vrátku, jímž byly také osazovány armokoše, Bone Centrale, Francie, rok 1950 (firma Soletanche)



Obr. 4: Provádění pilot ve stísněných podmínkách s vrtáním pomocí nízké trojnožky. Přestavba existujícího dálničního mostu, Velká Británie, rok 1991 (firma Stent Foundation).

hloubek nejen zatlačováním, ale skutečným zavrtáváním výpažnic pomocí hydraulických rotátorů. Ty byly postupně schopné pažit svrchní nestabilní souvrství až do hloubky 85 m mnohem většími průměry, dosahujícími dokonce 3 m (obr. 7). Tím si drapáková technologie udržela v metodách vrtání svou zvláštní nezastupitelnou pozici pro ty nejobtížnější geologické podmínky.

Rotační vrtání

Nejširšího uplatnění pro vrtání velkopřůměrových vrtů dosáhla metoda odborně nazývaná **řezné náběrové vrtání**. Provádí se nejčastěji s pomocí vrtných šneků nebo hrnců. Obdobně jako u nárazového vrtání jde o cyklický postup s přerušením procesu vrtání pro vyprázdnění nástroje. Podstatným rozdílem je zde potřeba přítlaku k naplnění nástroje. Tato síla se dá přenášet jediné pevným vrtacím dřívem. To bylo známo od počátků vrtání, když byl ve starověké Číně vynalezen spirálový vrták k vrtání bambusovým soutyčím. Odtud se patrně jeho znalost rozšířila dále po světě. V druhém dílu tohoto seriálu jsme se zmínili o prvním hlubším evropském maloprofilovém vrtu, provedeném kartuziánskými mnichy ve francouzském Lillers v roce 1126. Tam byl podobný nástroj zkoušen. Geniální vynálezce Leonardo da Vinci zřejmě převzal někdy kolem roku 1500 ke svému návrhu vrtáku zemin princip Archimedova šroubu, používaného pro čerpání vody. Tento návrh však údajně nebyl nikdy použit. Chyběla totiž síla k potřebnému vyššímu krouticímu momentu a také odolný ocelový materiál. Odtud ale patrně vedla cesta k vůbec prvnímu dokumentovanému vrtání



Obr. 5: Nárazová drapáková souprava Benoto EDF s hydraulicky zatlačovanými pažnicemi, Francie, rok 1940 (firma Soletanche)

při pilotování, a to pro předvrtávání beraněných pilot pilířů mostů v ulehých siltech na říčním dně. Provádělo se to, jak dokládají archeologické nálezy, spirálovým vrtákem lžícového tvaru ze železa na konci 16. století ve francouzském Toulouse.

V maloprofilovém vrtání hlubších vrtů nebylo vrtání šnekem příliš využíváno pro zdolhavost postupu kvůli nutnému vyprazdňování nástroje. Při zvětšování průměru vrtu se však naopak stalo efektivní, jakmile byla s pomocí nové mechanizace řešitelná cyklická manipulace s většími, a tedy i těžšími objemy odvrtu. Došlo k tomu v období dvacátých let minulého století, kdy začaly být k dispozici dostatečně silné

samohybné nosiče s potřebnou zdvihací silou pro vytěžení plného nástroje z vrtu a také s robustní otočí pro vyprázdnění nástroje mimo vrt. Zkušenosti z dalších oborů přispěly k získání potřebného krouticího momentu a přítlaku pro účinný náběr vrtání.

Nejprve se tento způsob začal zkoušet ve Spojených státech, které v té době nebyly ochromeny hospodářským útlumem po první světové válce, jako tomu bylo v Evropě. Již na konci třicátých let se tato nová technologie vrtání objevovala zejména v Chicagu při zakládání výškových budov. Nárůst poptávky dal jasný úkol – dostat se rychle svrchní měkkou zemí na spodní únosnou skálu. Na to se soustředilo řešení.

Pevný rotační stůl, převzatý z naftového vrtání, byl vyzdvižen na konzolu nosiče, aby bylo možno nástroj vytáhnout až nad úvodní pažnici a pak se s ním otočit k vyprázdnění. Úvodní pažnice pro zajištění stability vrchní části vrtu byla od počátku obvyklou součástí technologického postupu. **Vrtné nástavby** tak byly obvykle zavěšeny na šikmém výložníku běžného bagrjeřábu (obr. 8).

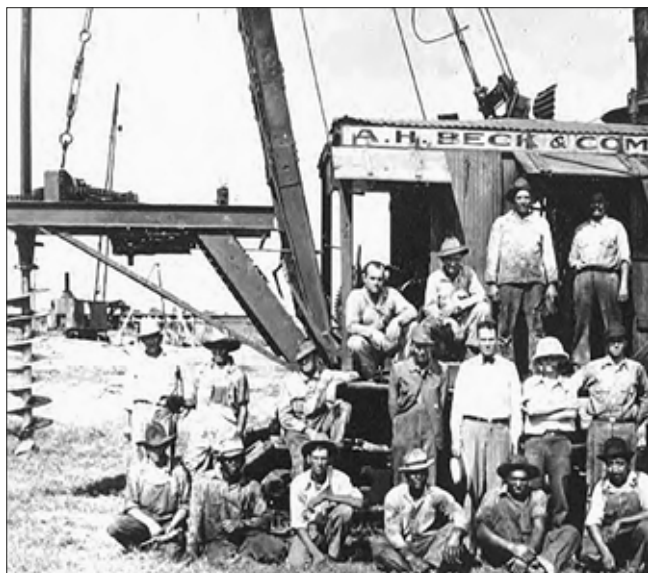
Původně jednoduchá **kelly tyč** přenášela později přítlak ve vodicích lištách vrtného stolu na principu tření. Ještě později byla vyvinuta do teleskopické verze, umožňující vrtat do větších hloubek. Do padesátých let získaly ve výrobě strojů pro tento směr vrtání rozhodující převahu americké firmy **Hughes, Case Foundation, Calweld** a další. Důležitým impulsem pro další rozvoj těchto mechanismů bylo potom široké **zavedení hydrauliky** v šedesátých letech. Pro tuto technologii byly rovněž vyvinuty různé druhy vrtných nástrojů včetně specifických



Obr. 6: Drapáková souprava s pažnicemi zatlačovanými hydraulickým oscilátorem při práci v hrubých štěrčích v roce 1979 (firma Rodio)



Obr. 7: Zapažovací rotátor RDM-M 3000 pro pažnice o průměru 3 m do hloubek 85 m a pro nejtěžší podmínky (firma Leffer)



Obr. 8: Jedna z prvních vrtných souprav pro vrtání pilot s nástavbou na parním bagrjeřábu v USA ve třicátých letech 20. století



Obr. 9: Vrtná souprava americké firmy McKinney Drilling na automobilovém podvozku v roce 1960

vrtných hrnců do šterku či do skály, jádrováků, skalních šneků a podobně.

Souběžně probíhal i vývoj vrtných souprav na těžkých automobilových podvozcích se sklopnými vertikálními věžemi. Nejúspěšnější v tom byla firma **McKinney Drilling**, založená v roce 1937, která se spojila s výrobcem **Hugh B. Williamsem**. Od roku 1941 se začala svými soupravami prosazovat na velké části amerického trhu (obr. 9).

To vše se dostalo do Evropy se zpožděním až po válce. Největší obchod patrně uskutečnila firma **Watson** z Texasu, která nakonec v roce 1965 dodala svému evropskému prodejci celkem 5000 vrtných nástaveb. I jen z tohoto počtu je možno si udělat představu o rozsahu technologického transferu z USA, který v té době za účelem poválečné výstavby Evropy probíhal. Pilotovací rotační vrtné nástavby se zde začaly vyrábět, až když britská firma **BSP** zahájila v roce 1962 spolupráci s firmou **Calweld** a pak uvedla v roce 1969 na trh svou verzi pod názvem **Terradrill**. Tato značka se také jako první objevila v tehdejší ČSSR u n. p. **Geindustria**.

Pažení bentonitovou suspenzí

Po vzoru naftových vrtů se začalo od roku 1929 v USA experimentovat při zapažení nedostatečně stabilních pilotových vrtů s použitím jílové suspenze. Nešlo však o výplachové cirkulační vrtání (viz opět 2. část seriálu), ale pouze o **využití silného pažicího efektu bentonitové suspenze**. Klíčovým uměním pilotování tehdy proto byla schopnost odhadnout, do kdy je ještě možno vrtat na sucho, než se objeví kavernování stěn a bude nutno vrt napustit pažicí suspenzí.

To přinášelo nepříznivé druhotné komplikace. Kromě nasazení řady dalších mechanismů – výroby suspenze, čerpadel a čističky, šlo hlavně o mokřý a špinavý proces. Velmi

obtížná byla zpočátku také betonáž vrtu pod hladinou suspenze. Nejprve se dlouho experimentovalo s ponorným košem, později i s čerpadlem betonu, než se definitivně přešlo na **betonářskou licí kolonu**.

Přesto se tento nový postup rychle zaběhl, takže již počátkem šedesátých let se v USA prováděly piloty pažené bentonitem o průměrech až 3 m a hloubek 25 m; koncem sedmdesátých let dokonce až do 60 m. Po několik poválečných desetiletí se technologie vrtání pod ochranou bentonitové pažicí suspenze zabydlela i na evropském trhu, zejména v anglicky, francouzsky a italsky mluvících zemích. A po nějakou dobu také u nás (obr. 10).

V Evropě se tato technologie udržela jen ve výjimečně výhodných geologických podmínkách, jako jsou například mocné jemnozrnné sedimentární formace v Maďarsku. Od osmdesátých let je snaha používat pro pažení snadněji odstranitelné polymerové suspenze, dávno známé z naftového vrtání. Jejich použití má ovšem i určité nevýhody, které mohou vést ke zhoršení funkce piloty, proto se zcela neprosadilo.

Vrtání se speciálními pažnicemi

Chronické technické obtíže s pažením suspenzí v oblastech s hrubými šterky a při vysoké hladině podzemní vody představovaly objektivní tlak na další inovace vrtání. Za těchto okolností přetlak suspenze pro udržení stability vrtu nepostačoval. Takové problémy bylo nutno řešit jedinečně výpažnicemi a někdy tak docházelo k těžkopádné kombinaci dvou až tří technologií – samostatné instalaci a vytahování výpažnic, rotačnímu vrtání s pomocí pažicí suspenze ve větší hloubce a časťo i drapáku (obr. 11).

Časem se také stupňovaly reglementace při manipulaci, čištění a likvidaci použité

bentonitové suspenze. A později docházelo i k úplnému zákazu jejího použití při vyšších požadavcích na čistotu prostředí. Ani řešení pažení dočasnými jednoduchými výpažnicemi, instalovanými s pomocí samostatného vibrátoru, nebylo často možné či vhodné. Uvedené problémy se nejvíce kumulovaly v oblasti Bavorska, a tak nebylo divu, že se technický průlom objevil na počátku sedmdesátých let právě tam. Byl to vynález mechanicky **uzamykatelné kelly tyče v posuvné rotační hlavě** na svislé lafetě soupravy, podobně jako je tomu u maloprofilových vrtaček. Větší zdvih vrtné hlavy umožnil používat dočasné pažnice i pro zavrtávání a odpažování s vlastním vestavěným hydraulickým oscilátorem. Ten byl do té doby doménou především souprav s drapákem jen jako přídatné zařízení. Byly též převzaty dvouplášťové výpažnice. Mezi prvními tuto technologii zavedla v roce 1975 u své soupravy typu B5 západoněmecká firma **Wirth**.

Krátce potom ovšem dotáhla firma **Bauer** vývoj nové generace silných souprav až k zavrtávání dočasných pažnic samotnou vrtací hlavou soupravy. Důležitou roli v tom sehrálo zavedení paralelogramu umožňujícího proměnlivé spojení vrtné věže a nosiče (obr. 12). Počátkem osmdesátých let se stala tato technologie v německy mluvících zemích téměř okamžitě moderním standardem a velmi rychle ji přejala i všechny další světové firmy. Evropské firmy si primát v tomto nejmodernějším trendu mechanizace vrtání pilot dlouho udržely.

Velkopřůměrové ponorné kladivo s cyklickým postupem vrtání

Pro vrtání v tvrdých horninách byla snaha odvodit velkopřůměrovou technologii od vysoce výkonné technologie ponorného kladiva u malopřůměrového vrtání. Vývoj však od



Obr. 10: Vrtání pilot s pažicí bentonitovou suspenzí soupravou Terradrill 1000 na nosiči DH 141, stavba sídliště Česká Lípa v roce 1978 (SZS Vodní stavby)

počátku narazil na dva kardinální problémy, které se zvětšováním průměru vrtu prudce narůstaly. Bylo to nadměrné namáhání součástí kladiva a vrtného soutyčí při zvětšeném rozměru, ale především kritická nedostatečnost vyplachování vrtné drti vzduchem. V roce 1988 ukázal vynález japonské firmy **Tone Boring** chytrý obrat v řešení s nástrojem nazvaným Mach 100R (obr. 13).



Obr. 11: Vrtání pilot kombinací technologie drapákové těžby s pažnicí a rotační bentonitové technologie v řece Tigris pro založení mostu Jadiriah bridge v Bagdádu v Iráku v roce 1982 (firma Rodio)

Jednalo se o **spřažení čtyř malých ponorných kladiv**, doplněných valivými dláty do jednoho většího celku. Pro odstraňování odvrtno bylo původně navrženo cyklické vyprazdňování s pomocí sběrné nádoby pro drť, umístěné hned nad kladivy. V prvním použití byl ale tento nástroj adaptován pro požadavek stavby v Hongkongu k vrtání velmi hlubokých pilot průměru 1 m až do hloubky 75 m ve spodní zvětřalé žule. Pro odstranění vrtné drti zde byla použita bentonitová pažic sus-

penze s účinným výplachem průběžnou reverzní cirkulací.

Teprve po letech, v roce 2000, navázala na japonský průkopnický návrh americká firma **CenterRock** z Pensylvánie, specializující se na ponorná kladiva. Začala vyrábět sružená vrtná kladiva pro velké rozměry vrtu, dokonce až pro mimořádný průměr 2140 mm. Jsou osazena skupinou spřažených kladiv o průměrech korunek 200 mm, jejichž počet je 19 kusů pro uvedený největší průměr. Vrtná drť



Obr. 12: Pilotovací souprava Bauer BG 25 s lafetou nesenou paralelogramem a s posuvnou vrtnou hlavou, zavrtávající výpažnici v roce 2003 (Zakládání staveb, a. s.)



Obr. 13: Vrtný nástroj Mach R100 pro rotační vrtání sružením čtyř vzduchových ponorných kladiv pro vrtání ve zvětřalé žule s průměrem 1 m z roku 1988 (firma Tone Boring)



Obr. 14: Doklad o mocnosti krouticího momentu pilotovacích souprav používaných v roce 2010

z kladiv přepadá do sběrného kalichu, takže celý nástroj musí být cyklicky vyprazdňován. V praxi se tyto nástroje ukázaly být velmi efektivní, i když jejich užití není příliš časté. Velmi významně však právě tato nevšední technologie přispěla k záchraně chilských

horníků zavalených v roce 2010 v mědném dole v hloubce 670 m. Pro záchranné práce v extrémně tvrdé žule se tehdy podařilo sehnat tři odlišné soupravy. Velkopřůměrové vrty byly tedy prováděny třemi různými technologiemi, jež byly všechny dodány z USA. Jednou byla speciální rotační souprava pro vrtání důlních šachet, druhou byla obří souprava pro naftové vrty – obě pracující časově náročnou technologií s valivými rotačními dlaty. Třetí řešení bylo nejrychlejší, a proto nakonec úspěšné. Firma Layne Christensen z Kansasu zde nasadila ponorná kladiva firmy CenterRock. Přitom byl využit jeden z komunikačních vrtů, provedený předtím také kladivem CenterRock. Nyní byl rozšířen velkopřůměrovým nástrojem LP26 se spřaženými kladivy na rozměr 660 mm, který byl potřebný pro instalaci únikového zařízení. Vtip tohoto úspěšného řešení spočíval v možnosti vrtat průběžně na vzduch téměř bez přerušování, protože vrtná drť byla odstraňována spodem,

propadem dolů skrz úvodní vrt do prostoru dolu. Bylo tak využito nesouměřitelné rychlosti této technologie vůči druhým dvěma způsobům a za 33 dní vrtání mohla být zahájena konečná evakuace všech 33 horníků. V posledním dvacetiletí se sto let trvající rozvoj konvenčního velkopřůměrového vrtání pro piloty téměř ustálil. Velká část potřeby pilotování je nyní spolehlivě pokrývána jen mírně vylepšenou technologií cyklického náběrového vrtání s pomocnou výpažnicí a s dostatečně naddimenzovaným krouticím momentem. Bylo již dosaženo určité technologické úrovně, kdy se trvale výrazně snížil nepříznivý vlivy většiny faktorů vrtatelnosti základové půdy. Tato metoda se stala jednou z nejsnazších a nejspolehlivějších technologií ve speciálním zakládání. Obrázek 14 ironicky dokládá, jak velké síly začaly být počátkem 21. století k dispozici pro běžné práce.

Ing. Jindřich Říčka, ADSZS

The history of special foundations – Part 5

In this part of our sequel we continue to capture history involving activities in the broad field of „drilling“. Now we will focus on large diameter boring, which is mainly used in the field of foundation engineering for carrying out bored piles. Pile technique is the most used practice at special foundations. Therefore, in this context, we will highlight the rise of theory of geotechnical science. Furthermore, we show development of the most extensively applied conventional methods of pile boring, which are generally distinguished into cyclic and continuous ones.

iMateriály

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

www.imaterialy.cz



STATIKA ZÁKLADU V ŠIRŠÍM KONTEXTU

Článek otevírá problematiku statiky základu v širších souvislostech. Ilustrační příklady základové patky ukazují, že i takto jednoduchý základový prvek může být neřešitelný běžným bezkontextovým programem a že může být nebezpečné použít takový program bez zvážení všech relevantních souvislostí.

Kontextem základu lze krátce nazvat celé související okolí, vše, co může být základem ovlivněno nebo co může ovlivnit funkci základu – podzemní objekty, základ téhož typu (skupina), tvar terénu, ale i horní stavba, často nahrazená jen silami, které ale mohou silně záviset na deformaci základu. Obvyklé statické schéma vyjme základ z okolí, které nahradí předpokladem o souvislosti napětí a deformace, např. nosník na pružném podkladu, patka na pružném poloprostoru apod. Tak lze nalézt řešení (deformaci, napjatost), ale jen v úzkém kontextu základu s podloží.

Význam kontextu ukáže příklad: Máme nějaký program, který najde deformace a napjatost osamělé patky. Ale dvojici patek již nezvládne, řešení dvojice nelze složit ze dvou řešení osamělé patky. Patky dvojice se nakloní k sobě a sednou více než patka osamělá. Z učebnic známe příklady, kde ze stejných příčin se sklání k sobě celé budovy. Efekt dvojice základů je možno vysvětlit vlastnostmi symetrie. Rovina symetrie yz (obr. 1) zůstane i po deformaci rovinou, posuny u (směrem x) jsou nulové.

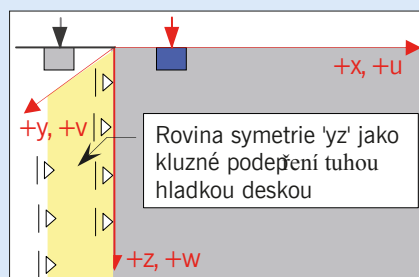
V rovině symetrie není smykové napětí τ_{xz} :

$$\tau_{xz} = G\gamma_{xz} = G\left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right) = 0$$

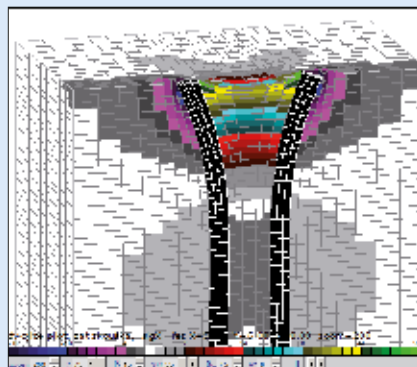
V závorce jsou nuly (tečny k ohybové ploše jsou vodorovné a posun u kolmo k rovině symetrie je nulový).

Vlastnosti $\tau_{xz} = 0$, $u = 0$ využívá statické schéma na obr. 1, řeší jen polovinu symetrické úlohy. Je odvozeno jen ze symetrie, nezávisí na materiálu podloží ani na typu a tvaru základu. Ze schématu je ihned vidět, že základy dvojice se budou sklánět k sobě a že sednou víc než týž základ osamělý.

Schéma redukce symetrického tvaru a zatížení na polovinu (obr. 1) platí i pro vodorovné symetrické zatížení. Dvojice pilot (obr. 2) sloužila k testu in situ [1].



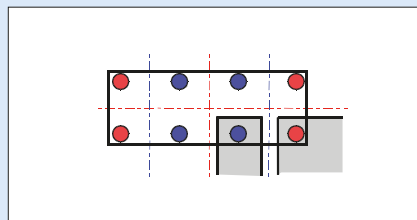
Obr. 1: Symetrickou dvojici základů nahradí polovina a okrajová podmínka



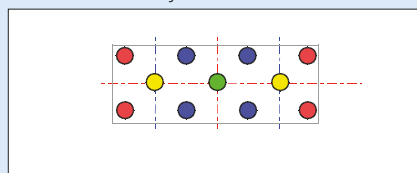
Obr. 2: Dvojice pilot, vodorovné zatížení hlav (realizovaná zatěžovací zkouška)

Piloty $\varnothing 63$ cm měly osovou rozteč 180 cm. Hlavy pilot byly tlačeny lisem silou 100 kN, což vyvodilo posun 6,4 mm ve výšce 60 cm nad terénem. Model na obr. 2 dá posun 5 mm. Vodorovné deformace jsou menší než u osamělé piloty a rychle zanikají s hloubkou (princip Saint Venantův), zde zanikly již v hloubce 4 m. Ani chování dvojice pilot nesložíme z řešení osamělé piloty. Samotná pilota dvojice je na obr. 3. Průhyb v hlavě piloty je 6,8 mm a zaniká v hloubce 5 m. Schéma na obr. 1 pomůže vyložit skupinový účinek pilot pod deskou. Názor, že tuhá deska v hlavách pilot zajistí i jejich stejné namáhání, je mylný: deska vynutí stejné sedání, ale odpor piloty závisí na její poloze ve skupině, hlavy jsou namáhány nesterénně.

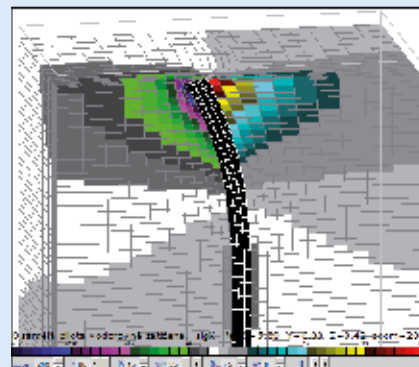
V půdorysu skupiny pilot bývá více rovin symetrie nebo jen přibližná symetrie. Obr. 4 ukazuje osmici pilot, kdy stranovou pilotu obklopují tři takové roviny, rohovou dvě. Pokud by síly v hlavách pilot byly stejné, šlo by o cca 12,5 % zatížení. V dané konfiguraci (piloty 120 cm, dl. 20 m, podloží Edef 10 MPa) nese stranová pilota asi 9 %, rohová pilota 14 %, tedy o polovinu více nežli stranová pilota.



Obr. 4: Rohová a stranová pilota, okolí piloty omezené rovinami symetrie



Obr. 5: Skupina posílena o 3 piloty uprostřed

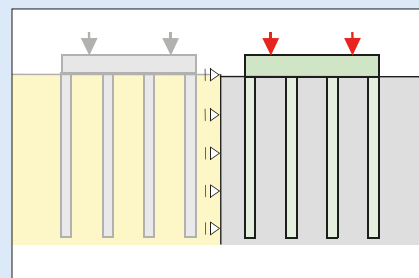


Obr. 3: Osamělá pilota $\varnothing 63$ cm, dl. 18 m, vodorovné zatížení v hlavě 100 kN

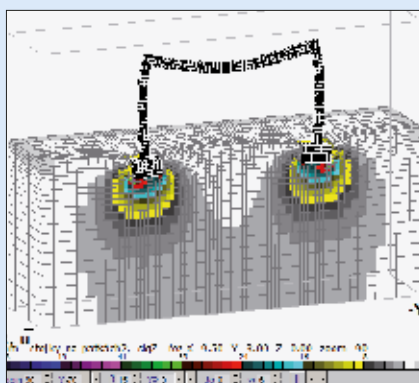
Přidáme-li další tři piloty (obr. 5), každá z 11 by měla nést cca 9,1 %. Výpočet na modelu ale ukáže, že střední zelená nese jen 3,2 %, žlutá 4,5 %, modrá 7,1 %, rohová 13,3 %. Samotný základ „deska + piloty“ můžeme také vidět jako bezkontextový celek, ale může se objevit v kontextu se základem téhož typu, viz obr. 6 (např. základ dálničního mostu). Kontext základu může změnit jeho funkci. Je-li patka na okraji svahu, užití standardního programu může vést až k havárii. 3D model může situaci vyčíslit, sledovat např. vliv odsazení od hrany svahu apod. Kontextem je tedy i tvar okolního terénu, což modely typu „nosník na pružném podkladu“ nepostihnou. O takovém případě se v jedné své přednášce zmínil i prof. Kolář († 2008), základový pás jeřábové dráhy při okraji svahu byl počítán jako nosník na pružném podkladu, jeřáb se převrátil.

Popsat souvislost základu a okolí se nezdaří modelem 1D a často ani modelem 2D. Přesto jsou to otázky palčivé. Jak základ ovlivní blízký podzemní objekt (kolektor, podtrubí, ostění tunelu)? Jaký je vliv pažené jámy na přilehlou budovu? Jaká bude deformace domu při tunelování v ulici?

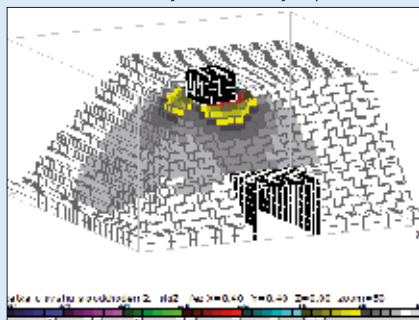
Model 3D dá přibližný číselný popis a přibližné souvislosti, např. vztah mezi vzdáleností objektů a velikostí interakce. Přibližné výsledky dává statika vždy, ale přibližná odpověď



Obr. 6: Dvojice sousedících základů mostních pilířů, využití symetrie



Obr. 7: Rám vetknutý do základových patek



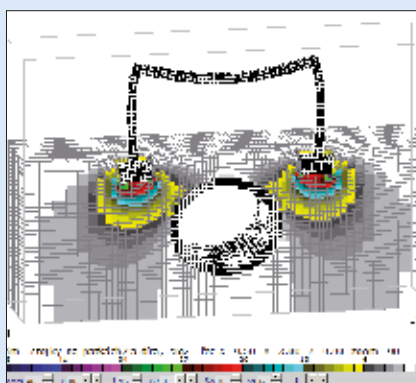
Obr. 9: Pátka na rohu lomeného svahu, podchod při patě svahu

na dobrou otázku je cennější než přesná odpověď na otázku špatnou či zbytečnou. Na obr. 7 je patka v kontextu rámu a podloží. Natočení patky určuje její velikost, tuhost podloží, zatížení a tuhost rámu. Tvar patky má vliv na namáhání rámu a tím zpětně i na její zatížení. Modelován je celek, souvislosti ukáží výpočty.

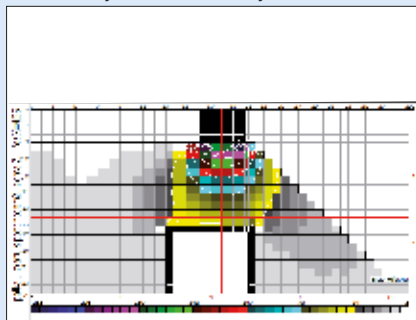
Kontext patky může být i „bohatší“, v jejím podloží může být podzemní objekt (obr. 8). Kontextem patky je i tvar okolí, například lomený svah, kterým navíc může ve spodní části procházet podchod (obr. 9 a 10). Samostatné a obtížné je téma statické souvislosti (kontextu) pažené jámy a přilehlých objektů (stávající zástavba apod.), a to i přesto, že nejobtížnější stavební stadia těchto konstrukcí bývají jen dočasná. Situaci, kdy statik musí podrobněji zvážit a pokud možno i vyčíslit vliv okolí základu, je mnoho a v nepředvídatelných obměnách.

Celé téma silně souvisí s dostupným programovým vybavením. V lit. [4] je zmíněn rozsáhlý repertoár GEO5 firmy Fine, kde programy řeší vybrané konstrukce, ale výhradně bezkontextově. Problematiku statiky základu se snaží pokrýt výčtem všech typických a relativně jednoduchých případů. Tak může balík GEO5 neomezeně růst, a přesto nepokryje případy netypické, kterých je nepřeberně a v nečekaných variantách. Mimo to též hrozí, že v netypické situaci chybně vybraný program z balíku GEO5 dá výsledky nebezpečné, viz zmíněný pás jeřábové dráhy.

Zde v předloženém textu jsou ilustrace vyčísleny a zobrazeny programem abc3D, jehož jsem autorem. Jde o jednoduchou stavebnici,



Obr. 8: Patky rámu nad kruhovým kolektorem

Obr. 10: Napětí σ_z v podloží, řez osou patky

uživatel sestavuje 3D model podle svých představ. Má k dispozici několik konstrukčních prvků (vrstva, kvádr, blok, tyč, pilota, válec), rozmístí je v prostoru a ten je automaticky pokryt sítí 3D konečných prvků – kvádrů.

Srovnáme-li oba přístupy, GEO5 a abc3D, je první výčtový, druhý algoritmický. Pro ilustraci hrubě zjednodušeně: výčtový postup se podobá např. tabulce součinů, algoritmický postup dává recept, jak součin s tužkou a papírem vypočítat.

Oba přístupy jistě nacházejí své zastánce a v různých situacích může být výhodnější ten či onen.

Závěrem je třeba poznamenat, že statika základu používá k řešení tytéž principy jako statika jiných konstrukcí. Naráží ale na svérázné potíže: skladbu a mechanické vlastnosti podloží známe s menší jistotou. Vyčíslitelná představa (model) základu musí zahrnout i podloží, které má spolu se základem často povahu 3D tělesa. Základ ho namáhá svým povrchem, tam jsou změny (deformace, napětí) největší. Klesají se vzdáleností od základu různě rychle v různých směrech, což rovněž vede na prostorovou úlohu.

Ještě k pojmu model, jehož obsah bývá nepochopen až neuvěřitelně: v [7] se žádá, aby model byl přesný nebo aby nepřesnost byla na straně bezpečnosti. Přitom sama podstata

modelování vylučuje „přesný“ model. Ten je vždy založen na účelném zjednodušení. Jeho postupné zdokonalování „ad absurdum“ by vedlo ke vzniku kopie originálu v celé jeho složitosti, kvůli které byl modelován.

V kontextu statiky lze říci, že model je představa vyčíslitelná užitím fyzikálních zákonů. Používá vhodné zjednodušující předpoklady, jednak aby byl vyčíslitelný a jednak aby byly zachyceny a zdůrazněny jen podstatné rysy problému.

Snad nepřekvapí, že také samy fyzikální zákony jsou vyčíslitelné představy, tedy modely, a proto jsou jen přibližné, viz [8].

Ing. Petr Hurych

Literatura:

1. Masopust, Jan. Zatěžovací zkoušky vrtaných pilot. ZS, 3/2002.
2. Hurych, Petr. Numerický model podezřelých zatěžovacích zkoušky. ZS 4/2002.
3. Hurych, Petr. Pilota a podzemní překážka. ZS 2/2008.
4. Laurin, Jiří., Vaněček, Jiří. Novinky v programech GEO5. ZS 1/2014.
5. Masopust a kol. Rizika prací speciálního zakládání staveb. ČKAIT 2011.
6. Masopust, Jan. Navrhování základových a pažicích konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1997, ČKAIT 2012.
7. ČSN EN 1997-1, Eurokód 7, navrhování geotechnických konstrukcí, obecná pravidla.
8. Feynman, Richard. Feynmanovy přednášky z fyziky. FRAGMENT 2000.

Poznámky k literatuře:

V [1] je popis zatěžovací zkoušky dle schématu obr. 2. Výsledky dle zpracovatele znamenaly zlomení pilot. Numerický model „ex post“ naopak ukázal dobrou shodu s měřením [2]. Zpracovatel testu asi neznal efekt dvojice, ani Saint-Venantův princip.

[3] ukazuje možnosti vyčíslit interakci piloty s jiným podzemním objektem pomocí 3D modelu.

[5] se v řadě míst dotýká vztahu statiky a geotechniky, kterou statice nadřazuje.

[6] Užitečné vyčíslené příklady. V úvodu příručky jsou ale věcné chyby a také nelogičnosti v úvahách.

[7] zahrnuje statiku do geotechniky, obsah článku 2.4.1 (o modelech) výmluvně dokládá neznalosti autorů, celá norma tím ztrácí na důvěryhodnosti.

[8] „k pochopení fyzikálních zákonů je třeba pochopit i to, že všechny jsou určitou aproximací.“

Foundation statics in the wider context

Article opens foundation statics in a broader context. Illustrative examples footings show that even such simple base element may be unsolvable conventional context-free program and that can be dangerous to use such a program without considering all relevant contexts.

EUROKÓD 7 – ANDREW BOND, PŘEDSEDA CEN TC250/SC7

VYSVĚTLUJE DŮLEŽITOST REVIZE NORMY

Andrew Bond, generální ředitel softwarové a vzdělávací společnosti Geocentrix, od roku 2010 předseda CEN TC250/SC7, která se na evropské úrovni Eurokódu 7 věnuje, apeloval na širokou odbornou veřejnost ve Spojeném království, aby se připojila k účasti na revizi této normy. V článku „Europe needs you“ autorky Claire Smith uveřejněném v Ground Engineering August 2014 pan Bond vysvětluje důvody své výzvy.

Evropská norma EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí, známá obecně jako Eurokód 7, má za sebou několik let platnosti i užívání. Norma má nejen v naší vlasti, ale prakticky v celé Evropě, řadu odpůrců, zastánců i kritiků. Nyní, v srpnu 2014, skončilo období k jejímu připomínkování před připravovanou revizí. K široké odborné diskusi dochází i v UK, kde evropské normy nepadaly příliš často na úrodnou půdu. I když vývoj Eurokódu 7 probíhá už řadu let, 15. srpen letošního roku byl konečným termínem k zaslání připomínek, které mají být do normy zapracovány při její revizi. Pan Bond chápe zastánce i odpůrce normy, podle něj ji můžete milovat nebo nenávidět, ale EC7 existuje a každý, kdo pracuje v geotechnice, měl šanci ovlivnit její revizi tak, aby příští verze byla snáze a širěji použitelná.

Revize norem

Všechny evropské normy musí být systematicky revidovány každých pět let. Technický výbor TC250/SC7 a jeho pracovní skupiny pracují na přípravě revize EC7 již celé tři roky. Struktura systematické revize umožňuje široké technické veřejnosti, aby se k normě vyjádřila prostřednictvím připomínek podaných k příslušnému technickému výboru národního normalizačního institutu. V případě EC7 je tento proces nyní zakončen uplynutím termínu pro předložení připomínek, který právě v polovině srpna uběhl. Většina zásadních změn norem obecně přichází během procesu návrhu normy, jejího fungování jako předběžné a následného schválení jako evropské normy, ale systematická revize je stále důležitým procesem zkvalitňování.

Co se dál děje s připomínkami?

Každý národní normalizační výbor (TC) oslovuje uživatele i odborné vědecké pracovníky k připomínkování stávajícího znění normy, aby mohl rozhodnout, která ustanovení normy potřebují redakční nebo technickou změnu a která ustanovení potřebují další upřesnění. V současnosti se klade důraz na získání informací týkajících se ustanovení, která mají za následek neekonomické konstrukce nebo vyžadují zbytečné projektové úsilí. Zároveň se zjišťuje, jestli se uživatelé Eurokódu domnívají, že by oblast působnosti normy měla být rozšířena, a zda jsou oblasti, ve kterých by mohlo dojít k jejímu zkrácení. Je samozřejmě, že se k připomínkování přistupuje

v každé zemi podle tradičních zvyklostí. Úkolem TC každé členské země je argumenty shromáždit, vyhodnotit a následně je zaslat TC250/SC7. Jeho úkolem je pak připomínky shromáždit, posoudit a vyváženě zapracovat do normy takovým způsobem, aby co nejvíce vyhovovaly napříč všem členskými zeměmi CEN.

Pan Bond si uvědomuje, že od doby, kdy v roce 2010 převzal předsednictví TC250/SC7 a kdy se na jeho výzvu provedl počáteční průzkum stavu používání EC7, dochází ke stále rozdílnějšímu pohledu na obsah a ustanovení normy ze strany praktických uživatelů a akademických vědeckých pracovníků. Proto bylo velkou snahou britského TC zapojit do revize pracovníky z praxe britského stavebnictví a dát jim možnost, aby zvážili navrhované změny a dali jim potřebné priority. Široká účast praktické veřejnosti na připomínkování normy zároveň zaručuje, že připomínky představují většinový názor uživatelů a požadované změny nejsou zkreslené vůči názorům ostatních zemí, které se mohou ubírat jiným směrem. Německo chce například EC7 zjednodušit a věnuje této snaze velké úsilí. To sice může vypadat jako pozitivní krok ke zvýšení kvality, ale při zkrácení některých částí normy mohou nakonec její uživatelé zjistit, že ve skutečnosti budou potřebovat získat daleko více jiných informací, aby mohli takto revidovanou normu účinně používat.

Shromážďování odpovědí

V současné době jsou již shromážděny připomínky a návrhy jednotlivých členských zemí CEN jako podklad pro revizi v TC250/SC7. Na podzim tohoto roku dojde k zahájení procesu, ve kterém se budou srovnávat a porovnávat došlé odpovědi.

Může se zdát, že práce jednotlivých členských zemí na revizi duplikuje práci vývojových skupin TC250/SC7, které pan Bond řídí od převzetí předsednictví. On sám však věří, že přínos z obou paralelních procesů je důležitý. Vývojové skupiny se po tři roky zabývaly zjišťováním potřeby revize. Cílem průzkumu bylo zjistit, jaké jsou s používáním EC7 problémy a jak je vnímán v geotechnické praxi. Vznikají tak dva bloky informací, které lze do revize zapracovat společně.

Potvrzením výhod výše uvedené duplicity ve shromáždění připomínek byly výstupy z obou procesů. Výsledkem připomínkování praktických

uživatelů ze stavebního průmyslu z celého Spojeného království bylo velké množství odpovědí v širokém spektru bodů. Změny, které by chtěli uživatelé prosadit, se týkají rozšíření o nové odstavce pro detailní navrhování, zlepšení postupů při výběru charakteristik zemin a též doporučení pro stanovení parametrů podzemní vody, jakož i zjednodušení návrhových postupů. Naproti tomu odpovědi z průzkumu vývojových skupin daly velmi odlišný obrázek. Například volání po detailnějším postupu navrhování se neobjevilo vůbec.

Výsledky provedeného průzkumu stavu EC7 pomohly ustanovit jednotlivé vývojové skupiny zaměřené na všechny aspekty Eurokódu, které zastřešuje skupina mající na starosti řízení a dohled nad prací jednotlivých skupin. Do práce ve vývojových skupinách se zapojilo mnoho odborníků z celé Evropy, především lidí, kteří Eurokód používají den co den.

Další postup při revizi

Pan Bond poukazuje na skutečnost, že se práci na změnách Eurokódů věnovalo za poslední období značné množství času, a je proto nutné tuto práci efektivně zhodnotit. Úsilí britských odborníků kulminovalo tím, že výbor M515 dostal v polovině roku 2012 od CEN mandát, aby vypracoval detailní technické návrhy pro vývoj Eurokódů jako celku. Návrhy předložené CEN v r. 2013 byly přijaty velmi příznivě.

Návrh týkající se změn a systematické revize EC7 spočívá ve třech fázích, které jsou rozděleny do šesti dílčích úkolů. Cílem je, aby byl EC7 lépe pochopitelný a dal se snáze používat a také aby byl sladěn s ostatními Eurokódy.

Na tuto práci byly TC250/SC7 přiděleny Evropskou komisí prostředky ve výši 10 mil. £. Kromě toho se odhaduje, že evropské geotechnické firmy nepřímě věnují dalších cca 30 mil. £ jako náklady na čas, který jejich zaměstnanci stráví při práci na revizi normy.

Jednou z největších změn bude opětovné rozdělení EC7 do tří částí, které lépe než současné dvě pokryjí obecné zásady navrhování, průzkum staveníště a zemní konstrukce. Pokračování prací mělo podle předpokladů začít již v letošním létě jmenováním týmů SC7 z členů pocházejících z celé Evropy. První dva týmy by podle očekávání měly začít pracovat začátkem příštího roku, aby revize byla dokončena a odhlasována do konce roku 2019.

Kdo je Andrew Bond**Dr. Andrew John Bond, MA MSc PhD DIC CEng MICE**

Andrew Bond je autorizovaným stavebním inženýrem s 30 lety zkušeností v oboru geotechnického navrhování, analýz a výzkumu. Má odborné znalosti zejména v chování pilotových základů a opěrných konstrukcí, v navrhování a vývoji počítačového softwaru, je odborníkem na Eurokód 7 a na efektivní využívání internetu.

V červnu 2010 se stal předsedou TC 250/SC7, po mnoho let působí jako delegát ve stejném výboru ve Velké Británii. Je členem normalizačních výborů BSI B/525 a B/526, odpovědných za britské normy pro navrhování konstrukcí, a je bývalým členem Národního strategického výboru ve Velké Británii pro Eurokódy.

Spolu s Andrew Harrisem je spoluautorem knihy „Decoding Eurocode 7“, spoluautorem publikace BSI „Structural Eurocodes“. Je spoluautorem publikace „How to design concrete structures using Eurocode 2“ vydané v Concrete Centre. Je bývalým redaktorem Proceedings of the ICE, „Geotechnical Engineering“.

Andrew Bond graduoval na University of Cambridge v roce 1981. Poté pracoval pro WS Atkins and Partners na různých občanských, pozemních a geotechnických inženýrských projektech. Titul MSc získal na Imperial College v roce 1984 a titul PhD v roce 1989 za průkopnický výzkum chování vhněných pilot a návrh Imperial College Pile. V témže roce začal pracovat ve společnosti Geotechnical Consulting Group, kde se v roce 1995 stal ředitelem. Vyvinul počítačové programy ReWard® (pro návrh konstrukce vetknutých opěrných zdí) a ReActiv® (pro návrh vyztužených svahů). V roce 1999 založil vlastní společnost Geocentrix, pro kterou vyvinul program Repute® pro navrhování pilot, a organizoval celou řadu vzdělávacích kurzů a přednášek o Eurokódech, a to jak veřejně, tak i soukromě. V roce 2006 založil (spolu s Andrew Harrisem) společnost Geomantix pro poskytování odborných geotechnických poradenských služeb.

Andrew Bond vytvořil několik webových stránek, mimo jiné pro GCG, Mezinárodní společnost pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství, britskou geotechnickou společnost, stránky Safegrounds Learning Network pro společnost Círia a webové stránky Wheretogeo. Má více než 20leté zkušenosti s programováním v C++, FORTRAN, HTML, CFML a XML. Od počátku roku 1990 až do roku 2011 působil jako



Dr. Andrew John Bond,
MA MSc PhD DIC CEng MICE

externí přednášející na univerzitě v Surrey, kde vedl kurzy softwarového inženýrství, webových technologií a objektově orientovaného programování v C++ pro studenty technických a manažerských studijních oborů.

Andrew Bond nebyl podle svých slov zpočátku fanouškem přechodu z britských norem na celoevropské. Uvědomoval si však, že tato změna tak jako tak

musí přijít, a proto se raději rozhodl zapojit se do tohoto procesu, než stát mimo něj bez možnosti jeho ovlivnění. Principy Eurokódů považuje za dobré, protože dávají možnost postavit geotechniku do jedné linie s ostatními konstrukcemi.

Práce v TC250/SC7 mu poskytla přehled, jak se ke geotechnice přistupuje v ostatních zemích. Zároveň mohl poznat nejlepší návrhové postupy, které existují napříč Evropou. Přijetí Eurokódů na mezinárodní úrovni vnímá jako úspěch.

Bond je nyní až do roku 2016 předsedou výboru SC7 a doufá, že bude znovu zvolen i na již třetí volební období, protože by byl rád aktivně přítomen přijetí revidované verze EC7.

RNDr. Ivan Beneš,

Zakládání staveb, a. s., podle článku „Europe needs you“ autorky Claire Smith, Ground Engineering August 2014

Eurocode 7 – Andrew Bond, chairman of CEN TC250 / SC7 explains the importance of the revision of the standard

Andrew Bond, CEO of a software and educational company Geocentrix, since 2010 Chairman of CEN TC250 / SC7, at the European level Eurocode 7 deals, appealed to the professional public in the United Kingdom to join to participate in the revision of this standard. In the article "Europe needs you" author Claire Smith published in August 2014 GE, Mr. Bond explains the reasons for his challenges.

ZAKLÁDÁNÍ

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

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



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

VÝSTAVBA NOVÉHO PODZEMNÍHO DOPRAVNÍHO TERMINÁLU ŁÓDŹ-FABRYCZNA V POLSKÉ LODŽI

Výstavba nového víceúčelového dopravního terminálu Łódź-Fabryczna je největší stavbou tohoto typu v Polsku, které se od roku 2012 ve velké míře účastní i firma Zakládání staveb, a. s., jako hlavní dodavatel speciálního zakládání. Na ploše kolem šesti hektarů zde vzniká moderní dopravní uzel s kombinací železniční, autobusové a osobní dopravy. Nový dopravní terminál bude ústředním prvkem následně vznikající nové čtvrti Nového centra Lodže na ploše téměř sto hektarů. V první fázi stavby bude podzemní stanice spojena novými tunely s východním železničním okruhem, v další fázi se počítá s jejím propojením na okruh západní, umožňující zrychlení železniční tranzitní dopravy z Varšavy západním směrem do Prahy a do Berlína.



Vizualizace hlavního vstupu do podzemní stanice Łódź-Fabryczna

Úvod
Podobně jako v některých jiných velkých evropských městech jsou hlavní konstrukce a napojení stanice umístěny pod povrch stávajícího terénu tak, aby okolí nebylo zatíženo intenzivní dopravou a povrch stavby mohl být navíc využit pro obvyklé městské funkce. Touto skutečností byla do značné míry předurčena i technologie vhodná pro zapažení rozsáhlé stavební jámy a hlubinné založení vestavěného objektu stanice. Od prvních vážnějších projekčních návrhů bylo zřejmé, že se s největší pravděpodobností bude jednat o technologii podzemních stěn. Firma Zakládání staveb, a. s., si byla této skutečnosti

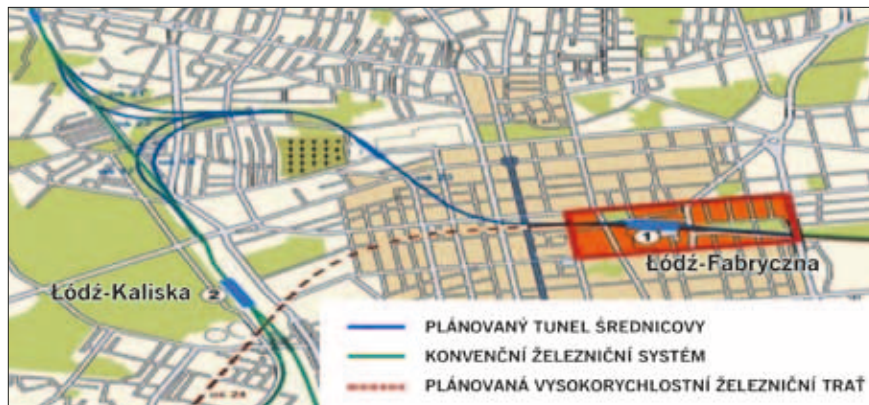
vědoma a v roce 2012 se jí rozhodla využít podáním nabídky do tendru na zhotovitele prací speciálního zakládání, konkrétně konstrukčních podzemních stěn. Než se však seznámíme s konkrétní stavebními skutečnostmi a s pracemi, které zde byly v rámci výstavby nového terminálu **Łódź-Fabryczna** provedeny, bude pro plné pochopení významu a cílů této jedinečné investice užitečné se nejdříve alespoň v základních rysech seznámit s historií lodžského železničního uzlu a s plánovanými dopravními a urbanistickými souvislostmi budoucího nového centra Lodže, v nichž hraje stavba podzemního nádraží hlavní roli.

Dopravní situace v Lodži

Lodž je město ležící ve středním Polsku na Lodžské vysočině. Je jedním z největších měst v Polsku jak z hlediska počtu obyvatel, tak zaujímané plochy. Je hlavním městem lodžského vojvodství. Kdysi byl název města spojován výhradně s textilním průmyslem a továrnami, dnes patří k významným akademickým a kulturním centrům. Je největším polským střediskem filmu. Koná se zde festival Camerimage, jehož se účastní nejlepší kameramani a režiséři z celého světa. Nádraží Łódź-Fabryczna, nejdříve nazývané jednoduše Lodž vzniklo v samém srdci města z iniciativy Karola Schaiblera, majitele textilního impéria. Bylo konečnou stanicí „železnice tovární lodžské dráhy“ zprovozněné v roce 1866, jež sloužila k přepravě uhlí, surovin a zboží z východu Polska. Současný název Łódź-Fabryczna získalo toto nádraží až v roce 1903 po otevření stanice Łódź-Kaliska na trase Varšava–Kalisz v západní části města. Nebylo však vybudováno tak potřebné propojení mezi oběma nádražími, vzdálenými od sebe vzdušnou čarou několik kilometrů. Nefunkční systém trati, zděděný po dělení Polska, přežil druhou republiku, Polskou lidovou republiku i 22 let demokratického Polska. Spolu se zastaralostí infrastruktury je to hlavní důvod současného stavu, kdy expresní vlaky musí jezdit z Varšavy do Vratislavi přes Poznaň nebo Katovice. Po mnoho let byly předkládány různé varianty řešení tohoto zablokovaného stavu.



Znárodnění železničních spojů na území Polska a význam města Lodž pro spojení západním směrem na Vratislav a Poznaň s plánovanou rychlodráhou



Plánovaná spojení dvou dosud oddělených nádraží v Loži: Łódź-Fabryczna a Łódź-Kaliska



Nádraží Łódź-Fabryczna nedlouho před demolicí



Vizualizace budoucí podoby podzemního nádraží Łódź-Fabryczna

Z důvodu husté zástavby středu města mohl nádraží Łódź-Fabryczna a Łódź-Kaliska spojit pouze železniční tunel, tzv. „tunel střednicový“ („příměstský tunel“). Jeho proražení zase vyžadovalo srovnání nádraží Dworzec Fabryczny se zemí a výstavbu zcela nové, podzemní stanice. Tak tedy bylo původní nádraží po 145 letech od svého vzniku uzavřeno a v červnu 2012 byla rozebrána historická staniční budova, aby v září 2012 mohla být zahájena výstavba nového nádraží.

To bude v prvním období fungování i nadále konečným nádražím. O tématu financování příměstského raženého tunelu, resp. spojnice obou nádraží Łódź-Fabryczna a Łódź-Kaliska, jsou vedena jednání s Evropskou komisí. Další etapy investice do železniční dopravy jsou plánovány na rok 2020. (Předpokládá se, že po budoucím dokončení spojnice mezi oběma nádražími Łódź-Fabryczna a Łódź-Kaliska bude cestování rychlovlakem na trase Varšava–Łódź–Poznaň/Vratislav zkráceno mezi hlavním městem a Łodzi na cca půl hodiny. Tím se významně zrychlí příjezd do Vratislavi a Poznaň a dále do Prahy a Berlína.)

Nový dopravní terminál Łódź-Fabryczna

Již v první fázi, ještě před vybudováním tunelu k nádraží Łódź-Kaliska, bude dokončeno nové moderní nádraží, které v centru města spojí příměstskou a konvenční dráhu, autobusovou dálkovou dopravu, městskou dopravu a privátní automobilovou dopravu. Nádraží bude mít dvě podzemní podlaží: osm metrů pod úrovní terénu se bude nacházet autobusové nádraží.



Vizualizace z úrovně vlakových kolejí

Na stejné úrovni bude probíhat síť podzemních koridorů, která zajistí dopravní obslužnost nádraží s okolím. O podlaží níže, 16,5 metru pod povrchem, bude pak umístěna železniční stanice se čtyřmi nástupišti a osmi kolejemi. Na severní straně stanice budou vybudována třípodlažní podzemní parkoviště s funkcí „Parkuj a jed“ a dále parkoviště pro kola. Délka nádražní budovy bude 350 m a šířka 85 m (původní nádraží mělo rozměry cca 70x16 m). Modernizovaná stanice bude schopna odbavit 20krát více cestujících než tomu bylo u původního nádraží (až 200 tis. denně). Kompletně bude přebudován systém komunikací kolem nádraží, vzniknou zde nové zastávky a tramvajové trasy. Současně s výstavbou terminálu bude v rámci jednoho projektu modernizována i železniční trať východním směrem na Łódź-Widzew v délce cca 2,5 km. V části její trajektorie vznikne dvoukomorový tunel pro dálkovou, regionální, příměstskou dopravu a pro vysokorychlostní dráhu. Výsledným přínosem pro město Łódź bude přivedení železniční dopravy až do samotného centra města kompletně pod zemí.

Nové centrum Łodzi – NCL

Nové podzemní nádraží je klíčovou součástí programu s plánovanou novou čtvrtí města – Nového centra Łodzi (NCL) – s rozlohou 100 hektarů v samém srdci Łodzi. Projekt zahrnuje řadu investic realizovaných různými subjekty – např. městskými jednotkami, železničními společnostmi i soukromými investory. Prostor, který po mnoho let neplní

urbanistickou funkci, bude nyní získán pro obyvatele města a stane se místem nové kulturní, dopravní, bytové, obslužné a kancelářské infrastruktury se současnou revitalizací stávající zástavby. Výsledkem této ohromné urbanistické výzvy má být čtvrt, která pomůže rehabilitovat střed Łodzi a určí jeho charakter na mnohá desetiletí do budoucnosti – jako města kreativního přístupu a kandidáta pro organizaci výstavy International Expo věnované revitalizaci.

Hlavním cílem, který motivuje město při realizaci programu NCL, je vytvoření nového funkčního prostoru centra města spojeného s historickým jádrem, které tvoří osa Piotrkowské ulice.

V rámci 100hektarové plochy byly pro potřeby projektu vyčleněny tři urbanistické zóny. Dopravní infrastruktura NCL bude soustředěna právě kolem nového nádraží Łódź-Fabryczna. Kolem památkově chráněné tepelné elektrárny EC1 (nejstarší lodžská elektrárna EC 1 vznikla v roce 1907 a sloužila obyvatelům Łodzi až do roku 2001), budou soustředěny kulturní a vzdělávací funkce.

V rámci programu je na ploše všech tří zón předpokládána výstavba nebo přestavba 9 km z 12,5 km všech stávajících nebo plánovaných komunikací. Dodatečně bude opraveno 0,7 km z 3 km stávajících tramvajových kolejí a dále vznikne 1,75 km zcela nových kolejí. Celkem je v rámci programu NCL prováděno 51 projektů s celkovou hodnotou cca 4,4 mld. PLN.

Ing. Janusz Wilk, Zakládání staveb, a. s.

Construction of new underground transport terminal Łódź-Fabryczna in Łódź, Poland

Construction of a new multipurpose terminal Łódź-Fabryczna is the largest building of its kind in Poland, which since 2012 largely involved in the company Zakládání staveb, Inc., a major supplier of special foundations. On an area of about six hectares a modern transport hub with a combination of rail, bus and passenger transport has been created. The new transport terminal will be central to subsequently emerging new area of the new center of Łódź area of nearly one hundred hectares. In the first phase of construction will be underground station associated with new rail tunnels to the eastern circuit, the next stage is calculated with the connection to the western circuit, enabling acceleration transit rail traffic west from Warsaw to Prague and Berlin.



Provádění baretů v objektu stanice – hloubka 53,0 m

ŁÓDŹ-FABRYCZNA – ÚČAST ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S., NA VÝSTAVBĚ NOVÉHO DOPRAVNÍHO TERMINÁLU

Nově vznikající dopravní terminál bude klíčovým prvkem v rámci modernizace městského centra. Jeho důležitou součástí budou i přístupové hloubené tunely, které ho propojí s východním železničním okruhem. Z hlediska speciálního zakládání lze tak celý projekt rozdělit na dvě hlavní části. První je objekt stanice délky 650 m, který se buduje ve stavební jámě systémem „top and down“, druhou částí jsou tunely délky 1,45 km, hloubené systémem „cut and cover“. Zajištění a hlubinné založení stanice i tunelů bylo provedeno pomocí konstrukčních podzemních stěn a baretů – svislých nosných prvků jednozáběrových elementů podzemních stěn. Hloubka podzemních stěn na této stavbě dosahuje 26,0–33,0 m, hloubka baret až 52 m.

Založení stanice a tunelu nového nádraží v Lodži představuje jednu z největších staveb dosud realizovaných firmou Zakládání staveb, a. s., technologií podzemních stěn. Firma byla na této stavbě současně dodavatelem největšího, zhruba 70% podílu prací v této technologii.

Vývoj zakázky

První návrhy a koncepce výstavby nového víceúčelového terminálu v Lodži vznikaly již v posledním desetiletí minulého století. Vlastní stavba však byla schválena až po odsouhlasení financování z rozpočtu EU pro roky 2007–2013 pro Polsko v oddílu železniční a dopravní infrastruktury. Samotná soutěž na generální dodávku stavby začala koncem roku 2010 a skončila v roce 2011. Jako vždy v těchto typech soutěží byla hlavním kritériem pro rozhodování o vítězi nabídnutá cena. Jako první se tehdy umístilo Konsorcium Pol Aqua-Dragados (vlastník Pol Aquí), avšak po protestech ostatních účastníků soutěže, bylo Konsorcium Pol Aqua vyřazeno z důvodu nepřiměřeně nízké ceny.

Z druhého místa pak zakázku získalo konsorcium Torpol, Astaldi, Intercor, PBDiM s podíly v poměru 40/40/10/10 %.

Toto konsorcium založilo společnost NLF, jejímž ředitelem je pracovník Torpolu. Jeho zástupce je z firmy Astaldi. Další zástupci 50členného týmu pracují většinou na základě smlouvy. Rozdělení zisku nebo ztrát se řídí dle procentuálního rozdělení vlastnického podílu v konsorciu. Prakticky ani jeden z členů konsorcia se stavebních prací přímo neúčastní.

Smlouva mezi investorem celého projektu – polskou správou železnic PKP PLK S. A. spolu s městem Lodž a NLF byla podepsána 18. 8. 2011. Poté mohly začít práce na projektu pro stavební povolení.

Pro zajímavost uvedme název celého projektu, který zní: „Modernizace železniční trati Varšava–Lodž, II. etapa, Lot B2 – úsek Łódź-Widzew – Łódź-Fabryczna se stanicí Łódź Fabryczna a s výstavbou podzemní části nádraží Łódź-Fabryczna. Přestavba dopravního systému a infrastruktury kolem multimodálního nádraží Łódź-Fabryczna“. Generálním projektantem byla od počátku firma Systra. Ta byla však v polovině roku 2013 nahrazena z nám neznámých důvodů společností FBT – Pracownia Architektury i Urbanistyki z Varšavy.

Záměr výstavby nového nádraží v centru Lodže byl již během roku 2011 sledován vedením firmy Zakládání staveb, a. s., s velkým zájmem. Bylo jasné, že se bude jednat



Pohled východním směrem na širší centrum Lodže v okolí staveniště stanice

o nanejvýš zajímavou zakázku s velkým objemem prací speciálního zakládání, především pak technologií podzemních stěn.

První projekty, použité k poptávkám pro subdodavatele, vznikly v srpnu 2012, tedy rok po podepsání smlouvy o dílo mezi investorem a NLF. Proces soutěží na první etapu podzemních stěn, zemních prací a přeložek pak začal v září 2012 a byl ukončen v říjnu 2012.

Po relativně komplikovaných jednáních se zástupci konsorcia NLF a po přehodnocení technologických a obchodních podmínek podala firma Zakládání staveb, a. s., v tomto období nabídku na první etapu prací výroby podzemních stěn ve stanici. Nabídka byla následně vyhodnocena jako úspěšná. Následoval podpis smlouvy mezi konsorciem NLF a Zakládáním staveb, a. s.

Podle podmínek smlouvy měli všichni subdodavatelé jeden měsíc od podpisu smlouvy nebo akceptace cenové nabídky na aktivaci stavebních kapacit. To znamenalo během velmi krátké doby zorganizovat transfer

technologie na výrobu podzemních stěn a zahájit přípravné práce v místě stavby. Tento závazek vůči odběrateli byl dodržen a první práce na stavbě stanice Łódź-Fabryczna byly zahájeny firmou Zakládání staveb, a. s., v průběhu listopadu 2012.

Členění stavby z hlediska prací speciálního zakládání

Celý projekt můžeme rozdělit dle stavebních objektů a staničení na dvě hlavní části. První je objekt stanice, který se buduje ve stavební jámě systémem „top and down“ ve staničení 0,00–0,65 km. Druhou částí jsou hloubené tunely v délce 1,45 km, které propojí terminál s východní železniční cestou – staničení 0,65–2,10 km. Tunely jsou hloubeny systémem „cut and cover“.

Z časového hlediska dle postupu prací můžeme cca 2,5 roku účasti firmy Zakládání staveb, a. s., rozdělit do tří základních etap. První etapou byly práce zahájené na objektu stanice v prosinci 2012, v jejichž rámci společnost ZS realizovala z celkového objemu

56 100 m² podzemních stěn 68 %. Zbývajících 32 % zhotovila italská společnost Icotekne.

Již v průběhu prací na této první etapě se firmě Zakládání staveb, a. s., podařilo uspět ve výběrovém řízení na objekt hloubených tunelů východně od mostu Kopcińskiego (staničení 1,10–2,10 km). V této druhé etapě bylo od října 2013 do února 2014 realizováno 70 % z celkového objemu 46 900 m². Zbývajících 30 % připadlo na španělskou společnost Terratest. V poslední třetí etapě byly hloubeny tunely od vlastní stanice po most Kopcińskiego včetně (km 0,65–1,10 km). Zde Zakládání staveb, a. s., uspělo v soutěži s firmou Stump v poměru rozdělení objemů cca 80/20. V této etapě byly práce zahájeny v červenci 2014 a budou ukončeny začátkem roku 2015.

Hlavní rozdělení prací Zakládání staveb, a. s., do tří etap:

- I. et. stanice 11/2012–06/2013 km 0,0÷km 0,65
- II. et. tunel 10/2013–02/2014 km 1,1÷km 2,10
- III. et. tunel 07/2014–01/2015 km 0,65÷km 1,10

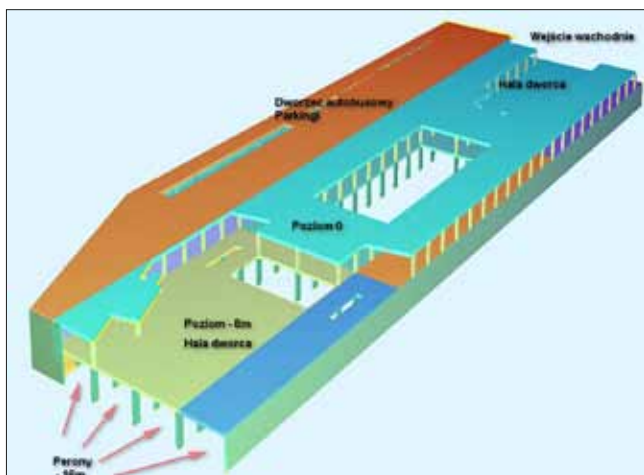
Zajímavostí polského systému řízení na této stavbě bylo, že na každém objektu pracovali minimálně dva dodavatelé. Společně se Zakládáním staveb, a. s., to byli na stanici italská Icotekne, na tunelu španělský Terratest a v poslední, třetí etapě na tunelu německý Stump.

Geologické a hydrogeologické poměry stavby

Stavba byla realizována ve dvou hlavních geotechnických prostředích.

1. svrchní, tzv. glaciální til (upper clay till) reprezentovaný převážně jílovitými zeminami – písčitým jílem, s prolohami a ččkami nesusdržných zemin – písků o zjištěné mocnosti až 5 m.

2. fluvio-glaciální sedimenty (fluvio-glacial deposits) reprezentované převážně písčitými zeminami s ččkami šterku.



Prostorový model budoucí stanice Łódź-Fabryczna



Výroba podzemních stěn pro objekt stanice (zima 2012/2013)



Intenzivní výroba podzemních stěn na stanici: těžba rýhy drapákem a hydrofrézou, osazování armokoše a betonáž lamely.



Stanice s dokončenou stropní deskou, pod níž probíhá odtěžování

Obě tato prostředí patří do souvrství kvartérních sedimentů. Jejich stavba je výrazně ovlivněna pohybem pevninského ledovce, který způsobil, že sedimenty nejsou uloženy horizontálně nebo subhorizontálně, ale jsou často glaciotektonicky deformované do vrásovitých struktur nepravidelného průběhu.

Hydrogeologické poměry na stavbě byly od zahájení prací značně problémové. V kvartéru se vyskytovaly následující čtyři typy podzemní vody:

- hlavní zvodeň,
- zavěšené horizonty ve svrchním tilu,
- infiltrovaná voda v tenkých čočkách vodonosné zeminy uvnitř jílu,
- podpovrchová voda.

Pro realizaci podzemních stěn bylo dno předvýkopu umístěno 1,5 m nad úroveň projektem deklarované hladiny podzemní vody hlavní zvodně. Bohužel přítoky podpovrchové vody ze zavěšených horizontů a vodonosných čoček odhalených hlubokým předvýkopem

zvyšovaly úroveň hladiny podzemní vody až do úrovně pracovních ploch a měly za následek časté kolapsy stability stěn rýhy při těžbě. Jedinou účinnou obranou bylo vybudování drenážních systémů s čerpáním mezi patou svahu předvýkopu a rýhou pro podzemní stěny.

Technické řešení objektu stanice

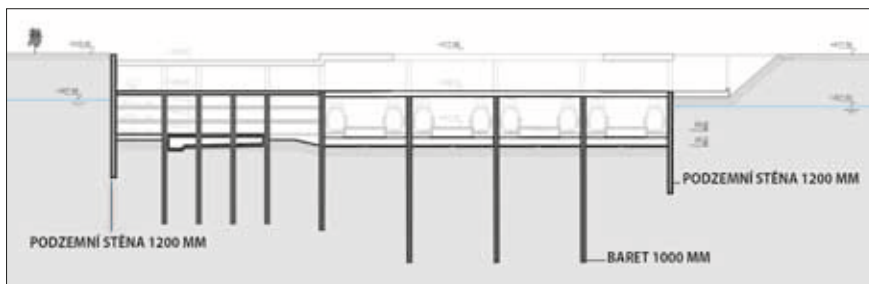
Stavební jáma pro vestavbu objektu stanice (etapa I.) má rozměry cca 650x150 m. Zajištění jámy a současně i hlubinné založení objektu bylo provedeno technologií podzemních stěn. Jedná se o trvalé konstrukční podzemní stěny o tloušťce 1000 (jih) a 1200 mm (sever) s hloubkou 26,0–33,0 m. Většina podzemních stěn až na severní stranu jámy byla realizována ze svahovaného předvýkopu (cca 7,5 m hlubokého).

Z pracovní úrovně předvýkopu byly kromě obvodových lamel podzemních stěn provedeny v ploše předvýkopu i svislé nosné prvky

– baret –, umístěné systémově v osách o rozteči 12,0 m. Baret – převážně jednozáběrové elementy podzemních stěn o půdorysném rozměru 2,8x1,0 m – dosahovaly hloubek až 52,0 m.

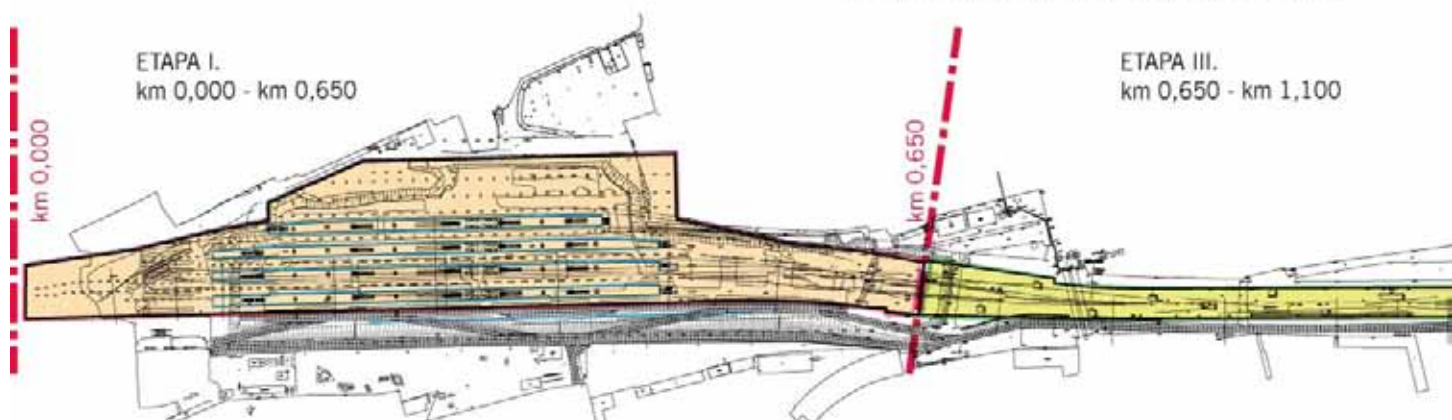
Pro výstavbu stanice byla zvolena metoda „top and down“. Tento postup výstavby využívá stropní desku podepřenou systémem samostatně stojících baretů jako rozpěrnou konstrukci obvodových stěn a umožňuje zahájit práce směrem nahoru i dolů. Ve stejnou dobu lze stavět nadzemní patra budovy a současně provádět výkop pod stropní deskou až na finální úroveň pro základovou desku.

Před zahájením těžby stavební jámy pod stropní deskou bylo nutné snížit hladinu podzemní vody, která dosahovala cca 1,5 m pod úroveň hlav podzemních stěn. Původním plánem generálního dodavatele bylo zatěsnění celého dna stavební jámy vodonepropustnou deskou z tryskové injektáže. Nakonec bylo od tohoto návrhu upuštěno a generální dodavatel stavby zvolil metodu depresního čerpání podzemní vody. Podzemní voda je po celou dobu výstavby čerpána ze studní a systémem sběrného potrubí odváděna do cca 7 km vzdáleného potoka. Snížení hladiny na požadovanou úroveň pod základovou spáru základové desky bylo dosaženo již za tři týdny. Toto řešení, ač zpočátku vnímané jako rizikové, se nakonec vyplátilo.



Objekt stanice je po obvodě založen a zajištěn podzemními stěnami, v ploše je pak založen pomocí baretů.

SITUACE STAVBY LÓDŽ FABRICZNA





Zahájení montáže základové desky ve stanici, vpravo PS s připravenou drázkou



Barety ve stanici připravené pro propojení se základovou deskou

Technické řešení hloubených tunelů

Hloubené tunely spojující stanici s východní železniční cestou jsou realizovány jako hloubené systémem „cut and cover“. Původní návrh přitom počítal s tunely raženými systémem TBM.

Projekt ke stavebnímu povolení a současně prováděcí projekt byl předáván po etapách. Jako první byl předán projekt podzemních stěn na objekt startovací komory pro TBM a následně na stanici. V průběhu roku 2013 sdružení NLF provedlo analýzu finančních nákladů na provedení tunelu v TBM a ve variantě hloubeného tunelu v podzemních stěnách. Po jejím vyhodnocení bylo rozhodnuto, že celý tunel bude proveden systémem podzemních stěn a baretů.

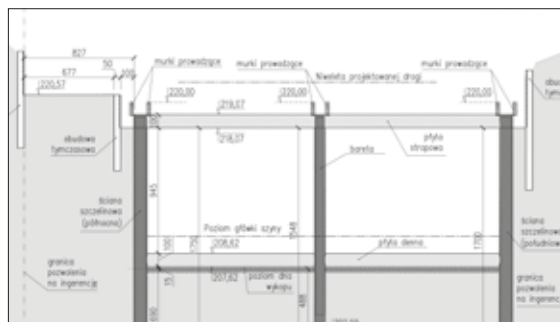
Z úrovně předvýkopu zčásti svahovaného, případně zajištěného záporovým pažením, byly realizovány konstrukční podzemní stěny tloušťky 800 a 1000 mm. Z podzemních stěn byly vytvořeny dvě liniové stěny vzdálené od sebe 22,0 m. V podélné ose tunelu byly provedeny středové barety, které následně nesou stropní desku rozpírající obvodové stěny tunelu a zároveň jsou využity ve středové dělicí stěně. Po provedení stropní desky je zemina pod deskou vytěžena až na úroveň základové spáry základové desky, která pak působí jako druhý rozpěrný prvek. Vytěžený materiál může být ukládán rovnou na stropní desku – proto název „cut and cover“.

práce na jižní obvodové stěně stanice. Běžné lamely měly hloubku 26,0 m a šířku 6,6 m, což při tloušťce 1,2 m představovalo objem přes 200 m³. Rýha byla těžena pomocí lanového drápáku Stein K810 na nosiči Liebherr 855 nebo Bauer MC 64. S šířkou drápáku 2,8 m byla lamela těžena jako dvouzáběrová s hrázkou 1,0 m. Těžba rýhy byla sledována systémem inklinometrického měření svislosti, kdy na těle drápáku bylo osazeno inklinometrické čidlo předávající informace do kabiny operátora. Zajímavostí byla skutečnost, že hned na první lamele došlo při těžbě rýhy lanovým drápákem ke kolizi s bludným kamenem o rozměru cca 1,2 m. Bludný kámen se podařilo drápákem uchopit a protáhnout mezi vodicími zídka-mi. Prvotní zděšení se následně naštěstí ukázalo neopodstatněné, výskyt dalších bludných kamenů byl ojedinělý.

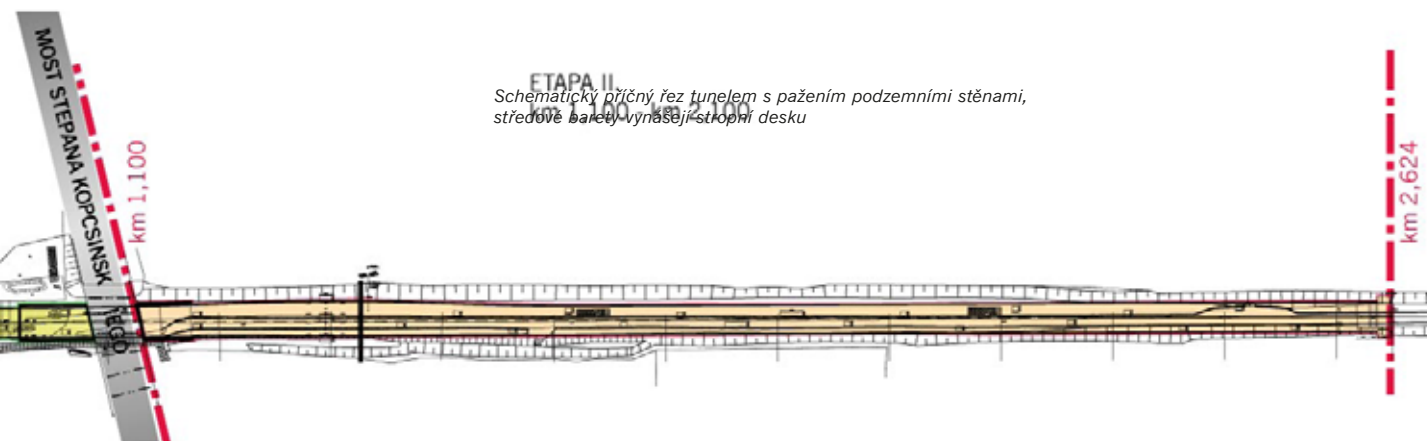
Stabilita stěn rýhy byla zajištěna bentonitovou suspenzí. Čištění pažicí suspenze bylo dosti náročné, neboť její zapískování před čištěním dosahovalo až 20 %. Velké množství písku ve

vznosu a hloubka těžby nad 30 m znamenaly vyšší nároky na čerpadla a na čističky pažicí suspenze. Celé tzv. šmantové hospodářství včetně výroby pažicí suspenze muselo být v zimním období až do konce dubna 2014 řádně zatepleno. Pro těžbu rýhy jednozáběrových baretů hloubek až 52,0 m, byla na stavbu nasazena hydrofréza BC32 nastavená na nosiči MC64. Její využití se ukázalo jako účelné, neboť hydrofréza garantovala rychlé a přesné provedení baretů.

Podzemní stěny byly vyztuženy armokoši o šířce 2,4 m. V jedné lamelě o šířce 6,6 m tak byly osazeny dva armokoše vedle sebe. Na výšku se armokoše sestavovaly nad rýhou ze dvou až tří kusů. Délka jednotlivých kusů byla omezena maximální přepravní délkou, armokoše se totiž dovážely z Varšavy. Vysoký stupeň vyztužení (hlavní svislá výztuž pr. 32 mm až ve třech řadách) a osazení polystyrenových vložek do armokošů pro vytvoření drážek v podzemních stěnách znesnadňovaly kvalitní probetonování lamely na jejím lici nad úrovní drážky pro základovou desku. Beton do podzemních stěn byl navržen ve specifikaci C 30/37 XA1 XC3 Dmax 16 mm, konzistence S4 a zpracovatelnost byla požadována po dobu 6 hodin od okamžiku dovozu na stavbu. Dodavatelem betonu pro celou stavbu byla vybrána firma Bosta-beton, která si v průběhu prací postavila dvě betonárky přímo na stavbě. Odhaduje se, že dodávka betonu pro celou



ETAPA II
Schematický příčný řez tunelem s pažením podzemními stěnami, středové barety vynášejí stropní desku





Hloubený tunel, II. Etapa, nasazení 4 bagrů a 4 plazových jeřábů



Pohled do hloubeného tunelu se střední řadou baretů

Na zhotovení velkoobjemových lamel a až 53,0 m hlubokých baretů s požadavkem dosažení předepsané geometrie byly využity obě technologie těžby rýhy – jak drapákem, tak i hydrofrézou. Pro dodržení termínů výstavby byly ve druhé etapě na tunelu nasazeny v zimních měsících 2013/2014 současně čtyři kompletní technologie (nosič s drapákem plus plazový jeřáb) a dvě zateplená hospodářství na výrobu a čištění pažicí bentonitové suspenze. Nasazení lidí a strojů v zimě 2013/2014 bylo enormní a pro mnohé ze zúčastněných se práce na stavbě staly opravdovou životní zkouškou a milníkem jejich profesní kariéry. V současnosti (10/2014) probíhá třetí etapa prací na hloubených tunelech před viaduktem Kopcińskiého. Posledním úsekem, který tunely

propojí, bude právě křížení s tímto viaduktem – hlavní dopravní tepnou Lodže. Bude se jednat o největší výzvu, která firmu Zakládání staveb, a. s., na této stavbě čeká. Podzemní stěny se zde budou provádět pod provozovnými mosty v prostoru se světlou výškou pouze 8,5 m bez možnosti výluky. V takto výškově limitovaném prostoru bude prováděna těžba rýhy, osazení pažnic a armokošů, betonáž a následné vytažení pažnic.

Závěr

Jak již bylo řečeno v úvodu, projekt Łódz-Fabryczna představuje jednu z největších staveb dosud realizovaných firmou Zakládání staveb, a. s., technologií podzemních stěn – objem zhotovených podzemních stěn by

měl začátkem příštího roku dosáhnout 93 tisíc m², což představuje cca 70 % z celkového objemu prací této technologie na této stavbě.

Přestože práce firmy Zakládání staveb, a. s., na tomto projektu nejsou ještě dokončeny, je možné již dnes, právě po dvou letech od zahájení prací, konstatovat, že pozitiva převažují. Je pravda, že stavba vyžadovala od všech zúčastněných často krajní nasazení, obětavost a schopnost překonávat mnohé těžké situace, za což jim je nutné vyjádřit velké poděkování. Díky tomu však firma Zakládání staveb, a. s., získala v silné konkurenci na polském trhu respektované postavení a může být vzhledem k dosud předvedené práci považována za spolehlivého partnera pro další stavby nejen v Polsku, ale i jinde v Evropě.

Dušan Kozák, Ing. Jan Šperger

a **Ing. Zdeněk Studený, Zakládání staveb, a. s.**

Foto: Ing. Jan Šperger a Ing. Zdeněk Studený



Letecký pohled na staveniště stanice s probíhající výstavbou nad stropní deskou

Łódź-Fabryczna – participation Zakládání staveb, Inc. at the construction of new transport terminal

Emerging station will be a key element in the modernization of the city center. An important part of the construction is also the construction of the access tunnels excavated by the length of about 1,45 km new railway station connects with the eastern railway circuit. In terms of special foundation so the whole project can be divided into two main parts. The first, station, is the subject of 650 m, which is built in the construction pit by a system "top-and-down", the second part are the cut and cover tunnels in the length of 1,45 km.

Ensuring pit station and tunnel construction was done with diaphragm wall technology. At the same time, both these objects were founded on deep foundation on vertical support members (barrets) elements of diaphragm walls. Depth of diaphragm walls in this construction reaches depths of 26,0 to 33,0 m, depth of barrets up to 52 m.

The foundation of a new station and tunnels in Lodz is one of the largest constructions now implemented Zakládání staveb, Inc. with a technology of diaphragm walls. The company has been on this site a supplier of the biggest share, about 70% of the work in this technology.