VODONEPROPUSTNÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE – TĚSNĚNÍ SPÁR ▮ WATER IMPERMEABLE CONCRETE STRUCTURES – JOINT SEALING

Matouš Hejtmánek

Chybné těsnění pracovních a dilatačních spár v konstrukci zatížené vodou bývá častou příčinou vlhkostních poruch u spodních staveb a objektů pro jímání vody. Této problematice je nutné věnovat náležitou pozornost jak ve stupni projektování, tak při výstavbě a její kontrole. ▮ Water leakages in basements of buildings and constructions for water collection are frequently caused by faulty sealing of construction and expansion joints. This issue must be given due attention in both the planning stage and during the construction and it´s control.

Stavební praxe v oblasti hydroizolací železobetonových podzemních konstrukcí budov, podzemních garáží, šachet, hloubených i ražených tunelů, kolektorů apod. vychází z dlouhodobě zavedených povrchově aplikovaných plošných hydroizolačních materiálů, do kterých patří bitumenové pásy, fólie, bentonitové rohože, stěrkové izolační hmoty atd. V současnosti je velmi často využíváno k zajištění vodotěsnosti vlastní nosné konstrukce, ve které hydroizolační funkci zajišťuje svými vlastnostmi správně navržený samotný železobeton – pro takovou konstrukci se vžilo označení „bílá vana". Při návrhu a realizaci je třeba konstrukčními, technologickými a výrobními opatřeními zabránit kromě průsakům plochou také průsakům vody přes pracovní a dilatační spáry, řízené smršťovací spáry nebo prostupy vedení instalací.

Utěsnění spár a prostupů je vždy nutno provést u monolitických železobetonových konstrukcí s povlakovými izolacemi i bez nich. (Pokud se nejedná o železobetonovou konstrukci, která plní vodonepropustnou funkci, pak se spáry těsnit nemusí. U prostupů je situace jiná, především z důvodů postupu výstavby. Instalace se osazují až po provedení konstrukce, a proto se osazují chráničky plnící těsnicí funkci na straně napojení na povlakovou hydroizolaci.) Vodotěsnost materiálu povrchové izolace, vodonepropustnost samotného betonu ani vodotěsnost jednotlivých těsnicích prvků však ještě nezaručuje automaticky vodotěsnost konstrukce jako celku (obr. 1). Systém těsnění musí být vždy uzavřený a vzájemně propojený z kompatibilních prvků.

TĚSNICÍ SYSTÉMY PRO SPÁRY V MONOLITICKÝCH ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH

Na trhu se pro utěsnění spár nabízí široký sortiment těsnicích prvků, které umožňují vytvořit ucelené a spolehlivé těsnicí systémy přizpůsobené specifickým detailům jednotlivých staveb (obr. 2).

Pracovní spáry

Pracovní spáry rozdělují monolitickou betonovou konstrukci podle jednotlivých pracovních záběrů postupného betonování. V místě pracovní spáry není výztuž přerušena, v tomto detailu se neuvažuje s pohybem. Poloha pracovních spár se u složitějších konstrukcí konzultuje s autorem statického návrhu.

Bentonitové a termoplastické bobtnavé pásky

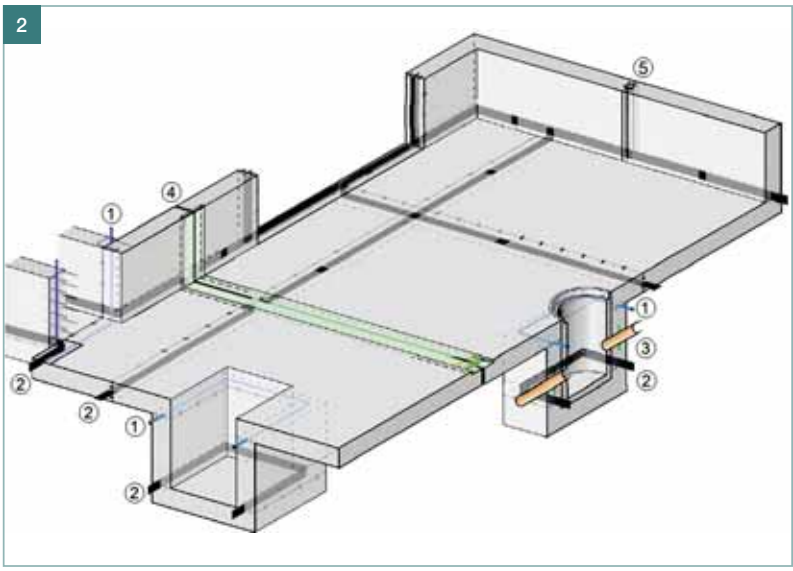
Bobtnavé pásky absorbují vodu do struktury a zvyšují svůj objem. Nárůstem objemu se bobtnavý pásek přitlačí k betonu a kontaktním tlakem pracovní spáru utěsní proti průsakům. Výsledný kontaktní tlak musí být větší než hydrostatický tlak. Aby došlo k vytvoření kontaktního tlaku a bobtnavý pásek plnil svoji těsnicí funkci, musí být dokonale zabetonován.

Bentonitové bobtnavé pásky (z přírodního materiálu) představují spolehlivou variantu utěsnění pracovních spár betonových konstrukcí staveb (obr. 3 až 5). Kvalitní výrobky se vyznačují silným a rychlým bobtnáním. Žádoucí je zvětšení objemu při reakci s vodou větší než 500 %. Bentonitové pásky jsou určeny především do spár v monolitických konstrukcích. Při liché obavě z vyplavování bentonitu z pracovní spáry je třeba si uvědomit, že v případě správně provedené pracovní spáry se bobtnající bentonit celoplošně opírá o stěny betonu.

Termoplastické pásky známé jako „bobtnající guma" mají stejné použití jako bentonitové pásky. Navíc jimi lze

1

2



Obr. 1 Průsaky pracovními spárami ve spodní stavbě po dokončení hrubé stavby ▮ Fig. 1 Water leakages through construction joints in the basement of a building after completion of the concrete structure

Obr. 2 Příklad železobetonové konstrukce spodní stavby – bílá vana s těsněním pracovních spár, dilatačních spár a prostupů inženýrských sítí (1 – izolace pracovních spár bentonitovým bobtnavým páskem, 2 – izolace pracovních spár těsnicím plechem, 3 – izolace prostupů potrubí bentonitovým bobtnavým páskem, 4 – izolace dilatačních spár vnějším lepeným těsnicím pásem, 5 – izolace řízené trhliny smršťovacím profilem) ▮ Fig. 2 Example of reinforced concrete substructure – white basin with a sealing of construction joints, expansion joints and pipe penetrations

Obr. 3 Termoplastický bobtnavý pásek dokáže zvětšit objem o téměř 1 000 % ▮ Fig. 3 Thermoplastic swelling band can increase its volume by almost 1 000 %

Obr. 4 Bentonitový bobtnavý pásek osazený ve středu styku základová deska – stěna ▮ Fig. 4 Bentonite swelling band fitted in the middle of the construction joint between the concrete slab and the wall

Obr. 5 Chybná aplikace těsnění pracovní spáry. Je v pořádku osazení pásu na nekorektní podklad? ▮ Fig. 5 Faulty application of a construction joint sealing. Is it okay to install the waterstop on such incorrect substrate?

Obr. 6 Chybná aplikace těsnicího pásu. Může těsnit takto „neukončený“ PVC těsnicí pás? ▮ Fig. 6 Wrong application of a joint sealing. Would such a detail between a construction and expansion joint be waterproof?

těsnit i spáry v prefabrikovaných konstrukcích, protože jsou stále soudržné. Výhodou těchto pásků je především snadná aplikace, rychlé bobtnání a tvarová stálost a soudržnost v „otevřených“ spárách, kterými neprochází výztuž apod.

Bentonitové i termoplastické bobtnavé pásky se ke konstrukci fixují přilepením nebo nastřelovacími hřeby.

PVC těsnicí pásy

Spárové pásy se používají pro utěsnění spár v betonových konstrukcích od 30. let. Tradiční typ těsnění pracovních spár spočívá v použití plastových profilovaných těsnicích pásů na bázi PVC-P (obr. 6). Samotný plast se s betonem nespojí, těsnicího účinku se v tomto případě dosahuje tzv. labyrintovým efektem. Tlak vody, která se snaží těsnicí profil obtéci, postupně klesá. Plastové těsnicí profily se musí vždy osadit symetricky k pracovní spáře, aby na obou stranách spáry byla do betonu zapuštěna stejně široká část profilu. Těsnicí profily se dělí na vnitřní a vnější podle toho, zda mají být osazeny ve středu betonové konstrukce nebo na jejím povrchu (na návodní straně nebo na vnitřním líci podle typu pásu voleného v závislosti na způsobu zatížení hydrostatickým tlakem, typem konstrukce a postupem výstavby).

Těsnicí plechy

Těsnicí plechy jsou zpravidla oboustranně opatřeny různou povrchovou úpravou (bitumen, bentonit atd.). V poslední době se vzhledem k požadavkům na maximální funkčnost prvku začalo využívat tzv. krystalizačních plechů, někdy označovaných těsnicí plechy s krystalizací, protože povrch je opatřen povlakem z krystalické izolace. Hloubka zapuštění tohoto těsnicího plechu do betonu je minimálně 30 mm a umístění do středu spáry postačuje pro zajištění vodotěsnosti (přesná poloha a hloubka zabetonování by podle konkrétního zatížení hydrostatickým tlakem a typem konstrukce měla být vždy uvedena v technickém listu výrobku). Na rozdíl od bobtnavých pásků, kde je třeba počítat s časovou prodlevou, než jsou plně funkční, lze pomocí plechů dosáhnout oka-

mžitého zastavení pronikající vody. Pro utěsnění a současné zabudované bednění čela pracovní spáry jsou nabízeny k těsnicím plechům ztracené bednicí systémy tvořené bednicí síťovinou fixovanou k plechům. Konstrukční řešení systému bez svařovaných spojů je výhodou, protože nehrozí degradace a ztráta vodotěsnosti vlivem oxidačních a korozních procesů v místě svaru.

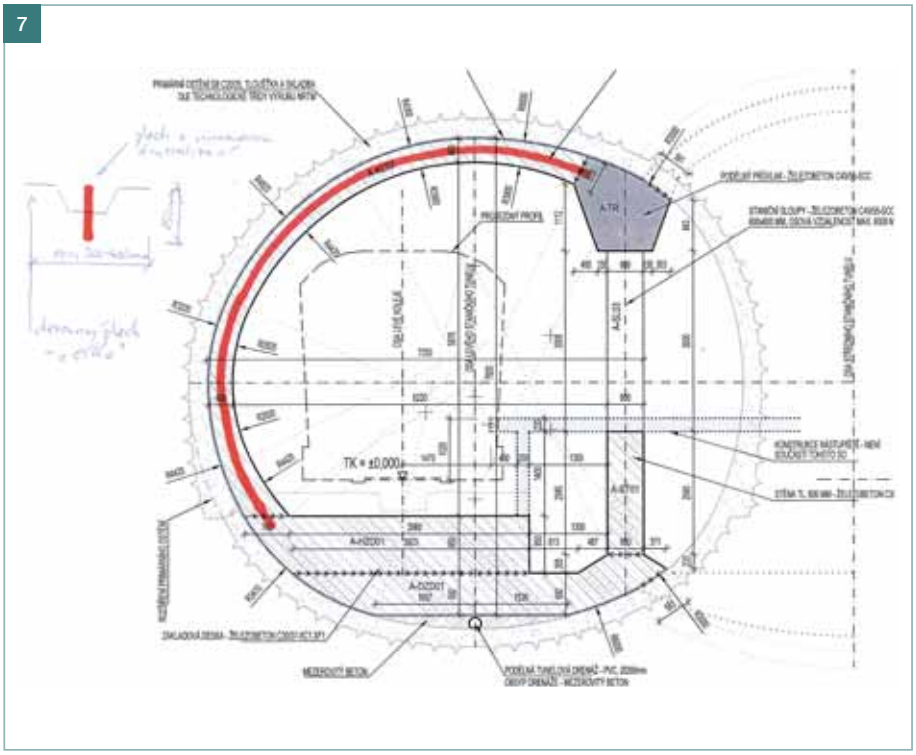
Kombinace bobtnavých pásků a těsnicích plechů se systémem bednění našly uplatnění i při stavbě nového úseku metra v Praze na trase A z Dejvic do Motola. V pracovních spárách tunelu byly použity termoplastické bobtnavé pásky i plechy s krystalizačním povlakem. Zvláštností bylo utěsnění spár trojlodní konstrukce v oblasti stropních trámců v ražené stanici Veleslavín (obr. 7 a 8).

Systémy injektážních hadiček

Plastová injektážní hadička díky perforaci stěny umožňuje utěsnění pracovních spár pomocí injektážních médií jako např. mikrocement, pryskyřice, gely nebo akryláty. Injektážní systémy se vyznačují jednoduchou montáží a možností přizpůsobit se spárám se složitým tvarem. Na rozdíl od spárových pásů a plechů do pracovních spár nemusí být injektážní systémy zabetonovány v předcházejícím celku, ale jsou upevněny přímo do pracovní spáry (tuto vlastnost mají i bobtnavé pásky). Mezi jejich výhody tedy patří tvarová variabilita, jednoduchá montáž a možnost okamžitého dotěsnění.

Injektážní systémy mohou být použity i tam, kde není montáž těsnicích pásů či plechů konstrukčně možná nebo kde jsou náklady na provedení velmi vysoké. Příkladem je napojení na štětové stěny. Injektážní hadičky se obvykle aplikují jako pojistné řešení s možností doinjektování k jinému typu

7



8

Obr. 7 Bednicí systém Omega s těsnicími plechy osazený do pracovních spár železobetonové konstrukce trámce a kleneb při stavbě nového úseku metra trasy A ve stanici Veleslavín v Praze umožňuje těsnění i tvarově složitých detailů ▮ Fig. 7 Omega formwork system with steal plate waterstops fitted into the construction joints allow to seal also complex shape details like concrete beams or arches – new section of the line A of Prague's underground railway system, Veleslavín stop

Obr. 8 Zkušební segment stropního trámce trojlodní stanice Veleslavín ▮ Fig. 8 Test segment of a ceiling beam for the three-naves structure – Veleslavín stop, Prague's underground railway system

Obr. 9 Injektážní hadička osazená ve středu styku základová deska – stěna ukončená injektážními pakry ▮ Fig. 9 Injection hose fitted in the middle of the construction joint between the concrete slab and the wall, closed off by shutter connectors

Obr. 10 Injektážní hadička osazená na hydroizolaci ostění v tunelu Blanka ▮ Fig. 10 Injection hose installed for the purpose of waterproofing lining in the Blanka tunnel

Obr. 11 Bobtnavý pásek a injektážní hadička osazené ve styku základová deska – stěna ▮ Fig. 11 Bentonite swelling band and an injection hose fitted in the middle of the construction joint between the concrete slab and the wall

Obr. 12 Těsnicí plech a injektážní hadička osazené ve styku základová deska – základová deska ▮ Fig. 12 Steal plate waterstop and an injection hose fitted in the construction joint between two parts of a concrete slab

9

10

11

12

těsnicího prvku (obr. 9 až 12). Primární těsnicí prvek (např. bobtnavá páska, vnitřní těsnicí pás nebo těsnicí plech) se osadí blíže ke zdroji vody, pojistná injektážní hadička se osadí dále za něj. U těchto aplikací je třeba dodržet minimální požadovanou vzdálenost expanzního těsnění od líce konstrukce, neboť v opačném případě občas dochází při aktivaci k odtržení části konstrukce.

Nepravé (řízené) smršťovací spáry

Tyto spáry statici a projektanti vědomě plánují všude tam, kde se vyskytuje vysoké pnutí v betonu. Na těchto místech se beton smí „trhat“, ale kontrolovaně. Konstrukce tedy musí být v tomto místě vybavena prvkem zajišťujícím vodonepropustnost. K pnutí dochází především během procesu zrání betonu a zpravidla i po dokončení stavby a během zimních cyklů. Cíleným oslabením průřezu betonové konstrukce na určených místech se dosáhne vzniku řízené trhliny. Prvek použitý na oslabení průřezu daný detail současně utěsní proti průsakům. Tento prvek se osadí mezi výztuž stěny a na bednění se přikotví trapézové nebo trojúhelníkové lišty.

Jedním z prvků vhodných pro oslabení průřezu v místě plánované řízené spáry, jakož i pro její utěsnění je smrštitelný prvek nazývaný „sluníčko“, který je tvořen těsnicím profilem z PVC-P kruhového tvaru s výčnělky fungujícími na labyrintovém efektu.

V současné době je často používán systém pro řízené trhliny, který je tvořen hladkým plechem (oslabujícím profilem) fixovaným ke spárovému těsnicímu plechu. Toto řešení se používá především z ekonomických důvodů nižší ceny prvku a také kvůli pracnější realizaci při použití „sluníček“ (která by se měla zpětně vyplňovat vhodným materiálem, což

VLHKOST SPOLEHLIVĚ NARAZÍ

• komplexní systémové řešení pro spodní stavby včetně dodatečných opatření
• hydroizolace mostů a podzemních staveb
• reprofilační PCC – malty
• přísady do betonu a betonových prvků

SCHOMBURG Čechy a Morava s.r.o.
Na Univerzitním statku 2
108 00 Praha 10
Telefon: +420 274 781 381
Fax: +420 274 782 546
e-mail: schomburg@schomburg.cz
web: www.schomburg.cz

SCHOMBURG 2016
26 LET NA ČESKÉM TRHU
S námi je to v suchu!

Firemní prezentace

Obr. 13 Problematické spojení kolmo uložených těsnicích plechů je častou chybou u spodních staveb ▮ Fig. 13 Problematic connection between two parts of a steal plate waterstop is a common mistake for basements

Obr. 14 Problematické spojení kolmo položených těsnicích prvků – těsnicího pásu z PVC s těsnicím plechem je u monolitických konstrukcí častým nešvarem ▮ Fig. 14 Problematic connection between two joint sealings – PVC waterbar and steal plate waterstop – is a common mistake for water impermeable concrete structures

Obr. 15 Jen správné propojení jednotlivých typů těsnění pracovních a dilatačních spár zajistí správnou funkčnost ▮ Fig. 15 Only a correct connection of the individual types of sealings of a construction and expansion joints ensures proper functionality

je náročnější na provádění). Ne vždy je však vhodné. V praxi se lze setkat také s označením tohoto prvku „křížový plech“.

Dilatační spáry

U tohoto druhu spáry jsou stavební díly odděleny, což znamená, že je přerušena i výztuž. Tyto spáry musí navíc přenést i pohyb např. vlivem rozdílného sedání jednotlivých částí stavební konstrukce. Pro toto použití se osvědčily dilatační pásy z PVC umisťované dovnitř nebo vně stavebního dílu (obr. 15). Kromě izolační funkce umí tyto pásy přenést pohyby ve spáře. Při návrhu konkrétního dilatačního profilu je třeba zohlednit uvažovaný maximální pohyb v dilatační spáře.

ZÁSADY PRO MONTÁŽ TĚSNICÍCH PRVKŮ

Pracovní spáry

Systémy injektážních hadiček

Injektážní hadičky se zpravidla umisťují do středu tloušťky průřezu konstrukce. Pokud tomu tak není, musí být dodržena vzdálenost injektážní hadičky od povrchu betonu minimálně 80 mm.

Bentonitové a termoplastické bobtnavé pásky

Bobtnavé pásky se zpravidla umisťují do středu tloušťky průřezu konstrukce. Pokud tomu tak není, musí být dodržena vzdálenost bobtnavé pásky od povrchu betonu minimálně 80 mm. Rovněž je třeba dodržet odstup tohoto těsnicího prvku od výztuže minimálně 20 mm, aby bylo zaručeno dokonalé obklopení těsnicího prvku betonem.

Těsnicí plechy

Umisťují se do středu tloušťky průřezu konstrukce. Zapuštění těsnicího plechu do betonu v hloubce 30 mm (dle technického listu) a umístění do středu spáry postačuje pro zajištění vodotěsnosti. Spoje jednotlivých kusů těsnicích plechů se realizují bez lepení pouhým přiložením plechů k sobě s výrobcem předepsaným přesahem (např. minimálně 50 mm u plechu s krystalizací) a sepnutím spoje pomocí spony. Rovněž je třeba dodržet odstup těchto těsnicích prvků od výztuže minimálně 20 mm, aby bylo zaručeno jejich dokonalé obklopení betonem.

PVC pásy

Plastové těsnicí profily musí být vždy osazeny symetricky k pracovní spáře, aby na obou stranách spáry byla do betonu zapuštěna stejně široká část profilu. Těsnicí profily se osazují do středu betonové konstrukce (vnitřní uložení) nebo na návodní stranu (vnější uložení). U širokých těsnicích profilů z PVC-P je v oblasti pracovní spáry rovněž nutno zajistit, aby tloušťka konstrukce nebyla menší než šířka daného profilu. Rovněž je třeba dodržet odstup těchto těsnicích prvků od výztuže minimálně 20 mm, aby bylo zaručeno jejich dokonalé obklopení betonem. Zde je nutné prvek zabetonovat do konstrukce zpravidla hlouběji než plech a ve většině případů je nutná úprava výztuže.

Dilatační spáry

PVC pásy

Těsnicí PVC profily se osazují ve středu betonové konstrukce (vnitřní) nebo na jejím povrchu – na návodní straně (vnější). Zpravidla se upřednostňují vnitřní těsnicí profily před vnějšími (zejména v případě bílých van, kde se uvažuje s vyšším tlakem vody). Výhodou vnitřních dilatačních profilů je fakt, že se mohou kombinovat prakticky se vše-

Tab. 1 Kontrolní body pro bobtnavý pásek ▮
Tab. 1 Check points of the swelling band

	ano	ne
Odpovídá navržený bobtnavý pásek předpokládanému zatížení vodním tlakem?		
Existuje pro daný bobtnavý pásek certifikát?		
Je použitý bobtnavý pásek vhodný do zóny s kolísající hladinou podzemní vody?		
Je bobtnavý pásek upevněn ve spáře v dostatečné vzdálenosti 20 mm od výztuže?		
Je bobtnavý pásek upevněn v pracovní spáře celoplošně správným lepidlem, montážní mřížkou nebo bodově po ≤ 150 mm?		
Je pracovní spára před zabudováním bobtnavého pásku zbavena cementové kaše, volných částic, kameniva, hřebíků, ledu nebo stojící vody?		
Není bobtnavý pásek v žádném místě nabobtnalý předčasně?		
Je bobtnavý pásek před betonáží bez poškození?		
Je pracovní spára bobtnavým těsněním zcela zajištěna (bez hluchých míst)?		
Je v každém místě dodržena minimální vzdálenost pásku 80 mm od povrchu konstrukce?		
Je bobtnavý pásek před betonáží chráněn proti nepříznivým povětrnostním podmínkám, např. zakrytím fólií?		
Je napojení bobtnavého pásku na dilatační pás provedeno správně?		

mi vnitřními těsnicími prvky pracovních spár: s těsnicími spárovými PVC profily, s injektážními hadičkami, bentonitovými i termoplastickými bobtnavými pásky nebo s těsnicími plechy. V případě použití vnějších dilatačních PVC profilů by se měly v zásadě i pro pracovní spáry používat pouze vnější těsnicí profily, aby bylo možné těsnění pracovních a dilatačních spár vzájemně propojit.

Kombinace těsnicích prvků

Pro utěsnění pracovních spár je možný kombinovaný systém těsnění složený z více (zpravidla ze dvou) těsnicích prvků. V takovém případě se k primárnímu těsnění (např. bobtnavý pásek, vnitřní plastový profil nebo plech) doplní jiný těsnicí prvek jako sekundární těsnění. Primární těsnicí prvek se osadí blíže ke zdroji vody dle výše uvedených zásad, sekundární prvek se osadí dále od zdroje vody. Přitom je třeba dodržet vzdálenost druhého prvku od prvního minimálně 50 mm.

DOPORUČENÍ

Pro zajištění maximální funkčnosti bílé vany je vhodné společně s dodavatelem spárových těsnění vypracovat systém kontroly jednotlivých prvků, ze kterých se skládá funkční celek. Pro příklad je v tab. 1 uvedeno několik kontrolních bodů pro bobtnavý pásek. Kromě samotných prvků bílé vany je vhodné obdobně postupovat i při kontrole návrhu v ploše, tedy pro šířku navržené trhliny – stupeň vyztužení vs. betonová směs a její vlastnosti.

ZÁVĚR

Těsnění jednotlivých spár v konstrukci, která má být vodotěsná, nelze chápat a provádět pouze separátně, ale vždy jako ucelený systém. Velkou pozornost je třeba věnovat správnému návrhu konstrukce, který umožní snadné uložení těsnicích prvků před betonáží a korektní propojení všech těsnicích prvků navazujících spár.

Literatura:
[1] SCHOMBURG. *Bílé vany.* Příručka Schomburg Čechy a Morava, s. r. o, 2014.

Ing. Matouš Hejtmánek
Schomburg Čechy a Morava, s. r. o.
e-mail: hejtmanek@schomburg.cz

Text článku byl posouzen odborným lektorem.
The text was reviewed.

PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2016

Ve dnech 22. až 25. května 2016 proběhla v Clarion Hotelu v Praze již 13. mezinárodní konference Podzemní stavby Praha 2016, kterou pořádala Česká tunelářská asociace ITA-AITES. Po organizační stránce konferenci zajistila společnost Guarant International.

Podzemní stavby Praha jsou největší českou tunelářskou konferencí, která je pravidelně pořádána každé tři roky. Minulé ročníky, zvláště pak Podzemní stavby Praha 2010 a 2013, potvrdily, že si pražská konference díky svému odbornému programu, místu konání i společenskému setkání našla pevné místo mezi obdobnými evropskými akcemi. Potvrzuje to i účast významných odborníků z evropských zemí i ze světa.

Konference se zúčastnilo 570 delegátů z 37 zemí světa, nejvíce z nich bylo české, slovenské, německé a rakouské národnosti, přítomni však byli také účastníci ze vzdálených destinací jako např. z USA, Chile, Brazílie, Číny, Indie, Thajska, Indonésie, Korey nebo Hong Kongu.

Atraktivitu 13. ročníku podtrhl jednoznačně i fakt, že se v jejím rámci uskutečnila 3. Východoevropská tunelářská konference (EETC 2016). EETC je regionální tunelářská konference, která se koná každé dva roky. Jejím cílem je umožnit účastníkům ze zemí východní Evropy sdílet znalosti, zkušenosti, dovednosti a úspěchy při navrhování, financování, výstavbě, provozu a údržbě tunelů a jiných podzemních zařízení. Konference přinesla zajímavé informace o řadě prestižních světových projektů (euroasijský tunel pod Bosporem v Istanbulu, podchod pod Suezským průplavem, ražba největším tunelovacím strojem o průměru 17,5 m v Seattlu, ražba dálničního tunelu Sparvo v Itálii pomocí TBM o průměru 15,6 m, okružní trasa metra v Kodani, vysokorychlostní železniční tunely v Německu, tunel Koralm délky 32 km v Rakousku, projekt CrossRail v Londýně, tunely v Číně atd.). Na konferenci vystoupila řada celosvětově renomovaných odborníků na podzemní stavby.

Pro účastníky byly připraveny technické exkurze, které probíhaly v tunelech na dálnici D8, tunelu Ejpovice, v hlavní řídicí ústředně hlavního města Prahy nebo v Podzemním výukovém středisku Josef.

Součástí konference byl také společenský večer, který se díky velké spokojenosti účastníků v minulých letech opět konal v prostorách Břevnovského kláštera.

Zdroj: tisková zpráva společnosti Guarant International

Zahájení společenského večera v prostorách Břevnovského kláštera

Přednáškový sál