

## VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV POUŽITÍ BETONU NA PODZEMNÍCH STAVBÁCH V ČR

### DEVELOPMENT AND CURRENT STATE OF USE OF CONCRETE IN UNDERGROUND STRUCTURES IN THE CZECH REPUBLIC

**MIROSLAV UHLÍK**

*Příspěvek se zabývá přehledem podzemních liniových staveb v ČR, na kterých bylo použito betonu. Mapuje jejich vývoj za posledních 45 let, kdy se podzemní stavitelství v ČR výrazně rozvinulo hlavně zásluhou zkušeností ze stavby 50 km dlouhé tlakové štoly pro zásobování Prahy pitnou vodou ze Želivky (1964 až 1972). Zásadní vliv na tento vývoj měl mohutný rozkvet tohoto oboru v technicky vyspělých státech světa a odborná spolupráce mezi nimi i za naší účasti.*

*This article lists underground linear constructions in the Czech Republic in which concrete was used. It maps their development during the last 45 years, when underground building in the Czech Republic developed significantly thanks to the experience gained during the construction of a 50 km long pressure tunnel for supplying Prague with drinking water from the Želivka River (1964 to 1972). The flowering of the branch in technologically advanced countries of the world and*

*specialist cooperation among them with the participation of the Czech Republic had a principal influence on this trend.*

Páté letošní číslo časopisu BETON TKS nese podtitul „Tunely a podzemní konstrukce“. Za uplynulých 45 let se obor podzemní stavitelství u nás výrazně rozvinul. Vše začalo na Podzemním přivaděči pitné vody ze Želivky do Prahy. Vlastní stavbě předcházela pokusná štola na Štěpánovském potoce, kde v roce 1964 zkoušela pověřená firma (dnes Subterra, a. s.) optimální technologie ražby a v té době u nás nepoužívanou technologii vyztužování výrubu pomocí stříkaného betonu. Zkoušky dopadly přesvědčivě, a tak na jejich základě byl dokončen projekt, plán organizace výstavby i výběr mechanismů, které bylo nutno pořídit pro toto ojedinělé dílo – 50 km dlouhý tlakový přivaděč pitné vody. Začala nová éra českého podzemního stavitelství. Od té doby provedly české nově vznikající firmy desítky podzemních staveb u nás i v cizině, ve většině z nich hrál beton základní roli.

#### **BETON NA PODZEMNÍCH LINIOVÝCH STAVBÁCH**

Podzemní liniové stavby se člení na dvě základní kategorie: štoly a tunely. Kříteriem je velikost plochy raženého výrubu. Plocha výrubu štoly se udává do 16 m<sup>2</sup>, nad tuto velikost jde o tunely. Další rozlišení podle účelu, technologie provádění atd. není pro tento příspěvek podstatné.

Nejbohatší historii mají u nás **železniční tunely**, a to již od roku 1842. Do třicátých let 20. století jich u nás vzniklo cca 140 o celkové délce kolem 30 km. U těchto staveb platily tzv. normálie – vzorové listy pro výstavbu tunelů na železnicích bývalého Rakouska-Uherska. Obezdvíka těchto tunelů je z kamenného zdiva.

Až v poválečném období se začal

Obr. 1 Dvukolejný železniční tunel Nové spojení Praha

Fig. 1 Two-rail railway tunnel Nové spojení, Prague



na železničních tunelech používat beton. Nejprve na tzv. **Novosedelském tunelu** (1974 až 1980), který byl vybudován v otevřené rýze a vyztužen železobetonovými prefabrikáty z betonu B330 s ocelovou výztuží. Ty byly vyráběny v ocelových formách.

Následoval **Vinohradský tunel III** (1983 až 1989), který byl ražen tzv. pražskou prstencovou metodou, jež využívala k okamžitému vyztužování výrubu železobetonového prefabrikovaného ostění  $\varnothing 7,8/8,8$  m. Šířka prstenců tohoto trvalého ostění byla 0,75 m, tloušťka 0,25, resp. 0,5 m.

**Březenský tunel** (2000 až 2007) byl navržen za použití metody obvodového vrubu, kde je výztužným prvkem stříkaný beton třídy C20/25 a tloušťky 200 mm vytvářející konické předklenby. Na tento stříkaný beton byly kladeny zvýšené nároky pokud jde o rychlost nárůstu pevnosti v počátečním stadiu po nanesení do vrubu (za 24 h min. 17 MPa, po 28 dnech 28 MPa). Po mimořádné události v roce 2000 bylo toto ostění předkleb posíleno vrstvou stříkaného betonu s celoobvodovými příhradovými skružemi. Definitivní ostění je z betonu třídy C20/25 s příhradovou výztuží doplněnou volnými příložkami a svařovanými sítěmi. Betonáž opěří a klenby tunelu se prováděla pomocí bednicího vozu délky 10 m.

Klíčová stavba pražského železničního uzlu **Vítkovské tunely – Nové spojení** (2004 až 2008) představuje dosavadní technický vrchol mezi železničními tunelely u nás (obr. 1). Dva dvoukolejné tunele jsou vedeny v podélné ose masivu vrchu Vítkov v osové vzdálenosti 32 m v délce 1 365 m (jižní tunel) a 1 316 m (severní tunel). Ostění ražených částí je dvouplášťové, primární a sekundární s mezilehlou polyethylenovou fólií tloušťky 3 mm. Spodní klenba tunelu izolována není. Dočasně ostění je tvořeno stříkaným betonem SB20 v tloušťkách 200 až 300 mm. Výztuž tvoří ocelové síť a ocelové příhradové raménaty, doplněné hydraulicky upínanými svorníky délky 3 až 6 m. Trvalé ostění tloušťky 300 mm je tvořeno vyztuženým nebo nevyztuženým monolitickým betonem C25/30. Ostění hloubených částí tunelů, kterých je u portálů celkem 280 m, je tvořeno uzavřenými železobetonovými prstenci tloušťky 600 mm. Oba portály jsou s ohledem na svou dominantní polohu důkladně architektonicky zpracovány.

Od roku 2000 se u nás realizují **železniční tunele na koridorových tratích**. Pro Českou republiku byly Mezinárodní železniční unií definovány čtyři tranzitní železniční koridory o celkové délce 1 962 km. Jsou zařazeny do tzv. panev-

ropských koridorů. To vyvolalo nutnost přestavby stávajících tratí, jejichž parametry nevyhovují potřebám vyšší rychlosti (až 160 km/h). Nové návrhové parametry si vynucují řadu nových objektů, především mostů a tunelů. Dosud bylo vybudováno osm tunelů a řada dalších se projektuje nebo již realizuje. Každá z tunelových staveb má svá specifika, nicméně některé parametry jsou jim společné. Světlý průřez dvoukolejných tunelů je cca 75 m<sup>2</sup>, ražba se provádí podle zásad Nové rakouské tunelovací metody (NRTM) s primárním ostěním ze stříkaného betonu C16/20 tloušťky 150 až 350 mm s ocelovými příhradovými výztužnými oblouky, svařovanými sítěmi a horninovými svorníky. Definitivní ostění je obvykle z monolitického železobetonu C25/30 tloušťky 350 mm. Vodotěsná izolace je mezilehlá tvořená fólií tloušťky 2,5 mm.

**Automobilové tunele na silnicích a dálnicích** nemají u nás zdaleka takovou tradici jako tunele železniční. Dosud je na našem území v provozu celkem osmnáct automobilových tunelů, z čehož deset je na území měst. Jejich celková délka je 9,64 km, tj. cca 0,008 % délky silniční sítě.

Městské tunele jsou reprezentovány stavbami **Strahovský tunel** a tunel **Mrázovka** v Praze, **Pisáreckým tunelem** a **Královo-**



2





3

polským tunelem (ve výstavbě) v Brně. Ve stadiu výstavby je tunelový komplex **Blanka** na Městském okruhu v Praze. Dálniční tunely, jako je tunel **Panenská** na D8, **Klímkovice** na D47 (obr. 2), tunel **Lochkov a Komořany** (oba ve výstavbě) na Pražském silničním okruhu mají stejně jako městské tunely společnou vlastnost a tou je široké uplatnění betonu při ražbě i definitivním vyztužování. Převládá NRTM a monolitická železobetonová obezdívka s mezilehlou izolací.

Významným zástupcem podzemních liniových staveb je pražské **metro**. Začátky jeho výstavby byly poznamenány přebíráním sovětských zkušeností, konstrukčních prvků i mechanismů do našich projektů (trasa C). Za všechny uvedme litinové montované ostění traťových i staničních tunelů, u kterých se nebrala do úvahy jejich materiálová dostupnost a cena. Teprve později přišel na řadu beton, který dnes ve všech projektech nových tras pražského metra dominuje.

**Podzemní objekty městské infrastruktury**, jako jsou kolektory (obr. 3), kanalizační řady, vodovodní štolky, kabelové tunely, jsou u nás většinou budovány s betonovým ostěním pomocí teleskopického bednění. Základní problém u tohoto typu staveb, zejména kanalizací, je ochrana betonového ostění proti korozi. V případě Kmenové stoky K v Praze bylo použito ztraceného bednění z odol-

né hmoty na bázi syntetické pryskyřice zvané berol. U menších projektů se použilo ztraceného bednění vejčitého tvaru ze sklolaminátu (obr. 4). V případech stok s volnou hladinou se volí ochrana kynety keramickými obklady. U jiných typů staveb se často používá montované ostění ze železobetonových dílců. Vyskytují se i stavby s definitivní obezdívkou ze stříkaného betonu.

Speciální užití betonu nacházíme u **podzemního zásobníku plynu Háje**, který využívá chodeb v hloubce 1 100 m ve vytěženém masivu bývalého uranového dolu. Tyto chodby jsou v absolutní většině nevyztuženy. Beton přišel ke slovu při realizaci tlakových uzávěrů, které oddělují rošt zásobníku od původního důlního pole. Jde o čtyři zátky o délce 10 m zhotovené nástřikem drátkobetonu na osazený pancíř. Zkoušky technologie zhotovení zátek a komplexní zkoušky systému beton – kontaktní zóna – hornina proběhly v podzemní laboratoři na zkušebních zátkách. Pro jejich realizaci bylo využito stříkaného drátkobetonu (B40/3,8V12) mokrou cestou s vysokým obsahem drátků (až 90 kg/m<sup>3</sup>).

#### ZÁVĚR

Z tohoto rámcového přehledu plyne, že beton ve své mnohotvárné podobě je nedílnou součástí většiny podzemních staveb současnosti. Oba technické obory,



4

Obr. 2 Dálniční tunel Klímkovice  
Fig. 2 Motorway tunnel Klímkovice

Obr. 3 Sdružený kolektor v Brně – ostění ze stříkaného betonu  
Fig. 3 Combined collector in Brno – lining from sprayed concrete

Obr. 4 Kanalizace Brno – příklad použití ztraceného bednění z plastické hmoty

Fig. 4 Pipeline Brno – an example of exploitation of permanent shuttering from plastic

#### Literatura:

- [1] Podzemní stavitelství v České republice, vydavatel Satra 2007
- [2] Časopis Tunel, ročníky 1992 až 2009, vydává Český tunelářský komitét ITA/AITES

podzemní a betonové stavitelství, se vzájemně ovlivňují a odborná spolupráce na tomto poli může přinést prospěch všem zúčastněným.

Fotografie: archiv Subterra, a. s.

Ing. Miroslav Uhlík  
Subterra, a. s.  
Bezová 1658, 147 14 Praha 4  
mob.: 602 244 508  
e-mail: muhlik@subterra.cz