

# Realizácia projektu rozšírenia metra v Sofii

Výstavba podzemných mestských rýchlodrah začala v Londýne v poslednej tretine 19. storočia. Od konca 60. rokov 20. storočia zvažovala bulharská vláda v Sofii výstavbu metra. Projekt počítal s tromi pretínajúcimi sa trasami podobne ako v Prahe, so 47 stanicami a dĺžkou 52 km. Stavebné práce sa začali v roku 1978, no výstavba metra sa predĺžila o viac ako 20 rokov.



Plán sofijského metra

Projekt rozšírenia sofijského metra bol financovaný v plnom rozsahu finančnou pôžičkou poskytnutou japonskou bankou pre medzinárodnú spoluprácu JBIC. Hlavný zhotoviteľ TAISEI CORPORATION ako víťaz súťaže získal realizáciu stanice metra č. 7, 8, 9 a ventilačnej šachty medzi stanicami 7 a 8. Stavebné práce na výstavbe staníc a ich prepojení sa realizovali miestnymi subdodávateľmi, avšak z dôvodu pomalého napredovania prác stanice metra 7 sa TAISEI rozhodlo pre zmenu subdodávateľa. Kompletnú

realizáciu prác tejto stanice ponúkla firme Tubau, a. s.

Oneskorenie stavby bolo spôsobené aj tým, že projekt predbehol potreby doby, pretože situácia v povrchovej doprave sa začala stávať kritickou až začiatkom 90. rokov 20. storočia, ako aj množstvom hodnotných archeologických nálezísk, ktoré trasa metra pretínala. To bol dôvod, prečo sa musela čiastočne preložiť. Zvyšky trácových a rímskych stavieb možno vidieť práve na siedmej stanici s názvom Serdika, ktorá sa nachádza v samom centre hlavného mesta na námestí Nezavisimost.

V súčasnosti je v prevádzke jediná trasa metra s počtom staníc 17, pretínajúca mesto juhozápadne, s celkovou dĺžkou trate 19 km. Nástupišťa majú 120 metrov, rozchod trate je 1 435 mm.

Stavba sa nachádzala v samom centre hlavného mesta na námestí Nezavisimost, v tesnej blízkosti prezidentského paláca, úradu vlády a parlamentu. Situovanie stavby si vyžadovalo kľasť zvýšený dôraz na ochranu životného prostredia a v maximálnej miere minimalizovať škodlivé vplyvy vznikajúce pri realizácii prác. Išlo najmä o prašnosť pri razeaní, aplikáciách striekaných betónov a neposlednom rade aj o hlučnosť.

Prepojenie existujúcej stanice metra Serdika s novou časťou realizovanou TBM metódou si vyžiadalo realizáciu týchto častí projektu:

- tunelové boxy metra,
- rotačná šachta v mieste napojenia tunelových boxov,
- obnova podchodov,
- architektonické práce v podchode.

## Tunelové boxy metra Razenie

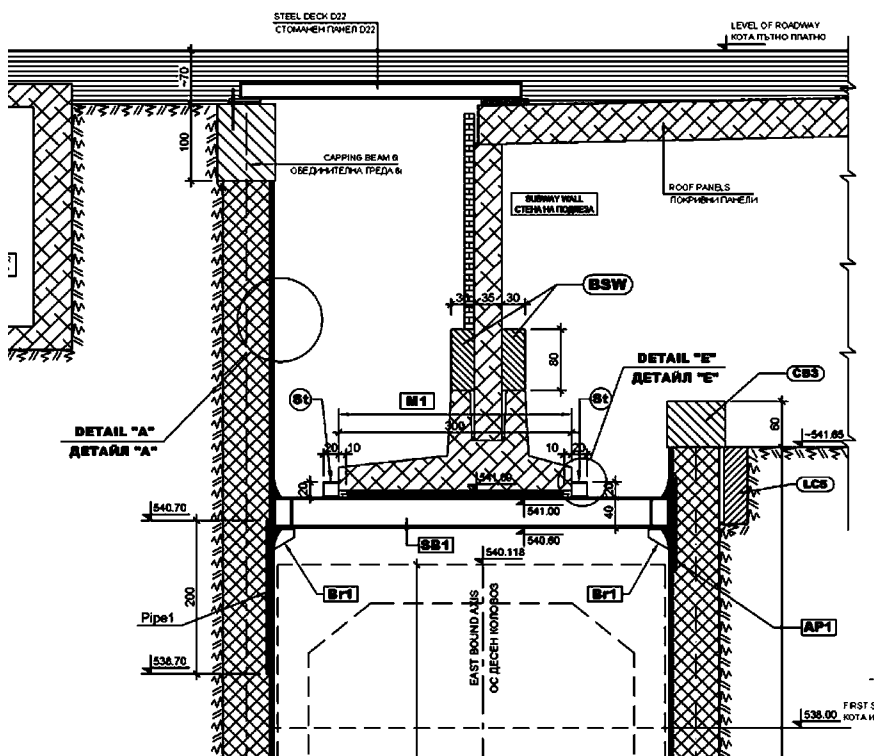
Cieľom projektu nazvaného Tunelové boxy metra bolo prepojenie existujúcich tunelových rúr v stanici metra 7 s novou trasou metra, ktorá sa vybuďovala metódou TBM. Realizovaný úsek bolo nevyhnutné raziť konvenčným spôsobom. Časť úseku sa realizovala hĺbením a časť razením. Konštrukcia tunelových boxov zasahovala do základovej konštrukcie existujúceho podchodu metra. Z toho dôvodu bolo potrebné základovú konštrukciu podchytiť a jej zaťaženie preniesť do vopred vybudovaných pilotových stien. Na realizáciu podchyťovania sa kladol mimoriadny dôraz vzhľadom na to, že nad podchodom sa nachádza križovatka ulíc Todor Alexandrov a Mária Lujza, ktorá bola počas výstavby v plnej prevádzke. Cez križovatku prechádza hlavný električkový ťah sever – juh.

## Práce v zóne A & E a B

Výkopové práce v zóne B sa realizovali v 4 výškových úrovniach so súbežným zaistením šikmého výkopu pomocou IBO kotiev dĺžky 6 m, ocelevej sieťoviny a striekaného betónu v dvoch vrstvách. Vyťažená hornina sa premiestňovala kolesovým nakladačom na medziskládku, odkiaľ sa vežovým žeriavom pomocou výklopného kontajnera s objemom 1 m<sup>3</sup> vysypávala do nákladných áut a vyvážala sa na depóniu. Po dosiahnutí finálnej úrovne výkopu sa zrealizovalo drenážne odvodnenie z perforovaných PVC rúr Ø 200 mm pozdĺž zóny a pristúpilo sa k demolácii dočasnej pilotovej steny, ktorá tvorila hranicu medzi rotačnou šachtou a zónou B. Podobne sa postupovalo aj v zóne A & E. V tejto zóne nebolo potrebné zabudovať IBO kotvy.

## Zóna C

Práce v zóne C spočívali v podchytení nosného piliera existujúceho podchodu. Každému metrovému kroku razenia predchádzalo osadenie oceleového nosníka na konzoly ukotvené do jednotlivých pilôt, tvoriacich pilotovú stenu po oboch stranách razeného tunelového boxu. Oceleový nosník sa dopravil na miesto osadenia kolesovým naklada-



Podchyťovanie v zóne C



Práce na časti projektu Tunelové boxy metra



Podchytávanie stredového piliera námestia pomocou hydraulických valcov



Pohľad na zónu tunelových boxov A &amp; E + B – spätný zásyp

čom a pomocou zdvíhacích zariadení ukotvených v pilótach sa osadil pod päť piliera na konzoly a upevňoval sa zvarom. Razilo sa vo dvoch etapách – kalota, dno. V tejto zóne sa očakávali veľké prítoky vody. Hladinu spodnej vody preto znižovali 4 artézske studne a drenážne odvodnenie vybudované počas razenia. Čelba sa zabezpečovala striekaným betónom a kalota primárnym ostením s hrúbkou 150 mm.

### Razenie v zóne D

Zóna sa razila pod ochranným mikropilóto- vým dáždnikom z dôvodu nízkeho nadložia a prechodu pod jestvujúcim kolektorom. Pomocou vrtnéj súpravy sa navráta požadovaný počet mikropilóto- vých rúr s priemerom 114,80 mm v oboch tunelových boxoch.

Razenie prebiehalo vo dvoch etapách – kalota, dno, s dĺžkou záberu 0,8 m, pričom po každom zábere sa osadil oceľový profil HEB a steny kaloty sa zabezpečili dvojitou vrstvou oceľovej sieťoviny a striekaným betónom s hrúbkou 260 mm. Hranicu medzi touto zónou a jestvujúcou stanicou metra tvorila dvojitá železobetónová podzemná stena, ktorá sa následne odstránila. Prebytočná voda sa odvieďa drenážnym systémom.

### Betonáž

Betonáž tunelových boxov bola rozdelená na tri etapy – základová doska s hrúbkou 500 mm, zvislé steny s hrúbkou 400 mm a stropná doska s hrúbkou 500 mm vo všetkých zónach s výnimkou zóny D, kde bola predpísaná hrúbka stropnej dosky 400 mm.

Realizácii základovej dosky predchádzalo osadenie hydroizolácie prekrytej ochranným betónom. Krížom armovaná doska sa zrealizovala vcelku v rámci jednotlivých zón. Tie boli oddelené dilatáciami škárami prebiehajúcimi celým obvodom tunelového boxu a PVC tesniacou páskou a extrudovaným polystyrénom s hrúbkou 2 cm. Na dodatočnú injektáž boli doplnené injektážnym systémom. Zvislé steny sa betonovali po etapách dĺžky 10,5 m a boli oddelené pracovnými škárami. Do každej z nich sa vkladal bentonitový napučiaci pásik. V zóne B sa zvislé steny betonovali použitím obojstranného debnenia v mieste šikmého výkopu. V ostatných zónach sa použilo jednostranné debnenie.

Stropná doska sa zrealizovala na dĺžku jednotlivých zón, oddelená bola dilatáciami



Rozšírenie metra v Sofii, Bulharsko



Naše stavby menia váš svet ...

Kontinuita v podzemnom staviteľstve a inžinierskych stavbách

Nová stavebná spoločnosť TuCon, a.s. vznikla v roku 2009 a plynule pokračuje v podnikateľských aktivitách výrobných divízií podzemných stavieb a inžinierskych stavieb spoločnosti Tubau, a.s., ktoré odkúpila na základe Zmluvy o predaji časti podniku.

**TuCon, a.s.**  
realizuje dodávky stavebných prác v oblasti:

- výstavba a rekonštrukcia podzemných diel (cestné, diaľničné, železničné tunely a ostatné podzemné diela)
- výstavba a rekonštrukcia inžinierskych stavieb (vodovody, kanalizácie, čistiarne odpadových vôd)

**TuCon, a.s.**  
Priemyselná 2, 010 01 Žilina  
t +421 (41) 5115 411 • f +421 (41) 5115 401  
e-mail info@tucon.sk • www.tucon.sk



Elektrárň Linth Limmern, Švajčiarsko



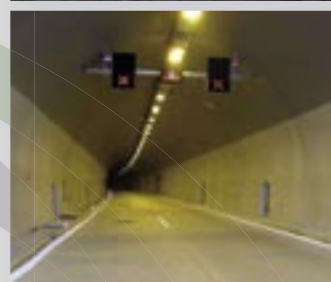
Železničný tunel Bibra, Nemecko



Elektrárň Nant de Drance, Švajčiarsko



Cestný tunel Oshlid, Island



Tunel Bôrik (diaľnica D1), Slovensko



Práce na časti projektu Obnova podchodov



Podchytávanie stredového piliera námestia pomocou hydraulických valcov

škárami. Po nadobudnutí 28-dňovej pevnosti prebiehali zásypové práce spätným zásypom z vyťaženého materiálu.

### Rotačná šachta

Počas výstavby slúžila rotačná šachta na montáž a otáčanie TBM zariadenia, dodávku TBM segmentov a odvoz vyťaženej horniny.

Realizované práce boli rozdelené do troch etáp – armovanie a betonáž zvislých stien, stĺpov a prievlakov, stropnej dosky. Základovú dosku už vyhotovil predošlý subdodávateľ. Naše práce v rotačnej šachte sa začali realizáciou hydroizolačného súvrstvia s napojením na jestvujúcu izoláciu. Použila sa PVC fólia s hrúbkou 2 mm a geotextília 500 g/m<sup>2</sup>. Pracovné škáry sa ošetrili napučiacim bentonitovým pásikom a injektážnymi hadičkami pre prípadnú injektáž. Steny s výškou 7,65 m sa armovali a betónovali na tri etapy použitím jednostranného debnenia. Súčasťou podporného systému boli aj štyri stĺpy a dva prievlaky s dĺžkou 14,8 m.

Z akceleračných dôvodov, aby podopretie stropnej dosky neobmedzovalo nadväzujúce práce v rotačnej šachte, sa v mieste západnej rúry použili prefabrikované panely ako strategické debnenie. Následne sa vybuďovala nová kanalizácia vedená pod stropnou doskou, uložená v oceľovom ráme kotvenom v stropnej doske. Nový kanalizačný systém sa napojil na jestvujúcu časť.

### Obnova podchodu

Pod názvom projektu Obnova podchodu sa rozumie rozšírenie jestvujúceho podchodu v mieste nad novovybudovanými tunelovými rúrami. Práce na tomto objekte pozostávali z betonáže základových pätičiek, stĺpov, zvislých stien a stropnej dosky. Betonáži štyroch spriahnutých základových pätičiek predchádzal zhutnený spätný zásyp časti tunelových boxov. Pod celým objektom podchodu sa aplikovala izolácia proti zemnej vlhkosti. Následne sa zrealizovalo 15 železobetónových

stĺpov výšky 3,7 m a 11 stien, ktoré sa betónovali postupne v jednotlivých nadväznostiach. Poslednú časť objektu predstavovala realizácia stropnej dosky s hrúbkou 500 mm – zabetónovala sa vcelku bez dilatčných a pracovných škár. Veľký dôraz sa kládol na ošetrovanie betónu po betonáži a zamedzení vzniku trhlin. Táto stropná doska bude totiž v blízkej budúcnosti slúžiť ako nosná konštrukcia vozovky, a teda bude prenášať dynamické zaťaženie. Aj napriek vysokým letným teplotám a objemnej betonáži sa podarilo dodržať prísne kritériá zrealizovanej konštrukcie.

### Architektonické práce v podchode

Z dôvodu neustálych zmien dispozičného riešenia nových obchodov sa začiatok realizácie projektu Architektúra omeškal o viac ako mesiac. O realizáciu týchto prác sa uchádzal aj miestny dodávateľ, ktorý sa podieľal na prácach v rotačnej šachte. Pri výbere subdodávateľa zavážila spokojnosť zhotovovateľa a investora s našou prácou.

V poradí štvrtý celok zmluvných prác pre nás predstavoval netypickú výstavbu vzhľadom na zameranie. Koncepcia projektu spočívala v realizácii podchodu z dispozičného a architektonického hľadiska. Prácam predchádzalo vybudovanie vodovodnej a kanalizačnej siete s napojením na jestvujúcu časť. Pochôdzna vrstva podchodu sa navrhla z farebného štrukturovaného betónu, ktorý vytváral súlad so susediacim románskym kostolíkom sv. Petra. Nenosné steny a priečky jednotlivých obchodov sa vybuďovali z pôrobetónových tvárnic. Súbežne prebiehali práce na obkladoch stien, stĺpov a schodisku podchodu. Stĺpy sa obkladali sivým granitom s hrúbkou 2 cm, steny žltým mramorom a červeným granitom s hrúbkou tiež 2 cm a na schodisko sa kládol červený granit s hrúbkou 3 cm. Prednú časť obchodov tvorí sklenená výplňová konštrukcia osadená v hliníkovom ráme zelenej farby. Elektroinštalácií jednotlivých obchodov a pasáže sa namon-

tovali v subdodávke súbežne s ventilačným systémom. V pasáži sa navrhol zavesený strop z hliníkových lamiel bielej farby, v obchodoch sa strop riešil SDK kazetami. Prievlaky sa obložili hliníkovým kompozitom, farebne zladeným s granitovým obkladom stĺpov. Povrchovú úpravu interiéru obchodov tvorila sadrová omietka kombinovaná s keramickým obkladom v miestnostiach toaliet. Vo všetkých miestnostiach bola navrhnutá keramická dlažba.

### Záver

Na tomto projekte sme mali možnosť získať pracovné skúsenosti aj z iného prostredia, než na aké sme zvyknutí. Po počiatočných obavách a problémoch, ktoré sme mali so zabezpečením materiálu, prenájmom strojov a zariadením z miestnych zdrojov, sa nám podarilo úspešne sfinalizovať výstavbu stanice metra 7 – Serdika k spokojnosti budúcich užívateľov. Dôležité je tiež pripomenúť, že v priebehu celej výstavby sme nezaznamenali nijaký vážny pracovný úraz.

TEXT: Ing. Mikuláš Bodnár

FOTO: TUCON

Mikuláš Bodnár je manažér stavby v spoločnosti TUCON, a. s.

### Project Realization of Metro Extension in Sofia

The construction of underground urban high speed track started in London in the last third of the 19th century. Since the late 60th years of 20th century advised the Bulgarian government in Sofia the construction of the metro. The project includes three intersecting paths like in Prague, with 47 stations and a length of 52 km. Construction work began in 1978, but construction of the metro was extended by more than 20 years.