

UŽITÍ BIM PŘI VÝSTAVBĚ STOCKHOLMSKÉ MOSTNÍ KRUHOVÉ KŘIŽOVATKY ■ BIM PLANNING FOR CONSTRUCTION OF THE STOCKHOLM BRIDGE ROUNDABOUT JUNCTION

Michal Kunc

V článku je přibližena 2. etapa výstavby mimoúrovňové křižovatky na obchvatu Stockholmu společně se zkušenostmi s použitím dokumentace v 3D – BIM. ■ The article focuses on phase II of construction of an interchange on the Stockholm bypass and experience gained on using the 3D – BIM planning.

Projekt E4 obchvat Stockholmu – Förbifart Stockholm – je nová trasa evropské dálnice E4 okolo švédského hlavního města, která má za cíl zrychlit tranzitní dopravu jejím odkloněním od středu města. Celá stavba je řešena jako jeden z pilotních projektů investora Travikveket v systému BIM.

Nejvýznamnější částí projektu je úsek FSE 105 Kungens Kurva – mimoúrovňová kruhová křižovatka –, která navazuje na jižní tunelové portály. Její výstavba je rozdělena do čtyř fází: mostní kruhová křižovatka, betonové „vany“ vjezdu do tunelu, tunelové portály a koloseum. Skanska, a. s., realizuje pro hlavního zhotovitele úseku Skanska Sverige AB hlavní mostní objekt 14A, opěrnou stěnu 14B, monolitické rampy 14C a 14F, mostní rampy 14D a 14E, opěrnou stěnu 14S, podzemní retenční nádrž G18 a podchody pro pěší 244 a 245. Nosnou konstrukci mostních objektů tvoří velmi hustě vyztužené trámové průřezy. První etapa byla dokončena v loňském roce a informace o ní byla uveřejněna v Beton TKS 4/2017. Druhá etapa projektu, která je předmětem tohoto článku, byla zahájena na podzim roku 2017 a zahrnuje výstavbu kompletní rampy 14D pro nájezd a 14E pro výjezd na obchvat Stockholmu směrem z jihu a dokončení mostní kruhové křižovatky sestávající ze dvou spojovacích středních polí.

TECHNICKÝ POPIS

Po dokončení dvou středových polí o délce 40 a 38 m má hotová konstrukce eliptický tvar s délkou os 130 a 95 m. Rampy 14D a 14E o délce 158 m jsou shodně jako středová pole tvořena trámovým nosníkem o výšce 1,5 m a průměrné šířce 11,7 m – směrem k portálům tunelu se nosné konstrukce rozšiřují z důvodu napojení na již stávající silnici E4. Rampy byly rozděleny do tří



1

betonážních taktů. Všechny mostní konstrukce byly realizovány z nepředpjatého betonu třídy C35/45.

Různorodé podloží (silné vrstvy jílu – občas silně kontaminované ropnými látkami z provozu a benzínových stanic –, ale i mnoho vrstev skály rozdílné pevnosti a kvality) vedlo k užití tří metod založení: plošně v místě s kvalitní pevnou skálou, na vrtaných ocelových trubkových pilotách nebo na ražených pilotách z vysokopevnostního betonu C50/60-XC2, XF1 o rozměrech 270 x 270 mm. Vzhledem k blízkosti dálnice je celá stavba po obvodu staveniště zajištěna proti průsakům vody v obou směrech a proti sesuvu materiálu štěpnicemi o délce až 16,5 m.

Jednotlivé střední podpěry se skládají ze základu a dvou válcových pilířů. Výška pilířů je v rozmezí 3,5 až 6,7 m a výška

krajních opěr 4,5 až 5,4 m. Všechny pilíře a opěry jsou opatřeny hrncovými ložisky polské firmy B Grupa z o. o. Do opěr a pilířů v blízkosti dálnice E4 byly osazeny měřicí body EKP a po dokončení byly všechny opěry a monolitické stěny opatřeny body pro geodetické měření.

Nosná konstrukce objektu 14A i ramp 14D a 14E je z nepředpjatého, silně vyztuženého (v některých sekcích až 250 kg/m³) železobetonu třídy C35/45. Sednutí kužele bylo smluvně stanoveno na třídu S3, kamenivo D_{max} 22 mm a objem vzduchu minimálně 4,1 %. Ve směsi je použit pro stavební účely upravený portlandský cement CEM I 42,5N-SR3 MH/LA. Příčný sklon obou středních mostovek i obou ramp je -2,5 %, podélný sklon je proměnlivý. Výška nosné konstrukce nad plánovaným finálním terénem se pohybuje v rozmezí 2,5 až 6,2 m.



3



Obr. 1 Řez obchvatem Stockholmu, cca 18 km z celkových 21 km je vedeno v tunelech, v pravé části vyznačena kruhová křižovatka

■ Fig. 1 Cross-section of the Stockholm bypass, approx. 18 km of the total of 21 km is placed in tunnels, the roundabout junction on the right

Obr. 2 Armatura: a) základ s vypichy do pilíře, b) pole A5

■ Fig. 2 Reinforcement: a) foundation – continuous reinforcement to the pillar, b) span A5

Obr. 4 a) Ukončení závěru v římsce, b) detail pro umístění světla

■ Fig. 4 a) End of the expansion joint in the ledge, b) detail for mounting the light

Obr. 5 Místo pro mostní závěr na A5

■ Fig. 5 Space for the expansion joint on A5

Po celé délce všech nosných konstrukcí jsou zhotoveny nízké okrajové římsy, do nichž byly při ukládání armovací výztuže osazeny kotevní přípravky pro zábradelní svodidla, osvětlení a portály dopravního značení v místech, kde nosná konstrukce překlenuje dálnici E4. Sloupky zábradelního svodidla jsou

z plného profilu 55 x 55 mm a jejich patky nejsou podlity žádnou hmotou. Spojení opěr s nosnou konstrukcí je řešeno pomocí jednolamelových dilatačních závěrů s rozsahem 80 mm, pouze závěr u opěry S1 na rampě 14E je dvoulamelový s rozsahem 160 mm. Závěry jsou jednoduše zakončeny usazením do římsy.

POSTUP VÝSTAVBY

Před zahájením 2. etapy výstavby v listopadu 2017 bylo nutno převést současnou trasu dálnice E4 a veškerou dopravu z původního umístění ve středu elipsy pod již zhotovené krajní části nosné konstrukce. Převedení dopravy se připravovalo celý říjen 2017 (zhotovení nové silnice na obou stranách, zajištění dopravního značení a svodidel), vlastní akce proběhla v průběhu dvou nocí na začátku listopadu 2017. Tím se uvolnil pracovní prostor pro umístění skruží Staxo 100 pro středomá pole a rampy 14D a 14E i pro následující přípravné zemní práce (betonové vany a sjezd k tunelovým portálům). Bednění nosné konstrukce bylo postaveno na systémové skruži Staxo 100

a dřevěných ramenátech (svíslé povrchy ze dřeva a vodorovné povrchy z hladké překližky Doka 3-S). Nosná konstrukce se betonovala společně s okrajovými římsami. Po dokončení závěrečných betonářských prací (např. broušení povrchů) dojde k osazení zábradelních svodidel, osvětlení a dopravního značení a k pokládce izolace a asfaltových vrstev vozovky.

UŽITÍ BIM V PRAXI

Součástí všeobecných zadávacích podmínek investora pro celý projekt byla i podmínka vést pro tento projekt 3D dokumentaci – BIM. Pro realizaci projektové dokumentace využila Skanska AB vlastních zdrojů ze Skanska Tekniksk. Před zahájením stavebních prací tak vznikl jeden kompletní projekt – soubor obsahující všechny konstrukce, stavební objekty, zemní práce apod., který je průběžně doplňován a aktualizován.

Pro přípravné práce na projektu, kalkulace, obchodní nabídky a poptávky je tento 3D model velkým přínosem – za předpokladu, že je odevzdán včas. Model



Investor	Travivkeket
Generální zhotovitel	Skanska Sverige AB
Subdodavatel	Skanska, a. s.
Bednění	Doka

Obr. 6 a) Mimoúrovňňová křižovatka, b) až e) podhledy (rozdvojení na A1, pole A, od S6, rampa 14D) ■

Fig. 6 a) Interchange, b) to e) soffits (A1 fork, span A, from S6, 14D ramp)

je přehledný a za použití patřičné techniky (výkonné PC, iPad, 3D brýle) a softwarového vybavení (NavisWorks, CAD) je jeho použití v kanceláři poměrně snadné.

Při zahájení stavebních prací však již došlo k mírným komplikacím. Pro zemní práce bylo nutné modely částečně předělat. Následné použití v těžké mechanizaci za pomoci GPS však bylo velmi efektivní, urychlilo a zpřesnilo spoustu operací.

První vážný problém nastal při realizaci spodní stavby, kdy veškeré armovací výkresy přišly jako 3D model bez náležité konverze do 2D. V té době bylo na stavbě pouze jedno PC schopné tyto modely použít, což práce poněkud zpomalilo. Bylo tedy nutné zajistit dodatečné školení pro vybrané dělníky na využití BIM v praxi a objednat náležitou techniku (mobilní PC a pár odolných tabletů). Pro jednoduché konstrukce se toto řešení osvědčilo a mohlo se i nadále pokračovat ve 3D.

Druhý a zároveň poslední vážný problém nastal při dodání dokumentace nosné konstrukce. Výkresy tvaru

(tesařské) byly v pořádku a usnadnily řešení několika nepřehledných detailů (konec příčniku, úložný práh apod.), bohužel armovací výkresy nosné konstrukce, kde bylo místy ve spodní i horní vrstvě shodně šest vrstev armovací výztuže, byly ve 3D tak nepřehledné, že nešly prakticky použít. Projektant neměl bohužel čas a prostředky k včasné úpravě modelu z 3D a pouhým prostým převodem do 2D vznikly obrázky plně barevných čar jdoucích všemi směry bez jakékoliv sounáležitosti, kót nebo informačních popisů. Tento problém neměl bohužel jiné řešení, než že po dohodě zhotovitele a investora došlo na začátku léta 2017 k ukončení používání 3D modelů pro všechny mostní betonové konstrukce a návrat ke klasickým 2D výkresům.

I přes tento zdánlivý neúspěch 3D modelu v první fázi projektu však jeho používání přineslo mnoho poznatků a zkušeností, takže pro další fáze je model náležitě upraven a v předstihu dodáván dle potřeb stavby.

ZÁVĚR

Celý projekt je realizován bez přerušení provozu na dálnici E4 a vzhledem k velmi stísněnému prostoru a mnoha současně probíhajícím operacím je kladen velký důraz na organizaci práce, bezpečnost na stavbě a minimalizaci rizik spojených s dopravou a mechanizací. Severské klimatické podmínky mají velký vliv na provádění prací. Zejména v zimním období, kdy v prosinci až únoru klesá teplota běžně pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, je potřeba počítat s časem i prostředky navíc. Využití 3D modelu přineslo vedle nesporných výhod i svá úskalí a bylo potřeba najít vhodný přístup k této relativně nové a na velkých projektech zatím málo používané technologii.

Ing. Michal Kunc

Skanska, a. s.

michal.kunc@skanska.cz

