

GEODETICKÉ ČINNOSTI PRI VÝSTAVBE ESTAKÁDY ŽILINA (STRÁŽOV) - ŽILINA (BRODNO) DIAĽNICE D3

GEODETIC ACTIVITIES BY THE CONSTRUCTION)
OF THE SCAFFOLD BRIDGE ŽILINA (STRÁŽOV) – ŽILINA (BRODNO)
OF D3 HIGH-WAY

Miroslav GARAJ, Michal JANÍČEK¹

Abstract:

The contribution describes the geodetic activities in the construction of bridge object 223-00, "Flyover of the D3 highway in 7.500 km route I/18, Railways of the Slovak Republic and water reservoir Hričov" on the construction of the D3 highway section Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno). This flyover is unique in terms of projection, social significance, landscaping and technical parameters. From the construction or geodetic point of view this flyover is interesting from the standpoint of its actual realization. The supporting structure (skeleton) of this large object consists of one monolithic unit with a length of almost 1.5 km. This monolithic unit was realized by four different methods of building a supporting structure. Only the cooperation of all construction participants, including the geodetic component, could be realized a quality bridge work. The individual chapters of the contribution point to the importance of the geodesy in construction work. We emphasize its great importance in designing, building geodetic bases, in the construction itself, in checking the quality of construction of building parts, in monitoring the building during construction and, of course, in providing geodetic data for the purposes of creating documentation of actual construction.

Abstrakt:

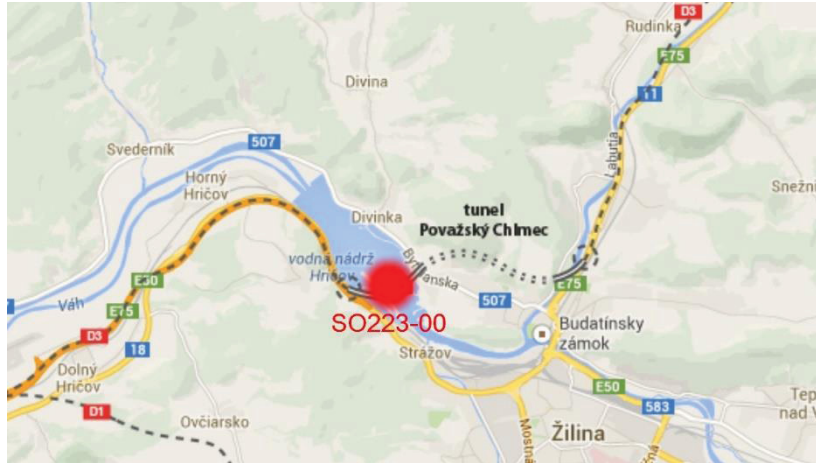
Príspevok popisuje geodetické činnosti pri výstavbe mostného objektu 223-00, „Estakáda na D3 v km 7,500 nad cestou I/18, ŽSR a vodnou nádržou Hričov“ na stavbe diaľničného úseku D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno). Táto estakáda je jedinečná z pohľadu projekcie, spoločenského významu, krajiny tvorby a technických parametrov. Zo stavebného, resp. geodetického pohľadu je zaujímavá predovšetkým z hľadiska samotnej realizácie. Nosná konštrukcia tohto rozsiahleho objektu tvorí jeden monolitický celok o dĺžke takmer 1,5 km. Tento monolitický celok bol realizovaný štyrmi rôznymi postupmi budovania nosnej konštrukcie. Iba súčinnosťou všetkých účastníkov výstavby vrátane geodetickej zložky mohlo byť zrealizované kvalitné mostné dielo. Jednotlivé kapitoly príspevku poukazujú na dôležitosť geodézie pri stavebnej činnosti. Poukazujeme na jej veľký význam pri projekčných prácach, pri budovaní geodetických základov, pri samotnej stavebnej činnosti, pri kontrole kvality zhotovenia stavebných častí, pri sledovaní objektu počas výstavby a samozrejme pri zabezpečovaní geodetických podkladov pre potreby tvorby dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby.

1 ÚVOD

Diaľnica D3 sa začína v križovatke s diaľnicou D1 z Bratislavy, pred Žilinou v Dolnom Hričove. Od roku 2008 motoristi využívajú hotový takmer 8,5-kilometrový úsek po Strážov.

¹ Garaj Miroslav, Ing., Janíček Michal, Ing., GEFOS SLOVAKIA, s.r.o., Bojnická 3, 831 04 Bratislava, miroslav.garaj@gefos.sk, michal.janicek@gefos.sk

V máji 2014 bola podpísaná Zmluva o Dielo medzi Národnou diaľničnou spoločnosťou, a.s., a zhotoviteľom - Združenie D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno), ktorého členmi sú spoločnosti EUROVIA SK, a.s., HOCHTIEF CZ, a. s. a SMS a. s. na výstavbu pokračujúceho úseku diaľnice D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno). Tento náročný úsek D3 má celkovú dĺžku v osi 4,250 km a zhotoviteľ mal na jeho výstavbu stanovený čas 36 mesiacov.



Obr. 1 Situácia širšieho okolia stavby D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno).

Úsek diaľnice D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno) o celkovej dĺžke 4.25 km celkovo tvorí 127 stavebných objektov, ale dominantnými objektmi sú najmä 2 mostné objekty SO 223-00, SO 224-00 a tunel Považský Chlmec.

2 GEODETICKÉ A KARTOGRAFICKÉ ČINNOSTI PRI VÝSTAVBE DIAĽNÍC

Stavby veľkého rozsahu sú organizačne, technologicky, finančne a časovo náročné. Aby výstavba fungovala podľa časového harmonogramu a bola dokončená podľa plánu, je potrebné, aby sa na nej podieľali tímy ľudí s odbornou kvalifikáciou a skúsenosťou. Každá chyba, nepresnosť, nekvalita, znamená nákladné opravy, časové zdržania, v ojedinelých prípadoch až búrania.

Priestorové umiestnenie stavby a presnosť rozmerov a tvarov jednotlivých stavebných objektov zabezpečuje geodet zhotoviteľa. Ten je nenahraditeľnou zložkou v stavebnom procese v rámci tímu geodetov pôsobiacich na stavbe v rôznych pozíciách.

Z pohľadu organizačného a oblasti pôsobenia činnosť geodeta na takej stavbe, ako je Úsek diaľnice D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno), kategorizujeme do nasledovných pozícií resp. funkcií:

- autorizovaný geodet a kartograf stavebníka (autorský dozor),
- autorizovaný geodet a kartograf projektanta (zhotoviteľa projektu),
- hlavný autorizovaný geodet a kartograf zhotoviteľa (HGZ),
- hlavný banský merač,
- autorizovaný geodet a kartograf zhotoviteľa (GZ).

Prostredníctvom autorizovaných geodetov a kartografov sú pokryté geodetické a kartografické činnosti vo fázach prípravy (projektovania), realizácie, kolaudácie a prevádzky stavby [4].

Úlohy pozícií autorizovaných geodetov a kartografov sú definované vo Vyhláške ÚGKK SR č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon NR SR č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov (novela 75/2011 a 26/2014 Z. z.), ale ich náplň

činností môžu rozširovať a upresňovať ešte zmluvné podmienky v rámci jednotlivých stavieb. Činnosti a úlohy geodetov sa postupne menia podľa rozpracovanosti stavby.

3 ESTAKÁDA NA D3 V KM 7,500 NAD CESTOU I/1, ŽELEZNICOU A VODNOU STAVBOU HRIČOV

Stavba:	D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno)
Názov objektu:	Estakáda na D3 v km 7,500 nad cestou I/18, ŽSR vodnou nádržou Hričov
Katastrálne územie:	Strážov, Považský Chlmec
Okres:	Žilina
Stavebník:	Národná diaľničná spoločnosť, a.s., Bratislava
Správca objektu:	Národná diaľničná spoločnosť, a.s., Bratislava
Generálny projektant:	Dopravoprojekt a.s.
Zhotoviteľ :	Združenie D3 Žilina (Strážov) – Žilina (Brodno)
Projektant objektu:	Stráský, Hustý & partneri, s.r.o.
Zodpovedný projektant:	Ing. Pavel Sliwka
Hlavný stavbyvedúci:	Ing. Martin Šálek, EUROVIA CS, a. s.

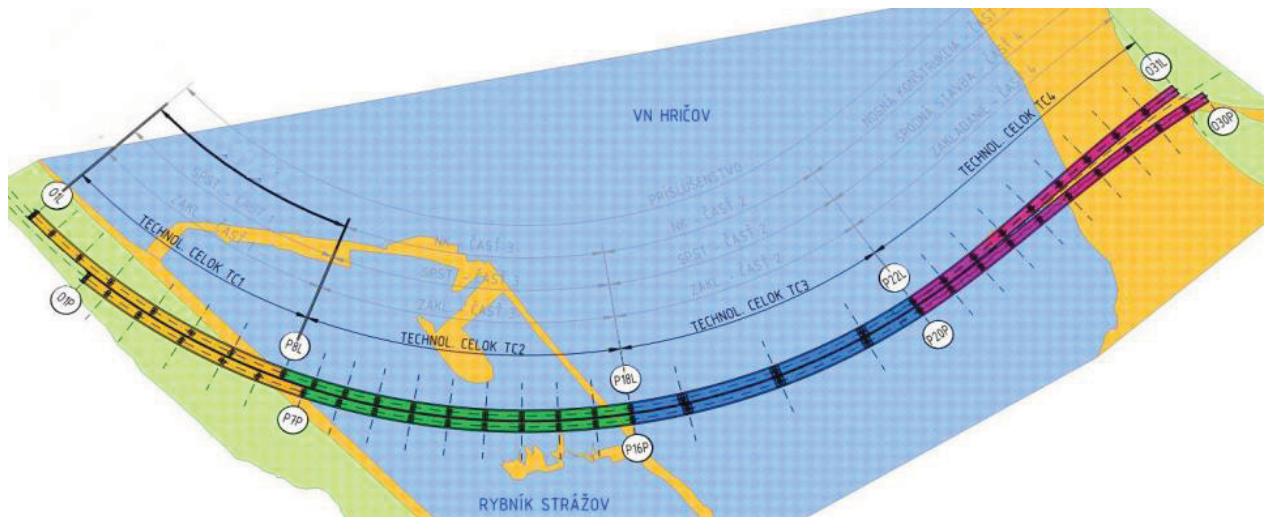
Cieľovou funkciou estakády je spojiť úsek medzi už sprevádzkovaným úsekom D3 Hričovské Podhradie – Žilina, Strážov a ústím západného portálu tunela Považský Chlmec. Na tomto 1.5 km dlhom, problematickom úseku musí nadísť cestu I. triedy I/18, jestvujúci kanalizačný zberač DN 2200, vodovod, vetvu B diaľnice D3, trať ŽSR s elektrickými sieťami, rybník Strážov, Hričovskú nádrž, okrajovú časť Považského Chlmca a Bytčiansku cestu.

Mostný objekt 223-00 je rozdelený na dva mosty (pre každý dopravný smer je navrhnutá samostatná konštrukcia – jeden dilatčný celok). Po statickej stránke sú oba mosty identické. Nosná konštrukcia každého mosta je navrhnutá ako spojitý nosník z monolitického predpätého betónu, celkovej dĺžky nosnej konštrukcie 1492,64 m pre ľavý most a 1436,67 m pre pravý most. Priečny rez je navrhnutý ako dvojtrámový konštantnej výšky s prechodom na komoru premennej výšky prierezu. Voľná šírka vozovky na obidvoch mostoch je rovnaká 11,25 m. Estakáda stojí na 57 pilieroch, z toho len 22 pilierov je na súši.

Vzhľadom k obmedzenému času výstavby a stanoveným míľnikom v zmluve o dielo, bolo potrebné, aby zhotoviteľ estakády použil viaceré technológie výstavby súbežne.

V rámci návrhu mosta je konštrukcia rozdelená do štyroch technologických celkov podľa technológie výstavby nosnej konštrukcie danej časti. Delenie je nasledujúce:

- Technologický celok TC1 – realizovaný pomocou prekladanej pevnej skruže,
- Technologický celok TC2 – realizovaný pomocou posuvnej skruže Strukturás,
- Technologický celok TC3 – realizovaný pomocou letnej betonáže,
- Technologický celok TC4 – realizovaný pomocou posuvnej skruže BERD [3].



Obr. 2 Situácia s rozčlenením estakády na technologické celky.

4 LOKÁLNA VYTYČOVACIA SIEŤ SO 223-00

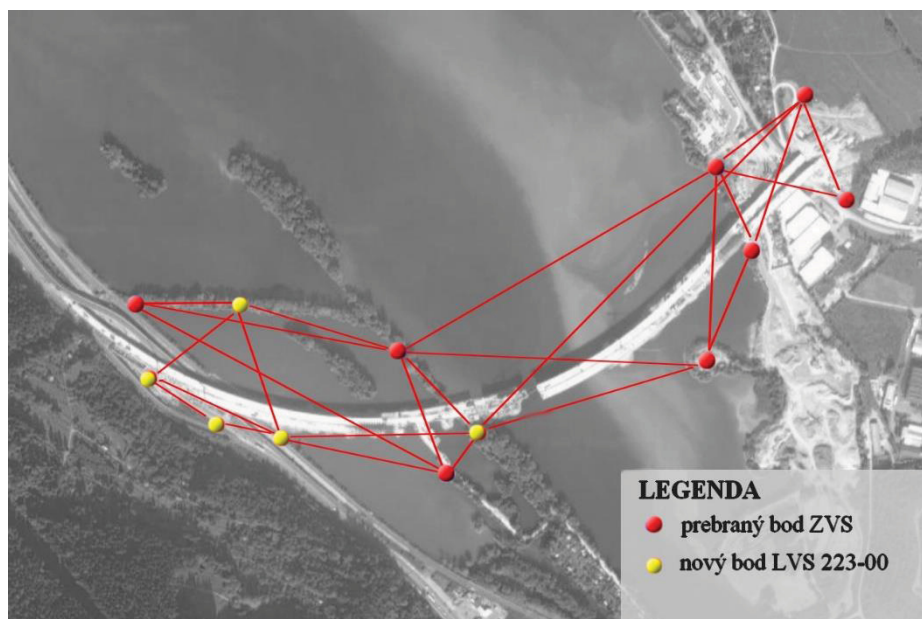
Na dodržanie požadovaných kvalitatívnych parametrov, a to rozmerov a geometrie estakády projektantom, bolo potrebné dobudovať lokálnu vytyčovaciu sieť (LVS) s vyššou relatívnou (vnútornou) polohovou a výškovou presnosťou ako bola prebraná základná vytyčovacia sieť (ZVS).

Rozmiestnenie a stabilizácia bodov LVS boli do značnej miery limitované Hričovskou vodnou nádržou, rybníkom v Strážove a zastavanosťou územia.

Pri budovaní bolo cieľom dosiahnuť:

- funkčnosť a účelnosť LVS počas celej výstavby a budúcej prevádzky estakády,
- vzájomná viditeľnosť a signalizácia aj po vybudovaní spodnej a hornej stavby mosta,
- zabezpečenie dlhodobej stability a ochrany bodov počas výstavby,
- zabezpečenie dostatočnej hustoty umiestnenia bodov na dosiahnutie presnosti vytyčovania.
- Pri vybudovaní LVS sme využili aj body základnej vytyčovacej siete a to z niekoľkých dôvodov:
 - vhodnosť rozmiestnenia bodov ZVS pre účel LVS,
 - ich stabilizácia s dlhoročným predstihom a predpoklad stability,
 - optimalizácia nákladov pri budovaní LVS.

Celkovo sa lokálna vytyčovacia sieť SO 223-00 skladá z trinástich bodov. Označenie bodov bolo zvolené od č.223.1 až 223.13 v smere rastu staničenia stavby. Novovybudované body sú stabilizované oceľovými obetónovanými piliermi s nútenou centráciou o celkovej dĺžke 4 m (spodná časť je cca 2,7 m pod úrovňou terénu a hlava piliera cca 1,3 m nad terénom) s vyvrátaným otvorom pre upevnenie odrazného hranolu, resp. prístroja. Na každom pilieri je z boku osadená čapová nivelačná značka približne 0,3 m nad terénom. Pri všetkých bodoch stabilizovaných pilierom sú umiestnené ochranné tyčové značky červeno-bielej farby s označením bodu.



Obr. 3 Situácia rozmiestnenia bodov LVS SO 223-00

Geodetické, meračské a výpočtové práce boli realizované v lokálnom súradnicovom systéme, ktorý vychádza zo štátneho polohového súradnicového systému jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) s redukciou z nadmorskej výšky a kartografického skreslenia rovnice 1. Výšky bodov vytyčovacej siete boli určené vo výškovom systéme Balt po vyrovnaní (Bpv).

Môžeme konštatovať, že pri budovaní LVS SO 223-00 sa nedalo postupovať bežným postupom ako pri výstavbe mostov na voľnom priestranstve. Obmedzenie vodnou plochou bolo najväčším problémom. Body sme rozmiestnili tak, aby sme vedeli zabezpečiť potrebnú presnosť vytyčenia estakády. Nedostatočnú hustotu bodov sme museli eliminovať vhodnou meracou technikou a využitím viacerých geodetických metód merania alebo aj postupným dobudovávaním dočasne stabilizovaných bodov podrobnej vytyčovacej siete spolu s napredovaním výstavby estakády v priestore vodných plôch.

Parametre presnosti siete sú pravidelne kontrolované v pravidelných polročných intervaloch formou revízie polohy a výšky bodov LVS 223-00.

5 ČINNOSTI GEODETA ZHOTOVITEĽA NA SO 223-00

Geodetické práce na objekte estakády technicky a personálne zabezpečuje firma GEFOS SLOVAKIA, s.r.o. Vzhľadom na meniacu sa intenzitu prác na stavbe, sa menil aj počet pôsobiacich geodetov na objekte, od dvoch na začiatku stavby, až po sedem v čase najväčšieho rozmachu prác budovania nosných konštrukcií.

Celá estakáda bola rozčlenená na 4 technologické celky. Aj keď geodetické práce sú na mostných objektoch obsahovo veľmi podobné, počnúc vytyčovaním výkopov, pilót, základov, driekov podpier a následným vytyčovaním hornej stavby, osadzovaním ložísk, vytyčovaním nosnej konštrukcie (NK), ríms, vozoviek, s meniacou sa technológiou, menil sa aj charakter geodetických prác.

Technologický celok TC1 bol budovaný na pevnej skruži v husto zastavanom území pozemnými komunikáciami a inžinierskymi sieťami. Pri budovaní spodnej stavby bolo potrebné riešiť kolízie s podzemnými inžinierskymi sieťami a existujúcimi diaľničnými objektmi. Rovnako dôležité bolo dodatočné mapovanie skutočného stavu po výkopových

prácach zakladania spodnej stavby, opätovné vytyčovanie inžinierskych sietí, domeranie výšok trolejového vedenia železničnej trate, atď.

Plynulosť výstavby tohto úseku bola poznačená časovo limitovanými výlukami železničnej dopravy, čo spôsobovalo tlak aj na výkon geodetických prác. Pri výstavbe tohto úseku bol kladený väčší dôraz na bezpečnosť prác, nakoľko sa síce s obmedzeniami, ale predsa budovalo nad sprevádzkovanými cestnými komunikáciami a železničnou traťou. Zo špecifických prác geodeta na tomto úseku možno spomenúť sledovanie polohových a výškových zmien pevných skruží počas betonáží NK. Môžeme konštatovať, že ani pri jednom z 11 sledovaní, nedošlo k prekročeniu povolených výškových a polohových zmien podpernej skruže.



Obr. 4 Fotografie z výstavby TC1

Práce na TC2 začali vytyčovaním násypu prístupovej cesty a pilotážnych plošín v rybníku Strážov. Nakoľko nebolo technicky výhodné vypustenie rybníka, vytyčovanie priestorovej polohy bolo postupné, súbežné s navádzaním násypového materiálu.



Obr.5 Fotografie z výstavby NK výsuvnou skružov Strukturás na TC2.

Nosná konštrukcia tohto technologického celku bola realizovaná pomocou posuvnej skruže Strukturás. Princíp spočíval v zabetónovaní celého poľa NK medzi dvoma zhotovenými zárodkami NK nad piliermi spodnej stavby. Následne sa celá konštrukcia vysunula do ďalšieho poľa, postavila sa na zhotovené zárodky a proces sa opakovával, kým nebola zabetónovaná celá NK ľavého mosta (LM) na TC2. Nasledovalo presunutie celej konštrukcie na pravý most na začiatku TCA a proces pokračoval obdobným spôsobom. Pred každým posúvaním posuvnej konštrukcie bolo potrebné v predstihu na nasledovný zárodok vytýčiť os spodnej stavby a dočasné bločky, na ktoré sa výsuvná skruž Strukturás uložila. Takýmto spôsobom sa zabetónovalo 19 polí o celkovej dĺžke cca 900 m za 9 mesiacov.

Podobná metodika prác bola na TC4. Posuvná skruž BERD, použitá na tomto technologickom celku, bola z pohľadu geodeta náročnejšia a mala niekoľko špecifik. Na rozdiel od Strukturasy, sa výsuv konštrukcie BERD držal pozdĺžnej osi hornej stavby. Okrem dočasných blokov pre osadenie skruže, bolo potrebné aj presné osovú vytyčenie pomocných výsuvných prvkov, od ktorých bol celý ďalší posun konštrukcie závislý. Rýchlosť výstavby NK bola obdobná s konštrukciou Strukturasy na TC2.



Obr.6 Fotografie z výstavby NK výsuvnou skružou BERD na TC4.

Z geodetického hľadiska bola najnáročnejšia práca na technologickom celku TC3, ktorý bol budovaný formou letmej betonáže. Celok sa skladal z troch vahadiel na ľavom moste a z troch na pravom moste. Vahadla mali 9-12 lamiel o dĺžkach od 4,0 m do 6,5 m. Tento 350 m dlhý úsek preklenuje vodné dielo Hričov s uvažovanou Vážskou vodnou cestou.



Obr.7 Fotografie z výstavby NK pomocou letmej betonáže na TC4.

Náročné bolo hlavne dosahovanie požadovanej presnosti podrobného vytyčovania, nakoľko rozmiestnenie bodov vytyčovacej siete na brehu priehrady limitovalo možnosti pripojenia. Požadovanú presnosť sme dosahovali vďaka špičkovej meracej technike, vhodne zvolenou metodikou merania, doplnením pomocných dočasných vzťažných bodov na trvalých konštrukciách a opakovanými resp. kontrolnými nezávislými meraniami. Problematická bola práca aj z pohľadu pracovného priestoru. Správna voľba stanoviska bola v mnohých prípadoch obtiažna a nevyhli sme sa často ani isteniu bezpečnostnými popruhmi proti pádu z výšky. Po zabetónovaní vahadla nasledovala kontrola pozorovaných bodov na vrchu vahadla pred predopnutím a po predopnutí každej lamely. Na základe zistených výškových a polohových zmien na pozorovaných bodoch, projektant vypočítal pracovné nadvýšenie následnej lamely. Bolo nevyhnutné zabezpečiť kontinuálne pôsobenie geodetov na stavbe, nakoľko ďalšie práce záviseli od výsledkov získaných geodetickým meraním. Počas

výstavby NK tohto celku sa zrealizovalo približne 120 meraní na vyše 330 pozorovaných bodov na vahadlách. Výsledkom je zabetónovaná nosná konštrukcia podľa predpokladov projektantov.

Zo špecifických činností geodeta na TC3 možno spomenúť vytyčovanie ľadolamov, kontrolu sadania vežových žeriavov počas prevádzky, sledovanie pomocných skruží pod vahadlami, či zameriavanie dna priehrady po odstránení pilotovacích plošín. Popri stavebnej činnosti kontinuálne prebieha geodetický a geotechnický monitoring celej estakády v pravidelných etapách podľa Projektu sledovania posunov a deformácii mostného objektu SO 223-00 počas výstavby. Predmetom sledovania je 183 čapových značiek a 70 terčov na spodnej stavbe a 300 klincových značiek na hornej časti stavby. [2]

S veľkosťou objektu priamo úmerne narastá aj množstvo dokumentácie a súborov meraných dát. Len na porealizačné zameranie NK po jej celkovej realizácii bolo potrebné zamerať vyše 4 650 bodov. Plus opakované merania po sanácii NK a po položení prvej a druhej vozovkovej vrstvy. Na realizáciu ríms mosta bolo potrebné vytýčiť a vykonať kontrolu debnenia o celkovej dĺžke 5 820 m a pravdaže aj porealizačne ich zamerať v intervale dvoch metrov podľa požiadavky stavebno-technického dozora, resp. investora. Celkovo bolo na realizáciu ríms potrebné vytýčiť 17 460 bodov. A podobné to bolo aj na iných prvkoch mosta. Za tri roky trvania výstavby bolo na SO 223-00 oficiálne odovzdaných cca 1 000 autorizačne overených geodetických protokolov, či sa už jednalo o kontrolné, fakturačné alebo protokoly k sledovaniu posunov a deformácii. Štatisticky to vychádza viac ako 6 protokolov týždenne popri nepretržitej stavebnej činnosti. Protokoly slúžili investorovi, resp. stavebno-technickému dozoru na kontrolu realizácie a povoľovanie nadväzujúcich stavebných činností, zhotoviteľovi na predkladanie podkladov k fakturácii a projektantovi na sledovanie jeho predpokladov a úpravu projektovej dokumentácie. Vďaka kvalitnej geodetickej dokumentácii vyhotovovanej pravidelne počas výstavby, je o to jednoduchšia práca na geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby, ktorá sa vyhotovuje priebežne s postupom výstavby.

6 ZÁVER

Tento náročný úsek diaľnice D3 je financovaný najmä zo zdrojov Európskej únie v podobe čerpania eurofondov v rámci dvoch programových období (operačné programy Doprava 2007 – 2013 a Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020) a v menšej miere zo štátneho rozpočtu. Stavebné práce momentálne finišujú s predpokladom ukončenia výstavby v 11/2017. Vízia sa stáva skutočnosťou a veríme, že aj vďaka tomuto vybudovanému úseku diaľnice, sa zlepší ekonomický rast regiónu a kvalita života v regióne Kysúc a prepojenie severu a juhu bude konečne vedené okrajom mesta Žilina.

Považovali sme za vhodné týmto príspevkom poukázať na široký záber vysoko odborných prác a množstva geodetickej dokumentácie, ktoré museli geodeti na stavbe SO 223-00 zabezpečovať. Úloha geodeta zhotoviteľa na stavbách takéhoto rozsahu má veľký význam v zmysle umiestnenia stavby, dodržania rozmerov a tvaru objektu. Dôležitá je aj kooperácia s jednotlivými zložkami stavby, hlavne so stavbyvedúcim SO, projektantom SO, hlavným geodetom zhotoviteľa a stavebno-technickým dozorom.

LITERATÚRA

- [1] GEFOS SLOVAKIA, s.r.o. - elaborát Lokálna vytyčovací sieť SO 223-00 z 2014
- [2] GEFOS SLOVAKIA, s.r.o. - Projekt sledovania posunov a deformácií mostného objektu počas výstavby SO223-00 -Estakáda na D3 v km 7,500 nad cestou I/18, ŽSR a vodnou nádržou Hričov.
- [3] Stráský, Hustý & partneři, s.r.o. Projektová dokumentácia SO 223-00 Estakáda na D3 v km 7,500 nad cestou I/18, ŽSR a vodnou nádržou Hričov
- [4] Vyhláška ÚGKK SR č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení vyhlášky UGKK SR č. 75/2011 Z. z.

Lektoroval: Doc. Dr. Ing. Jana Ižvoltová

Katedra geodézie, Stavebná fakulta ŽU v Žiline