

**VYBUDOVANIE MOSTU NA DIAĽNICI D1 TECHNOLOGIOU APS  
Z POHĽADU GEODETA ZHOTOVITEĽA**

**BUILDING A BRIDGE ON THE D1 HIGHWAY WITH APS TECHNOLOGY  
FROM THE PERSPECTIVE OF THE CONTRACTOR'S SURVEYOR**

**Michal Doležal<sup>1</sup>, Richard Szabó<sup>2</sup>**

**Abstrakt**

Výstavba križovatky diaľníc D1 a D4. Zabudovanie mostného objektu do diaľnice D1 počas premávky vo vymedzenom časovom okne. Využitie technológie kĺzných dráh APS po prvýkrát na Slovensku. Vybudovanie lokálnej vytyčovacej siete, prípravné práce. Geodetické zabezpečenie výroby monolitických mostných dilatačných celkov vo výrobníach. Skúšobný zdvih dilatačného celku. Príprava staveniska a kĺzných dráh. Monitorovanie presunov dilatačných celkov z výrobní do telesa diaľnice D1 a ich následné sledovanie počas demontáže technológie a obsypu. Dokončenie vozovky a finálnych úprav mostu.

**Abstract**

Construction of the intersection of highways D1 and D4. Building a bridge facility into the D1 highway during traffic in a defined time window. Use of APS slideway technology for the first time in Slovakia. Building a local staking network, and preparatory work. Geodetic assurance of the production of monolithic bridge dilatative units in production sites. Test lift of the dilatative unit. Preparation of the construction site and slideways. Monitoring the movement of dilatative units from the factory to the body of the D1 highway and their monitoring during the dismantling of the technology and backfilling. Completion of the roadway and final adjustments to the bridge.

**1 Úvod**

Diaľnica D1 je najvýznamnejšou cestnou komunikáciou na území Slovenska. Úsek Triblavina - Vajnory pred hlavným mestom Bratislava patrí k najvyťaženejším úsekom, pričom intenzita dopravy sa tu pohybuje okolo

---

<sup>1</sup> Doležal Michal, Ing., TERRAcontrol, s.r.o., Bratislava, e mail:  
michal.dolezal@terracontrol.sk

<sup>2</sup> Szabó Richard, Ing., TERRAcontrol, s.r.o., Bratislava, e mail:  
richard.szabo@terracontrol.sk

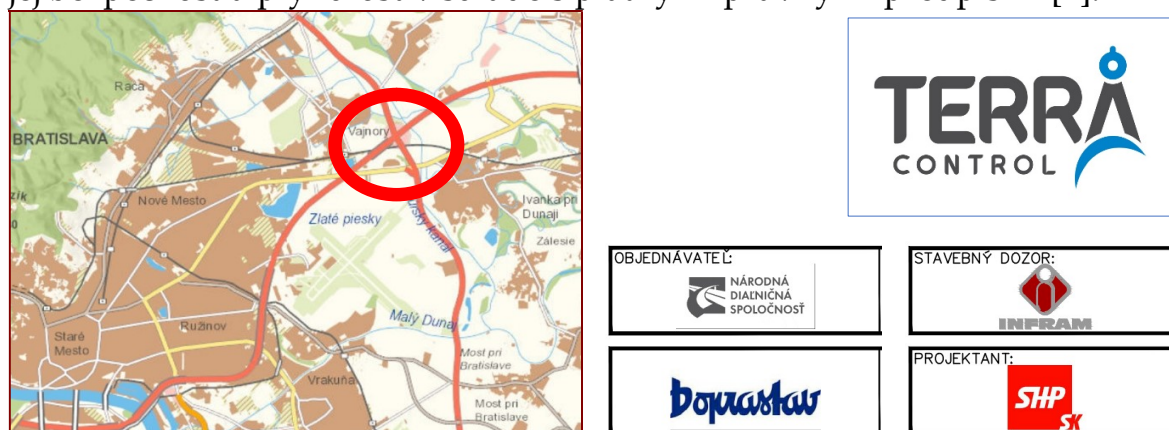
100 000 vozidiel za 24 hodín. Dopravné usporiadanie tohto úseku je 6-pruh bez odstavného pruhu.

Diaľnica D4 je súčasťou nového obchvatu Bratislavy D4R7, ktorý sa križuje s diaľnicou D1 práve v spomenutom úseku. V tomto mieste má diaľnica D4 navrhnuté 4-pruhové usporiadanie s odstavnými pruhmi. Vzhľadom na fakt, že diaľnica D1 tu prebieha na relatívne vysokom násype (výška približne 6 metrov), bolo vybrané riešenie, kde diaľnica D4 pôjde popod D1.

Ako previesť jednu diaľnicu popod druhú s minimálnym kapacitným aj časovým obmedzením premávky na dôležitej diaľnici D1? Úlohy sa zhostila projektantská firma SHP SK Bratislava a pri riešení využila technológie HSLs a APS-PPU od švajčiarskej spoločnosti HEBETEC Engineering. Pod označením HSLs (Hebetec Synchronized Lifting System) sa skrýva systém synchronizovaného zdvíhania ťažkých objektov. Skratka APS-PPU (Air Pad System – Push-Pull Unit) zase obsahuje systém na posun po vzduchovom vankúši pomocou tlačno-ťažnej jednotky [1]. Investorm tohto zaujímavého projektu bola Národná diaľničná spoločnosť, a.s. (NDS), zhotoviteľom firma Doprastav, a.s. a dodávateľom geodetických prác spoločnosť TERRAcontrol, s.r.o.

## 2 Charakteristika stavby a stavebného objektu

Projektant charakterizuje stavbu takto: Účelom stavby je vybudovanie mostného objektu na existujúcej diaľnici D1 tak, aby bolo umožnené spojenie úsekov diaľnice D4 Jarovce – Ivanka sever a D4 Ivanka sever – Rača. Stavba sa uskutočňuje spôsobom, aby most vyhovoval existujúcemu stavu diaľnice D1 bez dopadu na jej niveletu a zároveň vyhovoval požiadavkám rekonštrukcie diaľnice D1 s plánovaným rozšírením a s ním súvisiacim nadvýšením nivelety v mieste mosta, s ohľadom na čo najkratšie obmedzenie cestnej premávky, na jej bezpečnosť a plynulosť v súlade s platnými právnymi predpismi [1].



Obr. 1 Poloha stavby a logá zúčastnených subjektov

Vlastný mostný objekt s označením 232-05 je opísaný nasledovne: Mostný objekt pozostáva z dvoch samostatných dilatačných celkov, každý celok prevádza jeden jazdný pás diaľnice D1. NK je tvorená dvojpoľovým združeným predpäťým priamo pojazdným monolitickým rámom s rozpätím 16,30 m + 16,10 m. Šírka NK je 37,90 m. Most je založený plošne. Pre jeho výstavbu je nutné realizovať paženie štetovnicami na zaistenie stability telesa D1 počas zásunu [2].

Každý dilatačný celok teda pozostáva zo spodnej dosky, troch stien (opôr), z ktorých stredná oddeľuje jazdné pásy diaľnice D4 a z hornej predpätej dosky, ktorá tvorí zároveň nosnú konštrukciu pre diaľnicu D1. Na prvý pohľad jednoduchá konštrukcia má viacero zaujímavých detailov, ktoré súvisia s jej zdvihom a presunom. Vnútri oboch mostných polí sú navrhnuté bloky na osadenie vzpier, ktoré budú pomáhať eliminovať prehnutie konštrukcie pri jej zdvihu. Zvonku krajných opôr sú zase umiestnené kotviace prvky potrebné pre uchytenie lisov systému HSLS.

### 3 Přípravné práce

V rámci prípravy stavby bolo dôležité zrealizovať štetovnicovú stenu s výškou 18 m v dĺžke 58 m v osi diaľnice D1 a obdobnú opornú stenu na pravej strane diaľnice D1. Následne boli tieto steny prevrtané vodorovnými vrtmi pre tiahla. Tie budú v neskorších fázach výstavby zabezpečovať stabilitu telesa diaľnice, na ktorom bude prúdiť doprava.

Z pohľadu geodetických prác boli vytýčené konce štetovnicových stien a po ich zrealizovaní boli na pravej stene vytýčené polohy vrtov a šikmých zemných kotiev.

Oveľa náročnejšou úlohou bolo vybudovanie konzistentnej vytyčovacej siete pre výrobu a presun mostných dilatačných celkov (ďalej „DC“). Ako základ poslúžili body základnej vytyčovacej siete diaľnice, z ktorých boli využiteľné dva na každej strane diaľnice. Táto sieť štyroch meračských pilierov bola následne doplnená ďalšími bodmi a spresnená na požadovanú úroveň. Nové body boli stabilizované pažnicami s hĺbkovou stabilizáciou. V okolí staveniska prebiehali aj stavebné práce na diaľnici D4, takže priestorové možnosti na umiestnenie bodov neboli veľké. Pri umiestňovaní bodov bolo treba brať ohľad na množstvo faktorov – staveniskové komunikácie, depónie materiálov, priestor samotnej výstavby atď. Zároveň body museli byť univerzálne využiteľné nielen pri vytyčovacích prácach, ale aj pri zabezpečení kontroly presunov DC, či pri sledovaní ich zvislých posunov.

Komplikáciou a zároveň výzvou bola skutočnosť, že výrobné dilatačných celkov boli oddelené vysokým násypom diaľnice D1, ktorý

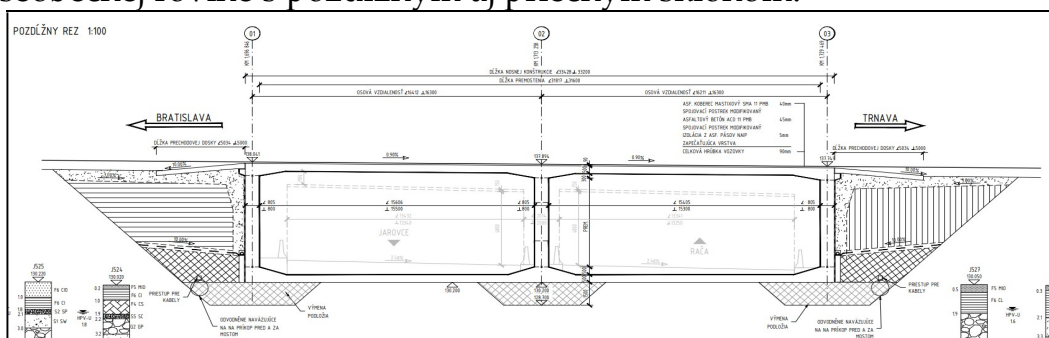
znemožňoval priamu viditeľnosť medzi výrobňami. Navyše diaľnica mala v osi betónové zvodidlo, ktoré znemožňovalo aj viditeľnosť medzi stanoviskami na korune násypu. Negatívny vplyv mala aj neustála kamiónová doprava prebiehajúca len pár decimetrov za zvodidlami. Tieto skutočnosti definitívne znemožnili zriadiť dostatočne stabilné stanoviská na krajnici diaľnice.

Riešenie sa ponúklo po vybudovaní štetovnicovej steny na pravej strane diaľnice. Priestor za touto stenou bol dosypaný až do výšky diaľnice, pričom sa otvorila možnosť zriadiť stanovisko prístroja na tomto násype. Časový priestor na tento krok bol krátky, a tak boli na stĺpikoch zvodidiel stabilizované štyri dočasné prepojovacie body (dva na každej strane diaľnice), ktoré boli zamerané z tohto vyvýšeného stanoviska a prepojené so základnými bodmi na pravej strane diaľnice. Následne bolo zrealizované zameranie bodov vytyčovacej siete na ľavej strane diaľnice v nadväznosti na prepojovacie body na príslušnej strane. Takto pomocou dočasných prepojovacích bodov bol zabezpečený jednotný súradnicový systém na oboch stranách diaľnice.

Výškové zameranie vytyčovacej siete bolo vykonané geometrickou niveláciou s využitím metód presnej nivelácie. Pod diaľnicou D1 bol vo vzdialenosti približne 400 metrov od staveniska existujúci podjazd, ktorým boli obe strany vytyčovacej siete prepojené nivelačným meraním.

#### 4 Geodetické zabezpečenie výroby mostných dilatačných celkov

Výroba mostných dilatačných celkov vo výrobníach na oboch stranách diaľnice prebiehala v druhej polovici roku 2020. Každý dilatačný celok pozostával zo spodnej vodorovnej dosky hrúbky 0,50 m kosodĺžnikového tvaru, troch opôr v podobe zvislých stien hrúbky 0,80 m a hornej dosky vo všeobecnej rovine s pozdĺžnym aj priečnym sklonom.



Obr. 2 Pozdĺžny rez objektu 232-05

#### 4.1 Vytýčení spodnej dosky dilatačného celku

Vytýčenie priestorovej polohy DC pozostávalo z vytýčenia výmeny podložia pod výrobňou a z následného vytýčenia podkladného betónu. Nasledovalo vytýčenie obrysu dosky a polohy blokov, do ktorých sa budú opierať pri zdvihu DC vzpery. Vytýčované body boli nastrelované do podkladného betónu na špeciálnu separačnú fóliu, ktorá oddeľovala podkladný betón od spodnej dosky. Bloky pre jednotlivé vzpery mali rôznu geometriu, čo si vyžadovalo zvýšenú pozornosť pri vytýčovaní. Takisto správne vytýčenie výškovej úrovne podkladného betónu vo výrobní bolo mimoriadne dôležité, pretože aktívny rozsah zdvihu lisov technológie HSLC je len niekoľko centimetrov. Čo v praxi znamenalo, že už pri vytýčení podkladného betónu vo výrobní sme zadefinovali výšku finálneho umiestnenia dilatačného celku po budúcom presune do telesa diaľnice D1.

#### 4.2 Vytýčenie opôr mostného dilatačného celku

Vytýčenie opôr (stien) pozostávalo z viacerých krokov. Najprv prebehlo polohové vytýčenie na spodnú dosku. Na týchto bodoch sa následne vztýčila jedna stena debnenia s rozmermi cca 20x6 m. Toto debnenie sme nastavili do zvislosti. Následne sme s využitím bezhranolového merania dĺžok a funkcie 3-D referenčnej priamky na debnenie vytýčili obrys budúcej steny ako aj kotviace prvky potrebné pre presun DC. Toto vytýčovanie prebiehalo zaujímavým spôsobom, pretože sa nevytyčovala poloha bodov (súradnice X,Y), ale priemet bodu na debnenie s príslušnou výškou. Takýto postup si vynútil fakt, že debnenie nebolo ideálne umiestnené ani ideálne zvislé a preto nebolo možné vytýčiť presnú polohu bodov. Vytýčovacie práce bolo možné realizovať len s využitím 3-D referenčnej priamky, kde sa sledovali odchýlky v pozdĺžnom smere a výškové odchýlky. Pri nulových odchýlkach bola vytýčená poloha a výška priemetu vytyčovacieho bodu. Zároveň priečna odchýlka od zvolenej priamky ukazovala správnosť postavenia debnenia v danom bode. Pri tomto kroku si treba uvedomiť, že kotviace prvky v stenách dilatačných celkov museli byť vytýčené s vysokou presnosťou a žiadny omyl nebol prípustný. Ďalšie zvýšenie presnosti bolo potrebné na stykovej strane, kde budú mostné dilatačné celky po presune lícovať. V tomto mieste sa výsledná odchýlka nerovná len odchýlke z vytýčenia a betonáže steny na jednom DC, ale súčtu odchýlok na stenách oboch DC a odchýlky vzniknutej presunom a uložením dilatačných celkov. Ako je vidieť, faktorov, ktoré vplývali na výslednú presnosť bolo veľmi veľa.



Obr. 4 Pohľad na výstavbu ľavého mostného DC

### 4.3 Vytýčenie hornej dosky dilatáčného celku

Horná doska dilatáčného celku mala oveľa zložitejší tvar ako spodná. Išlo o plochu zloženú z dvoch všeobecných rovín. Jedna rovina mala svoj priečny a pozdĺžny spád a nachádzala sa pod budúcou vozovkou a druhá rovina išla v opačnom priečnom spáde od osi odvodnenia ku kraju mosta. Pri realizácii bolo kľúčovým krokom správne nastavenie podperných konštrukcií pomocou referenčných rovín. Stavba bola v celom svojom procese výstavby veľmi chýlostivá na výškovú presnosť, pretože v projekte bolo uvažované len s dvomi vrstvami asfaltu v celkovej hrúbke 9 cm, ktoré budú položené priamo na hornú dosku. Čiže všetky kroky výroby museli dodržiavať mimoriadne vysokú výškovú presnosť. Zložitosť debnenia hornej dosky ešte zvyšovali horné bloky na osadenie spomínaných vzpier potrebných pri zdvihu DC.

Pred betonážou bol prekontrolovaný celý obvod debnenia hornej dosky, vrátane kontrolných bodov vnútri debnenia. Správny priečny spád a rovinnosť zaisťovala vibračná lišta, ktorá sa pohybovala po nastavených krajoch debnenia. Po zrealizovaní betonáže prebehlo kontrolné zameranie dosky. Ďalšie kontrolné meranie potom nasledovalo po predopnutí na požadované hodnoty. Výškové odchýlky v kontrolných bodoch nepresiahli 10 mm.

### 4.4 Sledovanie zvislých posunov dilatáčných celkov počas výroby

Dokumentácia pre realizáciu stavby (DRS) obsahovala aj stručný projekt na meranie pretvorení a zvislých posunov stavebného objektu 232-05. Projektant navrhol stabilizovať do stien každého DC osem čapových značiek (spolu 16), ktoré budú využiteľné aj pri dlhodobom sledovaní objektu. Bolo

navrhnuté aj sledovanie priehybu hornej dosky pomocou terčiek uchytených v hornej doske v strede každého poľa. Projekt ďalej obsahoval časový harmonogram meraní. Ten sa skladal z meraní vo výrobní po každej betonáži a z meraní vo finálnej polohe DC – po presune, po obsype, pred spustením premávky.

Meranie zvislých posunov bolo realizované geometrickou niveláciou s využitím metód a postupov presnej nivelácie. Sieť vzťažných bodov bola tvorená bodmi vytyčovacej siete. Hodnoty zvislých posunov vo výrobní nedosahovali významné hodnoty, resp. posuny neboli preukázané.

#### 4.5 Montáž technológií HSLs a APS a skúšobný zdvih dilatačného celku

Po dokončení výroby ľavého DC sa začalo s montážou technológie HSLs. Pravý DC bol v tom čase ešte vo výstavbe, časový posun medzi zhotovovaním dilatačných celkov bol približne mesiac. Dovnútra mostných polí boli osadené vzpery, ktoré boli umiestnené šikmo medzi betónové bloky v spodnej a hornej doske DC. Celkom 10 vzpier.



Obr. 5 Montáž technológií na ľavý mostný DC

Po krajoch DC sa začala montáž prvých segmentov klzných dráh Skidway s dĺžkou 10 m, ktoré sú súčasťou technológie na presun APS. Tieto boli vytyčované na podkladové betónové panely. Okrem priečného smeru bolo dôležité správne vytýčiť aj začiatok dráhy a to tak, aby vo finálnej fáze po odkope telesa diaľnice neprišlo ku kolízii posledného kusu dráhy so štetovnicovou stenou v osi diaľnice. Treba si uvedomiť, že v tejto fáze bolo možné umiestniť len prvé dva segmenty dráhy na každú stranu DC. Na dráhu Skidway boli umiestnené jednotky APS, na ktoré boli uchytené lisy systému HSLs a tieto boli ukotvené do kotviacich platní zaliatych v stenách DC. Všetko muselo presne sedieť.

Po dokončení montáže technológie sa pristúpilo ku skúšobnému zdvihu ľavého DC s hmotnosťou približne 3000 ton. Projektant mal vypracovanú vizualizáciu deformácie DC pri zdvihu. Maximálne hodnoty priehybu v jeho strede mali dosiahnuť 23 mm. Kvôli overeniu týchto predpokladov sa pristúpilo ku geodetickej kontrole počas zdvihu. Na hornú dosku DC boli nalepené tri reflexné fólie nad každú z opôr. Fólie boli umiestnené do rovnakej výšky. Dilatačný celok bol zdvihnutý do výšky približne 15-20 cm nad podkladný betón. Pomocou meraní krajných fólií bol zdvih nastavený do roviny. Následne bol v časových intervaloch meraním na strednej fólii odčítavaný priehyb konštrukcie. Maximálna hodnota dosiahla 15 mm, čo dávalo dobré vyhladky na úspešný presun DC.

## **5 Presun mostných dilatačných celkov**

Po dokončení pravého DC pred koncom roka 2020 prišla prestávka v podobe koncoročných sviatkov. V januári 2021 ale stavenisko opäť ožilo a začali sa prípravy na najzložitejšiu fázu celej výstavby – presun dilatačných celkov do finálnej polohy v diaľnici D1.

Podľa plánov mal celý proces presunu jedného DC trvať 6 dní, pričom práce mali prebiehať nepretržite. Cieľom bolo minimalizovať kapacitné a časové obmedzenia na diaľnici D1. Harmonogram bol spracovaný a presne vyšpecifikovaný s hodinovou presnosťou. Tomu sa musel prispôbiť aj dodávateľ geodetických prác, spoločnosť TERRAcontrol, s.r.o.. V praxi to znamenalo 24 hodinovú pohotovosť.

### **5.1 Príprava klzných dráh a úložného lôžka pre DC**

Po presmerovaní dopravy do pravého jazdného pásu v usporiadaní zúžených pruhov 2+2 sa začalo s frézovaním vozovky. Nasledoval odkop zemného telesa v objeme približne 7500 m<sup>3</sup>. Odkop bol realizovaný tromi rýpadlami súčasne, pričom krajné rýpadlá pracovali podľa 3-D modelu výkopových hrán. Pokračovalo sa postupným napínaním vodorovných tiahel medzi štetovnicovými stenami. V ďalšom kroku bola vytýčená výmena podložia. Po jej zrealizovaní sa začalo s prípravou klzných dráh Skidway pre technológiu APS. Dráhy museli byť precízne nastavené – smerovo aj výškovo. Medzi podkladovými panelmi a oceľovými segmentami dráhy bol podsyp z jemného materiálu, ktorý určoval výškovú úroveň dráhy. Po osadení dráh bolo vyhotovené lôžko pre usadenie DC. Správna výška a rovinatosť lôžka definovali finálnu polohu DC. Nielen absolútnu výšku, ale aj prípadný náklon. Stále bolo treba mať na pamäti, že na hornú dosku sa uloží len 9 cm asfaltu,



příčným i pozdĺžným sklon existující dálnice D1 musí zůstat zachován.

## 5.2 Presun ľavého mostného dilatačného celku

Dilatačný celok bol zdvihnutý desiatimi lismi HSLs, ktoré boli umiestnené na klzných podložkách APS. Tieto sa budú posúvať po dráhach Skidway pomocou tlačno-ŕažnej jednotky PPU. Proti nadmernému prehnutiu bude stálym tlakom pôsobiť 10 vzpier vnútri mostných polí. Toto je zjednodušený opis systému. Čo to znamená pre geodetickú stránku vecí?

Smer presunu je daný kĺznymi dráhami. Je potrebné povedať, že jedna dráha je vodiaca a druhá je voľná. Presúvaný objekt má 3000 ton a dráhy sú voľne položené a namazané teflónom, aby kládli minimálny odpor. Vzhľadom na to, že rozloženie hmotnosti v objekte nemusí byť rovnomerné a zároveň pracovné tlaky všetkých okruhov nie sú ideálne rovnaké, existuje možnosť, že sa presúvaný objekt začne stáčať a vytláčať dráhy mimo projektovaný smer. Rovnomernosť pohybu objektu je teda nutné geodeticky priebežne sledovať. Zároveň je potrebné presun ukončiť v momente, keď bude objekt v projektovanej polohe. Toto boli dve hlavné úlohy počas presunu DC. Objavila sa nakoniec aj tretia úloha, ale jej význam sa ukázal až po ukončení presunu a bola aplikovaná až neskôr pri presune pravého DC.

Geodetické zabezpečenie presunu DC pozostávalo z dvoch krokov. Stabilizácia referenčných bodov na dilatačný celok a definovanie referenčných dráh pre tieto body. Vzhľadom na fakt, že bol január a bola veľká pravdepodobnosť, že presun sa bude vykonávať za zlého počasia alebo za tmy, boli zvolené klasické kruhové hranoly Leica. Zdanlivo vhodnejšie by sa mohli zdať 360 stupňové hranoly, no v tom prípade by sme boli odkázaní len na automatizované cielenie, ktoré má obmedzené použitie počas dažďa a sneženia, resp. v situácii, keď sa dva referenčné body dostanú do blízkosti. Hranoly spolu s podložkami boli naskrutkované na závity, ktoré boli ukotvené do dilatačného celku. Vzhľadom na vzájomnú polohu stanoviska a priestorové pomery počas presunu bolo navrhnuté osadiť tri referenčné body. Dva na čelnej stykovej strane celkov a jeden kontrolný na zadnej strane. Stanovisko a referenčné body museli byť zvolené tak, aby bola zaručená viditeľnosť v každom okamihu presunu, čo pri komplikovaných pomeroch na stavenisku nebolo jednoduché.



Obr. 6 Presun ľavého mostného DC

Každý referenčný bod mal svoju trajektóriu definovanú koncovým bodom (poloha vo výrobni) zameraným z bodov vytyčovacej siete a začiatčným bodom, ktorý zodpovedal polohe referenčného bodu vo finálnej pozícii DC. Počas presunu sa kontrolovalo staničenie na čelných bodoch, z ich rozdielu sa dalo zistiť, či sa DC presúva rovnomerne. Prične odchýlky boli len kontrolné a dávali nám informáciu o tom, či presúvaný objekt nevytláča dráhy. Merania prebiehali po metrových krokoch jednotky PPU alebo na vyžiadanie stavbyvedúceho. V momente keď staničenie referenčných bodov bolo nulové, DC bol na mieste. Pomocou jednotiek PPU sa dala samostatne ovládať pravá aj ľavá strana, takže týmto spôsobom bol DC presne zrovnaný do projektovanej polohy. Celková dĺžka presunu ľavého DC bola približne 36 metrov. Po usadení objektu do lôžka boli referenčné body opäť premerané a bolo zistené, že priečne odchýlky, ktoré počas presunu dosahovali maximálnu hodnotu 10 mm zrazu stúpili na 25 mm. Z následnej analýzy vyplynulo, že to bolo spôsobené skutočnosťou, že DC nebol presúvaný v rovnovážnej polohe, ale že bol mierne naklonený na jednu stranu. Rozdiel výšok bol asi 10 cm. Toto bolo v procese presunu vyhodnotené ako nepodstatné. No pri položení do vodorovného lôžka sa tento náklon premietol do náhleho nárastu priečnej odchýlky. Tento nedostatok spôsobil, že presun pravého DC nebude možné realizovať po projektovanej trajektórii ale po trajektórii, ktorá bude uvažovať s priečnym posunom už umiestneného ľavého DC tak, aby dilatačné celky neboli voči sebe posunuté.

Po presune DC zostávali približne tri dni do obnovenia premávky v plnom rozsahu. Za tento čas sa zrealizovali priepusty DN1200 pozdĺž oboch strán DC, káblové prestupy, obsyp DC, montáž prefabrikovaných mostných

krídel a prechodových dosiek, obnovenie konštrukcie vozovky diaľnice, preasfaltovanie celého úseku a prekládka betónových zvodidiel. Všetky tieto úkony podliehali geodetickému vytýčeniu, najmä z dôvodu časovej tiesne. Ešte pred zakrytím DC bol zameraný skutočný stav objektu vo finálnej polohe. Zároveň podľa harmonogramu boli vykonávané merania zvislých posunov. Ľavý DC rovnomerne klesol do 24 hodín od uloženia o približne 10 mm. Ďalšie poklesy už boli nevýznamné.

### 5.3 Presun pravého mostného dilatačného celku

Po ukončení prác na ľavom mostnom dilatačnom celku nasledovala demontáž vzpier, lisov, dráh a ďalšieho príslušenstva. Celá technológia HSLs a APS bola presunutá na pravý dilatačný celok. Tieto úkony trvali tri týždne a na konci februára 2021 sa spustil proces presunu pravého DC, opäť naplánovaného na 6 dní. Postup prác bol rovnaký ako pri ľavom DC s tým rozdielom, že pravý DC bol asi o 15 percent širší a ťažší, takže pri jeho presune bolo použitých 12 lisov a vzpier namiesto desiatich. Druhý rozdiel bol v tom, že dráha presunu bola približne o 10 m kratšia ako pri ľavom DC, 26 metrov.



Obr. 7 Príprava na presun pravého mostného DC

Z geodetického hľadiska bola zmena v tom, že pravý DC sme nepresúvali po projektovanej trajektórii, ale tak, aby nadviazal na už umiestnený ľavý DC, na ktorom už bežala intenzívna doprava v usporiadaní pruhov 2+2. Čiže finálna poloha pravého DC sa určila na základe zamerania skutočného stavu ľavého DC. Podľa toho sa určili aj trajektórie referenčných bodov. Zároveň bol počas presunu sledovaný aj náklon presúvaného DC a na základe meraní bol korigovaný systémom HSLs tak, aby sa presúval vo vodorovnej polohe. Tým bolo zabezpečené, že priečne odchýlky sa po jeho

uložení na lôžko už výrazne nezmenia. Výhodou bolo, že po odstránení štetovnicovej steny v osi diaľnice sa vzájomná poloha a smer presunu dali preveriť aj priamym meraním na oba dilatačné celky, ktoré boli po prvýkrát od začatia stavby merateľné súčasne z jedného stanoviska. Po uložení pravého DC do finálnej polohy nasledovali rovnaké kroky ako pri ľavom DC. Úloha bola splnená a diaľnica D1 bola premostená v zadanom časovom okne.

## **6 Dokončenie mostného objektu a porealizačné zameranie**

Po obnovení premávky do režimu bez obmedzení zostávalo ešte dokončiť časti mostného objektu, ktoré nezasahovali do dopravy na diaľnici. Išlo o čelá priepustov, revízne schodiská, terénne a svahové úpravy. Vozovka vnútri mostného objektu bola súčasťou stavby diaľnice D4 a jej realizácia nespádala do našej kompetencie.

Porealizačné zameranie objektu 232-05 ako súčasť dokumentácie skutočného realizovania stavby sa vyhotovilo v 3-D formáte podľa štandardov základnej mapy diaľnice. Zameranie sa vyskladalo z čiastkových meraní oboch dilatačných celkov vo finálnej pozícii a vo výrobní. Finálne odchýlky priestorového umiestnenia stavebného objektu sa dajú charakterizovať nasledovnými hodnotami: priečna odchýlka dosiahla hodnotu 25 mm (zapríčinená presunom ľavého DC v nevodorovnej polohe), pozdĺžna odchýlka dosiahla 7 mm, výšková odchýlka +5 mm na ľavom DC a -15 mm na pravom DC. Pravý DC bol umiestnený nižšie zámerne, aby bola zabezpečená požadovaná hrúbka asfaltových vrstiev, keďže po premeraní existujúceho stavu vozovky pravého jazdného pásu sa ukázalo, že je približne o 20 mm nižšie ako bolo uvažované v projektovej dokumentácii.

Všetky tieto hodnoty sú platné na styku dilatačných celkov v osi opory č.2, čiže v ťažisku celého objektu. Dilatačné celky majú samozrejme svoje náklony spôsobené rôznym poklesom po položení. Stočenie objektu voči osi diaľnice D4 nenastalo prakticky žiadne. Po spustení dopravy na mostnom objekte ešte prebehlo posledné meranie zvislých posunov, ktoré detailne opisuje výsledné hodnoty poklesu a náklonu oboch DC.

## **7 Záver**

Vybudovanie mostného objektu na fungujúcej diaľnici len s minimálnym obmedzením premávky je v slovenských pomeroch unikátne dielo. S pomocou technológií spoločnosti Hebetec sa podarilo zdvihnúť a presunúť dva mostné dilatačné celky a spojiť ich s vysokou presnosťou v rekordne krátkom čase. Geodetické zabezpečenie takéhoto procesu bolo

mimoriadne dôležité. Už počas výroby dilatačných celkov vo výrobníach bolo treba mať neustále na zreteli, že výsledná presnosť objektu je daná nielen presnosťou konkrétnej betonáže, ale je súčtom presností betonáží oboch celkov a presnosti presunu a uloženia oboch celkov. A to všetko komplikoval fakt, že až do poslednej chvíle nebola medzi celkami priama viditeľnosť. Druhým výrazným momentom bola tesná výšková tolerancia medzi hornou doskou mostného objektu a finálnou niveletou diaľnice, ktorá musela byť zachovaná. Priechy spád dilatačných celkov aj diaľnice vyvolával dojem, že dilatačné celky sa do telesa diaľnice nezmestia. Navyše dráha presunu dilatačných celkov bola voči osi diaľnice D1 šikmá, čo pri existujúcom pozdĺžnom sklone diaľnice ešte umocňovalo tento optický klam.

Vďaka geodézii boli všetky tieto prekážky, dojmy a klamy prekonané a výsledné dielo tak plní svoju funkciu v plnohodnotnej kvalite.

### **Literatúra**

- [1] *webové stránky firmy Hebetec, <https://www.hebetec.com/en/equipment>*
- [2] *Dokumentácia pre realizáciu stavby, objekt 232-05, SHP SK, a. s. Bratislava*

*Lektoroval: doc. Ing. Peter Kyrinovič, PhD.  
(STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra geodézie)*