

Efektívne použitie bezúdržbových konštrukcií pri mostných objektoch

V súčasnosti je veľmi častou požiadavkou zhotoviteľov stavieb čo najnižšia cena technického riešenia, na druhej strane stoja požiadavky investorov na bezpečnosť, návrhovou životnosť a trvalú funkčnosť konštrukcií pri zachovaní čo možno najnižších nákladov na ich prevádzku a údržbu. Spoločnosť MACCAFERRI umožňuje investorom, projektantom a aj zhotoviteľom stavieb realizovať efektívnu optimalizáciu nákladov spojených s návrhom, výstavbou a prevádzkou týchto konštrukcií.

Spoločnosť MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o., (ďalej len MACCAFERRI) aktívne pôsobí na slovenskom stavebnom trhu od roku 2005.

Z výrobného závodu v Brezovej pod Bradlom, kde sa vyrábajú hlavne stavebné prvky z ocelevej dvojzákrutovej šesťhrannej siete, ktoré nachádzajú široké uplatnenie v oblasti geotechnických aplikácií a inžinierskeho stavitelstva (gravitačné a vystužené zemné konštrukcie, geokompozitné materiály na sanáciu skál, a geosyntetické materiály), pokrýva spoločnosť MACCAFERRI zvýšený nárast dopytu po týchto produktoch v regióne strednej Európy a balkánskych krajín.

V súčasnosti je veľmi častou požiadavkou zhotoviteľov stavieb čo najnižšia cena technického riešenia, najmä pri stavbách realizovaných metódou žlteho FIDIC-u („naprojektuj a postav“). Na druhej strane stoja požiadavky investorov na bezpečnosť, návrhovou životnosť a trvalú funkčnosť konštrukcií pri zachovaní čo možno najnižších nákladov na ich prevádzku a údržbu. Keďže spoločnosť MACCAFERRI rozumie obom požiadavkám, na základe uplatnenia vlastného know-how založeného na dlhoročných skúsenostiach z realizácií v globálnom meradle a na základe uplatnenia poznatkov z vlastného výskumu a vývoja, umožňuje investorom, projektantom a aj zhotoviteľom stavieb efektívnu optimalizáciu nákladov spojených s návrhom, výstavbou a prevádzkou týchto konštrukcií.

V článku uvádzame praktické príklady použitia bezúdržbových konštrukcií MACCAFERRI vo vybraných referenčných projektoch na Slovensku. Uvádzame príklady z týchto stavieb:

1. Diaľnica D1 Dubná Skala – Turany: mostné krídla a opory realizované systémom vystuženej zemnej konštrukcie s lícom z betónových prefabrikátov – systém MacRES.
2. Diaľnica D1 Fričovce – Svinia: zmenšenie záberov mostných kuželov systémom TERRAMESH®.
3. Diaľnica D1 úsek Svarepec – Vrtižer: zmenšenie záberov mostných kuželov – obklad opôr systémom prefabrikovaných gabionov CUBIROCK.

Systém MacRES

Mostné krídla a opory na diaľnici D1 Dubná Skala – Turany

Diaľnica D1 v úseku Dubná Skala – Turany sa realizuje podľa zmluvných podmienok žltej knihy FIDIC, ktorá umožňuje zhotoviteľovi optimalizovať jednotlivé konštrukcie z hľadiska efektívnosti finančných a časových nárokov na realizáciu stavby. Žltá kniha tak dovolila upraviť parametre a konštrukcie mostných objektov, oporných a zárubných múrov, technológie budovania zemných telies a konštrukcií, ako aj ostatné konštrukcie a objekty stavby pri požiadavke investora na zachovanie nively.

V procese technicko-ekonomickej optimalizácie jednotlivých objektov hlavnej tra-

sy diaľnice navrhla technická kancelária našej spoločnosti zhotoviteľovi technické riešenie realizácie jednotlivých objektov, medzi nimi aj mostných krídel a opôr. Pôvodné technické riešenie projektu v stupni DSP uvažovalo s realizáciou gravitačných, prípadne uholníkových železobetónových múrov.

Na základe porovnania efektívnosti finančných a časových nárokov možných alternatívnych technických riešení sa pri zachovaní požiadaviek investora na funkčnosť a bezúdržbovosť konštrukcií vyhodnotil ako najvýhodnejší systém vystuženej zemnej konštrukcie s lícovými pohľadovými betónovými prefabrikátmi – systém MacRES.

Konštrukčný systém MacRES funguje na základnom princípe trenia medzi výstužnými geopásmi ParaWeb a zeminou, ktorá ich v spätnom zásype priťahuje. Geopásky ParaWeb prenášajú ťahovú zložku napätia, ktorá v nich vzniká od zemných tlakov, na lícové prefabrikáty. Materiál telesa násypu a výstuž tvoria hlavnú časť systému a čelné prefabrikované panely slúžia na ochranu konštrukcie pred eróziou a predstavujú lícové opevnenie konštrukcie.

Systém MacRES je efektívny nielen z pohľadu obstarávacích nákladov a nákladov na výstavbu, ale rovnako aj z hľadiska nákladov na budúcu údržbu.

Oproti vystuženým strmým svahom s lícom pokrytým vegetáciou tento systém nevyžaduje žiadnu údržbu (kosenie, ošetrovanie vegetácie, likvidáciu náletových drevín atď.), ktorá by predstavovala významnú zložku nákladov spojených s neskoršou údržbou a prevádzkou komunikácií (obr. 1).

Výhodou systému MacRES je aj fakt, že prefabrikované panely sa vyrábajú v predstihu mimo staveniska, systém si nevyžaduje zložité a finančne náročné zakladanie a pri samotnom budovaní konštrukcie umožňuje dosahovať vysokú dennú aj celkovú produktivitu (50 m²/deň). Keďže systém predstavuje montovaný typ konštrukcie, jeho uplatnením sa odbúravajú „mokré procesy“, čo významne vplyva na skrátenie času výstavby. Po zohľadnení všetkých hodnotiacich kritérií – cena konštrukcie, spôsob založenia, rýchlosť a efektivita výstavby – možno systém v niektorých prípadoch hodnotiť ako o 70 % výhodnejší v porovnaní s bežnými železobetónovými konštrukciami.

Pri železobetónových konštrukciách, pri ktorých je nevyhnutné budovať masívne základy a vykonávať mokré procesy, sa tento



Obr.1 Pohľad na systém vystuženia, v pozadí objekt SO230-00



Obr.1 Pohľad na systém vystuženia, v pozadí objekt SO230-00



Obr.3 SO209-00

typ konštrukcie môže budovať v podstate celoročne. S výstavbou opornej konštrukcie sa súbežne buduje priľahlý násyp cestného telesa a netreba čakať na dobudovanie celej konštrukcie, čo prináša pomerne značné časové úspory.

Opory mostných objektov 207-00 (obr. 2) a 209-00 (obr. 3) sú navrhnuté vo forme oporného vystuženého múru z betónových pohľadových prefabrikátov. Múr je jednostupňový so sklonom líca 90° a v jeho korune je umiestnená poloprefabrikovaná rímsa. Systémom MacRES sa budujú takisto aj krídla mostných objektov 204-00, 211-00, 219-00, 220-00, 221-00 a 222-00.

Oporné múry objektov 236-00, 237-00, 238-00 a 239-00 sú obojstranne vystužené, majú charakter „back to back“ (obr. 5 a 6) a tvoria rampy prístupovej cesty 142-00, ktorá prechádza ponad diaľnicu D1 mostom 212-00, a dosahujú maximálnu výšku 12,0 m (obr. 6), pričom v korune sa nachádza poloprefabrikovaná rímsa. Na obr. 4 vľavo je pôvodné technické riešenie, vpravo je optimalizovaný návrh – vystužená zemná konštrukcia s lícovým opevnením z betónových prefabrikátov MacRES.

Vzhľadom na malú šírku prístupovej komunikácie sú panely oproti sebe stojacich múrov navzájom prepojené geopásmi ParaWeb. Oporné múry tvoria krídla opory

mostného objektu 212-00. Opora mosta pritom pozostáva z troch železobetónových rebier, priestor medzi nimi je takisto vyplnený vystuženou zeminou.

Od začiatku 70. rokov minulého storočia sa vo svete postavilo veľa vystužených zemných konštrukcií s vertikálnym betónovým čelom vystuženým geopásmi. Je potešujúce, že prvou takouto realizáciou svojho druhu na Slovensku sú objekty na úseku diaľnice D1 Dubná Skala – Turany. Okrem diaľnice D1 sa systém MacRES výraznejšie stihol uplatniť aj na viacerých práve budovaných úsekoch ciest a diaľnic: objekty na rýchlostnej ceste R2 Žiar nad Hronom – obchvat a na stavbe I/68 Prešov, Škultétyho-ZVL.

Terramesh® systém Zmenšenie záberov mostných kužeľov, úsek D1 Fričovce – Svinia

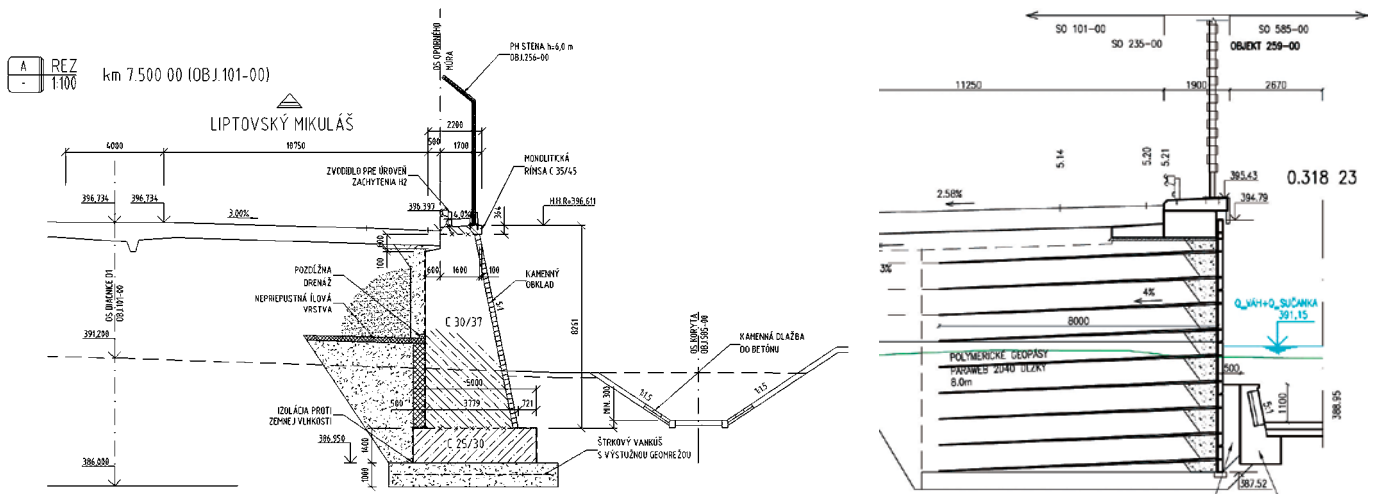
Úsek D1 Fričovce – Svinia sa takisto buduje metódou žltého FIDIC-u. Aj v tomto prípade našlo uplatnenie technické riešenie navrhnuté spoločnosťou MACCAFERRI – konkrétne zamerané na zmenšenie záberov mostných kužeľov pomocou systému Terramesh®. Ide o modulárny konštrukčný systém používaný pri aplikáciách vystužovania zemín ako mechanická stabilizácia múrov a svahov. Čelo blokov Terramesh® systému je tvorené gabionom z dvojjákrutovej šesťuholníkovej

oceľovej siete, hrubo galvanizovanej zliatinou Galfan (Zn-5 % Al-MM) a poplastovanej PVC, zemná výstuž je takisto tvorená z dvojjákrutovej šesťuholníkovej oceľovej siete s obdobnou špecifikáciou (obr. 9).

Ukázkovým príkladom použitia efektívneho technického riešenia s využitím Terramesh® systému je objekt SO 202-00 Most nad cestou III/018 189 a Štefanovským potokom v km 80,5 D1. Pôvodné technické riešenie projektu v stupni DSP uvažovalo o vybudovaní masívnych základov opôr 1 a 4 navrhnutých ako úložné prahy založené na pilótoch a kolmé zavesené krídla z betónu C 30/37 s masívnymi obsypovými kužeľmi opôr.

Použitím Terramesh® systému – vystuženej zemnej konštrukcie s čelom z gabionu – v kombinácii s vystužením kužeľov geosyntetickou výstužou (geomrežami Macgrid WG) bolo možné optimalizovať nielen výšku opôr, zmenšiť zábery pozemkov pod pôvodnými masívnymi kužeľmi obsypov mostných opôr, ale čo je hlavné, aj skrátiť dĺžku nosnej konštrukcie, a to spolu až o dve polia (jedno pole nosnej konštrukcie smerom od každej z opôr), čím sa významne ušetrili náklady na výstavbu mostnej konštrukcie ako celku. Na obr. 10 je priečny rez kužeľom opory.

Výsledkom je síce masívna vystužená zemná konštrukcia, avšak pri komplexnom po-



Obr. 4 Vľavo: pôvodné technické riešenie, vpravo: optimalizovaný návrh – vystužená zemná konštrukcia s lícovým opevnením z betónových prefabrikátov MacRES



Obr. 5 Oporné múry 236-00, 237-00, 238-00 a 239-00 sú obojstranne vystužené a majú charakter „back to back“.



Obr. 6 Oporné múry tvoria rampy prístupovej cesty 142-00, ktorá prechádza ponad diaľnicu D1 mostom 212-00, a dosahujú maximálnu výšku 12,0 m.



Obr. 7 Oporné múry tvoria krídla opory mostného objektu 212-00.



Obr. 8 Oporu mosta tvoria tri železobetónové rebrá, priestor medzi nimi je takisto vyplnený vystuženou zemínou.

rovnání finančných a ekonomických nákladov, ako aj pôvodného a optimalizovaného technického riešenia jednoznačne prevažujú pozitívne argumenty v prospech tohto riešenia.

Výhodou konštrukcie Terramesh® systému oproti tradičným obalovaným vystuženým zemným konštrukciám je aj to, že vystužená zemná konštrukcia sa môže v prípade Terramesh® systému budovať zo strany náspy, čo ju zvyhodňuje pred finančne náročnejším budovaním obalovanej konštrukcie takpovediac zo vzduchu – z lícnej strany. Terramesh® systém s gabionovým lícom predstavuje bezúdržbový typ konštrukcie, takže konštrukcia je efektívna nielen z pohľadu nákladov na výstavbu, ale aj z pohľadu jej neskoršej údržby.

Bezúdržbovosť konštrukcie zabezpečuje povrchová ochrana drôtu použitého na výrobu výstužných blokov Terramesh® systému – galvanizácia zliatinou Galfan a poplastovanie PVC. Použitie tejto povrchovej ochrany garantuje dosiahnutie požadovanej životnosti konštrukcie 100 rokov aj vo vysokoagresívnom prostredí – napríklad pri kontakte so zeminou alebo ostrekovaní roztokmi rozmrazovacích solí (prostredie C4 v zmysle STN EN ISO 9223: 2012 a podľa STN EN 10223-3, tab. č. 8 a č. 10).

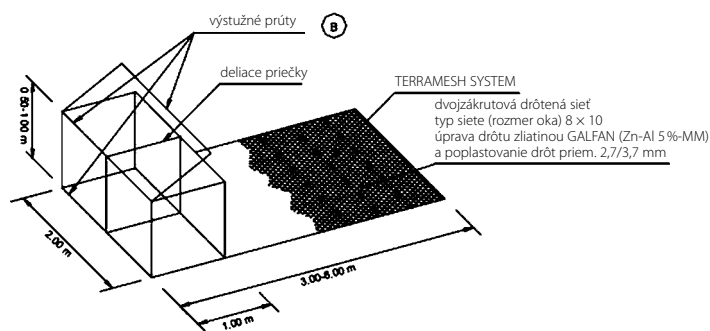
Prefabrikované gabiony CUBIROCK Zmenšenie záberov mostných kužeľov, obklad opôr SO208-00 na diaľnici D1 Sverepec – Vrťizer

V 2. úseku diaľnice D1 Sverepec – Vrťizer v km 4,900 – 9,595 pri SO 208-00 bolo potrebné

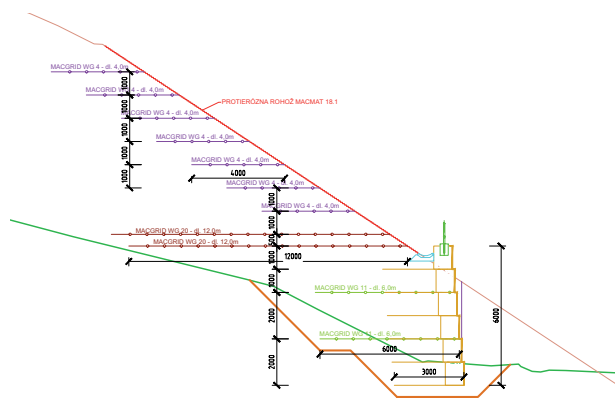
zrealizovať pod mostným objektom opornú gravitačnú konštrukciu s príľahlými krídlami. Mostná opora je založená v aluviálnej nive rieky Váh vo fluvialných štrkových sedimentoch.

Pôvodný projekt v stupni DSP uvažoval s realizáciou gravitačného oporného múru s maximálnou výškou 3,5 m. Projekt predpisoval gabionové koše zo zváraných panelov s okom 10 × 10 a priemerom drôtu 4,0 mm.

Keď zhotoviteľ obnažil oporu po vyťažení štrkových sedimentov s cieľom vybudovať oporný múr, vznikol zaujímavý problém, o ktorom sa v projekte neuvažovalo. Bolo treba zrealizovať opornú konštrukciu tak, aby nedošlo k zosunutiu štrkových sedimentov spod mostnej opory, čo by mohlo spôsobiť neočakávané stabilitné problémy. Ďalším problémom bolo, že pri postupnom rozvoľ-



Obr. 9 Terramesh® systém



Obr. 10 Priečny rez kužeľom opory



Obr. 11 Násyp pre oporu č. 1



Obr. 12 Pohľad na násyp od opory č. 5



Obr. 13 Stav po odkopaní opory



Obr. 14 Stav po uložení košov CUBIROCK

ňovanie počas odťažovania by nastal problém, ako zhutniť spätný zásyp za gabionmi, a to z dôvodu obmedzeného prístupu pre hutniacu techniku pod mostným objektom.

Po zvážení všetkých technických problémov spojených s výstavbou gabionovej konštrukcie zo zvarovaných panelov sa tento systém vyhodnotil ako nerealizovateľný pri uvedených okrajových podmienkach. Preto naša spoločnosť navrhla ako alternatívne riešenie iný konštrukčný systém – systém gravitačnej opornej konštrukcie z prefabrikovaných gabionov CUBIROCK. Ide o modulárny konštrukčný systém prefabrikovaných gabionových košov, ktoré sa ako samostatné monobloky dodávajú v naplnenom stave priamo na miesto určenia.

Oceľový drôt používaný na výrobu gabionov CUBIROCK je hrubo galvanizovaný Galfanom (zliatina Zn-5 % Al-MM). Priemer drôtu siete je 3,9 mm, priemer jej okrajového drôtu 5,0 mm. Dno, steny a hrany košov sú spevnené, aby sa dalo manipulovať s touto konštrukciou pri prevoze a ukladaní. Na manipuláciu s gabionmi slúžia syntetické manipulačné úchyty, ktoré sa do CUBIROCKU vkladajú pri plnení. Gabiony sa predplnia kameňom v lome a dynamicky zhutnia vibráciou na vibračnom stole. Následne sa dovezú priamo na stavbu a pripraví sa na okamžité použitie.

Dôležitým faktom je aj to, že za jeden deň dokážu dvaja pracovníci spolu s obsluhou

žeriava zrealizovať 100 až 200 m³ tohto systému. Na porovnanie, dvaja pracovníci sú schopní za jeden deň vyskladať približne 6 až 8 m³ bežnej gravitačnej gabionovej konštrukcie.

Aj prefabrikovaná gabionová konštrukcia CUBIROCK predstavuje bezúdržbový typ konštrukcie.

Záver

Produkty a technické riešenia spoločnosti MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o., garantujú investorovi najvyššiu kvalitu a vysokú mieru bezpečnosti pri rešpektovaní náročných technických štandardov, ktoré sa kladú na trvalé konštrukcie cestných a diaľničných komunikácií.

TEXT: Mgr. Ľuboš Lichý

FOTO: MACCAFERRI CENTRAL EUROPE

Ľuboš Lichý je riaditeľom predaja v spoločnosti MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o.

Literatúra

1. Adamec, J. – Púček, R.: Vystužená zemná konštrukcia na stavbe D1 Dubná Skala – Turany. In: Zborník konferencie Geosyntetika v stavebníctve, Žilina, 2013.
2. Šňahničan, J.: Geopásky v prefabrikovanom vystuženom múre. In: Inžinierske stavby, Bratislava: JAGA, 2012, č. 6.
3. Interná dokumentácia spoločnosti MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o.
4. www.maccaferri.sk

Effective Use of MACCAFERRI No-maintenance Construction Solutions of Bridge Structures

In our article, we would like to focus on effective use of no-maintenance construction solutions from MACCAFERRI, used in last period on projects in Slovakia. Currently, a very common requirement of contractors is an enormous pressure on the cost effectivity of used construction solution, of course by matching all safety factors. Next requirements are also time reduction factors, which are coming more frequently in to account, especially when using a Yellow FIDIC – design & build method, which allows to contractors effective optimization of cost and time requirements of projects. On the other hand, there are requirements from investors for safety, design working life and permanent functionality of structures by reducing the costs related to the operation and maintenance of the structures. Because MACCAFERRI understands to both types of demands, due our know-how based on years of experience in a global view, own R&D focused on new technical solutions, allows us to offer to investors, designers and contractors, possibility to implement effective optimization related to design, construction and maintenance of these structures.