

# Protipovodňové opatrenia

Všetky reakcie na povodne a mimoriadne udalosti musia byť rýchle a efektívne, aby sa obnovil prirodzený stav zasiahnutého regiónu a život v ňom. Z časového hľadiska sa protipovodňové opatrenia rozdeľujú na opatrenia v čase nebezpečenstva a preventívne protipovodňové opatrenia. Spoločnosť Maccaferri ponúka overené systémové riešenia aplikovateľné v oboch prípadoch.



Obr. 1 Blok FlexMac® DT sa používa na rýchle budovanie veľkých protipovodňových bariér.

Globálne otepľovanie ovplyvňuje v poslednom storočí počet a rozsah prírodných katastrof. Zmena klímy vplýva aj na úroveň hladín morí, ktoré sa od roku 1993 dvíhajú asi o 3 mm za rok, a od roku 1870 spôsobila celkové zvýšenie globálnej priemernej hladiny mora o 200 mm. V súčasnosti sa tak povodne, zosuvy pôdy, cunami a pôsobenie pobrežnej erózie stávajú čoraz častejšie skloňovanými problémami, ktoré sa pravidelne opakujú s čoraz silnejšou intenzitou. Navyše, medzi týmito rôznymi prírodnými katastrofami existuje úzka interakcia, takže majú tendenciu vyskytovať sa spoločne alebo jedna môže vyvolať ďalšie, pričom sa zvyšujú potenciálne škody a straty. Prírodné katastrofy neovplyvňujú len ľudí a spoločnosť ako takú, ale aj ekonomiky, vlády a medzinárodné systémy, od ktorých sme všetci závislí.

## Protipovodňové opatrenia v čase nebezpečenstva

Pri riešení následkov povodní a mimoriadnych situácií zohráva zásadnú úlohu rýchlosť a účinnosť realizácie okamžitých opatrení.

Maccaferri ako výrobca sofistikovaných systémov pre inžinierske a environmentálne aplikácie ponúka riešenia a odpovede aj na tieto otázky. Na okamžité zabezpečenie opatrení priamo počas povodní sa používa modulárny blok FlexMac® DT, ktorý charakterizujú tieto výhody:

- rýchle a jednoduché nasadenie,
- flexibilita a nízka hmotnosť,
- jednoduché spájanie prvkov,
- možnosť použitia miestneho výplňového materiálu,
- jednoduchá preprava,
- možnosť opätovného použitia.

Blok FlexMac® DT (obr. 1) sa používa na rýchle budovanie veľkých protipovodňových bariér a na ochranu majetku pred stúpajúcou hladinou povodí počas záplav. Vďaka plneniu lokálne dostupným materiálom priamo na mieste záplav je budovanie bariér z tohto bloku až 40-násobne rýchlejšie ako pri použití tradičných vriec plnených pieskom. Pri použití vriec plnených pieskom dokáže 30 osôb postaviť počas 3 hodín násyp s dĺžkou 60 m. Pri

použití blokov FlexMac®DT postačuje na vybudovanie rovnako dlhej konštrukcie pri rovnakom čase iba 5 osôb. Inštalácia tohto jedného bloku 2 až 3 pracovníkmi trvá 20 až 30 sekúnd.

Všestranná využiteľnosť, jednoduchosť a rýchle nasadenie systému FlexMac® DT ho predurčujú na to, aby sa používal ako veľmi efektívne riešenie v najrôznejších mimoriadnych situáciách vrátane záplav. Hlavné oblasti využitia sú:

- ako protipovodňová bariéra pri záplavách,
- pri mimoriadnych opatreniach realizovaných na vodných tokoch,
- pri mimoriadnych opatreniach realizovaných v súvislosti so zosuvmi pôdy a eróziou,
- pri sanáciách brehov vodných tokov,
- pri mimoriadnych opatreniach na hrádzach,
- pri ochrane pobrežia pred eróziou,
- na ochranu technologických zariadení a skladových hál,
- ako opora na budovanie sedimentačných nádrží,
- na obmedzenie zemných deformácií.

V týchto mimoriadnych situáciách sa môže FlexMac® DT použiť aj v kombinácii s inými produktmi a riešeniami Maccaferri.

FlexMac® DT je tvorený mnohobunkovou konštrukciou z dvojzákrutovej ocelevej siete, ktorá je vystužená priečnymi oceľovými prútmi a z vnútornej strany lemovaná geotextíliou. Vďaka nej sa môže systém naplniť lokálne dostupnými materiálmi, ako sú piesok alebo iný jemnozrnný materiál. Ten sa môže do jednotlivých košov umiestniť ručne alebo pomocou mechanizmov. Jednoduchosť konštrukcie, rovnako ako aj jej ľahkosť, umožňujú umiestniť systém veľmi rýchlo na požadované miesto a rozložiť ho jednoducho bez potreby mechanizmov alebo vyškolených pracovníkov. Vzhľadom na to, že konštrukcia blokov nemá spodný panel, možno ju ľahko rozobrať, následne uskladniť a pripraviť na ďalšie použitie.



Obr. 2 Bloky FlexMac® DT sa využili aj pri ochrane historickej budovy Great Falls, Washington DC, USA. Hurikán Isabel vtedy spôsobil zvýšenie hladiny rieky Potomac.



Obr. 3 Všestranná využiteľnosť, jednoduchosť a rýchle nasadenie systému FlexMac® DT ho predurčujú na použitie v najrôznejších mimoriadnych situáciách vrátane záplav.

### Rekultivácia pôvodného stavu

Bloky FlexMac® DT možno po použití poskladať a ďalej ich uskladniť aj na budúce použitie pri povodniach. Zároveň sa môžu použiť ako dočasné alebo aj trvalé riešenie. Ak sa použijú ako trvalé riešenie po povodňovej situácii, bloky sa nechajú prerásť vegetáciou a splynú s prírodou. V tomto prípade je možné doplniť ich aj ďalšími riešeniami, medzi ktoré patria:

- georochože Macmat na protieróziu ochranu,
- gabionové oporné konštrukcie,
- vystužené zemné konštrukcie s gabionovým lícom Terramesh Systém alebo zeleným lícom Green Terramesh.

### Skúsenosti s použitím

Bloky FlexMac® DT sa využili pri ochrane historickej budovy Great Falls, Washington DC, USA. Hurikán Isabel vtedy spôsobil zvýšenie hladiny rieky Potomac, čo malo za následok ohrozenie historického komplexu budov v národnom parku C&O. Na ochranu týchto budov sa použili systémové bloky FlexMac® DT vystlané vodotesnou geomembránou.

### Preventívne protipovodňové opatrenia

Spoločnosť Officine Maccaferri Spa sa už viac ako 135 rokov zaoberá vedeckým výskumom, vývojom a používaním drôtokamených prvkov – gabionov – vo vodohospodárskych stavbách.

Gabiony sa čoraz viac využívajú práve na tento účel, pretože preukázali svoju stabilitu, dlhú životnosť a schopnosť nenásilne zapadnúť do prírodného prostredia.

Prijatím smernice o vode č. 2000/60/ES (RSV) sa výrazne zmenil pohľad na úpravy tokov. Ovplyvňuje ho viacero faktorov, z ktorých k najdôležitejším patrí biotop fauny a flóry akvatickej oblasti toku. Úpravou toku sa mení predovšetkým morfológia koryta. Ak však chceme v zmysle smernice dosiahnuť neovplyvnený stav vodného toku, morfológia koryta by mala mať podobnú členitosť ako prirodzený tok a mala by spĺňať aj funkciu protipovodňovej ochrany.

Z týchto požiadaviek vyplýva, že opevňovacie materiály majú byť flexibilné a ich povrch nemá negatívne vplyvať na biotu toku. Takýto prístup výrazne mení aplikáciu našich výrobkov, predovšetkým drôtokamených košov a matracov. Od ich vzniku sa historicky vyvinuli a praxou overili ich základné charakteristiky, ktoré sa preniesli aj do noriem a cenových sústav. Gabiony majú tvar kocky alebo kvádra a vyrábajú sa zo šesťhranej dvojzákrutovej oceľovej siete vyplnenej prírodným alebo lomovým kameňom, prípadne vhodným recyklátom. Sú zostavené z dna, bočných stien, veľa a deliacich priečok, ktoré sa pri výrobe spájajú do jedného prvku.

Podľa rozmeru možno gabiony rozdeliť na koše, matrace a vrecia. Konštrukcie z gabionov sa budujú jednoduchým stavebníkovým

spôsobom, plnia sa priamo na stavbe vhodným kamenivom tak, aby sa zabezpečila čo najmenšia medzerovitosť. Každý z použitých prvkov musí byť samonosný a tvarovo aj objemovo stály pod zatažením v zostave danej konštrukcie. Objekty pôsobia spravidla gravitačne, pričom okrem tvaru konštrukcie je rozhodujúca aj hmotnosť. Požaduje sa, aby priemerná objemová hmotnosť hotovej konštrukcie bola minimálne 17,5 kN/m<sup>3</sup>.

Z gabionov možno vytvoriť rôzne tvary – ide o flexibilnú a ľahko tvarovateľnú konštrukciu, z ktorej sa pri dodržaní hlavných zásad navrhovania stáva trvanlivý systém schopný postupne splynúť s okolitým prírodným prostredím.

V porovnaní s klasickými betónovými alebo železobetónovými konštrukciami, od ktorých sa postupne upúšťa, majú drôtokamené konštrukcie aj drenážnu funkciu, čím značne redukovujú tlaky na konštrukciu.

Gabionový múr je schopný pohltiť veľké deformácie bez porušenia a aj pri deformáciách niekoľkých desiatok centimetrov si zachováva svoju funkčnosť. Umožňujú to najmä dvojzákrutové spoje sietí a využíva sa to najmä pri vodohospodárskych stavbách.

V porovnaní s konštrukciami vytvorenými zo zváraných sietí, kde sú pri aplikáciách vo vodohospodárskych stavbách zraniteľné práve body zvarov a často dochádza k mechanickým poruchám spojov, následnému šíreniu poruchy a kolapsu konštrukcie, je pri-

# MACCAFERRI

Engineering a better solution



### Naše riešenia

- Vystužovanie svahov
- Protihlukové bariéry
- Ochrana proti padaniu skál
- Environmentálne riešenia
- Úpravy vodných tokov
- Vystužovanie podlažia
- Protierózna ochrana
- Oporné a vystužené konštrukcie
- Prefabrikovaný vystužený múr
- Vystužovanie vozoviek

### Kontaktuje nás :

Obchodno – technická kancelária Bratislava:  
Kopčianska 15, 851 01 Bratislava  
Tel.: +421 2 20 24 00 56

Technická kancelária Žilina:  
Veľká Okružná 26A, 010 01 Žilina  
Tel.: +421 918 929 747  
office@maccaferri.sk

[www.maccaferri.sk](http://www.maccaferri.sk)





Obr. 4 Ochrana objektu ČOV pred hladinou  $Q_{100}$  na toku Dunaja v Bulharsku

rodzenou vlastnosťou dvojjákrutovej šesťhrannej ocelevej siete to, že v prípade poškodenia oka sa dvojjákrutovou sieťou porucha nešíri ďalej.

### Skúsenosti s použitím

Ako vhodný príklad použitia drôtokamených konštrukcií môže slúžiť protipovodňové opatrenie realizované na toku Dunaja v Bulharsku, kde sa použili v rámci aktívnej ochrany objektu ČOV pred hladinou  $Q_{100}$  matrace typu Reno, gabiony a Terramesh Systém. V danom prípade hrozilo riziko kontaminácie toku Dunaja a miestnych akvaktúr splaškami z ČOV v prípade dosiahnutia pretoku storočnej vody.

Na ochranu objektu ČOV sa navrhol riešenie pozostávajúce z opevnenia koryta pomocou RENO matracov kombinovaných s gabionmi a Terramesh Systémom.

Na zabezpečenie päty proti vymytiu sa použili RENO matrace, ktoré sú vyrobené zo šesťuholníkovej dvojjákrutovej poplastovanej ocelevej siete s typom oka  $6 \times 8$  so zdvojenými priečkami. Oceleový drôt je ochránený Galfanom (Zn + 5 % Al + MM) s následným poplastovaním PVC. Priemer drôtu siete je 2,2 mm (vnútorný)/3,2 mm (vonkajší) v zmysle EN 10223-3. Výška použitého matraca bola 0,30 m. Pod matracmi sa zriadila fil-

tračná a separačná vrstva z netkanej geotextílie Mactex BN40.1.

Na opevnenie päty oporného múru z Terramesh Systému sa použili klasické gabionové koše s rozmerom  $1 \times 1 \times 1$  m (na obr. 5 je typický priečný rez konštrukciou). Koše boli vyrobené z dvojjákrutovej ocelevej šesťuholníkovej siete s okom 8/10, ktorá má mechanické vlastnosti lepšie, ako odporúča norma EN 10223-3. Drôt použitý na výrobu siete je hrubo galvanizovaný Galmacom (zliatina Zn – 5 % Al) s následným poplastovaním PVC na zabezpečenie dlhodobej životnosti konštrukcie v danom prostredí.

Následné vrstvy – etáže gabionovej konštrukcie – sa budovali z Terramesh Systému z dôvodu zníženia kubatúry gabionovej konštrukcie.

Konštrukcia múru predstavuje systém prefabrikovanej modulárnej konštrukcie tvorenej líčovými drôtokamenými prvkami s integrovanou výstužnou sieťou. Na stavbe sa použili bloky Terramesh Systému – líčové prvky s rozmerom  $3,0 \times 1,0 \times 1,0$  m s vystužením formou horizontálneho panelu zo šesťuholníkovej dvojjákrutovej poplastovanej ocelevej siete s typom oka  $8 \times 10$  pevne spojeného s košom. Výstužný panel tvorí výstuž (kotvenie) v násypovom svahu s dĺžkou 3 m. Priemer drôtu siete je 2,7 mm (vnútor-

ný)/3,7 mm (vonkajší). Povrchovú úpravu siete bloku Terramesh Systém tvorí Galmac (zliatina Zn – 5 % Al) s následným poplastovaním PVC. Gabionové čelo a horizontálna výstuž sú spojené už vo výrobnom procese a tvoria ucelenú časť systému. Ostatná časť systému za čelným prvkom sa plnila vhodným nesúdržným zrnitým materiálom a hutnila sa po vrstvách. Oporný múr sa budoval postupným ukladaním blokov Terramesh Systém s horizontálnou výstužou do navrhnutých úrovní.

Maximálna výška konštrukcie predstavovala vzhľadom na hladinu  $Q_{100}$  5 m. Líce nad násypu konštrukcie s výškou 1,4 m v sklone 1 : 1 sa upravilo protieróznym výstužným geokompozitom Macmat R1 8127GN ukotveným k podkladu oceľovými skobami.

MacMat R1 8127GN predstavuje vystuženú georochoz vyrobenú z polypropylénovej trojrozmernej rohože extrudovanej na oceľovú sieť (výstužný prvok). Výstužnú sieť tvorí oceleová dvojjákrutová šesťuholníková sieť typu  $8 \times 10$  podľa EN 10223-3 s priemerom drôtu 2,7 mm s povrchovou úpravou Galmac (Zn + 5 % Al) podľa EN 10244-2, trieda A.

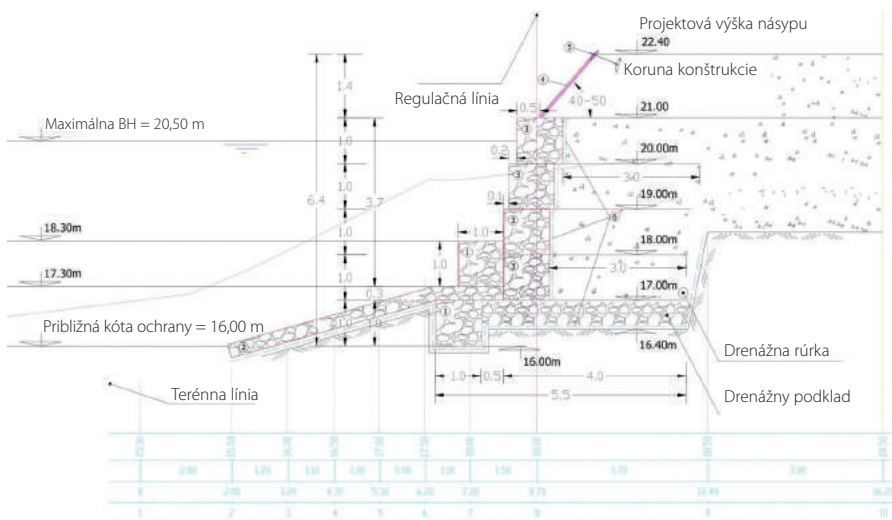
Uvedená konštrukcia bola postavená v roku 2010 a počas záplav v roku 2013 úspešne splnila svoju funkciu. V súčasnosti je plne integrovaná do prostredia a svojím vzhľadom nijako negatívne neovplyvňuje okolitú prírodu.

TEXT: Ing. Karol France, Mgr. Ľuboš Lichý  
FOTO: MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o.

Karol France je obchodno-technickým manažérom v MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o., a Ľuboš Lichý je obchodným riaditeľom tejto spoločnosti.

### Flood Protection Measures

Global warming in the last century affects the number and scale of natural disasters. Climate change influences the level of sea levels, which from 1993 increased about 3 mm per year and since 1870 has caused an overall increase in global mean sea level of 200 mm. Today, floods, landslides, tsunamis and coastal erosion action becoming an increasingly inflected problems, which are regularly repeated with higher and higher intensities. In addition, there is a close interaction between these various natural disasters, so they tend to occur together, or one may induce further, increasing the potential height of damages and loss. Natural disasters affect not only people and society as a whole, but also the economies, government and international systems on which we all depending. All responses to floods and emergencies should be quick and efficient to restore the natural state of the affected region, and to restore life. In terms of time, when the flood measures are applied, we can divide them for an emergency or preventive flood protection measures. MACCAFERRI company offers the proven system solutions applicable for both scenarios.



Obr. 5 Typický priečný rez konštrukciou použitou na toku Dunaja v Bulharsku