

# Projektovanie a výstavba gabionových konštrukcií

Cieľom článku je v stručnosti oboznámiť odbornú verejnosť s praktickými skúsenosťami pri projektovaní a výstavbe gabionových konštrukcií oporných múrov, zárubných múrov, sanácií zosuvov, riešení protipovodňových úprav tokov a hradení bystrín drôteno-kameným gabionovým systémom. Okrem uvedených možností možno gabionový systém navrhnúť pri výstavbe umelo vytváraných architektonicko-estetických terás, protihlukových stien, ale aj ako protierózne opatrenie.

## Odporúčané parametre plniaceho materiálu:

### Lomový prírodný kameň

- pevnosť v tlaku za sucha minimálne 140 MPa
- pevnosť v tlaku za mokra a po vymrazení minimálne 140 MPa
- nasiakavosť max. 1,5 % hmotnosti
- súčiniteľ odolnosti proti mrazu pri 25 zmrazovacích cykloch 0,75
- opotrebovateľnosť v obruse max. 0,3
- objemová hmotnosť 2 400 až 2 600 kg/m<sup>3</sup>
- pórovitosť maximálne 15 %

### Zemina do gabionových konštrukcií

- čiara zrnitosti má ležať v oblasti 2, prípadne 1 (STN 73 6824)
- obsah organických látok maximálne 5 % hmotnosti zeminy
- veľkosť zŕn maximálne 100 mm
- objemová hmotnosť 1 900 až 2 050 kg/m<sup>3</sup>
- efektívny uhol vnútorného trenia  $\phi_{ef}$  20 až 27°
- efektívna súdržnosť 8 až 30 kPa

## Opis konštrukcie

Zo sietí sa pomocou spojovacích špirál vytvárajú priamo na mieste objektu drôtené koše, ktoré sa plnia kameňom. Na menej náročné konštrukcie sa môže použiť aj recyklovaný betón, resp. zemina. Neodporúča sa, aby sa do konštrukcií ukladali namrznuté zeminy či zeminy premočené dažďom alebo snehom.

Gabionové konštrukcie môžu mať tvar:

- s odstupňovaním na lícnej pohľadovej strane,
- s odstupňovaním na rubovej strane,
- s obojstranným odstupňovaním,
- s konštantným prierezom, najmä pri nízkych múroch.

Na zvýšenie tuhosti počas plnenia sa protiľahlé steny košov vystužujú dištančnými sponami. Tie sa rozostavujú a upínajú v presne stanovených polohách a proti vyskočeniu počas plnenia sa uzatvárajú. Gabionové koše na pohľadovej strane konštrukcie sa plnia ručným vkladáním kameňa, ktorý musí spĺňať aj estetické požiadavky. Stredná časť konštrukcie sa obyčajne vyplňa drobnejšou frakciou kameniva (frakcia 16 – 32 – 63). Ak vzhľad konštrukcie nie je dôležitý, možno celý objem koša naplniť vhodnou frakciou kameniva (32 až 63 mm) strojom. Treba však navrhnúť sieť s menšími okami (100 x 50 mm). Stanovenie optimálnej výplne ko-

šov a jej parametrov je úlohou projektového riešenia. Projektant musí zohľadniť najmä zabezpečenie stability, estetické stvárnenie konštrukcie ale aj jej hospodárnosť. Návrh by mal prihliadať aj na materiálové možnosti v okolí stavby a začlenenie inžinierskeho objektu do okolitého terénu. Tento konštrukčný systém možno realizovať aj v zimnom období, takže nedochádza k obmedzovaniu produktivity výstavby.

## Navrhovanie gabionových konštrukcií

Gabionová konštrukcia musí byť posudzovaná ako stavebná konštrukcia, ktorá zabezpečuje stabilitu prírodného alebo umelo vytvoreného svahu. Od výšky konštrukcie závisia nároky na požiadavky vstupných podkladov. Gabionové konštrukcie do výšky 1,5 m možno považovať za konštrukcie najmenej náročné a zaraďujú sa do 1. geotechnickej kategórie. Konštrukcie vyššie ako 1,5 m patria však do 2. geotechnickej kategórie. O tom, či v zložitých geologických podmienkach bude konštrukcia zaradená do 3. geotechnickej kategórie, rozhodne projektant na základe inžinierskogeologického prieskumu. V praxi je však najčastejšie gabionová konštrukcia zaradená do 2. geotechnickej kategórie. Zo statického hľadiska je pre správny návrh gabionovej konštrukcie dôležitý komplexný inžinierskogeologický prieskum, ktorý okrem základných údajov musí obsahovať:

- vlastnosti zemín pod základovou škárou,
- vlastnosti prírodného svahu alebo násypu za rubom konštrukcie,
- úroveň a režim podzemných a povrchových vôd (úpravy tokov),
- faktory zvyšujúce nebezpečenstvo zosuvov a pod.

Ďalšie podklady, ktoré sú dôležité pre návrh gabionovej konštrukcie:

- polohopisné a výškopisné zameranie lokality najvhodnejšie v M 1 : 500, M 1 : 200 s vyznačenými inžinierskymi sieťami, ktoré overili správcovia týchto sietí,
- pre úpravy tokov sú potrebné N-ročné prietoky,
- dopravnoinžiniersky prieskum,
- pedologický prieskum,
- protikorózný prieskum vrátane prieskumu účinkov bludných elektrických prúdov.

Okrem týchto podkladov treba dodržiavať príslušné platné národné normy.

Na základe údajov inžinierskogeologického prieskumu treba vždy posúdiť aj celkovú stabilitu dotknutého územia. Keďže vo väčšine prípadov ide o konštrukcie zabezpečujúce stabilitu gravitačným pôsobením vlastnej hmotnosti, medzi najdôležitejšie vstupné údaje patrí objemová hmotnosť hotovej konštrukcie systému. V bežných prípadoch možno predpokladať objemovú hmotnosť 1 700 kg/m<sup>3</sup> (17 kN/m<sup>3</sup>).

Vzhľadom na pomerne malú citlivosť týchto konštrukcií na deformácie podložia, sa môže minimálna hĺbka založenia konštrukcie znížiť na 0,0 až 0,5 m (netreba dodržať nezamrzajúcu hĺbku podložia). Rozhodujúcim kritériom je únosnosť základovej škáry. Oporný múr je výhodné navrhnúť v protisklone, čo si vyžaduje riešiť v rovnakom sklone aj základovú škáru. Tiež sa odporúča navrhovať odstupňovaný priečny rez. Umožní to zazelenenie konštrukcie, ale najmä sa tým zlepšujú konsolidačné podmienky. Na vzniknutých lavičkách lepšie rastie vegetácia a vytvára sa prírodzený sklon pre skonsolidovanú stenu z lomového kameňa, čo má rozhodujúci význam po ukončení životnosti drôtených sietí.





Pri konštrukcii sa musí posúdiť na stabilitu polohy v úrovni každého odstupňovania. Maximálnym výpočtovým namáhaním v jednotlivých horizontálnych vrstvách sa netreba bližšie zaoberať, pretože je limitované únosnosťou základovej škáry.

Ak sa predpokladá podmáčanie základovej škáry za rubom oporného alebo zárubného múru, odporúča sa zabudovať pozdĺžnu drenáž z flexibilných PVC trubiek DN 100, ktoré odvedú priesakovú vodu na jestvujúci terén alebo do kanalizácie, resp. do príslušného recipientu.

Použitie geotextílií za oporným múrom alebo pod ním odporučí projektant na základe vykonaného prieskumu, pretože ak by nastala kolmatácia (zanesenie) geotextílií ílovitým materiálom, môže sa vytvoriť nepriepustná clona. Voda potom nebude môcť odtekať a tým sa zvýši horizontálne zaťaženie na konštrukcie. Spätný zásyp za opornými múrmi musí pre lepšie odvedenie vody a vytvorenie prirodzeného hydraulického filtra byť zásadne zo štrkového alebo kamenistého materiálu.

Zvýšenú pozornosť treba venovať aj ochrane proti tzv. bludným elektrickým prúdom, zvlášť pri stavbách v blízkosti železníc s elektrickou trakciou, pri mestských tŕatiach elektrických a pod.

Tam, kde si to vyžaduje bezpečnosť, navrhujú sa ku gabionovým konštrukciám aj doplnkové bezpečnostné konštrukcie – oceľové alebo drevené zábradlia, cestné zvodidlá, sieťové alebo lanové kotvy alebo oplotenie.

## Technologický postup pri realizácii konštrukcie

Pretože drôteno-kamenný systém vykazuje vnútornú pružnosť, konštrukcia nemusí byť založená v nezamrzajúcej hĺbke. Odporúčaná hĺbka základovej škáry je 0,5 m. Spôsob založenia však musí byť určený v projekte. Základová škára musí byť v jednotnom pozdĺžnom sklone do 8 %, pri väčších pozdĺžnych sklonoch sa môže v určitých sekciách urobiť výškové odskočenie. V priečnom smere sa základová škára obvykle navrhuje v sklone 1 : 10, ale možno navrhnuť aj vodorovnú základovú škáru. Pri úpravách tokov je návodná strana kolmá a základová škára vodorovná. Nevylučuje sa však ani sklon 1 : 5.

Po odstránení povrchovej vrstvy, prípadne aj menej únosných vrstiev zemin, sa urobí podkladová vrstva zo zhrutneného štrkopiesku alebo makadamu s hrúbkou 150 až 200 mm. Mieru zhrutnenia podkladu predpisuje projektant. Ako podkladová vrstva sa môže použiť aj podkladový betón triedy B 7,5 (B10), ktorý sa uloží na šírku základu v hrúbke 100 až 200 mm. Pri betónovaní podkladu sa odporúča šachovnicovo po vzdialenostiach asi 500 mm osadiť kotviace oceľové tyče – betonársku výstuž profilu 20 mm tak, aby zo základu vyčnievala min. 100 mm. Takto sa zmonolitní vzájomné prepojenie siete s podkladovým betónom. Tento spôsob sa však používa len výnimočne.

Siete sa kladú na pripravenú podkladovú vrstvu a podľa plánu kladenia sa pomocou špirál spájajú do košov – gabionov. Najprv sa spoja spodné siete zo zvislými, potom sa pripevnia čelá a po uložení kamennej výplne sa spoja horné siete.

Skladba sietí sa robí na základe projektu vypracovaného projektantom. Odporúča sa, aby realizátor stavby požiadal dodávateľa gabionov o zhotovenie plánu kladenia.

Tvarová stabilita košov pri plnení kameňa sa zabezpečuje pomocou dištančných spôn a pomocného šalovania podľa technologického návodu výrobcu. Spony sa delia na tzv. rohové a stredové. Rohové sa umiestňujú v polovičke výšky koša a spájajú dve na seba kolmé steny. Stredové spony spájajú protiláh-

## Inžinierske dielo možno zazeleniť

- pomocou geotextílie priamo v konštrukcii vytvorením balu so zeminou,
- osadením dierovanej drenážnej rúrky priamo do konštrukcie pri realizácii systému a vysadením rastlín s vodorovným koreňovým systémom,
- plnením konštrukcie systémom zeminou (hlavne pri objektoch protihlukových stien), čo umožňuje výsadbu aj strednej vyrastenej zelene,
- zazelenanie možno zlepšiť kokosovou rohožou, ktorá zároveň zachytáva zeminu proti vypadnutiu z čiel protihlukových stien.

## Annotation

The aim of this article is briefly to inform the professional community about experience in the design and construction of gabion structures, retaining walls, breast walls; landslide protection, river regulation and flood control solutions, and gabion wirestone structure system as a barrier for streams.

lé sieťové steny košov a umiestňujú sa v treťovej výške v dvoch radoch nad sebou. Aby boli spony zabezpečené proti vyskočeniu pri plnení, musia sa zachytávať krížom cez zväzovaný spoj drôtov sietí a tam sa ohnúť.

Z pohľadovej strany je vhodné ručné ukládanie kameňa v zásade po 300 mm. Kontinuálne s ukladaním kameňa do košov sa realizuje spätý zásyp za opornou konštrukciou s postupným odstraňovaním prípadného paženia. Druh zemin na spätý zásyp ako aj spôsob zhrutnenia určí projekt.

Pri montáži sa musí dodržiavať technologický návod výstavby, ktorý je súčasťou dodávky sietí.

## Životnosť gabionového systému

Dôležitým parametrom životnosti systému je životnosť materiálu z pozinkovaného drôtu a kvalitatívne parametre plniaceho materiálu. Vychádza sa z predpokladu, že čas životnosti zinkového povlaku a samotného oceľového drôtu musí byť vyšší, ako čas tzv. konsolidácie drôtenokamenného systému (prerastenie kameňov vegetáciou a výplň medzier naplavenou prípadne naviatou zeminou).

So životnosťou súvisí aj ochrana proti bludným elektrickým prúdom a zníženie agresivity prostredia voľbou vhodnej zemin na spätý zásyp.

## Dokumentácia pre realizáciu stavby

Na základe praktických skúseností možno odporučiť, aby sa pred stavbou gabionových konštrukcií zhotovila dokumentácia na realizáciu stavby aj pre nenáročnejšie konštrukcie. Tá upresňuje a rozširuje projektovú dokumentáciu do podoby, ktorá jednoznačne definuje konštrukcie, výrobky, materiály, výkazy, vyhotovenie a konštrukčné detaily tak, aby pre zhotoviteľa bola jednoznačne zrozumiteľná. V niektorých prípadoch, napr. ak na požiadanie investora stavby treba už vypracovanú projektovú dokumentáciu prepracovať na gabionový systém, alebo ide o neodkladné riešenie havarijného stavu ohrozujúceho životy či majetkové škody (napr. zosuvy ciest, erózia tokov a následný vznik povodní a pod.), možno po dohode s investorom stavby, na urýchlenie investičného procesu vypracovať zjednodušenú projektovú dokumentáciu.

TEXT: spracované z podkladov spoločnosti COMPAG SK, s. r. o.

FOTO: archív spoločnosti COMPAG SK, s. r. o.