

# Životnosť gabionových konštrukcií – aplikácia noriem EU

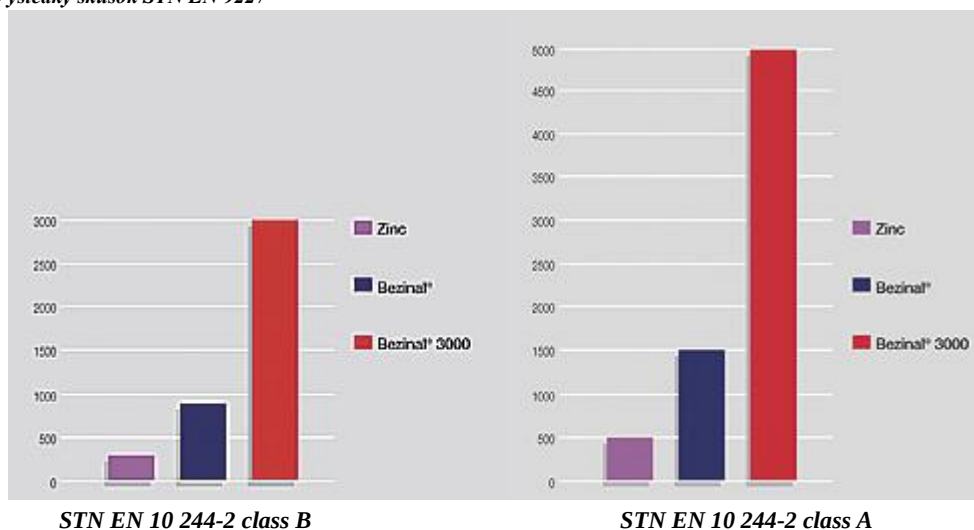
## Antikorózna ochrana

Štandardom pre korozívnu ochranu v EU je bez pochybností v súčasnosti zmes Zn + AL. S myšlienkou využitia predmetnej zliatiny sa drôtove zaoberali, či skôr pohrávali, už skôr než sa gabiony zo zváraných sietí uplatnili v ČSR ( ČR a SR ) a začali presadzovať do cestného a železničného stavebníctva.

Na výrobu zváraných sietí pre gabiony a spojovacieho materiálu sa dnes používa špeciálna antikorózna úprava pod názvom GALFAN®, a to s obchodným označením BEZINAL® alebo s označením CRAPAL 4. Z dôvodu prítomnosti pasívneho hliníku v zliatine je katódová ochrana omnoho účinnejšia, než pri povrchovej úprave samotným zinkom, ako to bolo v SR ( 1990 –2000). Respektíve v roku 1894 na objekte v Lido Casalecchio, odkedy datujeme jednu z mnohých gabionových stavieb plniacich funkciu až do dnešných čias s ochranou samotným Zn. Teda preukázateľne nad 100 rokov. Takýchto stavieb by sme mohli menovať i viacej. Súčasná ochrana Zn + Al je až trojnásobne účinnejšia a zaisťuje mimoriadnu ochranu pre miesta spleťania alebo zvarov. Zlúčenina Zn + Al odstránila problém pri ohýbaní s praskaním vrstvy Zn a to hlavne pri výrobe „pletených“ gabionov.

História Galfanu sa datuje od začiatku osemdesiatych rokov a je spojená so snahami oceliarskych spoločností o vylepšenie pozinkovanej ocele. Najvýznamnejšie aktivity prebiehali v CRM ( Centre de Recherche Metalurgique ) v Belgicku a ILZRO ( International Lead-Zinc Research Organisation ). Bolo zistené , že v danej dobe najlepšie výsledky poskytoval pomer Zn 95% a Al 5%. Táto nová zliatina bola nazvaná **Galvanisation Fantastique** a odtiaľ skratka GALFAN® . V súlade s tým bol na trh SR po roku 2000 uvedený nový rad drôtu a drôtených výrobkov s povrchovou úpravou Galfan pod označením BEZINAL® ( **Bekaert Zinc Aluminium** ) s odolnosťou min. 1000 hod pri laboratórnych skúškach podľa STN EN 9227. Na trhu pri finančnej pripravenosti investorov by bolo možné bez problémov využívať v zahraničí bežné antikorózne povrchy Zn+Al s odolnosťou min. 3000 hod./lab.

Výsledky skúšok STN EN 9227



## Hlavné zásady kvality

Odolnosť a trvanlivosť drôtu môžeme hodnotiť z laboratórnych hodnôt získaných pri posudzovaní v rámci certifikácie, ako i výsledkov iných výskumných a laboratórnych pracovísk za účelom extrapolácie všeobecného pravidla pre predpovedanie očakávanej životnosti stavebného objektu – konštrukcie.

Hlavnými axiómami, ktoré predurčujú odolnosť a životnosť gabionových konštrukcií sú spojené s nasledovnými parametrami :

- Návrh konštrukcie objektu
- Vývoj okolitého prostredia v čase a vo vzťahu k objektu
- Typ gabionovej siete a stavebnej konštrukcie
- Odolnosť a trvanlivosť drôtu siete a spojovacích prvkov
- Druh použitej výplne (kameňa) do gabionov
- Dodržanie technologického postupu a zásad výstavby gabionov

Ako všeobecné pravidlo môžeme vyjadriť názor, že životnosť optimálne navrhnutého objektu z gabionov s povrchovou ochranou Zn+Al je z pohľadu porovnateľných konštrukcií mimoriadna. Pri správnej voľbe plniaceho materiálu gabionov možno pracovať s predpokladom hraničiacim s istotou, že gabionová stavebná konštrukcia presiahne výrazne návrhovú i reálnu životnosť 100 rokov. Uvedený názor je postavený na predpoklade, že životnosť drôtu s kovovým povlakom vystaveného korozívnym vplyvom a mechanickému pôsobeniu je vyššia, ako čas potrebný na konsolidáciu výplne gabionov a okolia narušeného výstavbou ( zhutnenie a odvodnenie prostredia ).

V prípade ak nepredpokladáme vplyv konsolidácie ako jeden z bezpečnostných faktorov a budeme brať do úvahy len správanie pozinkovaného oceľového drôtu je zrejmé, že prvoradá bude úroveň kvality povrchovej ochrany Zn, Zn+Al , ktorá sa má v súčasnosti realizovať na základe STN EN 10 244-2 : 2009 clas. A . ( povlaky zo zinku a zliatin zinku kvality „A“ ).

Samozrejme neoddeliteľný parameter predpokladanej reálnej životnosti je použitý priemer drôtu najslabšej časti gabionu ( siete, spojovacieho prvku, ... ).

$$T_{\text{spotreby Zn+Al}} + T_{\text{straty únosnosti drôtu}} = T_{\text{čas prirodzenej konsolidácie}}$$

Je jasné, že v prípade cestných a železničných stavieb „nekonsolidovaný“ stav konštrukcie a okolia prakticky nemôže nastať. Gabionové konštrukcie sú určené ako náhrada železobetónových konštrukcií a musia už v návrhu konštrukcie ( projekt ) v statickom posúdení splniť svoju úlohu stability násypu alebo svahu s predpokladom rýchlej krátkodobej konsolidácie gabionového objektu i okolia. A tak musia byť aj realizované ! Z podstaty vystuženia betónu sú tak predurčené gabiony zo zváraných sietí ako najvhodnejšie..

## Korózia zinkových povlakov a ich zmesí

Korózia je elektrochemický jav, ktorý sa uplatňuje pri výskyte rozdielných potenciálov medzi dvomi prepojenými elektrolytmi . Takýto rozdiel v potenciáloch môže pre oceľový drôt v prirodzenom prostredí vyvolať rozdiel v koncentrácii solí a kyslíka v samotnom okolí povrchu drôtu. To môže produkovať elektrolytickú bunku a tok elektrického prúdu ako predpoklad úbytku kovu – koróziu.

Hlavná účinná metóda prekonania tohto problému je pozinkovanie a obzvlášť žiarové pozinkovanie. Oxidoredukčný spôsob zinkovania je určený pre kontinuálny spôsob zinkovania drôtu. Vzniknuté zinkové povlaky sú spojené so základným materiálom difúznou medzivrstvou zloženou z Fe a Zn .

Zinok vytvára pevný povlak s dlhodobou životnosťou – vytvára barierový efekt. Zinok tzv. obetuje sám seba čo znamená , že poskytuje katodickú ochranu pretože má nižší elektródový potenciál než železo.



*Siete s antikorozióznou ochranou Zn+Al*

Ako súčasť technologického procesu zinkovania sa môže do zinkového kúpeľa pridávať malé množstvo prísadových prvkov ako hliník, cín, ... Prísadové prvky ovplyvňujú štruktúru zinkového povlaku a ich obsah nemusí byť normalizovaný. Prísady, tzn. aj Al v zliatine Zn+Al ovplyvňujú hlavne mechanické vlastnosti povlaku ( korozívnej ochrany – napríklad na ohyb ) .

Zinok na svojom povrchu ( na povrchu chráneného drôtu ) vytvára ochrannú vrstvu oxidov zinku a hydroxidov zinku. Oxidy sú veľmi stabilné a od kvality vrstvy oxidov závisí životnosť materiálu. Hydroxidy sú menej stabilné a pre ochranu drôtu nežiadúce. Po vytvorení kompletnej ochrannej vrstvy oxidov sa proces korózie – spotreby Zn významne spomalí.

V prípade ak ochranná vrstva nieje kompletná alebo sa vôbec nevytvorila ( napríklad pod vrstvou PVC ) dochádza pri kontakte s vodou ku vzniku bielej korózie – hrdze . Biela hrdza je vytvorená poréznyimi oxidmi a karbonátmi Zn. Vrstva bielej hrdze má želatínový, pórovitý charakter a rýchlo odpadá z povrchu Zn čím sa proces korózie a prehrdzavenia zrýchľuje. Naproti tomu pri tvorbe ZnO dochádza takmer k jej zastaveniu. Z uvedeného dôvodu je žiaduce pred montážou gabionov zabezpečiť uskladnenie na vetranom mieste.

**Pozn.:**

- Oxidy :  
ZnO – biela kryštalická látka – zinková beloba . Biely oxid zinočnatý vzniká viazaním sa na kyslík alebo dehydratáciou bieleho  $\text{Zn(OH)}_2$
- Hydroxidy :  
 $\text{Zn(OH)}_2$  – hydroxid zinočnatý – „biela korózia“ .

## **Prídavná antikorozna ochrana**

V prípade kontaktu s tečúcou vodou , za predpokladu abrazívneho opotrebenia a náročného chemicky agresívneho prostredia sa zvažuje použitie organických povlakov ako prídavnej antikorozívnej ochrany. V prípade gabionov je to obvykle PVC ( Zn+Al na úrovni trieda A – hrubé pozinkovanie ) alebo PA ( Zn+Al na úrovni E – obchodné pozinkovanie )

Povrch PVC na drôte pre gabionové koše sa síce javí ako prídavná ochrana avšak v prípade neuváženeho konania projektanta alebo realizátora gabionovej konštrukcie a predpísanie jej naplnenia ostrohranným kamením dôjde vplyvom ostrých hrán a hmotnosti kameňa k mnohopočetnému lokálnemu znehodnoteniu tohto ochranného PVC povrchu. Na zničených miestach môže dôjsť k masívnej tvorbe bielej korózie Zn a v rýchlom slede i hnej korózii Fe. Problémom zostáva i nevytvorenie oxidovanej ochrannej vrstvy pod povlakom PVC pri skladovaní. Investícia do prídavnej



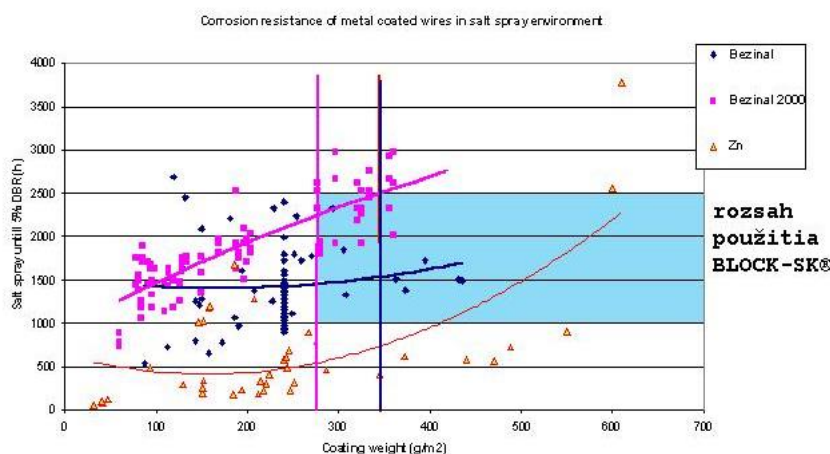
izolácie tak nesplní očakávania a vzhľadom na použitie nízkopriemerových drôtov ( 2,20 – 2,70 mm ) i predpoklad nedosiahnutia návrhovej predpokladanej životnosti diela .



*Siete s antikoróznou ochranou Zn+Al + PVC*

Na základe uvedeného sa javí vhodnejšie navrhovanie a využívanie gabionov bez prídavného povrchu PVC. Použitie gabionov z drôtu priemeru minimálne alebo viac ako 3,00 mm s povlakom Zn+Al v súlade min. s **STN EN 10 244-2:2001 class. A** pre gabiony. Taktiež v súlade s aktualizovanými TKP časť 31 s odolnosťou min. 1000 hod/lab **STN EN 9227** je z pohľadu očakávanej životnosti jednoznačnejšie.

Použitie prídavného antikorózneho povrchu PVC ( PA) vyžaduje zo strany realizátora použitie napríklad opracovaného plochého kameniva ukladaneho na plochu v celom objeme gabionu a ochranu gabionového objektu a sietí, použitých napr. ako vodorovnej výstuže, vhodnou geotextíliou proti poškodeniu ostrohranným kamenivom zo zásypového materiálu alebo vystuženého svahu. Mimoriadne vhodné je použitie obliakov – riečnych štrkov vhodnej frakcie. Celková gravitačná hmotnosť kameniva z výplne gabionu pôsobí i na použité ploché kamene ukladané opatrne. Takže svojimi neopracovanými plochami spôsobia taktiež škody i keď môžeme zvažovať menšie percento poškodenia. Prípadné použitie výplne z ostrohranného kameniva je samozrejme devastačné.



*Laboratórne skúšky EN 9227 – množstvo Zn+Al / hodiny po prvú koróziu*

Taktiež musí byť zvážená otázka požiarnej bezpečnosti gabionového objektu posúdením možnosti ohrozenia a zničenia prídavnej ochrany PVC požiarom z automobilovej nehody alebo založeného nezodpovednou osobou. Na uvedené problémy spojené s voľbou vhodnej korozívnej ochrany je poukázané i v TKP č. 31 Zvláštne zemné konštrukcie .



*Výplň kameňom*

## **Zákonný rámec kontroly kvality antikorozynej ochrany gabionov**

Neuvážené deklarovanie noriem STN EN 10 223-3 a STN EN 10 223-8 v poslednom období ako etalonu životnosti je nezodpovedné bez náležitého posúdenia pôdneho prostredia a hlavne kvality plniaceho kameniva a zásypovej štruktúrovanej zeminy - v oboch prípadoch s ostrohranným kamenivom. Predmetné normy sa nesmú spájať a využívať pre konštrukcie v inom prostredí voľný priestor. V normách nie je žiadna zmienka o kamenive v gabionoch ani o kontakte sietí s kameňom. Predmetné normy pracujú pravdepodobne len s koróziou ochrannej vrstvy drôtu (siete, pletiva) po prvé známky korózie zistené laboratórne na základe EN 9227 bez vyhodnotenia celkovej spotreby ochranného povlaku a času korózie samotnej ocele po stratu funkčnosti. Metodika definovania reálneho času je neuvedená. Náležité zváženie všetkých parametrov gabionových objektov vrátane štruktúry a druhu kameniva či štruktúrnej zeminy, priemeru drôtu na gabionové koše vrátane spojovacieho materiálu je viac ako dôležité. Životnosť výrobku „gabion“ možno vyvodzovať len zo životnosti konštrukcie pri jeho praktickom použití, čím sa javia predmetné normy zásadne nepoužiteľné pre zvláštne zemné konštrukcie na cestných a inžinierskych stavbách. Životnosť stavby je daná jeho najslabšou súčasťou (spojovací materiál) ako i vplyvom prevádzky (požiar) alebo UV žiarenia čo sa javí u plastov veľmi závažný problém s ohľadom na rýchlu degradáciu.

## **Korózia v prírodných vodách .**

V prostredí prírodných vôd zvyčajne vykazuje zinok menšie hodnoty korózie. To je jednak spôsobené tým, že prírodné vody obsahujú množstvo rozpustených látok, alebo karbonáty, ktoré majú tendenciu vytvárať ochranné povlaky.



*Úprava brehu po povodni a s odstupom času*



## Korózia v pôde.

Žiarovo zinkovaná oceľ prichádza do úvahy ako materiál do zeme. Gabiony a gabionové siete sú takýmto výrobkom, ktorý je v kontakte so zeminou v zásype. Korozívne reakcie sú dané samozrejme povahou zemného materiálu a elektrochemickými prúdmi. Pre tvorbu korozívnych povlakov je potrebný kyslík. To znamená, že ťažké pôdy (súdržné zeminy) sú menej vhodné ako sypké (nesúdržné) zeminy - obsahujúce kamenivo .

Korozívna agresivita rôznych typov pôdy :

|      | Druh pôdy                     | Agresivita |
|------|-------------------------------|------------|
| I.   | vápencová, pieskovcový slín , | malá       |
| II.  | piesčitá , štrkovitá          | stredná    |
| III. | ílovitá, rašelinná, humusová  | veľká      |

Vďaka katódickej ochrane , ktorú zinok poskytuje nemôže hrdza prenikať pod zinkový povlak a spôsobiť poškodenie takého charakteru , ako je tomu u organických povlakov ( farby ) alebo ušľachtilejších ako je napríklad PVC po poškodení ostrohranným štruktúrnym materiálom.

## Korózia gabionov a posypové soli.

V praxi sa objavujú otázky kvality gabionov týkajúce sa korózie spôsobenej posypovými soľami. Podľa dostupných informácií posypové soli obsahujúce  $MgCl_2$  nespôsobujú zvýšenú koróziu Zn oproti soliam s obsahom NaCl , skôr naopak . Mg umožňuje zmenu pH na maximálnu hodnotu  $pH=10,2$  . Odborníci z oblasti korózie kovov vyjadrujú názor , že práve to je hlavný hnací faktor pre používanie Zn+Al+MM ( misch metal s prímiesou Mg ) . Zlúčenina  $Mg(OH)_2$  vytvorí povlak, ktorý následne odoláva oxidácii a zmiernuje lokálne pH . Uvedená vlastnosť spôsobuje nižšiu korozívnu stratu a vznik  $MgCO_3$  . Je možné vysloviť názor , že posypové soli s obsahom Mg a zinkové povrchy s obsahom Mg znižujú koróziu Zn oproti predpokladom založeným na skúškach v súlade s STN ISO 9227, čo podporujú aj praktické skúsenosti z reálnych stavieb.



Úprava krajnice cesty

## Kontrola kvality gabionových stavieb z pohľadu životnosti :

Kontrolnú činnosť treba zahájiť už pri príprave stavby , pre zistenie väd projektu , ktorý obsahuje nekompatibilné návrhy gabionového materiálu a plniaceho či zásypového materiálu , ktoré by mohli ohroziť návrhovú a predpokladanú životnosť objektu a stavby alebo narušiť stabilitu a funkčnosť.

### **Kompletnosť projektovej dokumentácie :**

- **statický posudok** objektu s posúdením :
  - vnútornej a vonkajšej tuhosti gabionovej konštrukcie nahrádzajúcej betónovú konštrukciu a plniacu statickú funkciu
  - deformácii konštrukcie objektu
- **autorizáciu návrhu geotextílie** resp . iného filtra za gabionovým objektom statikom, vzhľadom na možnosť havárie objektu po kolmatácii ( zanesení ) geotextílie-zásypového filtra jemnými časticami a stúpnutím hydraulického tlaku
- **technické a kvalitatívne parametre gabionových sietí**, spojovacích a výstužných prvkov :
  - priemer a kvalita drôtu min. rovnaká všetkých prvkov
  - charakteristika siete z hľadiska očakávanej tvarovej stability
  - korozívna odolnosť min. 1000 hod ( STN EN 9227 ) – cesty I.Tr., D, R, Železnice
    - vrstva Zn+Al na úrovni min. STN EN 10 244-2 trieda A.
  - korozívna odolnosť min. 500 hod ( STN EN 9227 ) – cesty II.+ III. Tr., ostatné
    - vrstva Zn+Al na úrovni min. STN EN 10 244-2 trieda B.
  - prídavná korozívna ochrana PVC ( PA )
    - odolnosť min. 3000 hod ( UV žiarenie ) – cesty I.Tr., D, R, Železnice
    - odolnosť min. 2000 hod ( UV žiarenie ) – cesty II.+ III. Tr., Ostatné
    - odolnosť voči prierazu ostrohranným kamenivom
    - odolnosť voči praskaniu organického povlaku počas montáže
- **technické a kvalitatívne parametre kameňa a zásypového materiálu**
  - kameň z pohľadu návrhovej životnosti objektu
    - rozmery a štruktúra kameniva
    - geometrický tvar a druh kameňa z dôvodu priereznosti prídavnej ochrany
    - nasiakavosť
    - odolnosť mrazových cyklov
    - odolnosť proti rozdrveniu nadloží a zaťažením
  - zásypový materiál za múr ( svahu )
    - Parametre šmykovej pevnosti v súlade so statickým posúdením a návrhom
    - Tvar a kvalita častíc zeminy ( ostrohranné , oblé, ... )

### **Materiál na stavbe pred a počas montáže a plnenia gabionov :**

- priemer a kvalita drôtu min. rovnaká všetkých prvkov
- charakteristika siete z hľadiska očakávanej tvarovej stability
- potvrdenie parametrov gabionov predajcom na základe certifikátu SK ( EU )
  - korozívna odolnosť Zn+Al na základe skúšok STN EN 9227
  - vrstva Zn+Al na úrovni min. STN EN 10 244-2
  - odolnosť UV žiarenie
  - odolnosť prídavnej ochrany voči prierazu a praskaniu
  - druh a kvalita kameňa z pohľadu návrhovej životnosti objektu
- uskladnenie gabionov a kameňa zabezpečujúci odtok vody a vetranie
- obsah % jemných častíc v gabionoch a zadnom zásype v súlade s projektom
- rozmery kameniva a geometrický tvar
- dodržiavanie technológie ukladania a plnenia gabionov a zadného zásypu

## **Použitá literatúra :**

- Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl – Stal-Information-Zentrum ,Merkbatt 400 (1990)
- Durability of gabion structures – Zn & PVC – Maccaferri (1994)
- Koroziya sieťí zvaraných z pozinkovaných drôtov podľa DIN 50 021 a prevod do reálneho času – TSUS SR (1995)
- Životnosť Gabionovej stavebnej konštrukcie BLOCK-SK® - COMPAG s.r.o. (1995)
- STN EN 10 244-2, - Neželezné kovové povlaky na oceľovom drôte. Časť 2: Povyaky zo zinku a zliatin zinku
- STN EN 10 223-3:2001 – neplatná - Časť 3: Drôtené oceľové pletivo so šesťuholníkovými okami na priemyselné účely.
- STN EN 10 223-3:2014 – Časť 3: Drôtené oceľové pletivo so šesťuholníkovými okami na priemyselné účely.
- STN EN 10 223-8:2014 – Časť 8: Zvarané siete na gabiónové produkty
- STN ISO 9227:1990 – Korózne skúšky v umelých atmosférach – Skúšky v soľnej hmle (nahradila DIN 50 021 )
- Návod na vypracovanie projektovej dokumentácie pre gabiony – Ing. Eduard Vašík & kolektív (1993)
- Povrchová úprava BEZINAL® - Bekaert a.s. - (2009)
- Technické plasty – TORMIRTECH,s.r.o. - (2011)
- Studie o použití gabionů na elektrizovaných tratích – Elektrizace Dopravy spol. s r.o. Praha - (1997)
- Report on structural study of two types of gabion mesh – The university of new south weles (1979)
- TKP č. 31 – Zvláštné zemné konštrukcie – MDaRR SR – (2014)