

GABIÓNOVÁ STAVEBNICOVÁ KONŠTRUKCIA

**zo zváraných sietí
1990 - 2019**

Ing. Eduard Vašík



HISTÓRIA gabionov zo zváraných sietí v SR a ČR

Obdobie rokov 1990 – 1992

-Dovoz zvarovaných sietí a spojovacích prvkov pre potreby VD Gabčíkovo

-Korozívna ochrana Zn laboratórna odolnosť min. 350 hod. (predpis CH)

Obdobie rokov 1993 – 2000

-Zahájenie tuzemskej výroby SR a ČR

1993

-Vypracovanie metodických materiálov

1994 – 1995

-Test v chloride sodnom DIN 50021 – TSUS

1995

-Rozšírenie využívania na výstavbu diaľnic a ciest

1993

-Sanácia povodňových škôd ČR

1997 – 1998

-Korozívna ochrana Zn a laboratórna odolnosť min. 500 hod.

-Test v chloride sodnom DIN 50021 – TSUS

1998

-Test v chloride sodnom DIN 50021 – TSUS

2000

Obdobie rokov 2001 – 2019

-Sanácia povodňových škôd SR

2000 – 2002

-Korozívna ochrana Zn+Al a lab. odolnosť min. 1000 hod

2004

-Rozvoj využitia v oblasti IBV a developerských aktivít

-Mohutný rozvoj realizačných kapacít a priekupníkov materiálu

2008

-Korozívna ochrana Zn+Al a lab. odolnosť min. 2000 hod

2014

Skutočná životnosť gabionových konštrukcií v SR

**Ing. Eduard Vašík
Ing. Radovan Baslík, CSc.**

Literatúra pre posudzovanie korózie Zn , ZnAl na drôte

alebo šialený marketing

➤ **STN EN 10 223 – 8 : 2014**

Oceľový drôt a drôtené výrobky na ploty a siete. Časť 8: *Zvárané siete na gabionové produkty*

➤ **STN EN 10 244 - 2 : 2001**

Neželezné kovové povlaky na oceľovom drôte. Časť 2: *Povlaky zo zinku a zliatiny zinku*

➤ **STN EN 9227**

Skúšky korózie v umelých atmosférach. *Skúšky soľnou hmlou*

➤ **STN EN ISO 9223**

Korózna agresivita atmosfér. *Klasifikácia, stanovenie a odhad spotreby povlaku*

➤ **STN EN ISO 9224**

Korózna agresivita atmosfér. *Smerné hodnoty pre stupne koróznej agresivity*

➤ **STN EN ISO 14713-1**

Zinkové povlaky. *Návody a odporúčania na protikoróznú ochranu oceľových konštrukcií.*

➤ **STN EN 12501-2**

Ochrana kovových materiálov pred koróziou. *Pravdepodobnosť korózie v pôde. Časť 2: Nízkolegované a legované železné materiály.*

➤ **TKP č. 31 : 2014 vydané MDaRRn : Zvláštne zemné konštrukcie**

Teoretická časť

3 Súčasný stav riešenej problematiky

3.1 Kovové výrobky – zvarované siete

3.1.1 Typy

3.1.2 Povlaky

3.1.3 Vlastnosti

3.1.4 Použitie zvarovaných sietí v stavebných konštrukciách

3.2 Identifikácia korózneho prostredia

3.2.1 Atmosférické prostredie - atmosféra

3.2.2 Geologické prostredie – zeminy

3.2.3 Voda

3.2.4 Porovnanie atmosférického a geologického prostredia

3.3 Korózia zvarovaných sietí

3.3.1 Atmosférická korózia

3.3.2 Pôdna korózia

3.3.3 Korózia vo vode

3.3.4 Korózia spôsobená posypovými soľami

3.3.5 Korózia spôsobená kontaktom s betonárskou oceľou

3.3.6 Vplyv poškodenia siete na jej koróziu

3.3.7 Vplyv korózneho prostredia na usporiadanie gabionových konštrukcií

3.4 Skúšobné metódy súvisiace s trvanlivosťou zvarovanej siete

3.4.1 Skúšky drôtov a sietí

3.4.2 Skúšky zemín

3.4.3 Skúšky konštrukcií

3.5 Trvanlivosť sietí z drôtov v gabionových konštrukciách

3.5.1 Súčasný metódy stanovenia trvanlivosti zvarovaných sietí

3.5.2 Požiadavky na trvanlivosť

Praktická časť

4 Postup a metódy výskumu

4.1 Odbery vzoriek

4.2 Laboratórne skúšky – skúšobné metódy

4.2.1 Skúšky drôtu

4.2.2 Skúšky zemín

4.3 Prehľad dodávok a parametrov zvarovaných sietí na skúmané stavby

5 Výsledky výskumu

5.1 Výsledky vizuálnej kontroly skúšobných vzoriek

5.2 Výsledky skúšok drôtov a zemín

5.2.1 Výsledky skúšok drôtov

5.2.2 Výsledky skúšok drôtov a zemín

5.2.3 Hodnotenie atmosférického prostredia v mieste gabionových konštrukcií

5.3 Vyhodnotenie skúšok kontaktných zásypových zemín

5.4 Vyhodnotenie sietí s povlakom Zn

5.4.1 Úbytok hrúbky povlaku Zn – Metodika 1

5.4.2 Úbytok hrúbky povlaku Zn – Metodika 2

5.4.3 Odhad trvanlivosti povlaku Zn na oceľovom drôte zvarovaných sietí v atmosfére

5.4.4 Odhad trvanlivosti povlaku Zn na oceľovom drôte zvarovaných sietí v zemine

5.5 Vyhodnotenie sietí s povlakom Zn+Al

5.4.1 Úbytok hrúbky povlaku Zn – Metodika 1

5.4.2 Úbytok hrúbky povlaku Zn – Metodika 2

5.4.3 Odhad trvanlivosti povlaku Zn na oceľovom drôte zvarovaných sietí v atmosfére

5.4.4 Odhad trvanlivosti povlaku Zn na oceľovom drôte zvarovaných sietí v zemine

5.6 Stanovenie predpokladanej trvanlivosti skúmaných sietí

6 Praktické prínosy

Klasifikácia koróznej agresivity v atmosfére podľa

STN EN 12 944-2 Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií ochrannými náterovými systémami.

Prostredie	Stupne koróznej agresivity	Príklad typického exteriérového prostredia
Vonkajšie atmosférické prostredie	C1 - veľmi nízka	-
	C2 - nízka	Atmosféry s nízkou úrovňou znečistenia
	C3 - stredná	Priemyselné a mestské atmosféry s miernym znečistením oxidom siričitým.
	C4 - vysoká	Priemyselné prostredie.
Pôda	Im3	Oceľové výrobky uložené v zemi

Rýchlosť korózie Zn povlaku v atmosfére podľa

STN EN ISO 14 713-1

Stupeň koróznej agresivity atmosféry		
Označenie	Riziko korózie	Úbytok hrúbky zinkového povlaku μm/rok
C1	Veľmi nízke	≤ 0,1
C2	Nízke	0,1 – 0,7
C3	Stredné	0,7 – 2,0
C4	Vysoké	2,0 – 4,0
C5	Veľmi vysoké	4,0 – 8,0

Rýchlosť korózie Zn v atmosfére podľa STN EN ISO 9223

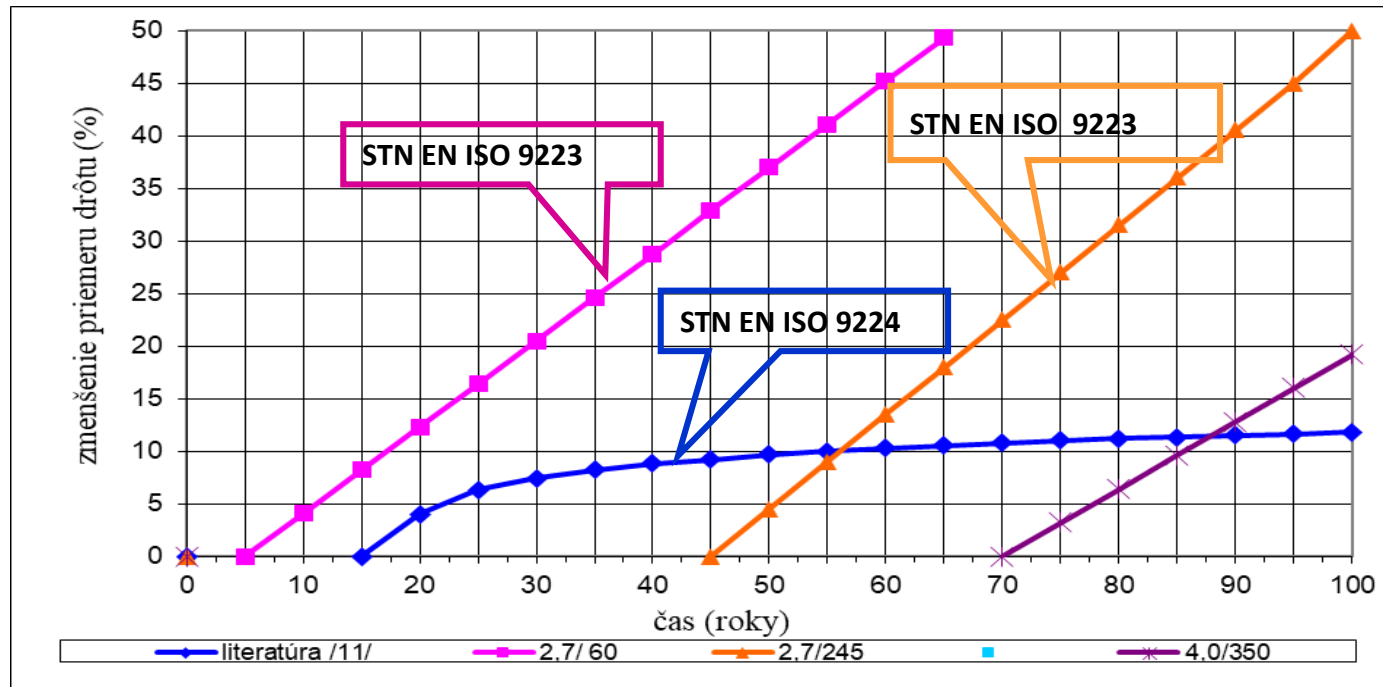
Stupeň korózne agresivity	Riziko korózie	Nechránená uhlíková oceľ		Zinok	
		Rýchlosť korózie v prvom roku (r_{corr})	Ustálená rýchlosť korózie Fe (r_{lin})	Rýchlosť korózie v prvom roku	Ustálená rýchlosť
		($\mu\text{m}/\text{rok}$)	($\mu\text{m}/\text{rok}$)	($\mu\text{m}/\text{rok}$)	($\mu\text{m}/\text{rok}$)
C1	Veľmi nízke	$\leq 1,3$	$\leq 0,1$	$\leq 0,7$	$\leq 0,05$
C2	Nízke	1,3 – 25,0	0,1 – 1,5	0,1 – 0,7	0,05 – 0,5
C3	Stredné	25,0 – 50,0	1,5 – 6,0	0,7 – 2,1	0,5 – 2,0
C4	Vysoké	50,0 – 80,0	6,0 – 20,0	2,1 – 4,2	2,0 – 4,0
C5	Veľmi vysoké	80,0 – 200,0	20,0 – 90,0	4,2 – 8,4	4,0 – 10,0

Maximálne korózne straty Zn v atmosfére podľa STN EN ISO 9224, tab.A.2

Kov	Stupeň korózne agresivity	Doba expozície (roky)		
		1	10	20
Uhlíková oceľ	C1	1,3	4,3	6,2
	C2	25,0	83,0	120,0
	C3	50,0	167,0	240,0
	C4	80,0	267,0	383,0
Zinok	C1	0,1	0,6	1,1
	C2	0,7	4,5	8,0
	C3	2,1	13,6	24,0
	C4	4,2	27,3	48,0

0,4
1,2

Teoretická **STN EN ISO 9223** (STN EN ISO 14713-1) a praktická redukcia priemeru drôtu **STN EN ISO 9224** v čase



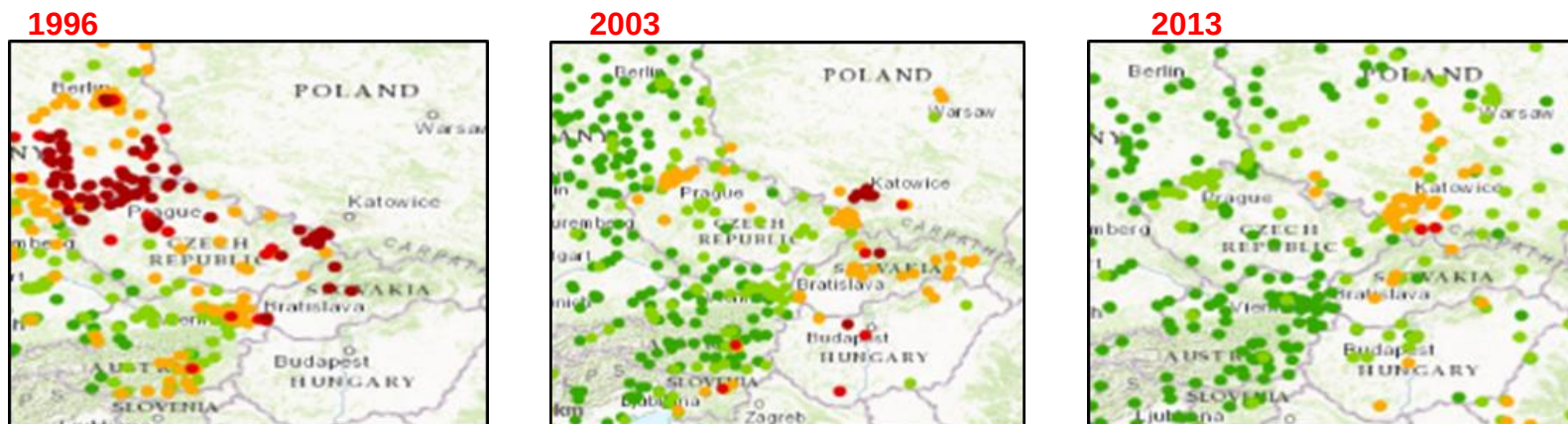
Ilustračný obrázok

Pozn.: Jeden z mála dokumentov, ktorý potvrdzuje logaritmický priebeh spotreby ochranného povlaku Zn na základa terénnych sledovaní - Trvanlivosť gabionových štruktúr (/11/ **Durability of gabion structures, Maccaferri, 1994**)

Sírnaté zlúčeniny a salinita atmosféry

STN EN ISO 9225

Vývoj koncentrácie SO₂ na Slovensku a v Čechách v období 1996 – 2013



Oxid siričitý je obsiahnutý vo výfukových plynch spaľovacích motorov a vzniká aj pri spaľovaní fosílnych palív. Taktiež sa vo väčšom množstve môže vyskytnúť v oblastiach, kde sa spracúva ruda obsahujúca síru a v blízkosti uhoľných elektrární a priemyselných teplární.

Korózna agresivita zeminy podľa merného odporu

Informačný zdroj	Merný odpor ($\Omega.m$)	Charakteristika zeminy
BS 1377-3	> 100	Mierne korózne
	50 až 100	Stredne korózne
	10 až 50	Korózne
	< 10	Veľmi korózne
STN 03 8375	> 100	Nízka agresivita
	50 až 100	Stredná agresivita
	23 až 50	Zvýšená agresivita
	< 23	Veľmi vysoká agresivita
FHWA-NHI-09-087	> 100	Nekorózne
	50 až 100	Mierne korózne
	20 až 50	Stredne korózne
	7 - 20	Korózne
	< 7	Veľmi korózne
ASTM G187-12a	> 100	Veľmi mierne korózne
	50 až 100	Mierne korózne
	20 až 50	Stredne korózne
	10 až 20	Korózne
	5 až 10	Veľmi korózne

V norme **STN EN 12501-2** zameranej na legované železné materiály sa uvádzajú požiadavky na zásypový materiál s korozivitou :

- merný odpor: > 100 $\Omega.m$
- hodnota pH: 6 až 9
- sulfidy: < 10 mg/kg

V predmetnej norme sa však nenachádzajú hodnoty odporúčané pre ochranné povlaky Zn a ZnAl, takže ju považujeme len za orientačnú.

Hodnota pH zeminy ovplyvňuje rozpustnosť látok v zemine.

Korozivita zemín podľa **STN EN 12501-2** v kontakte s legovanými železnými materiálmi bez ochranného Zn , ZnAl povlaku

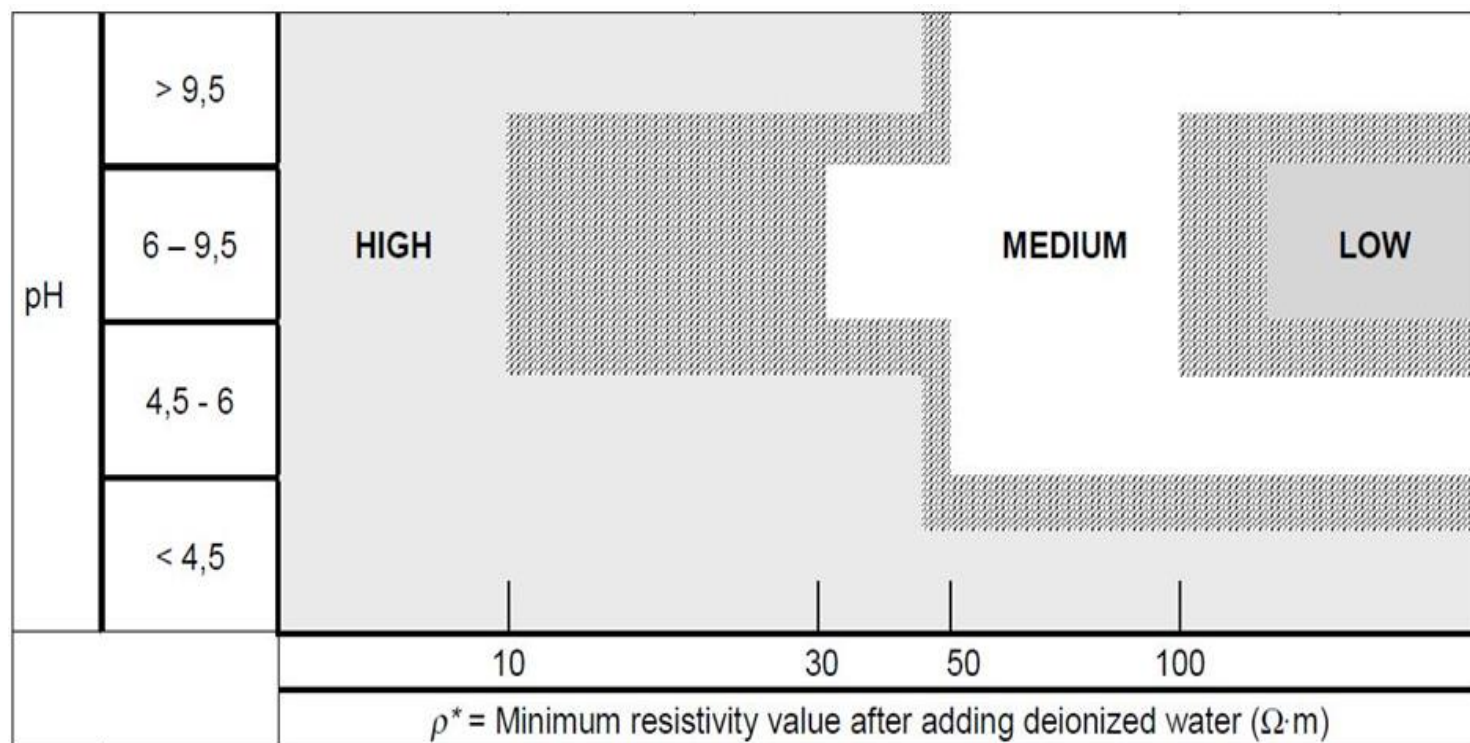
Hodnota pH	Merný odpor ($\Omega.m$)	Korozivita zeminy				
3,5 až < 4,5	<45	Vyššia				
	>45		Stredná až vyššia			
4,5 až 5,5	<45	Vyššia				
	45 až 50		Stredná až vyššia			
	>45			Stredná		
5,5 až 6,0	<10	Vyššia				
	10 až 50		Stredná až vyššia			
	50 až 100			Stredná		
	>100				Stredná až nižšia	
6,0 až 9,5	<10	Vyššia				
	10 až 30		Stredná až vyššia			
	30 až 100			Stredná		
	100 až 200				Stredná až nižšia	
	>200					Nižšia

Neutrálne až mierne alkalické prostredie je vhodné z pohľadu korózie kovových materiálov a má $7,0 < \text{pH} < 8,4$.

Koróziu kovových materiálov spôsobuje **kyslé prostredie, tj. s $\text{pH} < 7,0$.**

Závislost' hodnoty pH / Merného odporu zeminy

uvedená v **STN EN 12501-2**, tab.2 pre nízkolegované a legované železné materiály bez ochranného povlaku



Príklad **bielej korózie** na pozinkovanom drôte

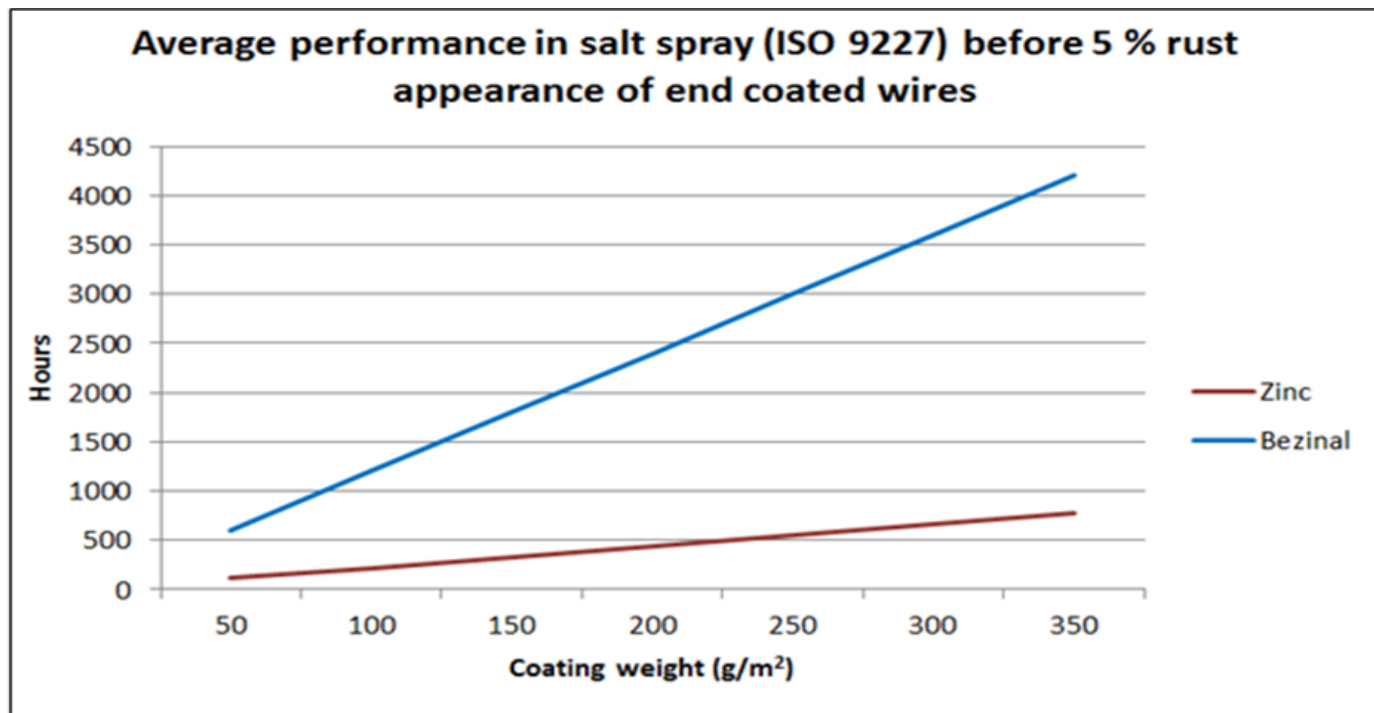


Príklad **červenej korózie** na pozinkovanom drôte



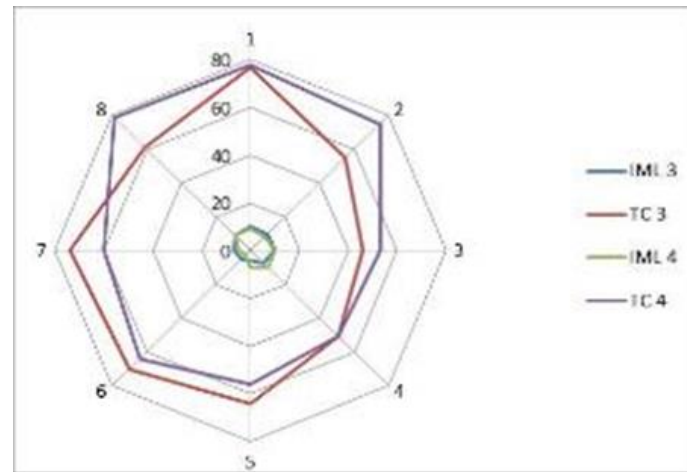
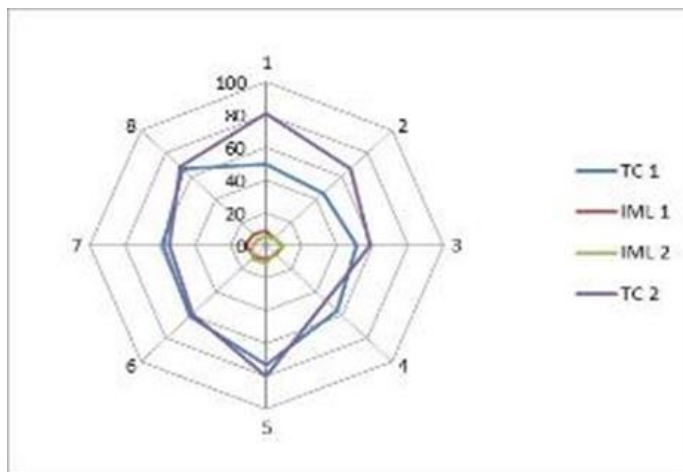
Skúšky v soľnej atmosfére laboratórnej komory

STN EN ISO 9227



Lineárny výsledok korozívneho úbytku povlaku vzhľadom na laboratórne podmienky metodiky výkonu skúšky **na overenie rovnomernosti vrstvy ochranného povlaku** (porovnateľnosť s STN EN ISO 9223)

Príklad výsledného **vyhodnotenia centricity** v μm nánosu ochranného Zn, ZnAl povlaku

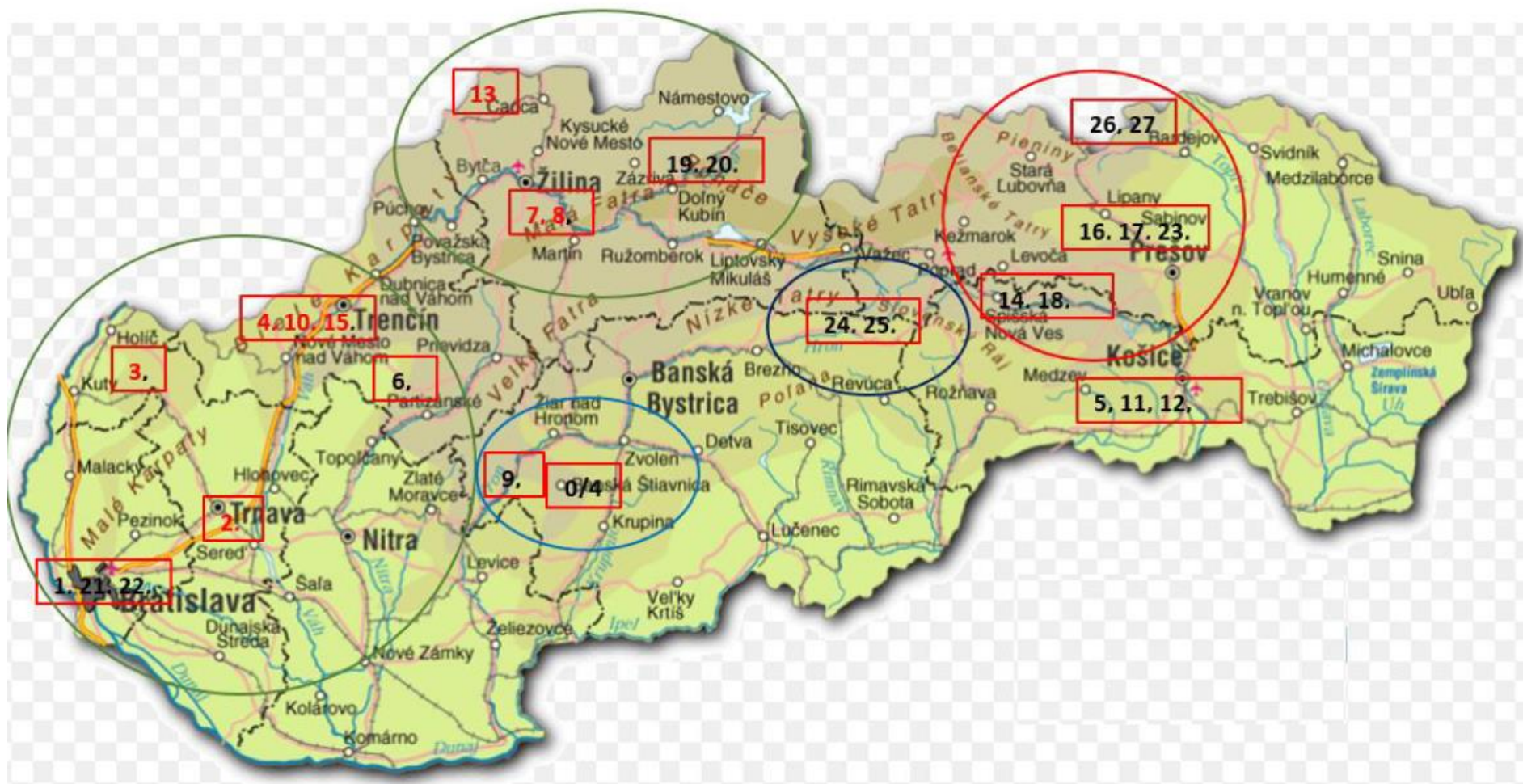


Uvedené meranie u drôtov pre gabiony je značne nepresné a málo vypovedateľné z pohľadu odhadu dlhodobej trvanlivosti a **nie je vhodné ju použiť ani na kontrolu kvality gabionového materiálu na stavbách**

Z uvedeného dôvodu sa **uprednostňuje skúška v soľnej hmle podľa STN EN ISO 9227, ktorá umožňuje zaťažiť podstatne väčšiu plochu drôtu a získať informáciu o objektívnej rovnomernosti a odolnosti**. Čiže predmetná skúška STN EN ISO 9227 overuje len kvalitu rovnomernosti povlaku na drôte .

Mapa zberu vzoriek SR

1993 – 2008



ODBERY VZORIEK

skutočných stavieb gabionovej stavebnice zo zváraných sietí

- Počúvadlo, okr. Banská Štiavnica – Lokalita -1 Vzorka 1a



- Vzorka odberu z gabionového objektu na konkrétnej lokalite

- odber vzorky veľkosti 3x3 oká
- zabránenie kontaminácie
- odber zeminy do sterilnej banky
- popis lokality
- fotodokumentácia
- nahradenie siete na objekte



Korozivita prostredia odobratých vzoriek – konkrétnych lokalít

Lokalita Konštrukcia		Rok	Vzorka siete		Kovový ochranný povlak sietí drôt ϕ 4,00 mm					Vzorka kontaktnej zeminy		Hodnotenie <u>korozivity</u>	
Č.	Miesto	Vek	č.	Kontakt s prostredím	Typ	Počiatočná (1)		Zostatková (2)		pH (2)	Ω .m (2)	Zemina (STN EN 12 501-2)	
						plošná hmotnosť (g/m ²)	hrúbka (μ m)	plošná hmotnosť (g/m ²)	hrúbka (μ m)			Atmosféra (STN EN ISO 14 713)	
1	Počúvadlo, okr. Banská Štiavnica	1998	20	1a	zemina	366	51,19	266	37,20	8,5	53	stredne korózna	
	GOM			1b	atmosféra	Zn	355	49,70	256	35,80			C2 - C3
2	Počúvadlo, okr. Banská Štiavnica			2a	zemina nalepená		377	52,73	205	28,67	8,4	49	stredne korózna
	GOM			2b	atmosféra		335	46,87	235	32,87			C2 – C3
3		2003	15	1b	atmosféra		461	64,49	386	53,99			C2 – C3
	1a			naplaveniny zeminy/voda	ZnAl	557	77,90	342	47,83	8,0	27	stredne korózna až korózna	
	2b			atmosféra		455	63,64	380	53,15			C2 – C3	

Korozívne prostredia v kontexte platných STN EN

Lokalita			Prostredie						Vzorka siete				Vyhodnotenie		
Č	Miesto, okres	Vek (R)	Zrážky (mm/R)	Pôsobenie dažďa, vlhkosti (voda)	Účel funkcia pôdny kryt	Kontakt	pH	Merný odpor (Ωm)	Poloha (stena)	Orientácia svetová strana/ slnéčné svetlo	Spotreba povlaku Zn (um/R)	Č	STN EN 12501-2	STN EN ISO 14713	STN EN ISO 9224
1	Počúvadlo, okr. Banská Štiavnica	20	830	priesak cez zásyp	GOM poľná cesta	zemina	8,5	53,0	zadná	x/žiadne	0,70	1a	SK		
				priame		atmosféra			bočná	S/polotieň	0,70	1b	-	C2-C3	C3
2	Počúvadlo, okr. Banská Štiavnica			priesak cez zásyp	GOM terasa ovocný sad	zemina	8,4	49,0	zadná	x/žiadne	0,91	2a	SK		
				cez stromy		atmosféra			čelo	V/5 hod.	0,70	2b	-	C2-C3	C3
3		15	790	priame	GM prehrádzka lesný potok	atmosféra			vrch	JV/polotieň	0,70	1b	-	C2-C3	C3
				trvalý priesak		zemina	8,0	27,0	čelo	x/žiadne	2,00	1a	SK-K		
				priame		atmosféra			bočná	JV/polotieň	0,70	2b	-	C2-C3	C3
4		20	700 - 900	priesak cez zásyp	GOM pod cestou trávnik	zemina	8,7	65,0	zadná	x/žiadne	0,96	1a	SK		
				priame		atmosféra			horná	x/priame	0,51	1b	-	C2	C3
				priame + cesta		atmosféra			horná	x/priame	0,70	2b	-	C2-C3	C3
5		24	530	priesak	GOM električka betón a asfalt	zemina	8,2	51,0	zadná	x/žiadne	0,86	1a	SK		
				priame		atmosféra			horná	x/polotieň	1,14	1b	-	C3	C3
6		24	560	priesak cez zásyp	GOM terasa vinica	zemina	7,5	31,0	zadná	x/žiadne	1,33	1a	SK-K		
				priame		atmosféra			čelo	SV/polotieň	0,61	1b	-	C2	C3
7		24	560	priamo vo vode	GOM vodná nádrž les	zemina	8,2	26,0	čelo	SZ/žiadne	2,49	1a	SK-K		
						voda atmosféra	7,9	x				1b	-	C4	C4

TRVANLIVOSŤ

- *dlhú životnosť zaručujú použité kvalitné materiály*
- *konštrukcia je spevňovaná kolmatáciou výplne, vyplňaním medzier naplaveninami , prerastaním vegetáciou, koreňovým systémom rastlín*

1994

D1 oporný múr Zamarovce - SR

2016



Predmet originálneho výskumu:

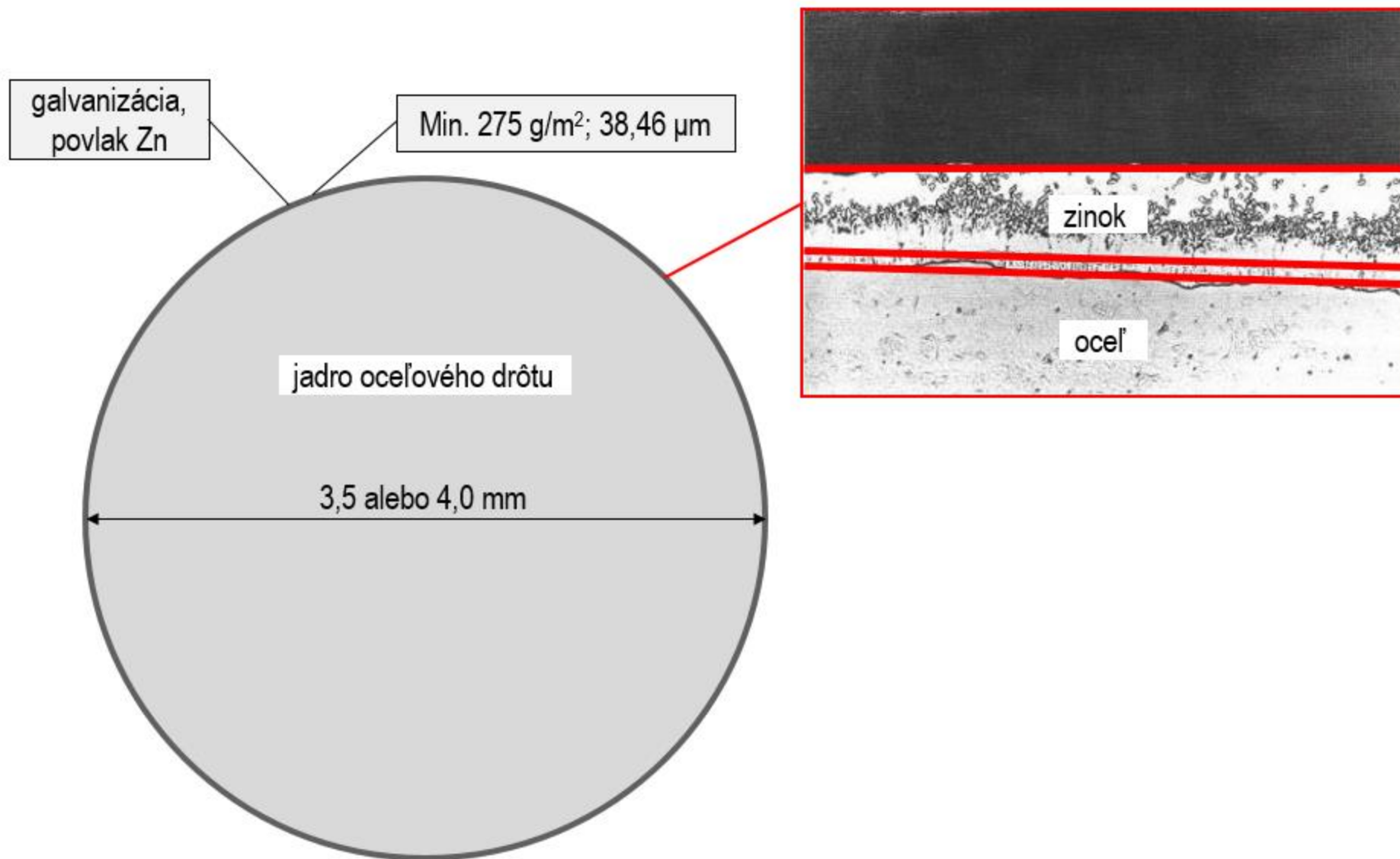
- drôt zváratej siete gabionov s povlakom Zn z postavených 20 až 24-ročných gabionových konštrukcií

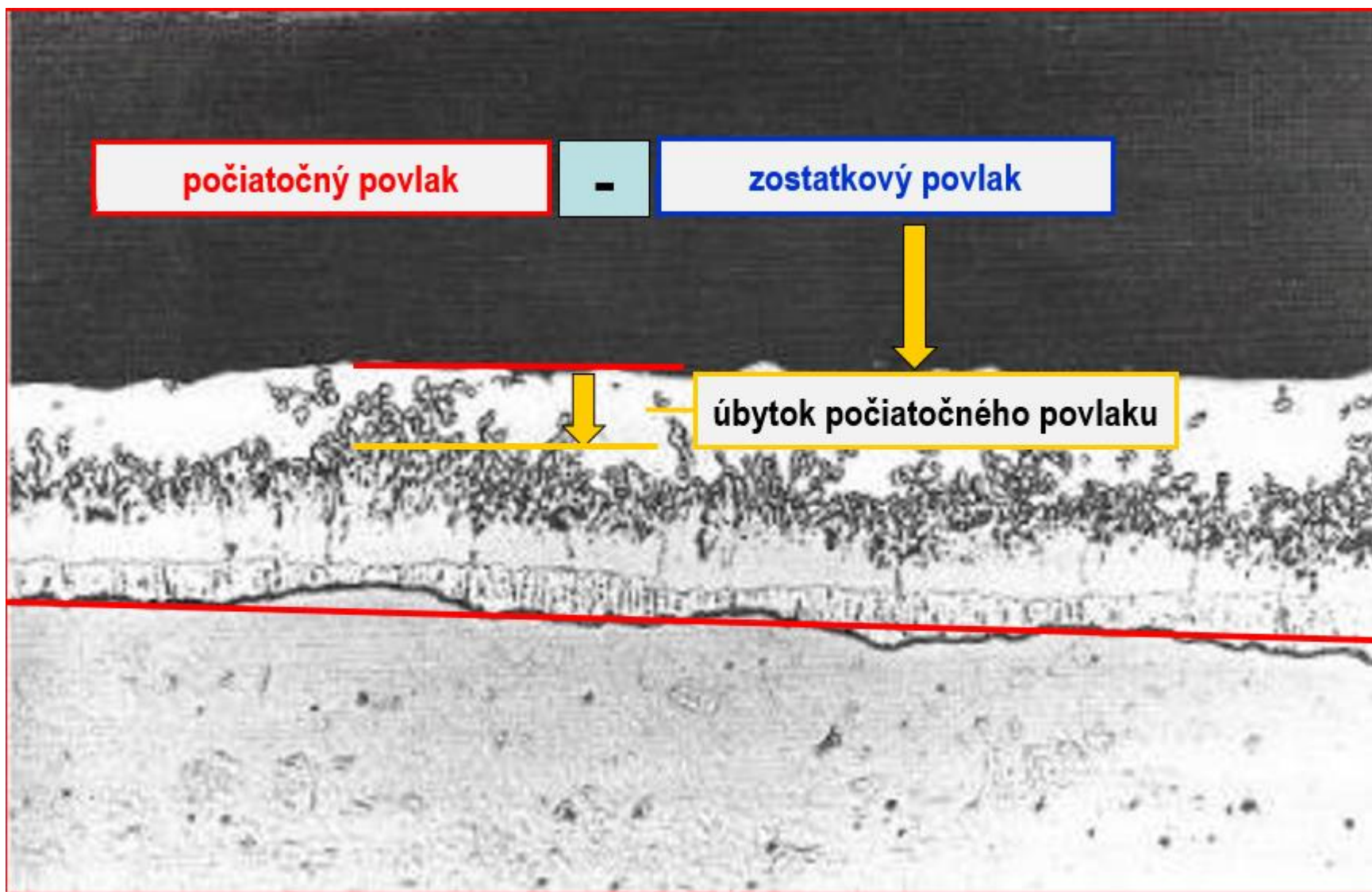
Cieľ výskumu:

- zistenie trvanlivosti drôtu podliehajúceho korózii v kontakte s atmosférou a zeminou
- stanovenie predpokladanej životnosti gabionovej konštrukcie na základe priebehu korózie drôtu zváratej siete

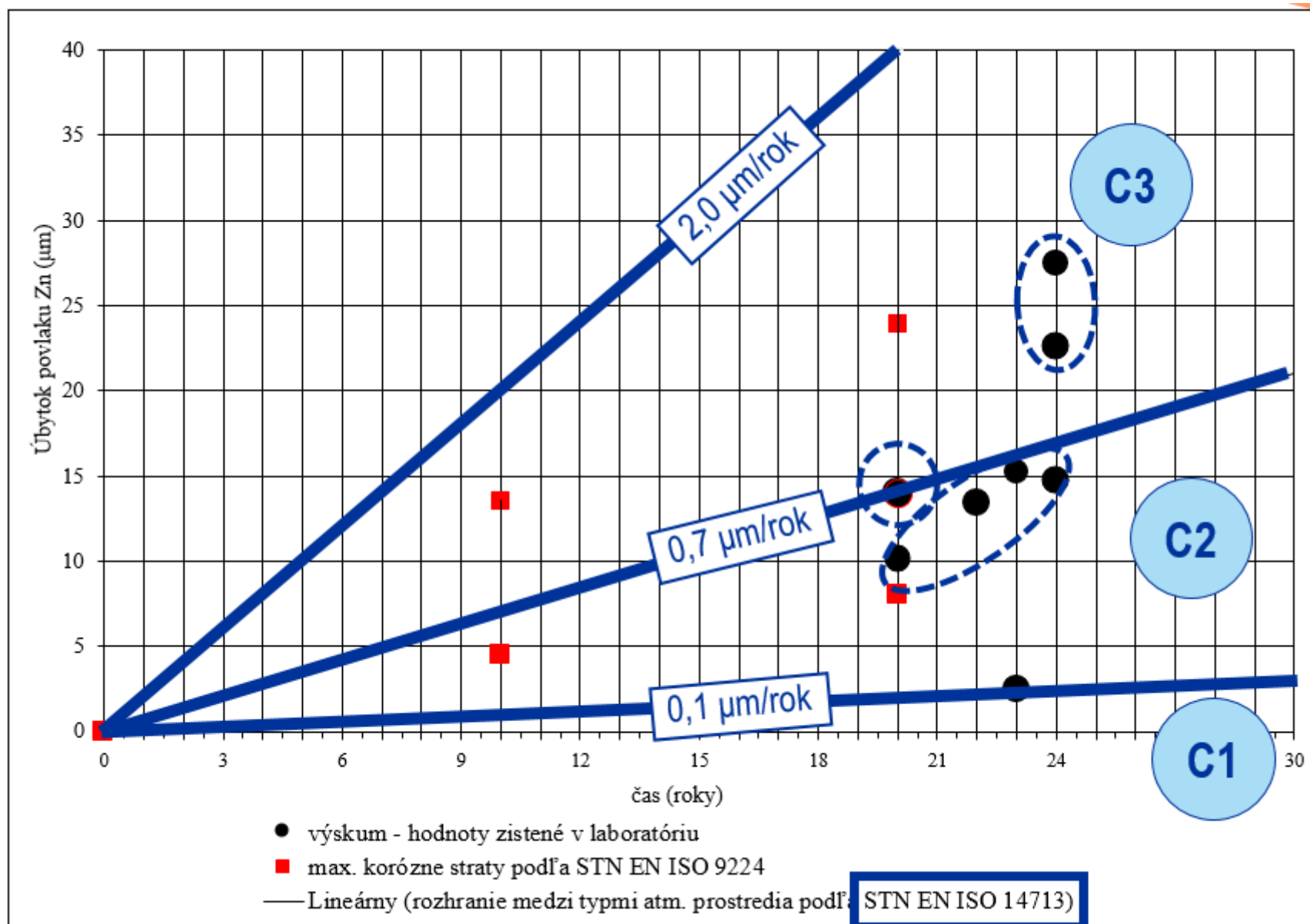
Metodika výskumu:

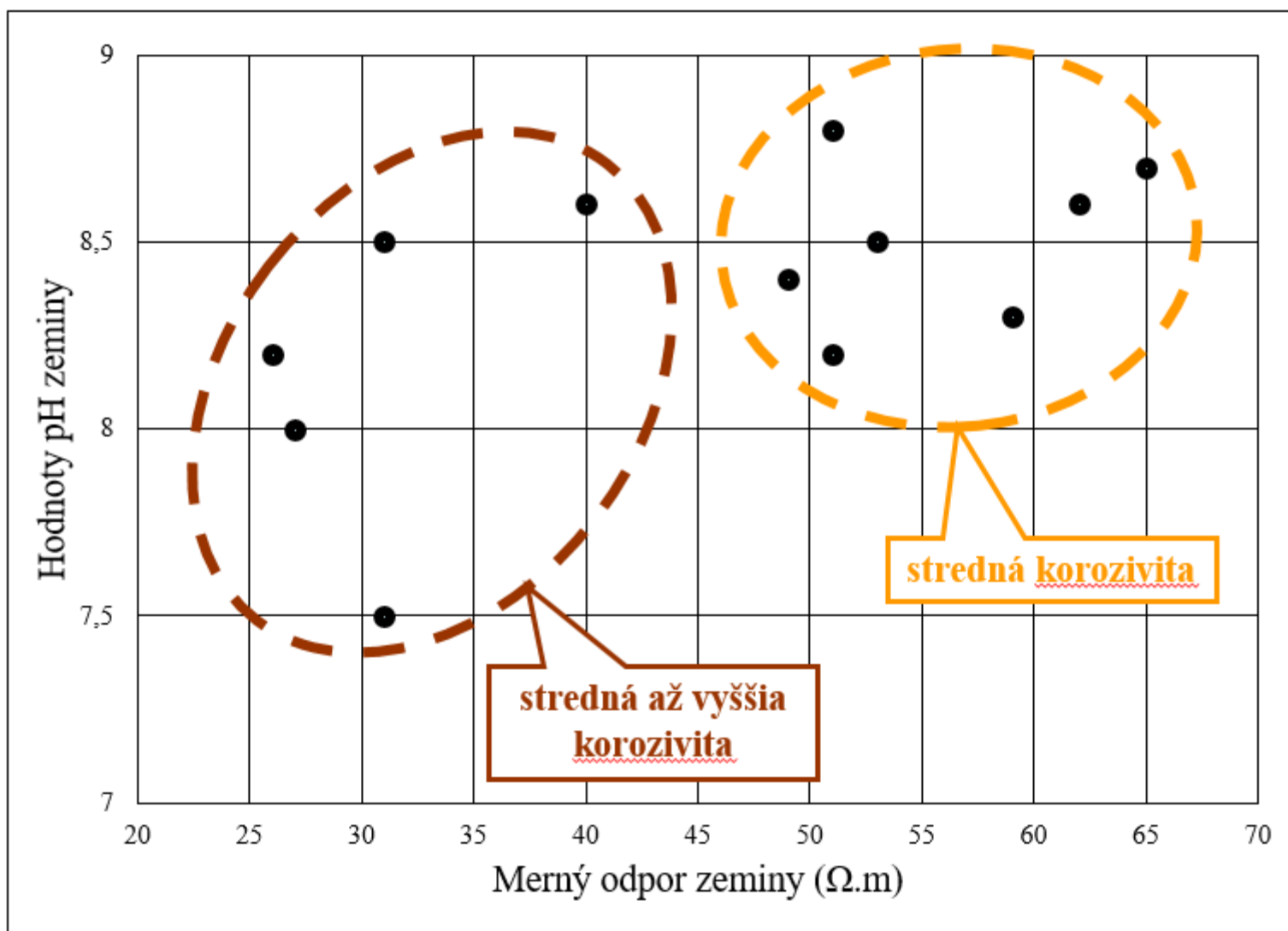
- stanovenie koróznej agresivity atmosférického a zeminového prostredia
- zistenie úbytku povlaku na základe porovnania počiatkovej a zostatkovej hrúbky povlaku
- stanovenie dlhodobého priebehu korózie drôtu
- odhad času spotreby povlaku Zn a ocelového drôtu
- porovnanie výsledkov výskumu s platnými normami



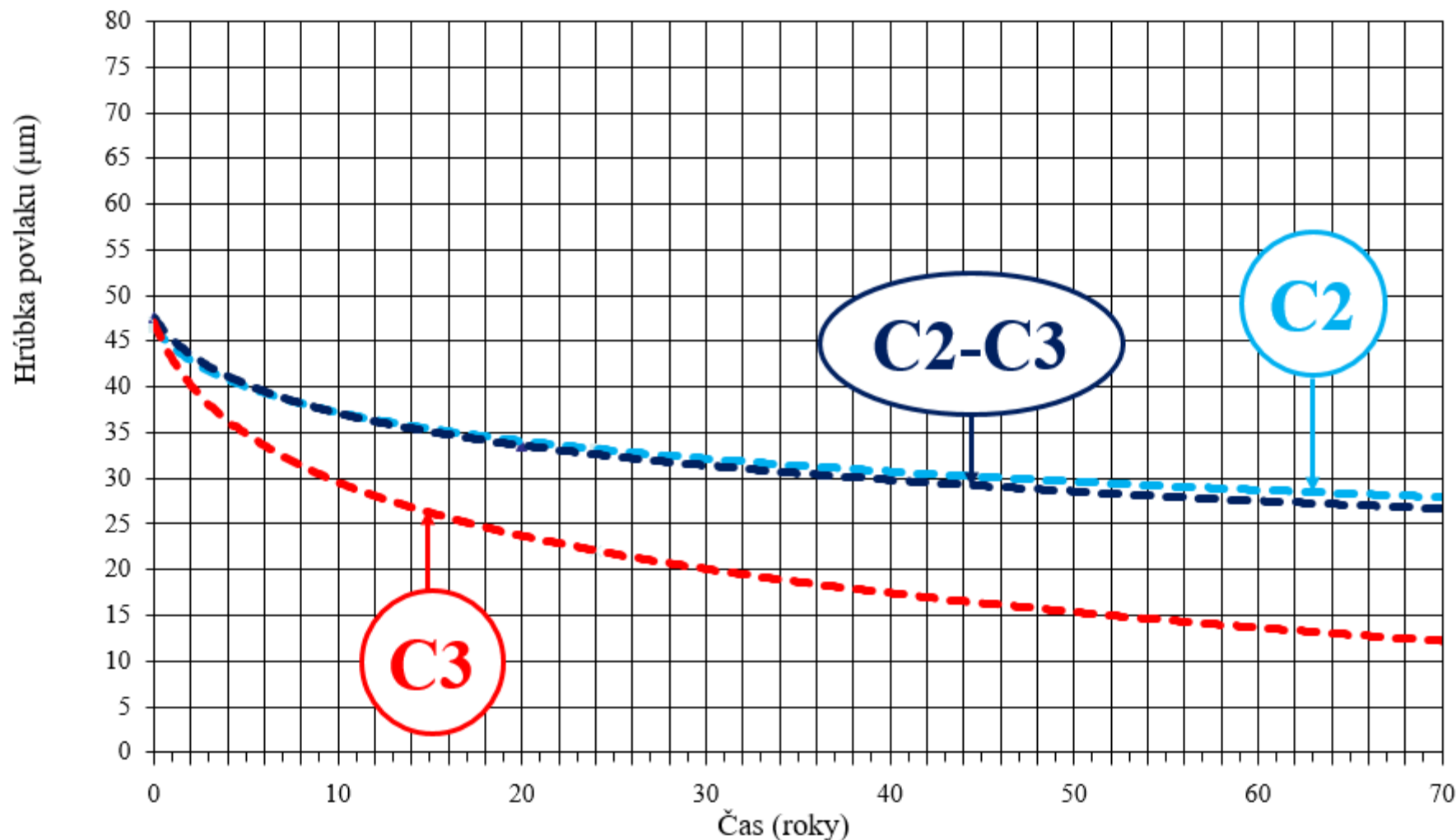


- **19** gabionových konštrukcií (GOM), z toho **12** (Zn) a **7** (ZnAl)
- **40** vzoriek zváraných sietí, (líce a rub konštrukcie),
z toho **19** vzoriek z rubu konštrukcie v kontakte so zemínou
- **> 240** laboratorných vzoriek drôtu + **20** vzoriek zeminy

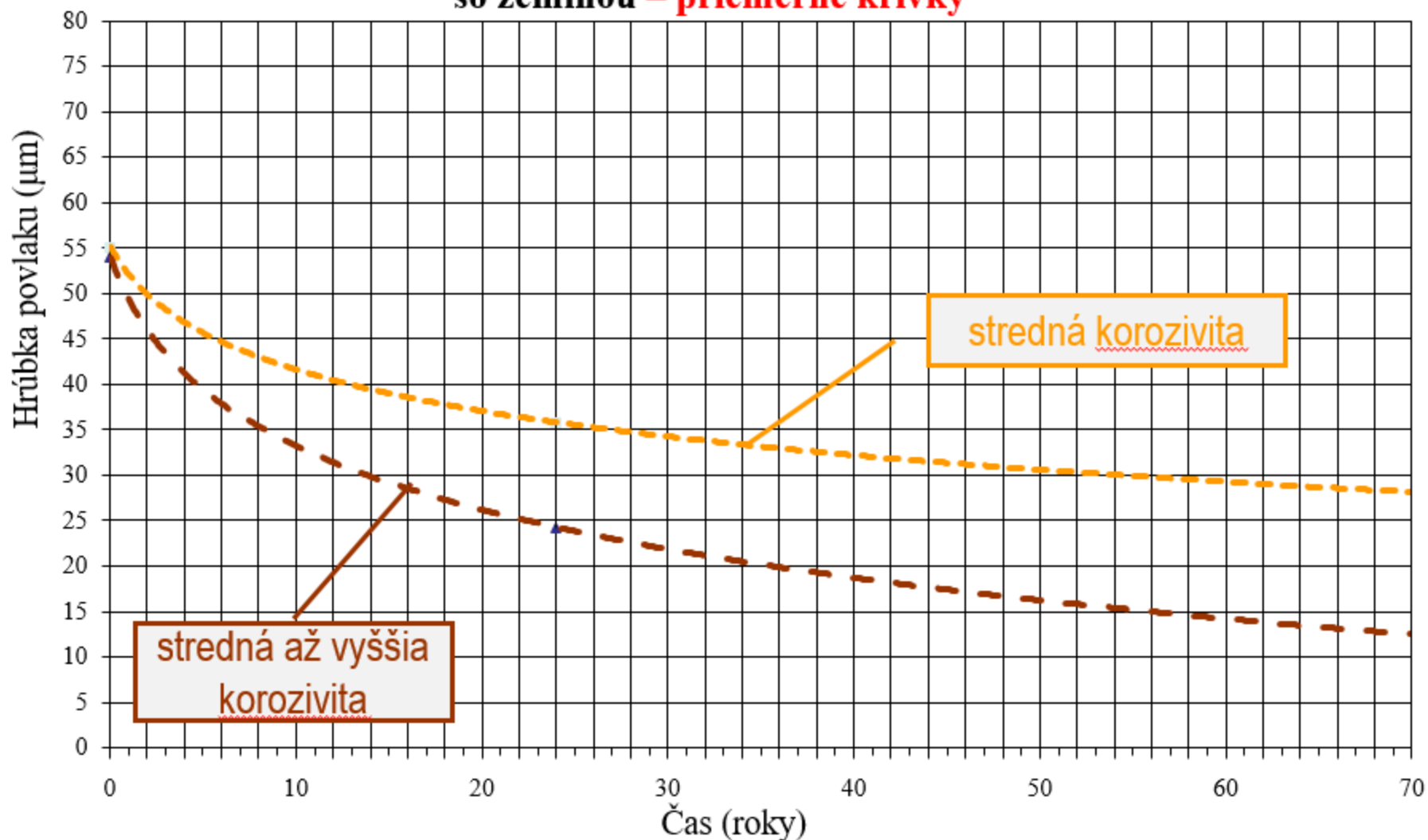


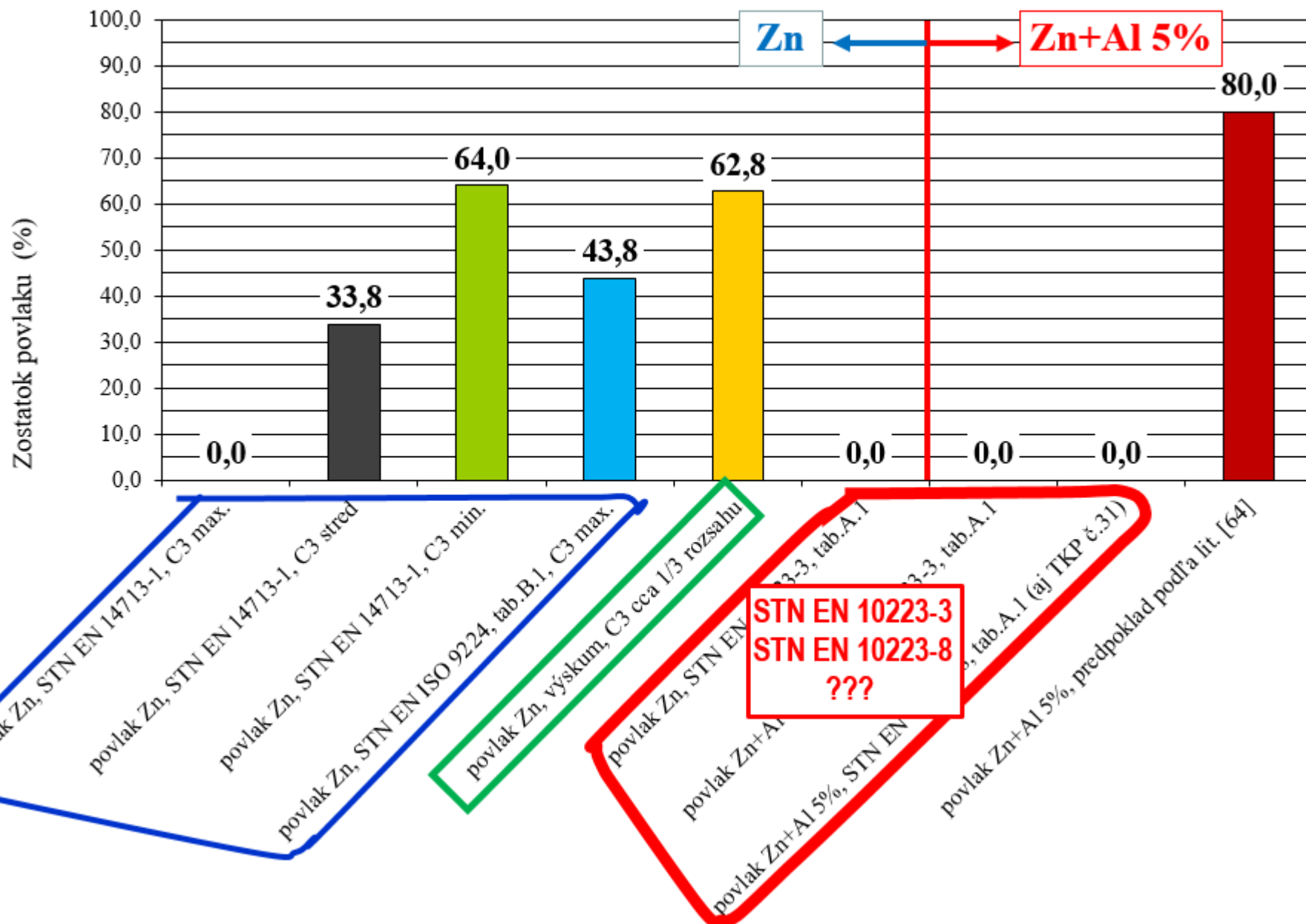


Úbytok hrúbky Zn povlaku na povrchu drôtov vzoriek v kontakte s atmosférou - **priemerné krivky**



Úbytok hrúbky Zn povlaku na povrchu drôtov vzoriek v kontakte so zeminou – priemerné krivky

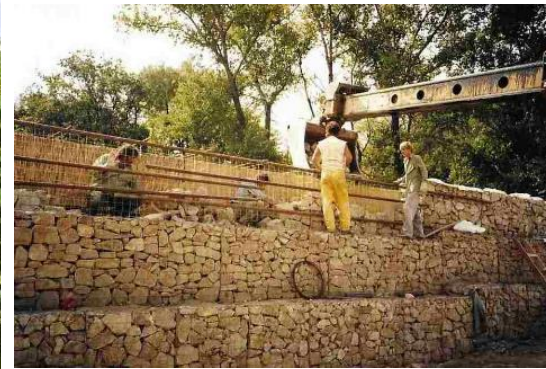




Protihluková gabionová stena

Bratislava, Lamačská cesta, výstavba 1997.

Cestná doprava, emisie - oxid uhoľnatý, oxid siričitý, uhľovodíky, oxidy dusíka, tuhé častice, olovo, posypové soli.



Náš názor:

Z uvedených dôvodov nemôžeme akceptovať **nereálne údaje** o životnosti kovových povlakov Zn a Zn+Al 5% v normách STN EN 10223-3 a 10223-8, tab. A.1 a v iných dokumentov, v ktorých sa tieto informácie nachádzajú, napr. v TKP č.31, kap.6.1.1.

Výskum na realizovaných stavbách v SR preukázal, že **trvanlivosť** (životnosť, odolnosť) kovového zinkového (Zn) povlaku na drôte zváraných sietí použitých v gabionových konštrukciách v kontakte s atmosférickým prostredím C3 a zeminou so strednou a vyššou korozivitou **je po 20-24 rokoch**

dostatočná

aj po 100 rokoch objekt bude plniť svoju funkciu.

Prečo je v norme EU uvedená životnosť 10 – 25 rokov ?

Prečo projektanti presadzujú nezmyselnú plastovú prídavnú ochranu ?

Kedy a kto pripraví metodiku na údržbu a kontrolu gabionových stavieb ?

**Potrebujeme zmenu
od šialeného marketingu ku
odbornosti !**