

# Ochrana ocelových konstrukcí nátěrovým systémem Akrylmetal podle revidované normy ISO 12944

Radim Holuša, Ondřej Janča,

SYNPO a.s., S. K. Neumanna 1316, Pardubice,

[www.synpo.cz](http://www.synpo.cz), [www.akrylmetal.cz](http://www.akrylmetal.cz)

## Úvod

V průběhu let 2017/2018 byla revidována norma ISO 12944: Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy, která nyní obsahuje celkem 9 částí. Jednotlivé části pojednávají:

Část 1: Obecné zásady

Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí

Část 3: Navrhování

Část 4: Typy povrchů podkladů a jejich příprava

Část 5: Ochranné nátěrové systémy

Část 6: Laboratorní zkušební metody

Část 7: Provádění a dozor při zhotovování nátěrů

Část 8: Zpracování specifikací pro nové a údržbové nátěry

Část 9: Ochranné nátěrové systémy a laboratorní metody zkoušení jejich odolnosti pro konstrukce vystavené přímořským a obdobným podmínkám

Revize proběhla po cca 20 letech a mezi změny oproti dřívějším parametrům například patří:

- 1) Klasifikace vnějšího prostředí (část 1) – zrušení stupně C5-I (velmi vysoká průmyslová) a C5-M (velmi vysoká přímořská) nahrazeno C5 (velmi vysoká) a CX (extrémní) a s tím souvisí nově vzniklá část 9 této normy.
- 2) Nově se životnost ochranného povlaku vyjadřuje pomocí 4 rozmezí (část 2)  
Nízká: do 7 let  
Střední: od 7 do 15 let  
Vysoká: od 15 – 25 let  
Velmi vysoká: 25 let a více
- 3) V oblasti laboratorních metod zkoušení (část 6) se provádí na zkoušených vzorcích příčný řez oproti podélnému řezu, byly změněny požadavky na hodnoty adhezních zkoušek (ISO 2409, ISO 4624) a jiné například zavedení cyklických zkoušek (vycházející z NORSOK M 501 testu) pro vysoké a velmi vysoké životnosti pro stupně C4 a C5.

Práce se zabývá praktickou ukázkou výběru vhodného nátěrového systému podle části 5 této normy „Ochranné nátěrové systémy“. V této části jsou doporučeny různé druhy nátěrových hmot a jejich kombinace k dosažení vyhovující ochrany pro daný stupeň korozní agresivity včetně doporučených tlouštěk. Bylo zadáno ochránit ocelový podklad na stupeň C3 se střední a vysokou životností a na stupeň C4 s podobnou životností. Vhodné nátěrové hmoty a systémy byly vybrány na bázi 2K polyuretanů a epoxidů.

Synpo akciová společnost, Pardubice je tradiční výrobce rozpouštědlových 2K-polyurethanových nátěrových hmot. Nátěrový systém /Akrylmetal/ je formulován s použitím akrylátových pryskyřic, které svými vlastnostmi propůjčují upravenému povrchu vynikající vlastnosti a stabilitu. V kombinaci s vysoce jakostními barevnými organickými a anorganickými pigmenty, které jsou odolné vůči působení UV záření, je nátěrový systém vhodný pro nejnáročnější aplikace (automobilový průmysl, průmyslové lakování). Nátěrový systém /Akrylmetal/ je formulován pro nanášení za využití aplikačních zařízení s vysokou přenosovou účinností: vzduchovým stříkáním s podporou elektrostatiky, vysokotlakými stříkacími zařízeními, vysokoobrátkovými zvonky atd. V sortimentu výrobků produktové řady Akrylmetal jsou mimo jiné antikorozi nátěrové hmoty, které byly použity v testu.

Do testu byly zahrnuty následující typy nátěrových hmot.

**LV AKZ 411:** Jednovrstvý nátěr kovových předmětů s antikorozi, plnicí a dekorativní funkcí v odstínech RAL. Vyznačuje se vysokou odolností proti povětrnostním vlivům a UV záření. Jedná se o 2K-polyuretanovou nátěrovou hmotu.

**LV EPS 620:** Základní antikorozi nátěr předmětů z železných, ale i lehkých a nezelezných (měď, mosaz, hliník) kovů a kovů upravených pozinkováním. Jedná se o 2K nátěrovou hmotu obsahující epoxidové a hydroxylové skupiny. Je vytvrzovaná přes hydroxylové skupiny vhodnými tužidly na bázi isokyanátu. Vrchní nátěrovou barvu LV AKZ 411 lze aplikovat systémem do „mokra“.

#### **Příprava vzorků a testovací metody**

Jako podklad pro přípravu vzorků byly zvoleny ocelové panely o rozměru 15 x 10 cm, typ S-46, (Q Lab Corporation) bez korozních produktů, kovový vzhled, čistota povrchu, Stupeň 3. Zvolená nátěrová hmoty byla natužena dle údajů v technickém listě a naředěna na aplikační viskozitu. Jako aplikační technika byla zvolena HVLP, tryska 1,5 mm, tlak 2,5 – 3,5 bar.

Na ochranu pro stupeň C3 byla aplikována LV AKZ 411 ve dvou úrovních tloušťek a to  $67 \pm 3 \mu\text{m}$  DFT (2 vrstvy) a to  $99 \pm 3 \mu\text{m}$  DFT (3 vrstvy).

Na ochranu pro stupeň C4 byl aplikován nátěrový systém ve formě epoxidového základu EPS 620 v jedné vrstvě (DFT  $40 \mu\text{m}$ ) a následně LV AKZ 411 v DFT kolem 100-110  $\mu\text{m}$ . Celková tloušťka nátěrového systému  $145 \pm 6 \mu\text{m}$ .

Na předpokládaný stupeň ochrany a životnost nátěrového systému byly zvoleny dle normy ISO 12944-6 (tabulka 1) následující zkoušky a doby zkoušení. Bylo připraveno předepsané množství ocelových panelů s ochranou pro jednotlivé zkoušky a doby zkoušení.

- 1) Stanovení tloušťky povlaku dle ČSN EN ISO 2808, metoda 7C
- 2) Stanovení odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 pro C3 (48 h, 120 h a 240 h) a pro C4 (120 h, 240 h a 480 h)
- 3) Stanovení odolnosti v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, NSS pro C3 (120 h, 240 h, 480 h) a pro C4 (240 h, 480 h a 720 h)
- 4) Mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 2409 s následným odtrhem páskou, řez 2 mm pro C3 a řez 3 mm pro C4)

### Výsledek zkoušek a vyhodnocení

Ochrana nátěrovou hmotou LV AKZ 411 na předpokládaný stupeň C3 byla zkoušena ve dvou tloušťkách a to cca 65 – 70  $\mu\text{m}$  a kolem 100  $\mu\text{m}$  DFT. Nátěrový systém pro předpokládaný stupeň C4 (LV EPS 620 + LV AKZ 411) byl testován v tloušťce cca 150  $\mu\text{m}$ , kdy epoxidový základ LV EPS 620 tvořil z této tloušťky cca 40  $\mu\text{m}$ . Výsledky mřížkové (adhezni) zkoušky před testováním jsou uvedeny tabulce 1.

Tabulka 1: Tloušťky ochranného nátěrového filmu a adheze před zkoušením

Nátěrový systém	DFT v $\mu\text{m}$	Mřížková zkouška				Vzdálenost řezů
		Místo A	Místo B	Místo C	Průměr	
<b>LV AKZ 411</b>	67 $\pm$ 3	0	0	0	0	2 mm
<b>LV AKZ 411</b>	99 $\pm$ 3					
<b>LV EPS 620 + LV AKZ 411</b>	145 $\pm$ 6	0	0	0	0	3 mm

### *Ochrana na stupeň korozní agresivity C3*

Testované vzorky byly podrobeny testu odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 po dobu 120 h a 240 h s vyhovujícím výsledkem. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2 a na obrázku 1. Nebyly pozorovány rozdíly mezi testovanými tloušťkami pro uvedené doby testování.

Tabulka 2: Stanovení odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1, 120 h a 240 h

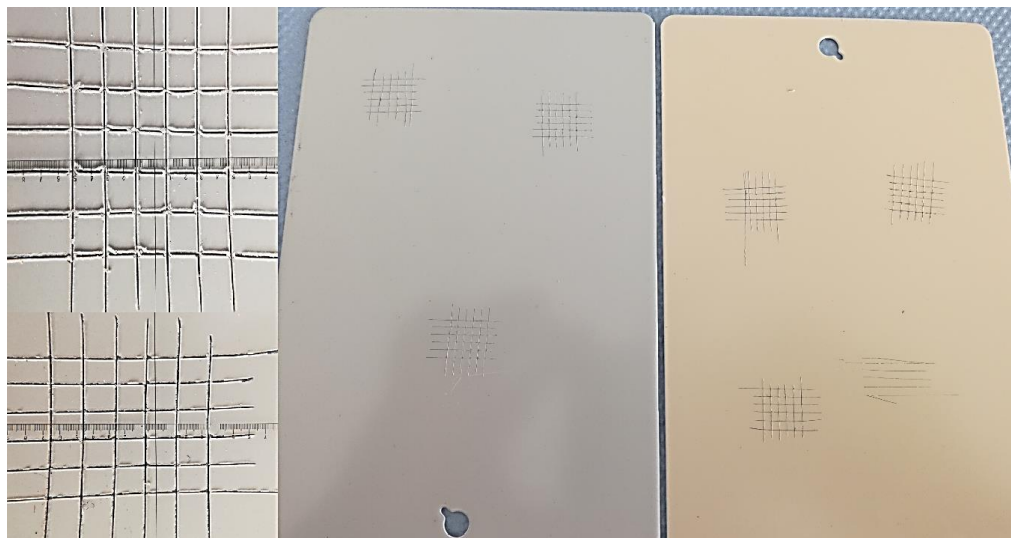
Nátěrový systém	DFT v $\mu\text{m}$	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň	mm	stupeň
<b>LV AKZ 411</b>	67 $\pm$ 3	0 (S0)	Ri 0	-	0
<b>LV AKZ 411</b>	99 $\pm$ 3	0 (S0)	Ri 0	-	0

\*Vzorky po testu nevykazovaly praskání ani odlupování le ČSN EN ISO 4628-4,5

Souběžně byly vzorky podrobeny testu v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, NSS po dobu 240 h a 480 h. Výsledky po 240 h testu jsou uvedeny v tabulce 3 a na obrázku 2. Pro delší dobu 480 h nebyla pozorována žádné prorezavění, praskání ani loupání. Hodnoty koroze v řezu však byly vyšší než je přípustná mez  $\leq 1,5$  mm. Koroze v řezu se pohybovala v hodnotách cca 2 mm, proto pro stanovení životnosti nátěru byla zvolena doba 240 h pro NSS test. Obě testované tloušťky vykazovaly obdobné výsledky.

Tabulka 3: Odolnost v neutrální solné mlze ČSN EN ISO 9227 NSS, 240 h

Nátěrový systém	DFT v $\mu\text{m}$	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň, (%)	mm	stupeň
<b>LV AKZ 411</b>	67 ± 3	0 (S0)	Ri 0	<b>1,05</b>	0
<b>LV AKZ 411</b>	99 ± 3	0 (S0)	Ri 0	<b>1,18</b>	0



Obr. 1: Fotografie vzorků po 120 h vlhkostního testu dle ČSN EN ISO 6270-1 s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409



Obr. 2 Fotografie vzorků po 240 h testu neutrální solné mlhy dle ČSN EN ISO 9227 NSS s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409. Dole fotografie koroze v řezu po odstranění korozních zplodin mořením.

Na základě provedených testů byla určena životnost ochranného nátěrového filmu - střední pro stupeň C3 a nízká pro stupeň C4. Větší tloušťka testovaného nátěrového filmu již neměla vliv na vlastnosti/životnost. Určující hodnotou pro následné stanovení životnosti byla hlavně koroze v řezu po expozici v neutrální solné mlze (NSS).

#### Ochrana pro stupeň korozní agresivity C4

Stejným postupem jako pro ochranu nátěrovou hmotou pro stupeň C3 byl otestován nátěrový systém LV EPS 620 + LV AKZ 411 na předpokládanou ochranu pro stupeň C4. Testované vzorky byly podrobeny testu odolnosti proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1 po dobu 240 h a 480 h s vyhovujícím výsledkem. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4 a na obrázku 3.

Tabulka 4: Odolnost proti vlhkosti dle ČSN EN ISO 6270-1, 240 h a 480 h

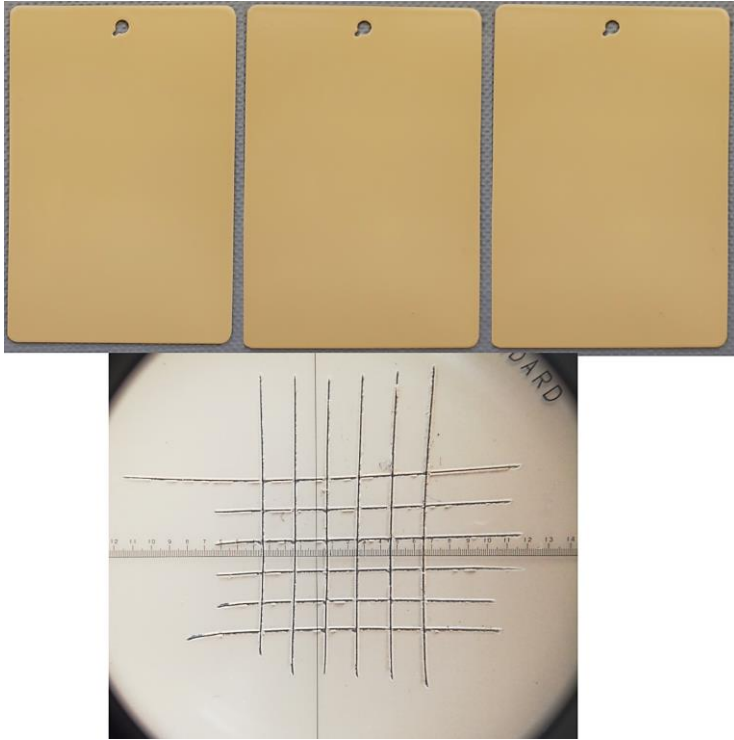
Nátěrový systém	DFT v $\mu\text{m}$	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628-3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň, (%)	mm	stupeň
<b>LV EPS 620 + LV AKZ 411</b>	145 ± 6	0 (S0)	Ri 0	-	0

\*Vzorky po testu nevykazovaly praskání ani loupání dle ČSN EN ISO 4628-4,5

Souběžně byly vzorky podrobeny testu v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227 NSS po dobu 240 h, 480 h a 720 h. Výsledky pro dobu testování 480 h jsou uvedeny v tabulce 5 a na obrázku 4. Pro delší dobu expozice 720 h nebyla pozorována žádná povrchová koroze, praskání ani loupání. Hodnoty koroze v řezu však byly vyšší než je přípustná mez  $\leq 1,5$  mm. Koroze v řezu dosáhla hodnoty cca 3 mm, proto pro stanovení životnosti nátěru byla zvolena doba 480 h pro NSS.

Tabulka 5: Odolnost v neutrální solné mlze ČSN EN ISO 9227, NSS, 480 h

Nátěrový systém	DFT v $\mu\text{m}$	Puchýřkování rovných míst	Koroze základního kovu (rovná místa)	Koroze v řezu	Mřížková zkouška (po 7 dnech) (průměr ze 3 měření)
		ČSN EN ISO 4628-2	ČSN EN ISO 4628- 3	ČSN EN ISO 4628-8	ČSN EN ISO 2409
		stupeň	stupeň	mm	stupeň
<b>LV EPS 620 + LV AKZ 411</b>	145 ± 6	0 (S0)	Ri 0	<b>1,36</b>	1



Obr. 3 Fotografie vzorků po 240 h vlhkostního testu dle ČSN EN ISO 6270-1 s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409



Obr. 4 Fotografie vzorků po 480 h testu neutrální solné mlhy dle ČSN EN ISO 9227 NSS s následným mřížkovým testem dle ČSN EN ISO 2409. Dále fotografie koroze v řezu po odstranění korozních zplodin mořením.

Na základě provedených testů byla určena životnost ochranného nátěrového filmu - vysoká pro stupeň C3 a střední pro stupeň C4 a nízká pro stupeň C5. Parametrem, který se ukázal jako limitující při stanovení očekávané životnosti nátěrového systému byla, podobně jako v prvním případě, koroze v okolí řezu.

### **Závěr**

Testované komerčně dostupné nátěrové hmoty z produktové řady Akrylmetal jsou vhodné pro ochranu ocelových substrátů s následující životností podle ISO 12944-6. Jednovrstvá nátěrová hmota LV AKZ 411 pro stupeň korozní agresivity C3 (životnost - střední) a C4 (životnost – nízká). Nátěrový systém, složený z epoxidového základu LV EPS 620 a vrchní vrstvy LV AKZ 411, vyhovuje pro stupeň korozní agresivity C3 (životnost – vysoká), C4 (životnost – střední) a C5 (životnost – nízká).

Z provedených zkoušek a výsledků se jeví obecně jako nejpřísnější kritérium pro následné stanovení životnosti ochranného nátěrového filmu právě koroze v řezu po expozici v neutrální solné mlze (NSS). Přípustná mez je pouze max. 1,5 mm.

Dosažené výsledky testovaných ochranných nátěrových hmot odpovídají doporučeným ochranným systémům a vrstvám dle ISO 12944-5 (Tabulka B.2).