

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků

**KOROZNÍ ODOLNOST ZINKEM PIGMENTOVANÝCH NÁTĚROVÝCH
HMOT V ZÁVISLOSTI NA OBSAHU NAHRAZUJÍCÍ SLOŽKY SULFID/VODIVÝ
POLYMER**

Diplomová práce

AUTOR PRÁCE: Bc. Markéta Hašková

VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

KONZULTANT: Ing. Miroslav Kohl

2019

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL-TECHNOLOGY

Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials

Department of Paints and Organic Coatings

**CORROSION RESISTANCE OF ZINC OF PIGMENTED COATING
MATERIALS RELATING TO THE CONTENT OF REPLACING SULFID /
CONDUCTIVE POLYMER INGREDIENTS**

Thesis

AUTHOR: Bc. Markéta Hašková

SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

CONSULTANT: Ing. Miroslav Kohl

2019

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta Hašková**
Osobní číslo: **C17557**
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Organické povlaky a nátěrové hmoty**
Název tématu: **Korozní odolnost zinkem pigmentovaných nátěrových hmot
v závislosti na obsahu nahrazující složky sulfid/vodivý
polymer**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte literární rešerši na téma ochranné povlaky na bázi nátěrových hmot, zinkem pigmentované nátěry, vodivé polymery (VP), možnosti náhrady zinku pomocí jiných pigmentů, mechanismus ochranné účinnosti zinku a VP.
2. Připravte povrchově upravené sulfidy (ZnS , MoS_2 , WS_2 , plnivo obsahující ZnS litopon, $ZnS+BaSO_4$) vybranými vodivými polymery (polyanilin fosfát, polypyrrol fosfát) v dostatečném množství pro laboratorní experimenty (cca 50 g).
3. Charakterizujte testované pigmenty z hlediska fyzikálně-chemických vlastností a parametrů používaných v oboru nátěrových hmot (hustota, spotřeba oleje, výpočet kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP), pH, morfologie a struktury částic, popř. další).
4. Ověřte antikoroziční účinnost formulovaných organických povlaků na bázi nátěrových hmot obsahující testované pigmenty a Zn, kde bude část zinku nahrazena odpovídajícím pigmentem nebo pigmentem s obsahem vodivého polymeru. Pro přípravu nátěrových hmot použijte epoxyesterovou pryskyřici rozpouštědlového typu.
5. Připravte série modelových nátěrových hmot s obsahem sférických částic zinku a zvolených forem náhrad zinku (sulfid, nebo příslušný sulfid/VP) při zvolených hodnotách objemové koncentrace pigmentu nahrazující zinek 1, 3, 5 a 10 % (tj. $OKPs/s/VP = 1 - 10\%$, při $OKP/KOKP = konst. = 0.67$). Připravte i vhodné srovnávací systémy.
6. Připravené nátěrové hmoty aplikujte na skleněné panely a stanovte fyzikální vlastnosti povrchu nátěrů, zejména povrchovou tvrdost nátěrů v závislosti na době zasychání (metodou útluhu kyvadla a dle Bucholze). Výsledky doplňte o měření chemické odolnosti během zasychání (MEK test).
7. Pro stanovení mechanické odolnosti nátěrů aplikujte připravené nátěrové hmoty na ocelové panely a stanovte jejich odolnost vůči hloubení, ohybu, úderu a dále stanovte přilnavost testovaných filmů. Tyto testy proveďte podle příslušných ČSN EN ISO norem.
8. Pro stanovení korozní odolnosti připravených nátěrů proveďte cyklické testy s cykly expozice v atmosféře 5 % neutrální solné mlhy při teplotě 35 °C, následné kondenzace při 40 °C a fáze osychání při teplotě 21 °C pro zvolenou expozici v čase 1000, max. 2000 h, dále testy v atmosféře s obsahem kondenzované vlhkosti a SO_2 pro zvolené expozice v čase 1000h a max. 2000 h..
9. Charakterizujte korozní odolnost testovaných filmů v závislosti na pH působícího kapalného filmu pomocí stacionárního testu s definovanými kapalinami (řada 6 pufrů daného složení s $pH = 2 - 12$, s obsahem 3.5% NaCl)
10. Korozní odolnost testovaných nátěrů proveďte i metodou lineární polarizace - měření. Výsledky diskutujte v závislosti na druhu a OKP nahrazujících pigmentů.
11. Výsledky mechanických i korozních testů diskutujte podle typu použitého pigmentu i podle typu korozního prostředí.
12. Závěrem doporučte, do jakého typu prostředí a pro jaké aplikace lze nátěry doporučit. Zhodnoťte, u kterých testovaných nátěrů došlo k synergickému efektu, to znamená, které nátěry jsou účinnější než nátěry se samotným kovovým zinkem.
13. Popište nové poznatky, přínosy a závěry této práce pro praxi.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant diplomové práce:

Ing. Miroslav Kohl

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání diplomové práce:

21. prosince 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2019

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2019

PROHLÁŠENÍ

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

Diplomová práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.

V Pardubicích dne: 10. 5. 2019

Bc. Markéta Hašková

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych chtěla poděkovat své rodině, která mně vždy věřila, podporovala po dobu studia a vytvářela láskyplné prostředí, a také děkuji příteli Michalu Ježkovi, který mi byl oporou v těžkých chvílích.

Ráda bych poděkovala paní prof. Ing. Andreé Kalendové, Dr. a konzultantovi diplomové práce Ing. Miroslavu Kohlovi za ochotu a odborné rady, které mi pomohly při vytvoření této práce. Dále bych chtěla poděkovat laborantce Andree Zářecké za pomoc, ochotu a vstřícnost při práci v laboratořích.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

S/cm	Siemens na centimetr (jednotka měrné elektrické vodivosti)
nm	nanometr
°C	stupeň celsia
obj. %	objemová procenta
hm. %	hmotnostní procenta
OKP	objemová koncentrace pigmentu
KOKP	kritická objemová koncentrace pigmentu
O.Č.	olejové číslo
P	hustota
Q	kvocient pigmentovaného systému udávající poměr (OKP/KOKP)*100
ot.min ⁻¹	otáčky za minutu
T	tvrdost nátěrového filmu (rel.%)
V	spotřeba lněného oleje [ml]
ρ_{pigmentu}	hustota pigmentu [g/cm^{-3}]
ρ_{olej}	hustota lněného oleje [$0,93 \text{ g}/\text{cm}^{-3}$]
a	hmotnost čistého víčka [g]
b	hmotnost víčka se vzorkem před sušením [g]
c	hmotnost víčka po vysušení [g]
S	obsah sušiny [%]
M	hmotnost [g]
E	odtrhová síla [N]
Y/B	adhezní lom mezi lepidlem a nátěrovou hmotou
B	kohezní lom v nátěrové barvě
B/Y	adhezní lom mezi nátěrovou hmotou a ocelovým podkladem
F	few
M	medium
MD	medium density
D	density

ppm	počet částic na jeden milion
Km	korozní úbytek vztažený na plochu [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$]
VDA	solná komora s neutrální solnou mlhou
NH	nátěrová hmota
ČSN	technická norma České republiky
DFT	tloušťka nátěrového filmu
H_2SO_4	kyselina sírová
MEK	methylethylketon
PANI	polyanilin
PPY	polypyrrrol
Zn	zinek
ZnS	sulfid zinečnatý
ZnS/PANI	sulfid zinečnatý povrchově upravený polyanilinem
ZnS/PPY	Sulfid zinečnatý povrchově upravený polypyrolem
Litopon	jemně dispergovaná směs sulfidu zinečnatého a síranu barnatého
Litopon/PANI	litopon povrchově upravený polyanilinem
Litopon/PPY	litopon povrchově upravený polypyrolem
ZnFe_2O_4	zinkferit
ZnFe_2O_4 /PANI	zinkferit povrchově upravený polyanilinem
ZnFe_2O_4 /PPY	zinkferit povrchově upravený polypyrolem
MoS_2	disulfid molybdenu
MoS_2 /PANI	disulfid molybdenu povrchově upravený polyanilinem
MoS_2 /PPY	disulfid molybdenu povrchově upravený polypyrolem
Worleé Dur 46	komerční název epoxysterové pryskyřice užitá jako pojivo

ANOTACE

Obsahem této diplomové práce je studium antikoročních nátěrových systémů s vysokým obsahem zinku s povrchovou úpravou a i bez povrchové úpravy vodivými polymery.

Cílem práce je studium vlivu náhrady části obsahu kovového zinku v zinkem plněných nátěrových hmotách pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru bez povrchové úpravy anebo pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru s povrchovou úpravou vodivým polymerem. Práce se bude zabývat studiem vlivu sulfidických pigmentů na tento typ zinkem pigmentovaných povlaků. Pro studium bude použit zinkový prach s izometrickou morfologií částic. Budou navrženy nátěrové hmoty s obsahem kombinace Zn/sulfidický pigment při zvolených objemových koncentracích OKP, které budou formulovány na konstantní hodnotu OKP/KOKP v epoxyesterovém pojivu. Kombinací polovodivých pigmentů na bázi sulfidů, jejichž povrch je pro zvýšení elektrické vodivosti povrchově modifikován vrstvou elektrochemicky aktivních vodivých polymerů (polyanilinfosfátu, polypyrrolfosfátu) a zinku budou vytvořeny nátěrové hmoty, které by měly vykazovat antikorozní účinnost než nátěrové hmoty s pouhým obsahem zinku. Pigmentované povlaky budou testovány pomocí normovaných testů korozní odolnosti, pomocí elektrochemie a řady vlastních korozních testů odvozených pro tuto práci. Pigmentované povlaky budou testovány pomocí normovaných testů mechanické odolnosti, protože vliv náhrady části kovového zinku by se měl rovněž projevit pozitivně na mechanické vlastnosti testovaných nátěrů. Bude vyhodnocena nejefektivnější či optimální koncentrace a typ sulfidického pigmentu, případně vodivého polymeru pro korozně-inhibiční účinnost zinkem plněných nátěrů. Výsledkem bude organický povlak typu tzv. smart, který bude vykazovat tzv. selfhealing vlastnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Zinek, antikorozní pigment, sulfid, vodivý polymer, nátěrová hmota, koroze

ANNOTATION

The content of this thesis is the study of anticorrosive coating systems with high zinc content with surface treatment and also without surface treatment with conductive polymers.

The aim of the work is to study the effect of replacing a portion of zinc metal content in zinc-filled paints with a non-metallic non-metallic or non-metallic coating or pigment or non-metallic filler with a conductive polymer coating. The work will study the influence of sulphide pigments on this type of zinc pigmented coatings. Zinc dust with isometric particle morphology will be used for the study. Coatings containing a Zn/sulphide pigment combination will be designed at selected volume concentrations of OKP, which will be formulated to a constant OKP/KOKP value in the epoxyester binder. By combining semiconducting sulphide-based pigments whose surface is surface-modified to increase electrical conductivity with a layer of electrochemically active conductive polymers (polyanilphosphate, polypyrrphosphate) and zinc, paints will be created which should exhibit anticorrosive activity than mere zinc-based paints. Pigmented coatings will be tested using standard corrosion resistance tests, electrochemistry, and a range of intrinsic corrosion tests derived for this work. Pigmented coatings will be tested using standard mechanical resistance tests, as the effect of replacing a portion of zinc metal should also be positive for the mechanical properties of the tested coatings. The most effective or optimal concentration and type of sulphide pigment, or conductive polymer, for the corrosion-inhibiting activity of zinc-filled coatings will be evaluated. The result will be a smart-type organic coating that will exhibit self-healing properties

KEYWORDS

Zinc, anticorrosive pigment, sulfid, conductive polymer, paint, corrosion

OBSAH

1.	ÚVOD.....	16
2.	TEORETICKÁ ČÁST.....	17
2.1.	NÁTĚROVÉ HMOTY.....	17
2.2.	POJIVA.....	17
2.2.1.	Epoxyesterová pryskyřice.....	17
2.3.	PIGMENT.....	18
2.3.1.	Povrchové úpravy pigmentů.....	19
2.4.	PLNIVO.....	19
2.5.	KOROZE.....	19
2.5.1.	Chemická koroze.....	19
2.5.2.	Elektrochemická koroze.....	20
2.6.	ANTIKOROZNÍ PIGMENTY.....	21
2.6.1.	Antikorozní působení pigmentů.....	23
2.7.	INHIBITORY KOROZE.....	24
2.8.	VODIVÉ POLYMERY.....	24
2.8.1.	Mechanismus působení vodivých polymerů.....	25
2.8.2.	Polyanilin (PANI).....	26
2.8.3.	Polypyrrol (PPY).....	28
2.9.	ZINEK.....	28
2.9.1.	Vytváření zinkových povlaků.....	30
2.9.2.	Působení zinku v nátěrových filmech.....	32
2.10.	SULFIDY.....	33
2.10.1.	Sulfid zinečnatý ZnS.....	33
2.10.2.	Disulfid molybdenu MoS ₂	33
2.10.3.	Disulfid wolframu WS ₂	34
2.11.	ZINKFERIT.....	34
3.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	36
3.1.	CHARAKTERIZACE SUROVIN.....	36
3.1.1.	Použité pigmenty.....	36
3.1.2.	Pojivo.....	40
3.1.3.	Použité látky k syntéze PANI A PPY.....	40
3.1.4.	Další použité rozpouštědla a látky.....	41
3.2.	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ.....	42
3.3.	PŘÍPRAVA PIGMENTŮ.....	43
3.3.1.	Příprava polyanilinu.....	43
3.3.2.	Příprava polypyrrolu.....	44
3.3.3.	Povrchová úprava pigmentů vrstvou polyanilinu.....	44

3.3.4.	Povrchová úprava pigmentů vrstvou polypyrrolu.....	45
3.4.	CHARAKTERIZACE PIGMENTŮ NA ZÁKLADĚ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ.....	45
3.4.1.	Stanovení měrné hmotnosti pigmentu ČSN EN ISO 787-10.....	45
3.4.2.	Stanovení spotřeby oleje ČSN EN ISO 787-5.....	46
3.4.3.	Stanovení kritické objemové koncentrace.....	46
3.4.4.	Rentgenová difrakční analýza.....	47
3.4.5.	Stanovení pH a elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentovaných prášků a nátěrových hmot ČSN EN ISO 787-9.....	47
3.4.6.	Hodnocení korozních zkoušek podle korozních úbytků ČSN 03 8102.....	47
3.4.7.	Stanovení obsahu sušiny v pojivu ČSN EN ISO 3251.....	48
3.5.	PŘÍPRAVA NÁTĚROVÝCH HMOT.....	48
3.5.1.	Homogenizace.....	49
3.5.2.	Formulace.....	49
3.6.	PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ PRO KOROZNÍ A FYZIKÁLNĚ- MECHANICKÉ ZKOUŠKY.....	53
3.6.1.	PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ NA OCELOVÝCH PANELECH.....	53
3.6.2.	Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech.....	54
3.7.	METODY HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚROVÝCH FILMŮ POMOCÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH ZKOUŠEK.....	55
3.7.1.	Měření tloušťky nátěrového filmu ISO 2808.....	55
3.7.2.	Měření relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech ČSN ISO 67 3076.....	55
3.7.3.	Stanovení změny lesku nátěrových filmů ČSN 67 3063.....	56
3.7.4.	Stanovení chemické odolnosti pomocí MEK testu ASTM D- 4752-10.....	56
3.7.5.	Stanovení vrypové zkoušky dle Buchholze ČSN EN ISO 2815.....	57
3.7.6.	Stanovení odolnosti nátěrových filmů při ohybu ČSN ISO 1519.....	57
3.7.7.	Stanovení odolnosti nátěru padajícím závažím ČSN ISO 6272-1.....	57
3.7.8.	Stanovení odolnosti hloubením ČSN ISO 1520.....	58
3.7.9.	Stanovení přilnavosti nátěrů pomocí odtrhové zkoušky ČSN EN ISO 24624.....	58
3.7.10.	Stanovení přilnavosti nátěrových filmů mřížkovou metodou ČSN ISO 2409.....	59
3.8.	METODY HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚRŮ POMOCÍ ZRYCHLENÝCH KOROZNÍCH ZKOUŠEK.....	60
3.8.1.	Stanovení korozních projevů nátěrových filmů v závislosti na pH kapaliny.....	61
3.8.2.	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl ČSN EN ISO 7253..	61
3.8.3.	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře SO ₂ ČSN ISO 3231.....	62
3.9.	HODNOCENÍ KOROZNÍCH ZKOUŠEK.....	62
3.9.1.	Hodnocení puchýřů v ploše a řezu nátěrových filmů ASTM 714 – 87.....	63
3.9.2.	Hodnocení koroze v okolí řezu ASTM D 1654 – 92.....	65
3.9.3.	Hodnocení stupně prokorodování nátěru ASTM D 610 – 85.....	66

3.9.4.	Stanovení stupně korozní agresivity prostředí ČSN EN ISO 12944 – 2.	68
3.10.	ELEKTROCHEMICKÁ MĚŘENÍ LINEÁRNÍ POLARIZACE.	69
4.	VÝSLEDKY A HODNOCENÍ.....	70
4.1.	VYHODNOCENÍ CHARAKTERIZACE PIGMENTŮ NA ZÁKLADĚ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VELIČIN	70
4.1.1.	Výsledky pH a měrné elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentových prášků a nátěrových filmů.	71
4.2.	HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚROVÝCH FILMŮ POMOCÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÝCH ZKOUŠEK	73
4.2.1.	Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech.	74
4.2.2.	Výsledky změny lesku nátěrových filmů.	77
4.2.3.	Výsledky ke stanovení chemické odolnosti MEK testu.	80
4.2.4.	Výsledky stanovení vrypové zkoušky dle Buchholze a výsledky fyzikálně- mechanických zkoušek.	83
4.2.5.	Vyhodnocení mechanických zkoušek na ocelových panelech.	86
4.2.6.	Vyhodnocení odtrhové zkoušky.....	89
4.2.7.	Vyhodnocení stanovení přilnavosti nátěrových filmů mřížkovou metodou.....	95
4.3.	VÝSLEDKY HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚRŮ POMOCÍ ZRYCHLENÝCH KOROZNÍCH ZKOUŠEK.	101
4.3.1.	Vyhodnocení korozních projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny pomocí stacionární kapkové metody.....	101
4.3.2.	Korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy.	107
4.4.	VÝSLEDKY ELEKTROCHEMICKÉ LINEÁRNÍ POLARIZACE.	110
5.	DISKUZE.....	113
5.1.	DISKUZE KE STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ PIGMENTŮ A POJIVA.	113
5.1.1.	Diskuze vyhodnocení olejového čísla, hustoty pigmentů a KOKP.	113
5.1.2.	Diskuze vyhodnocení pH , měrné elektrické vodivosti pigmentů a jejich korozních úbytků.	113
5.2.	DISKUZE K HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚROVÝCH FILMŮ POMOCÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÝCH ZKOUŠEK.	116
5.2.1.	Diskuze k povrchové tvrdosti organických povlaků.	116
5.3.	DISKUZE K VÝSLEDKŮM MECHANICKÝCH ZKOUŠEK.	122
5.3.1.	Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek na skleněných panelech.	122
5.3.2.	Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek na ocelových panelech.	124
5.4.	DISKUZE K VÝSLEDKŮM ODRHOVÉ ZKOUŠKY.	126
5.4.1.	Odrh po expozici v atmosféře SO ₂	127
5.4.2.	Odrh po expozici v neutrální solné mlze.....	129
5.5.	DISKUZE K HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ NÁTĚRŮ POMOCÍ ZRYCHLENÝCH KOROZNÍCH ZKOUŠEK.	129

5.5.1.	Diskuze k hodnocení projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny korozního prostředí	129
5.5.2.	Diskuze k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl.....	133
5.5.3.	Diskuze k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře SO ₂	136
5.6.	DISKUZE K VÝSLEDKŮM ELEKTROCHEMICKÉ LINEÁRNÍ POLARIZACE	137
6.	PŘÍNOSY.....	139
7.	ZÁVĚR.....	142
8.	LITERATURA	143
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	150
	SEZNAM TABULEK.....	151
	SEZNAM GRAFŮ.....	156
	PŘÍLOHY.....	157

1. ÚVOD.

Korozi definujeme jako reakci materiálu s okolním prostředím. Vlivem koroze dochází k znehodnocení materiálu. Dochází ke zhoršení mechanických vlastností například křehnutí a praskání materiálu nebo změny tvaru. V České Republice se odhadují ztráty způsobené korozi na několik miliard korun ročně, koroze představuje značné ekonomické ztráty.

Pro ochranu kovových materiálů pomocí organických filmů se jako nejúčinnější dlouhodobá ochrana používají nátěrové hmoty s vysokým obsahem kovového zinku. Protože tyto nátěrové hmoty z důvodu vysokého obsahu zinku vykazují určité nedostatky při aplikaci, skladování či v mechanických vlastnostech filmu, jsou vyvíjeny nátěrové hmoty se sníženým obsahem zinku. Pro protikorozi ochranu se často využívají i vodivé polymery nebo pigmenty s elektrochemickým mechanismem účinnosti, jsou vyvíjeny systémy s efektem kovového pigmentu s nižší elektrochemickou ušlechtilostí a s polovodivými materiály kovového nebo nekovového charakteru[1.][2.][3.].

Již od první poloviny 19. století se zinkový prach používá jako antikorozi pigment v organických povlacích. V dnešní době je zinek a jeho účinnost v nátěrových hmotách diskutované téma. Zinek je považován za toxický a používání zinku v antikorozi nátěrech je řízeno environmentálními předpisy, které jsou neustále přísnější.[3.]

Tato diplomová práce se zabývá nalezením vhodného pigmentu, který by v nátěrových hmotách nahradil částí obsahu kovového zinku v zinkem plněných nátěrových hmotách pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru bez povrchové úpravy anebo pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru s povrchovou úpravou vodivým polymerem.

2. TEORETICKÁ ČÁST.

2.1. Nátěrové hmoty.

Filmový nátěr je souvislý povlak určitých požadovaných vlastností, který vzniká nanesením na podklad a poté následným zaschnutím. Nátěry mohou být nanášeny v tekutých, těstovitých nebo i práškovitých stavech. Hlavními účely nátěrových hmot jsou snížit působení koroze, zlepšit estetický vzhled výrobku a zvýšit prodejnost výrobku. Nátěrové hmoty jsou propustné pro vodu a kyslík proto nepůsobí jako bariéra pro zabránění pronikání vlhkosti a kyslíku spíše jen zpomalují a minimalizují rychlost koroze materiálu. Mezi složky nátěrových hmot patří pojiva, pigmenty, plniva těkavá rozpouštědla a ředidla. Pojiva tvoří anorganický nebo organický materiál. Dle normy ČSN 67 3003 pojem „složky nátěrových hmot“ jsou charakterizovány jako všechny kapalné a tuhé látky nebo jejich roztoky a směsi, které se nacházejí v nátěrových hmotách. Před aplikací nátěrové hmoty musí být povrch materiálu očištěn a odmaštěn. Pro nátěry s obsahem zinku je doporučeno pojivo epoxid, chlorkaučuk nebo polyuretan. Ideální teplota pro nanášení nátěrových filmů je více jak 8°C. Výsledná tloušťka nátěru by měla být okolo 75 μm [2][5].

2.2. Pojiva.

Pojiva tvoří nejdůležitější část nátěrových hmot a mají vliv na určité vlastnosti nátěrových filmů, mezi které patří například tvrdost, lesk, přilnavost a chemická [6]. Skládají se z filmotvorných látek a jiných přídavných rozpouštědel. Filmotvorné látky jsou spíše netěkavé organické látky, jejichž funkcí je vytváření po zaschnutí na povrchu souvislý film. Mezi tyto filmotvorné látky patří nejčastěji vysychavé oleje např. lněný, tungový, pryskyřice, deriváty celulózy, deriváty kaučuku, asfalty a syntetické pryskyřice mezi, které patří alkydy, epoxidy, vinylové a akrylové polymery aj. [6].

2.2.1. Epoxyesterová pryskyřice.

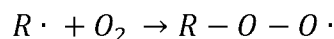
Epoxyesterové pryskyřice mají výborné vlastnosti především vynikající adhezi k podkladu, chemickou rezistenci a vláčnost. Hlavní využití těchto pryskyřic jsou především formulace nátěrů pro základní nátěrové hmoty a pro nátěry automobilů.

Pryskyřice vznikají esterifikací z epoxidových pryskyřic. Nejčastěji reakcí bisfenolového typu a mastnými kyselinami olejů. Používanými rostlinnými oleji mohou

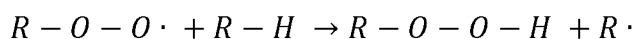
být například palmový olej, který patří mezi nevysychavé oleje, sojový nebo lněný olej tyto oleje patří mezi vysychavé oleje [7.].

Při esterifikaci dochází ke zreagování jak epoxidových skupin tak i na vznikajících hydroxylových skupin.

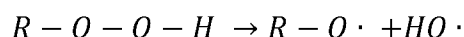
Epoxyesterové pryskyřice zasychají oxopolymeračním mechanismem a to na vzduchu podobně zasychají i alkydové pryskyřice. Nejprve se odštěpí vodík a vzniká radikál, který reaguje s kyslíkem za vzniku peroxidického radikálu (rovnice 1). Peroxidický radikál reaguje dál, buď vznikne nový peroxidický radikál (rovnice 2) nebo dojde k ukončení řetězce a následného vzniku hydroperoxidu. Za působení katalyzátorů se hydroperoxid rozpadá na kyslíkové a peroxidické radikály (rovnice 3, rovnice 4). Následnou reakcí spojením radikálů je řetězec ukončen [5.][6.][8.].



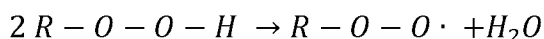
Rovnice 1



Rovnice 2



Rovnice 3



Rovnice 4

2.3. Pigment.

Pigmenty jsou látky, které fungují jako inhibitory koroze a snižují její rychlost. Nejčastěji se jedná o oxidy kovů nebo soli. Základní schopnost pigmentu je určení požadovaného odstínu v nátěrových hmotách a krycí schopnost. Krycí schopnost zabraňuje průchodu světla prostředím dispergování. Po dopadu světla do tohoto prostředí může být světlo buď absorbováno, nebo rozptýleno. U černých pigmentů je nižší rozptyl než absorpce, u bílých pigmentů tak naopak převládá absorpce než rozptyl [1.]. Na vlastnostech dopadajícího světla závisí i pestrost barev (modrá, červená, žlutá, .), i nepestrost barev (černá, bílá) [2.].

Jedná se o práškové látky, které mohou být organického, anorganického i směsného původu. Dříve byly pigmenty extrahovány z ovoce či získávány zpracováním skořápek a těl korýšů a rostlin, využívány byly pro barvení různých výrobků [1.][9.]. Další vlastností pigmentů je i index lomu. Čím je vyšší index lomu, tím více pigment kryje [10.].

2.3.1. Povrchové úpravy pigmentů.

U povrchových úprav pigmentů dochází ke vzniku adsorpčních nebo obecně tenkých vrstev na povrchu částic pigmentů lišící se složením. Cílem povrchových úprav pigmentů je zlepšit vlastnosti pigmentů mezi, které patří například snížení fotochemické aktivity nebo chemické aktivity. Důležité je rozlišit adsorpční a chemické modifikování povrchu [10.].

2.4. Plnivo.

Plniva stejně jako pigmenty mají velký význam v nátěrových hmotách. Plniva mohou ovlivnit pH v celém systému. Funkcí plniva je vyplňování mezer mezi pigmentem a pojivem tak, aby zpevnila celý systém. Proto se plniva do nátěrových hmot přidávají v přesně definovaném množství. Plniva mohou být organická i anorganická, dále se také dají dělit na přírodní a syntetická. Hlavní zástupcem plniv přírodního původu je uhličitan vápenatý CaCO_3 [1.][11.].

2.5. Koroze.

Koroze je definovaná jako znehodnocení materiálu působením okolního prostředí. Znehodnocení materiálu může být vlivem chemických, fyzikálních nebo biologických reakcí. U koroze dochází k fyzikálně-chemickým interakcím mezi okolním prostředím a kovem. Pokud se podílí jen fyzikální reakce, jedná se o erozi.

Koroze může probíhat v různém prostředí jako je nejčastěji na vzduchu působením vzdušného kyslíku, tomuto prostředí je vystavena většina produktů. Mezi další druhy koroze patří koroze ve vodě, která může probíhat v říční vodě a také v mořské, kdy jsou nejvíce zasaženy přístavy. Dále také probíhá v půdě a v průmyslových zónách s vyšší korozní agresivitou, kterou mohou způsobovat především chemikálie, plyny.

Koroze nemusí probíhat jen u kovů ale také u skla, keramiky, plastů textilu a jiných materiálů. Podle mechanismu působením rozdělujeme korozi na chemickou a elektrochemickou [12.].

2.5.1. Chemická koroze.

Chemická koroze probíhá v elektricky nevodivých prostředích, neelektrolytech a plynech. Znehodnocení materiálu probíhá pomocí přímé chemické reakce. Průběh chemické koroze je jednoduchý lze ho popsat chemickými rovnicemi. Základní příčinou chemické koroze je termodynamická nestabilita kovu spojená s přechodem kovu do stabilnějšího stavu

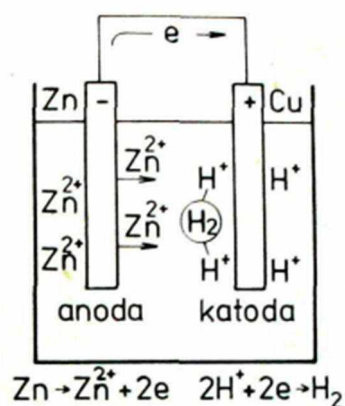
zplodin koroze v různých prostředích [13.]. Chemická koroze vzniká v prostředí oxidačně působících plynech nebo redukčně působících plynech. Nejčastější chemickou korozí jsou vznikající okuje na neželezných kovech a okujích na oceli. Povrch kovu se pokrývá oxidy a jejich odstraňování je velmi důležitou přípravou pro úpravu povrchu materiálu před nátěrem [12.].

2.5.2. Elektrochemická koroze.

Elektrochemická koroze je souhrn všech elektrochemických reakcí mezi reagujícím prostředím a kovem. Podmínkou elektrochemické koroze je přítomnost vodivého prostředí neboli elektrolytu. Při těchto reakcích vzniká elektrický proud [14.][15.].

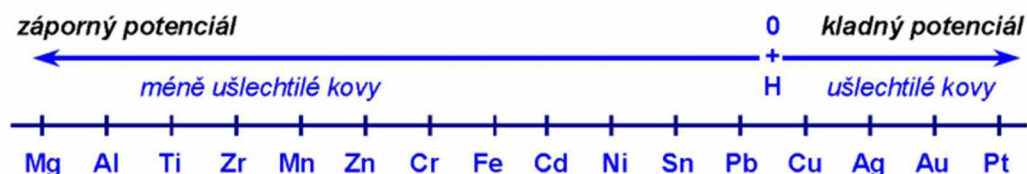
Mechanismus lze popsat pomocí galvanického článku. Každá korozní reakce probíhá dvěma na sobě závislými dílčími reakcemi, které tedy probíhají současně. Jedná se o anodovou (oxidační) a katodovou (redukční) dílčí reakci, celkově jde tedy o oxidačně – redukční reakci. Elektrochemická koroze probíhá v prostředí atmosférickém, vodním, půdním ale také i v roztocích kyselin, bází a solí.

Při oxidaci přecházejí kovové ionty z anody do elektrolytu, a v kovu zůstávají elektrony. Nastává zde polarizace, to znamená, že vznikají přitažlivé síly a tím dochází k brzdění průběhu koroze vlivem elektrického rozvrstvení. Aby dále mohlo probíhat rozpouštění je potřeba zrušit přitažlivé síly odstraněním elektronů na katodě. Tento děj se nazývá depolarizace. Katodová redukce spotřebovává elektrony dvojím způsobem. Může se jednat o tzv. vodíkovou depolarizaci, kdy jsou elektrony spotřebovávány vybitím iontů vodíku nebo o tzv. kyslíkovou depolarizaci, kdy nastává redukce kyslíku rozpouštěného v elektrolytu [16.].



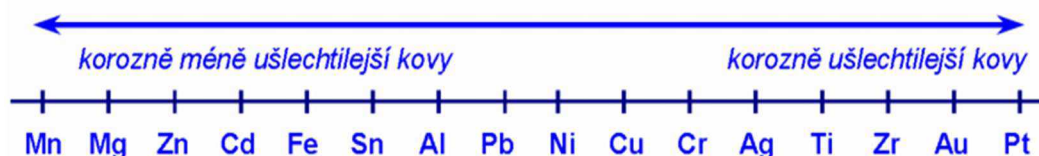
OBRÁZEK 1: Schéma galvanického článku [16.].

Všechny kovy a jejich korozní odolnost lze popsat pomocí elektrochemické řady napětí kovů. Elektrochemická řada napětí kovů popisuje ušlechtilost kovů, kde je za nulu považován potenciál standardní vodíkové elektrody. Tato řada rozděluje kovy na ušlechtilé a neušlechtilé, a to v závislosti na potenciálu v porovnání s hodnotou standardní vodíkové elektrody (viz. obrázek 2) [13.][16.][17.][18.].



OBRÁZEK 2: Elektrochemická řada napětí [19.].

Korozní řada charakterizuje postavení kovů podle jejich korozní odolnosti. Elektrochemická řada nelze vždy použít v provozních podmínkách, proto byla vytvořena korozní řada (viz. obrázek 3) [2.][17.][18.].



OBRÁZEK 3: Řada kovů korozní odolnosti [19.].

2.6. Antikorozi pigmenty.

Nejpoužívanější způsob ochrany kovových materiálů proti degradačním účinkům atmosférické koroze, spočívají v aplikaci organických povlaků, do kterých jsou aplikovány antikorozi pigmenty.

Nátěrové hmoty s obsahem antikorozi pigmentů se využívají pro účinnou ochranu kovů před korozi. Antikorozi pigment působí v nátěrovém filmu různými mechanismy. Vhodným pigmentováním může být zabráněno nebo zpomaleny pronikání média na kovový podklad.

Vývoj nových antikorozi pigmentů prošel rychlým vzestupem během deseti let. Mezi takové patří například směsné oxidy kovů, boritanů, molybdenanů, fosfokřemičitanů a fosforečnanů. Bylo to podpořeno především zákazem použití antikorozi pigmentů

s obsahem olova (oxidačním stavu +III) a chromu (oxidačním stavu +VI). Tyto pigmenty byly zakázané z důvodu ekologických a toxických příčin.

Antikoroziční pigmenty lze rozdělit na základě jejich chemické povahy do 5 skupin [3.].

Nerozpustné pigmenty.

Tyto pigmenty jsou nerozpustné a tvoří bariéru. Pomocí bariéry zamezí pronikání vody a kyslíku k povrchu kovu. Tyto pigmenty musí být inertní k látkám, které do nátěru pronikají. Reagují s olejovými pojivy za vzniku produktů inhibující korozi na povrchu oceli. Dříve se využíval například suřík [3.][20.].

Rozpustné pigmenty.

Rozpustné pigmenty se rozpouští. Uvolňují pasivující ionty a tím ovlivňují činnost katodických a anodických míst korozního článku. Například chromanové pigmenty [3.][20.].

Komplexotvorné pigmenty.

Pigmenty komplexotvorné reagují s podkladem, kterým je nejčastěji železo, ocel. se železem tvoří nerozpustné komplexní sloučeniny za přítomnosti kyslíku a tím chrání porušená místa. Méně ale účinně se používal suřík, a v dnešní době se používají fosforečnany a molybdenany [3.][20.].

Zásadité pigmenty.

Zásadité pigmenty zvyšují koncentraci hydroxylových iontů. Hydroxylové ionty s vodou difundují nátěrovým filmem až k podkladu. Na odolnost proti korozi má příznivý vliv alkalita. Například olovičitan vápenatý, který je ekologicky nevhodný nebo oxid zinečnatý, který vhodný je [3.][20.].

Kovové pigmenty.

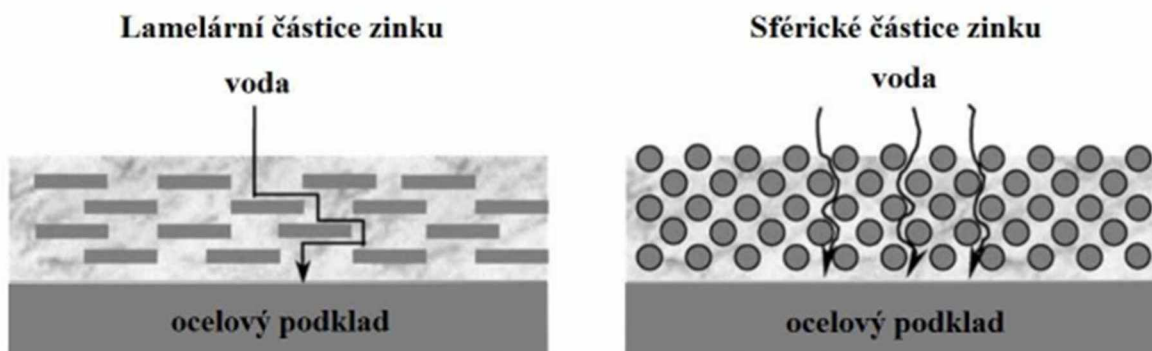
Posledním druhem pigmentů jsou pigmenty kovové, mezi něž patří zinkový prach nebo hliník. Tyto pigmenty poskytují elektrochemickou ochranu, tím že pigment slouží jako obětovaná anoda a povrch kovu slouží jako katodická ochrana [3.][20.].

2.6.1. Antikorozní působení pigmentů.

Antikorozní působení pigmentů lze rozdělit do tří základních skupin podle antikorozního působení. Rozdělují se na fyzikálně působící, chemicky působící a elektrochemicky působící.[3.]

Fyzikálně působící.

Dochází zde k bariérovému efektu, který vzniká působením fyzikálních efektů nátěru. Efektivní nátěr je dostatečně silný, inertní a nepropustný. Princip je tedy založen na vytvoření bariéry pro kyslík, vodu a ionty urychlující korozi. Částičky pigmentu jsou dispergovány v pojivu tak, aby se co nejvíce dotýkaly velkými ploškami a vznikla bariéra po aplikaci nátěrových hmot na podklad. [3.]



OBRÁZEK 4: Bariérová ochrana [3.].

Chemicky působící.

Vlivem probíhající chemické reakce jsou korozní procesy zpomaleny nebo příležitostně zastaveny. V tomto typu povrchové ochrany se předpokládá funkce aktivních složek s antikorozními pigmenty nebo organickými inhibitory koroze. Chemicky působící pigmenty, obsahují rozpustné složky, které mohou udržovat konstantní pH. Při probíhajících chemických reakcích mohou vznikat jiné sloučeniny, které poté plní funkci inhibitorů [3.][20.].

Elektrochemicky působící.

Elektrochemický efekt je založen na principu galvanických článků. Procesy koroze jsou přenášeny v důsledku změny elektrického proudu na přídavnou elektrodu. Elektrochemický efekt je spojen s bariérovým efektem. Organické nátěry tak chrání kovový

povrch. Typem ochrany může být bariérový, adhezní, inhibiční nebo elektrochemický mechanismus [3.][20.].

2.7. Inhibitory koroze.

Inhibitory jsou látky schopné vytvářet na povrchu kovu vrstvičku oxidu zamezující tvorbě koroze. Podle prostředí do kterého je nátěrová hmota určena se vybírají samotné inhibitory. Inhibitory lze rozdělit dle chemické povahy na anodické, katodické a smíšené [21.].

Anodické inhibitory.

Anodické inhibitory jsou látky, které brzdí korozní reakci. Vznikají málo rozpustné nebo nerozpustné produkty, které chrání povrch před korozí pomocí pasivační vrstvy. Pasivační vrstva inhibuje reakci rozpouštěním anodického kovu. Mezi málo rozpustné produkty koroze patří oxidy, hydroxidy nebo soli. Na koncentraci a povaze agresivních iontů závisí účinnost inhibitorů. Mezi inhibitory anodické povahy patří chromany, dichromany, anorganické i organické dusitany, fosforečnany a křemičitany [22.].

Katodické inhibitory.

Katodické inhibitory, jsou látky, které zpomalují průběh katodické reakce. Takto působí v neoxidačních kyselinách při sloučenině antimonu a arzenu. Tyto sloučeniny brzdí vylučování vodíku. Mezi inhibitory katodické povahy patří hydrogen uhličitán vápenatý, polyfosfáty, soli zinku a hořčíku a jiné soli [22.].

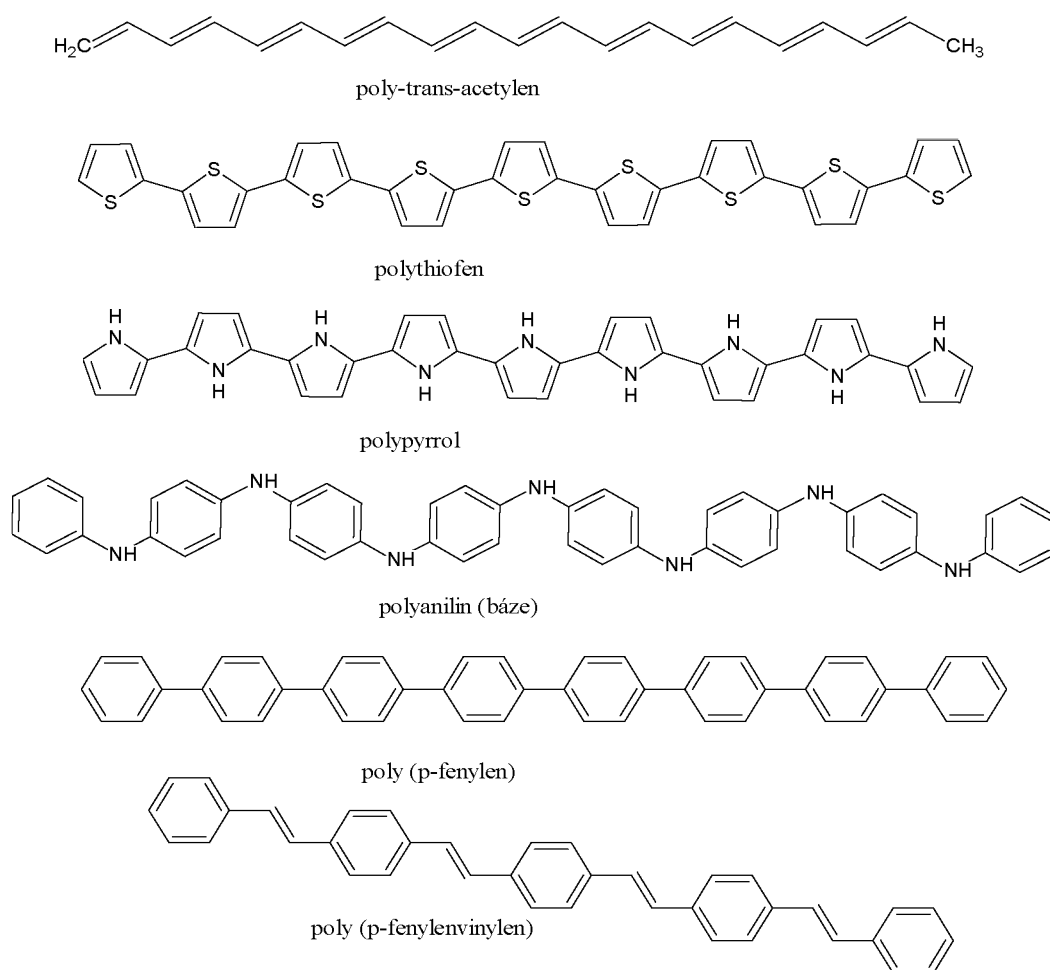
Smíšené inhibitory.

Smíšené inhibitory zpomalují korozní reakce (anodickou i katodickou) adsorpcí na povrchu kovu. Jsou to především organické látky, které obsahují vždy jednu nebo více funkčních skupiny obsahujících jeden nebo více atomů s dusíkem, sírou, kyslíkem nebo fosforem. Mezi inhibitory se smíšenou povahou patří aminy, merkaptany a jiné látky [22.].

2.8. Vodivé polymery.

Vodivé polymery se na rozdíl od ostatních polymerů vyznačují vlastní elektrickou vodivostí. Výroba je levná, netoxická a polymery jsou recyklovatelné. Nejběžnější způsob

přípravy vodivých polymerů je oxidace vhodných monomerů. Rozlišují se oxidace chemické pomocí oxidačních činidel a elektrochemické. Mezi nejznámější vodivé polymery patří polyanilin, polypyrrol, polyacetylen, polythiofen, a polyfenylen. Vodivé polymery jsou tvořeny systémem konjugovaných vazeb [23.]. Struktury nejdůležitějších vodivých polymerů jsou uvedeny na obrázku 5. Protože jsou polymery odolné lze je použít jako izolátory v elektronických aplikacích. Lze je použít na izolaci kabelů, kondenzátorové folie, substráty pro tištěné obvody a jiné ochranné povlaky. Vyšší vodivost u vodivých polymerů lze dosáhnout dopováním, pyrolýzou nebo vytvořením vlastní vodivé struktury [24.].



OBRÁZEK 5: *Struktury nejdůležitějších vodivých polymerů [23.].*

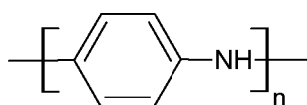
2.8.1. Mechanismus působení vodivých polymerů.

Pro vysvětlení elektrické vodivosti polymerů se používá pásová teorie. Tato metoda vychází z principu přenosu daného náboje, který vzniká tzv. dopováním. Jeho transport je významně ovlivněn neuspořádaností, která způsobuje delokalizaci π elektronů. Vodivý polymer se skládá ze stejných konstitučních jednotek z jednorozměrných řetězců a po celé

jeho délce dochází k delokalizaci π elektronů. Elektrony poté vytvářejí pásy podobným polovodičovým pásům. Π -pás nazývaný HOMO z anglického překladu Highest Occupied Molecular Orbital je zaplněn, zatím co π^* -pás, který je nazýván LUMO z anglického překladu Lowest Unoccupied Molecular Orbital, je prázdný a materiál se stává nevodivý. Ke zvýšení jeho vodivosti lze pomocí tzv. dopováním, například anorganickými dopanty mezi které patří kyselina sírová, kyselina chlorovodíková, kyselina fosforečná, kyselina fluorovodíková a kyanovodíková. Dopovat lze i organickými dopanty například kyselina benzoová, kyselina mravenčí, kyselina ftalová a kyselina salicylová [25.][26.][27.][28.][29.][30.][31.][32.][33.].

2.8.2. Polyanilin (PANI).

Polyanilin (obrázek 6) je jeden z nejvýhodnějších vodivých polymerů oproti ostatním polymerům má více výhod. Mezi tyto výhody patří dobrá stabilita, jednoduchá syntéza nízká cena a dostupnost, vysoká životnost a široké uplatnění v různých oblastech. Mezi významné vlastnosti PANI patří vynikající elektrická vodivost, tepelná stabilita a optické vlastnosti [34.]. Zpracování polyanilinu lze snadno z taveniny nebo roztoku a přitom je šetrný k životnímu prostředí a tepelně stabilní.

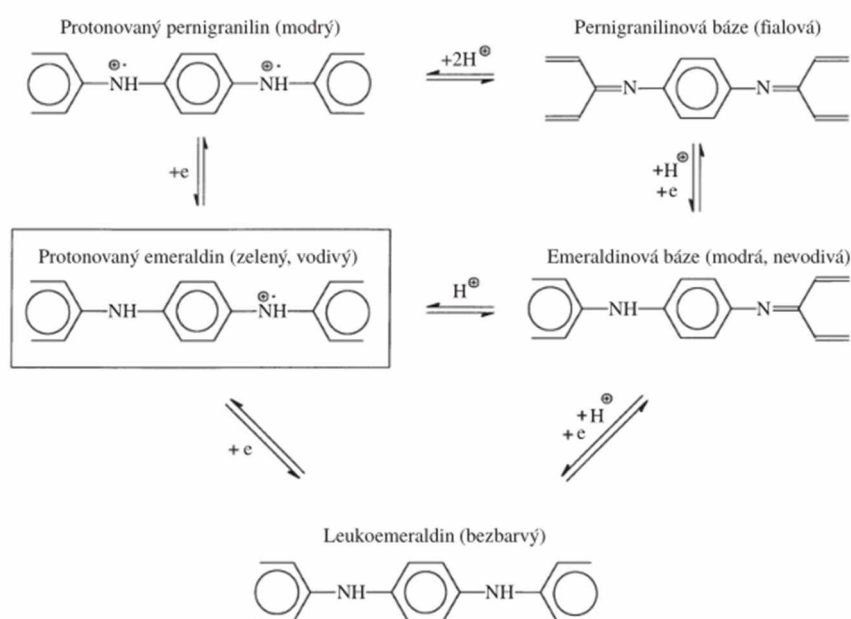


OBRÁZEK 6: *Struktura polyanilinu*[23.].

Polyanilin patří mezi nejstarší syntetický polymer připravený člověkem. Existuje v mnoha formách, které se liší stupněm oxidace či redukce. Různé formy polyanilinu lze získávat odebráním nebo dodáváním elektronů elektrochemickou či chemickou redukcí a oxidací. Lze tak získat formy s různými vlastnostmi jako jsou například chemická struktura, stabilita, zbarvení a elektrické vlastnosti. Zajímavá reakce je u protonace polyanilinu, kdy proton odevzdává kyselina a vodivost polyanilinu může vzrůst až o deset řádů. Nejběžnější formy polyanilinu jsou leukoemeraldin, emeraldin a pernigranilin. Emeraldin je nejvíce vodivý a nejstabilnější formou PANI [35.][36.]. Díky přítomnosti C=N funkčních skupin, může polyanilin fungovat jako inhibitor. V biologických aplikacích je jeho použití se srovnáním s pyrrolem omezeno nízkou zpracovatelností, nedostatečnou pružností a biologickou neodbouratelností. [37.].

Výroba.

Výroba PANI je velice jednoduchá a dá se připravit několika způsoby. Nejběžnější výrobou polyanilinu je oxidace anilinu pomocí peroxydisulfidu amonným v kyselém prostředí. Nejdříve vznikne báze. Aby vznikla vodivá forma je potřeba vysoká kyselost prostředí $\text{pH} < 2,5$. Nejčastěji používané kyseliny pro tuto syntézu jsou kyselina chlorovodíková a kyselina sírová. Během reakce jsou uvolňovány protony ve formě atomu vodíku. Při této oxidaci dochází k polymeraci, ale i k dopování řetězce [37.].



OBRÁZEK 7: Polyanilinové formy [38.].

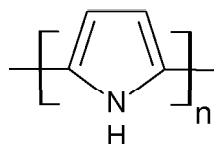
Použití.

Polyanilin se používá při ochraně kovových podkladů proti korozi. Vychází z nahrazování toxických vrstev především chromanů v nátěrových hmotách. Používá se jako základní nátěr ale i jako individuální nátěr v ochraně proti korozi. PANI je dispergován nejčastěji v polyuretanové nebo epoxidové pryskyřici s vhodným rozpouštědlem [39.].

Dále lze i díky zelené barvě Polyanilinu využít pro výrobu maskovacích sítí ve vojenském prostředí, využít k ochraně před detektory, lithiové baterie nebo vodivé textilie.

2.8.3. Polypyrrol (PPY).

Polypyrrol (obrázek 8) patří mezi nejvíce stabilní polymery. PPY má heterocyklickou strukturu a je stabilnější než polyaceton. Je komerčně dostupný, má vysokou elektrickou vodivost a ekologickou stabilitu.



OBRÁZEK 8: *Struktura polypyrrolu[23].*

Výroba.

Výroba polypyrrolu je snadná. Také snadná je jejich výroba pomocí elektrochemických postupů. PPY lze syntetizovat potenciostaticky, potenciodynamicky nebo galvanostaticky. Lze ho syntetizovat při pokojové teplotě v široké škále rozpouštědel nebo ho lze také vyrobit oxidační polymerací.

Použití.

Polypyrrol (PPY) je jedním z nejslibnějších materiálů pro multifunkční aplikace z důvodu šetrnosti k životnímu prostředí, stability, snadné syntézy a vyšší vodivosti oproti jiným vodivým polymerům. Tento vodivý polymer je často použit jako biosenzor, vodič, antielektrostatický povlak, pevný elektrolytický kondenzátor, displej, obal, polymerní baterie a funkční membrána. Polypyrrolové povlaky mají vynikající tepelnou stabilitu proto je lze použít v uhlíkových kompozitech. Polymerní směsi s na bázi polypyrrolu chrání kov před korozi [40.].

2.9.Zinek.

V roce 1840 byl zinkový prášek prvně použit při výrobě nátěrových hmot. Zinek se používal především pro jeho velkou kryvost v nátěrových hmotách nebo zhotovených filmech. Další vlastností jsou elektrochemické vlastnosti, které jsou u zinku velmi významné. Díky těmto vlastnostem vystupuje zinek jako antikorozi pigment. Nátěrové filmy obsahují sušinu kolem 92 – 96 % práškového kovového zinku. Čím větší obsah zinkového prášku v sušině tím lépe dosáhne nátěr vodivého kontaktu mezi ocelovým povrchem a jednotlivými

částicemi nátěrového filmu. Zinek se v přírodě vyskytuje hlavně ve formě sulfidů (ZnS sfalerit), uhličitanů, křemičitanů nebo fosforečnanů [41.].

Vlastnosti zinku.

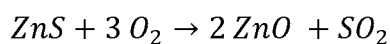
Zinek je neušlechtilý kov. Pigment zinkové prášku je charakterizován jako jemný šedo-stříbrný prášek většinou ve formě kulovité obsahující kovový zinek [43.]. Při vyšších teplotách 100 °C je velmi tažný. Má nízkou tvrdost a pevnost. Na vzduchu se pokrývá vrstvou ZnO, která chrání kov před korozi a ztrácí lesk. Rozpouští se v neoxidujících kyselinách za vývoje vodíku. Zinek reaguje s oxidujícími koncentrovanými kyselinami bez vývoje vodíku. Zinek je amfoterní kov a s alkalickými hydroxidy tvoří alkalické tetrahydroxozinečnatany. Teplota tání zinku je 419,5 °C a teplota varu je 907 °C. Hustota je 7,14 [g/cm³]. A elektrická vodivost zinku je 1,67.10⁻⁷[S.m⁻¹]. Tvoří i mnoho slitin nejznámější je mosaz (slitina zinku a mědi), titan-zinek a sloučeniny s hliníkem a hořčíkem [44.].

Výroba.

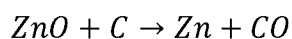
Hlavní surovinou pro výrobu zinku jsou sulfidové rudy, které také obvykle obsahují olovo, kadmium a jiné kovy, jako je železo a stříbro.

Nejčastějšími vyskytujícími rudami jsou sfalerit (ZnS) a marmatit, které obsahují významné množství sulfidů železa. Největší ložiska se nachází hlavně v Severní a Jižní Americe, Austrálii, Japonsku a Číně. Zinek se vyrábí dvojím způsobem žárovým procesem a elektrolyticky.

U žárového procesu dochází k pražení sfaleritu a následná redukce koksem, vzniklého oxidu zinečnatého (rovnice 5,6) [45.].



ROVNICE 5



ROVNICE 6

U elektrolytického procesu působí kyselina sírová na rudy zinku za vzniku síranu zinečnatého. Během tohoto procesu se vyloučí i jiné prvky jako jsou železo, měď, nikl, kobalt kadmium a další prvky. Tyto prvky jsou nečistoty a musí dojít k jejich odstranění z roztoku. Nejprve dochází k odstranění železa ve formě hydroxidu pomocí neutrálního louhování

a poté nastává cementace zinkovým prachem, kdy dochází k odstranění mědi, niklu, kobaltu a kadmia. Posledním krokem probíhá elektrolýza, kdy získáme čistý zinek. Zinek se vyloučí na hliníkové katodě [46.][47.].

Zinek působící na životní prostředí.

Největším dlouhodobým producentem zinku (těžba, výroba a zpracování) je Čína. Zinek proniká do vody, půdy a vzduchu důsledkem lidské i přírodní činnosti. Nejběžněji se do ovzduší dostává jako efekt čištění (rafinace) zinku, výroby oceli, spalování uhlí a odpadu. Při získávání zinku z rudy se mění koncentrace oproti přírodnímu, který má vliv na životní prostředí. Pomocí těchto úniků se zvyšuje koncentrace zinku v ovzduší. V ovzduší je zinek přítomen ve formě jemných prachových částic, které mohou dopadat na půdu nebo na vodní plochy. Vypouštěním zinku a jiných kovů z továren se může dostávat do vodních toků. Zinek se většinou usazuje na dně vodních ploch, v malém množství je rozpustný ve vodě a způsobuje kyselost vody. Hromadí se v těle některých vodních živočichů nejčastěji v rybách. Může nastat i kontaminace půdy a podzemních vod, kdy se zinek nerozpouští ve vodě a je vázaný v půdě. Takto mohou mít zvýšené hodnoty zinku v těle i živočichové, kteří pojídají zeminu a pijí kontaminovanou vodu [48.].

Více jak 50 % produkce je používáno především na galvanizaci. Zinek vystavený atmosféře může také korodovat, tím je také uvolňován do ovzduší [49.][50.].

Využití.

Nejvíce se používá zinek ke galvanizaci. Dále také na výrobu suchých článků a zdroj energie. Zinek se také používá na výrobu plechovek a mosazných slitin, konstrukcí, střech, zábradlí, okapů, automobilového průmyslu aj. Také lidské tělo obsahuje stopové prvky zinku ve formě enzymů, ovlivňuje fyziologický a reprodukční vývoj. Nedostatek zinku v těle způsobuje kognitivní poruchy [51.].

2.9.1. Vytváření zinkových povlaků.

Přehled způsobů zinkování.

Galvanické pokovení.

Galvanické (elektrolytické) pokovení spočívá v ponoření předmětů do lázně zinečnatých solí. Lázeň se zapojí jako katoda přímo na zdroj stejnosměrného elektrického

proudu, a čistý zinek ve formě tyčí nebo desek je zapojen jako anoda. Nejprve musí dojít k odmaštění a moření ocelových povrchů. Elektrolyt může být kyselý, alkalický nebo neutrální, závisí na typu použité zinečnaté soli. Nejprve dochází k přivedení elektrického proudu do lázně a zinek se začne ukládat na ocelovém povrchu, současně se rozpouští anoda. Vzniklý zinek je přiveden do elektrolytu. Po galvanickém pokovení je povrch velmi hladký, kovově lesklý a stříbrný. U předmětů po galvanickém pokovení dochází k ošetření chromátovou vrstvou z důvodu protikorozní ochrany při skladování a transportu. Chromátová vrstva je většinou bezbarvá, ale při silnějších vrstvách může být žlutá až zelená. Slabší vrstvy lze ošetřit nátěrem nebo jinými organickými povlaky. Při vystavení venkovnímu prostředí dochází k nárůstu životnosti [5.][12.].

Žárové stříkání.

Žárové stříkání (metalizace) zinkem spočívá v tom, že se zinek vloží do stříkací pistole ve formě drátu nebo prášku a taví se plamen hořících plynů. Ve stříkací pistoli se stlačí vzduch a roztavené částice stříkají na povrch oceli. Než dojde k žárovému stříkání, musí dojít k očištění povrchu pomocí tryskání. Povrch po žárovém stříkání je lehce porézní až drsný. Má pouze mechanický charakter. Žárové stříkání se používá u větších a relativně jednoduchých tvarů [5.][12.].

Difúzní zinkování.

Difúzní zinkování je proces pro vytváření relativně tenkých povlaků s dobrou přilnavostí a s rovnoměrnou tloušťkou. Nejprve musí dojít k očištění ocelovému povrchu součástek, které jsou spolu se zinkovým prachem a pískem nasypány do bubnu. Buben se roztočí a teplota se nastaví těsně pod teplotu tání zinku. Při stálé rotaci a této teplotě dochází k reakci železa a zinku, kdy na ocelovém povrchu vzniká slitina zinku a železa [5.][12.].

Mechanické pokovování.

Mechanické pokovování probíhá taktéž v bubnu. Odmaštěné součástky se vloží do bubnu spolu se skleněnými kuličkami a „převalují se“. Nejprve je zvoleno kyselé prostředí a pak prostředí s pokovovacím prostředkem s obsahem mědi. Poté dochází k „převalování“ se zinkovým prachem. Nastává aktivace vhodnými chemickými látkami. Vrstvy jsou rovnoměrné i u složitých geometrických tvarů [5.][12.].

Aplikace organického povlaku s vysokým obsahem zinku.

Před aplikací organického povlaku s vysokým obsahem zinku se musí ocelové povrchy očistit tryskáním podobně jako u žárového stříkání. Nátěry s vysokým obsahem zinku obsahují jemně zrnitý zinkový prach. Nátěrové hmoty obsahují 92 % zinku v suchém filmu, což odpovídá 62 % objemu. Dochází ke kontaktu mezi jednotlivými částicemi zinku mezi sebou s elektrickým kontaktem a ocelovým povrchem. Nátěr lze aplikovat pomocí stříkací pistole nebo štětcem. Jedná se tedy o povrchovou úpravu pomocí organického nebo anorganického povlaku. Existují jednosložkové i dvousložkové nátěry [5.][12.] .

Žárové zinkování.

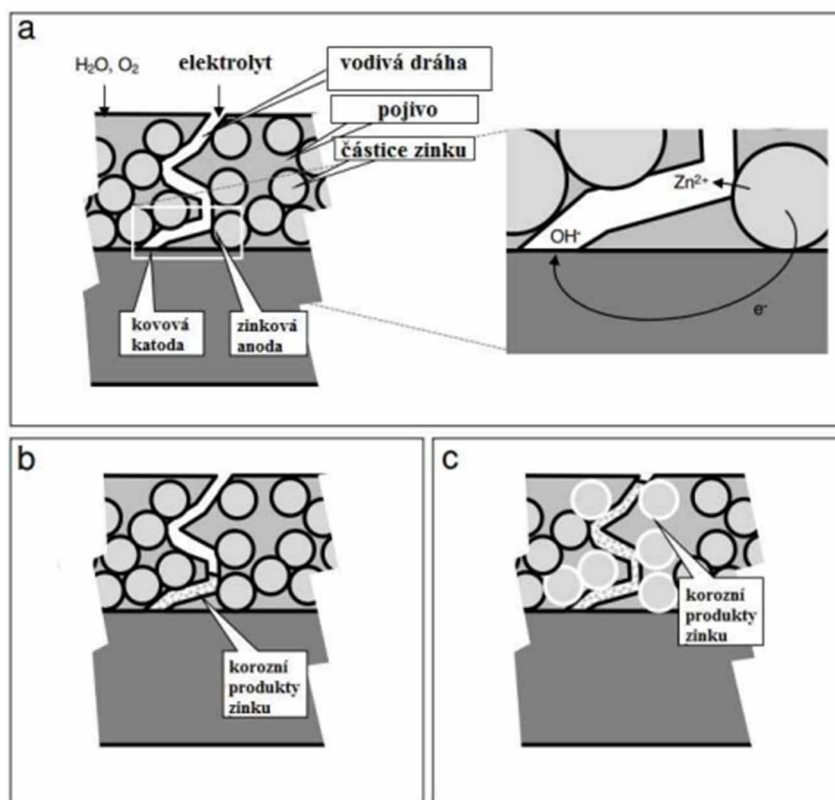
Tento způsob ochrany proti korozi je nejběžněji používaný. Byl objeven již v roce 1741 francouzským chemikem Melounim, který zjistil, že zinek je schopen chránit ocel proti korozi. Dále se žárovým zinkováním zabýval další francouz Sorel, který se zaregistroval na patent. Sorel zavedl moření v kyselině sírové jako proces předúpravy.

Nejprve se ocelové povrchy součástek musí mechanicky očistit od rzi, okují a jiných nečistot. Pokud je povrch mastný, musí se mastnota odstranit, nejlépe v alkalickém prostředí. Ocelové součástky se poté ponoří do roztaveného zinku a vytváří se na nich povlak z mezivrstvy slitinových fází železa, niklu a vrstvy čistého zinku. Výhodami této metody jsou především nízká cena, nízké udržovací náklady, dlouhá životnost zinkovaných povlaků, rovnoměrné a kvalitní povlaky, zinkový povlak je schopen odolávat mechanickému poškození a jiné [5.][12.] .

2.9.2. Působení zinku v nátěrových filmech.

V základních zinkových nátěrech funguje mechanismus tzv. „obětované anody“. Zinek se tedy stává anodou, která je obětovaná a chrání ocelový podklad, který je katodou. Systém je závislý na průchodu galvanického proudu. Částice zinku se dotýkají mezi sebou nebo podkladu tak, aby bylo co nejtěsnější zaplnění. Dochází k elektrochemickému mechanismu antikorozi ochrany zinkovými nátěry. Nátěry postupně přecházejí na adhézní a bariérový mechanismus. Zinek v atmosférickém prostředí reaguje s kyslíkem, vodou a oxidem uhličitým za vzniku korozních produktů, jako jsou oxid zinečnatý, uhličitán zinečnatý a hydroxid zinečnatý. Reakční produkty mají funkci dokonale utěsnit póry v nátěru. Nátěr se stává velmi tvrdý, kompaktní a vzniká bariérová vrstva s velkou adhezí a odolností vůči atmosférickým vlivům. Pokud dojde k mechanickému poškození zinkového nátěru až na

podklad, zinek se stává aktivním a chrání svým elektrochemickým potenciálem železo před korozí [52.]



OBRÁZEK 9: Znáznornění fungování nátěrového filmu s obsahem zinku při porušení nátěrové hmoty [55.].

2.10. Sulfidy.

2.10.1. Sulfid zinečnatý ZnS.

Sulfid zinečnatý se řadí mezi bílé pigmenty. Na vzduchu je možné šedivé zbarvení, není hořlavý, jedovatý a výbušný. Ve formě jemného bílého prášku s velikostí částic pod 1 μ m. Vyznačuje se vysokou kryvostí a bělostí. Index lomu sulfidu zinečnatého je 2,36. Díky vysoké kryvosti se využívá pro mnoho aplikací například pro nátěrové systémy.

Sulfid zinečnatý se připravuje například roztokem sulfidu barnatého. Dochází k vysrážení síranu barnatého a vzniku sulfidu sodného. Následnou reakcí sulfidu sodného s roztokem zinečnatých solí se vysráží čistý sulfid zinečnatý [1.].

2.10.2. Disulfid molybdenu MoS₂.

Vyskytují se ve formě černé práškové sloučeniny, která se používá jako lubrikant v prostředích s vysokou teplotou nebo s tlakovým namáháním.

U disulfidu molybdenu je chemicky i fyzikálně prokázáno, že obsahuje silné vazby mezi rovinami molybdenu – síra, a naopak i slabé vazby v rovinách síra-síra. Takto snadno umožňují přesunutí krystalických lamel. Při plošném zatížení dochází k tzv. „zaleštění kluzkého povlaku“ to znamená, že se svazky vrstev postupně rozdělují. Dále po tomto procesu spolehlivě oddělí třecí plochy a tím ovlivní koeficient tření.

Síra se váže na kovové povrchy, a proto se kluzné laky s obsahem disulfidu molybdenu vyznačují celou řadou pozitivních vlastností, jako jsou například snížení hlučnosti především ozubených převodů, poskytují široký teplotní rozsah pro použití, umožňují přesné a rovnoměrné rozvrstvení v závislosti na drsnosti povrchu materiálu, po nanesení jsou nehořlavé, suché, nevážou nečistoty a prach a další.

Novinkou se stal kluzný lak Tecnite 3402 – C, na vzduchu se vytvrzuje a má skvělé bezkonkurenční vlastnosti i protikorozi ochranu. Výhodou je, že tento lak je na bázi sulfidu molybdeničitého a bezolovnatý. Tento lak se využívá v různých oblastech, kde ostatní mazadla, či tuky, oleje selhávají. Používá se i například na povolení ocelových šroubů [54.].

2.10.3. Disulfid wolframu WS₂.

Disulfid wolframu je chemická sloučenina se vzorcem WS₂. Vyskytuje se v minerálu wolframit. WS₂ tvoří tmavě šedé hexagonální krystaly s vrstevnatou strukturou. Podobně jako disulfid molybdenu vykazuje vlastnosti suchého mazadla. Chemicky je poměrně inertní. Se spojením s jinými materiály se využívá jako katalyzátor pro hydrorafinaci surové ropy, dále také například jako suché mazivo pro spojovací materiál, nanotrubičky a další. [55.][56.].

2.11. Zinkferit.

Zinkferit je velice zajímavý materiál v mnoha oborech. Začal se využívat jako magnetický materiál, plynový senzor, semikonduktor pro fotokatalyzátor, absorbent pro desulfurizaci. Využívá se jako barevný pigment. Je vhodné využít jeho termickou stálost a chemickou odolnost ve speciálních pojivech, zejména v termicky stabilních. Ve spojení se silikonovými pryskyřicemi je možné ho aplikovat jako speciální antikorozi pigment [57.].

Tyto syntetizované pigmenty mají dobrou antikorozi účinnost v epoxidovém a styrenakrylátovém nátěru. Ve srovnání s komerčně používanými antikorozi pigmenty, jejich ochranná síla v nátěrech je prokazatelně silnější.

Syntetizované pigmenty mohou být použity v nátěrových filmech chránících kovové podklady proti korozi. Syntéza zinkferitů s různými tvary částic se používá pro aplikace

v antikorozi technice, kdy nátěry poskytují nový způsob ochrany kovů proti korozi. Výhodou je skutečnost, že syntetizované pigmenty neobsahují žádné škodlivé látky pro životní prostředí.

Vývoj netoxických antikorozi pigmentů může nahradit chromátové pigmenty. Jednou z možných metod náhrady toxických pigmentů v nátěrových hmotách je použití feritů s obsahem alkalických zemin [58.].

Výroba.

Vypalovací proces.

Ferit zinku lze připravit vypalovacím procesem „kalcinací“ kdy dochází pouze ke změně teploty. Kalcinace se provádí za vysokých teplot, aby se ze suroviny odstranila chemicky vázaná voda. Může docházet k termickým rozkladům některých jiných sloučenin jako například některých sulfátů, síranů a jiných sloučenin [59.].

Úprava mokrou cestou.

Pro tuto úpravu se používají minerální kyseliny, mezi které patří například kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná, lučavka královská, kyselina sírová, kyselina chloristá, kyselina fluorovodíková a dále se také používají některá hydroxidy [60.].

Ulbrich M. a Kalendová A. se ve své práci zabývali syntézou zinkferitu z hematitu, goethitu, magnetitu a spekularitu. Byly syntetizovány vysokoteplotním procesem v pevné fázi. Do reakce vstupoval oxid zinečnatý a rozpětí teplot bylo 650 °C – 1 150 ° C. Feritová struktura byla vybrána pro dobré vlastnosti zejména pro svoji stálou stabilitu. Mezi fyzikální vlastnosti feritů patří nerozpustnost a tepelná stabilita, zejména pro ferity obsahující Zn^{2+} , tyto ferity splňují požadavky pro stabilní antikorozi pigmentové barvy [61.].

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.

3.1.CHARAKTERIZACE SUROVIN.

3.1.1. Použité pigmenty.

Zinkový prach

Výrobce:	Dr. Hans Heubach GmbH, Německo
Složení:	99 % sférický práškový zinek
Barva:	Šedá
Hustota:	7,14 g/cm ³
Spotřeba oleje:	7,42 g/100g pigmentu
KOKP:	67 %

ZnS

Výrobce:	Sigma- Aldrich
Barva:	Bílá
Hustota:	4,38 g/cm ³
Spotřeba oleje:	11,93 g/100g pigmentu
KOKP:	64 %

ZnS/PANI

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Tmavě zelená
Hustota:	2,56 g/cm ³
Spotřeba oleje:	90,87 g/100g pigmentu
KOKP:	29 %

ZnS/PPY

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Černá
Hustota:	3,52 g/cm ³
Spotřeba oleje:	81,04 g/100g pigmentu
KOKP:	25 %

Litopon

Výrobce:	
Složení:	ZnS + BaSO ₄
Barva:	Bílá
Hustota:	4,68 g/cm ³
Spotřeba oleje:	8,59 g/100g pigmentu
KOKP:	70 %

Litopon/PANI

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Tmavě zelená
Hustota:	2,76 g/cm ³
Spotřeba oleje:	103,55 g/100g pigmentu
KOKP:	25 %

Litopon/PPY

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Černá
Hustota:	3,16 g/cm ³
Spotřeba oleje:	85,14 g/100g pigmentu
KOKP:	26 %

ZnFe₂O₄

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Oranžová
Hustota:	5,62 g/cm ³
Spotřeba oleje:	16,47 g/100g pigmentu
KOKP:	50 %

ZnFe₂O₄/PANI

Výrobce:	Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva:	Tmavě zelená
Hustota:	3,19 g/cm ³
Spotřeba oleje:	95,56 g/100g pigmentu

KOKP: 23 %

ZnFe₂O₄/PPY

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava

Barva: Černá

Hustota: 3,42 g/cm³

Spotřeba oleje: 121,14 g/100g pigmentu

KOKP: 18 %

Polyanilin

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava

Barva: Tmavě zelená

Hustota: 1,68 g/cm³

Spotřeba oleje: 167,45 g/100g pigmentu

KOKP: 25 %

Polypyrrol

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava

Barva: Černá

Hustota: 2,01 g/cm³

Spotřeba oleje: 209,77 g/100g pigmentu

KOKP: 18 %

MoS₂

Výrobce: Sigma Aldrich

Barva: Šedá

Hustota: 5,31 g/cm³

Spotřeba oleje: 26,45 g/100g pigmentu

KOKP: 40 %

MoS₂/PANI

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava

Barva: Černá

Hustota: 3,13 g/cm³

Spotřeba oleje: 73,35g/100g pigmentu
KOKP: 29 %

MoS₂/PPY

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva: Černá
Hustota: 3,69 g/cm³
Spotřeba oleje: 92,55g/100g pigmentu
KOKP: 21 %

WS₂

Výrobce: Sigma Aldrich
Barva: Šedá
Hustota: 9,38 g/cm³
Spotřeba oleje: 26,45 g/100g pigmentu
KOKP: 27 %

WS₂/PANI

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva: Černá
Hustota: 3,96 g/cm³
Spotřeba oleje: 55,46 g/100g pigmentu
KOKP: 30 %

WS₂/PPY

Výrobce: Univerzita Pardubice, laboratorní příprava
Barva: Černá
Hustota: 4,74 g/cm³
Spotřeba oleje: 73,86 g/100g pigmentu
KOKP: 21 %

3.1.2. Pojivo.**CHS-EPOXY DUR D 46**

Výrobce:	Worlée – Chemie GmbH, Německo
Složení:	epoxyesterová pryskyřice (60 % epoxid, 40 % olejová komponenta – tungový olej)
Hustota:	1,07 g/cm ³
Obsah sušiny:	60 %
Rozpouštědlo:	xylén
Funkce:	epoxyesterové pojivo používané v nátěrovém systému

3.1.3. Použité látky k syntéze PANI A PPY.**Anilin**

Výrobce:	Penta s.r.o. Praha, Česká republika
Sumární vzorec:	C ₆ H ₅ NH ₂
Skupenství:	kapalné
Mr:	93,13 g/mol
Bod varu:	183 – 185 °C
Funkce:	výchozí látka při syntéze PANI

Pyrrrol

Výrobce:	Sigma Aldrich
Sumární vzorec:	C ₄ H ₅ N
Skupenství:	kapalné
Mr:	67,09 g/mol
Bod varu:	129 °C
Funkce:	výchozí látka při syntéze PPY

Peroxodisíran amonný

Výrobce:	Penta s.r.o. Praha, Česká republika
Sumární vzorec:	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈
Skupenství:	bílá krystalická látka
Mr:	228,18 g/mol

Bod varu: 120 °C
 Funkce: oxidační činidlo při syntéze polyanilinu a polypyrrolu

Kyselina fosforečná

Výrobce: Penta s.r.o. Praha, Česká republika
 Sumární vzorec: H_3PO_4
 Skupenství: kapalina
 Mr: 98 g/mol
 Funkce: primární dopant PANI a PPY

3.1.4. Další použité rozpouštědla a látky.**Xylen**

Výrobce: Penta s.r.o. Praha, Česká republika
 Sumární vzorec: C_8H_{10}
 Složení: směs o-, m-, p- xylenu
 Hustota: $0,88 \text{ g/cm}^3$
 Funkce: Ředidlo

Chloroform

Výrobce: Penta s.r.o., Česká republika
 Složení: Trichlormethan
 Sumární vzorec: $CHCl_3$
 Hustota: $1,48 \text{ g/cm}^3$
 Funkce: Odmašťovadlo

Mořící roztok

Složení: 1000 ml 20% HCl + 5g urotropinu
 Funkce: Odstranění korozních zplodin

Aceton

Výrobce:	Univerzita Pardubice
Sumární vzorec:	C_3H_6O
Hustota:	$0,79 \text{ g.cm}^{-3}$
Funkce:	rozpouštědlo

Ethanol

Výrobce:	Univerzita Pardubice
Sumární vzorec:	C_2H_6O
Hustota:	$0,79 \text{ g.cm}^{-3}$
Funkce:	rozpouštědlo

Destilovaná voda

Výrobce:	Univerzita Pardubice
Hustota:	$1,00 \text{ g.cm}^{-3}$

Dvousložkové epoxidové lepidlo

Název:	Loctite EA 9466
Výrobce:	Henkel AG & Co

3.2. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ.

Seznam použitelných přístrojů pro charakterizaci pigmentů a pro určité zkoušky nátěrových hmot.

Přístroje pro přípravu pigmentů a pojiva.

Laboratorní váhy (KERN & Sohn GmbH, Německo), Analytické váhy (OHAUS, Švýcarsko), laboratorní sušárna (Memmert, Německo).

Přístroje pro přípravu nátěrových hmot.

Disolver Dispermat CV (Doventa AG, Švýcarsko), krabicová nanášecí pravítka se štěrbinou 100-250 μm .

Přístroje pro specifikaci testovaných pigmentů a na základě fyzikálně-chemických veličin.

Heliový pyknometr (Micromerics AutoPyknometr 1320; USA), Rastrovací elektronový mikroskop (SEM Jeol 5600 LV, Japonsko).

Přístroje pro stanovení mechanické odolnosti.

Kyvadlový přístroj typu Persoz (Automatic 500, Belgie); přístroj na stanovení odolnosti úderem (Elcometr K1542 Impact tester), přístroj na stanovení ohybu, Erichsenův, přístroj na stanovení odolnosti hloubením (Erichsen, Německo), řezací nůž (Cross cut, Elcometr), Leskoměr (micro TRI-gloss), Tloušťkoměr (byko-test 8500 premium; Německo), tříbodové mechanické měřidlo tloušťky (BYK GARDNER, Německo), Odtrhový přístroj (COMTEST OP3P, Coming plus a. s., Praha).

Přístroje pro stanovení korozních vlastností.

Solná komora na zrychlenou korozní zkoušku (Liebisch; Německo), korozní komora s SO₂ (V400, Liebisch, Německo), přenosný pH metr (WTW 320, Německo), přenosný konduktometr (HandyLab LF1, Schott, Německo), ostatní běžné vybavení laboratoře.

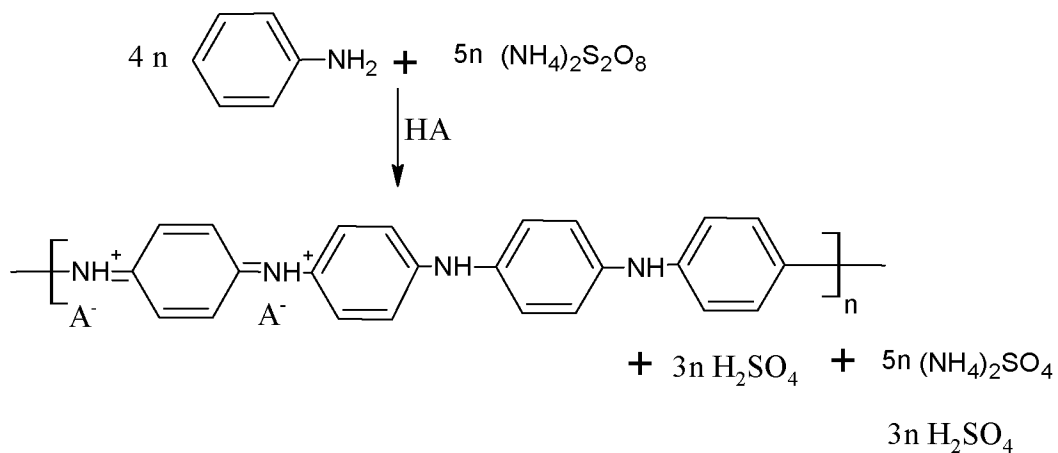
3.3.PŘÍPRAVA PIGMENTŮ.

3.3.1. Příprava polyanilinu.

Polyanilinfosfát byl připraven polymerací anilinu v kyselém prostředí za pomoci peroxodisíranu amonného za laboratorní teploty na vzduchu, jedná se o exotermní reakci (viz. obr. 10)

Nejprve bylo ve 250 ml destilované vody rozpuštěno 13,6 ml 85 % H₃PO₄ a za stálého míchání bylo přidáno 9,06 ml anilinu. Po dokonalém rozpuštění byl přidán roztok 28,5 g peroxodisíranu amonného, který byl nejprve rozpuštěn ve 250 ml destilované vody. Pomocí elektrického míchadla byl tento roztok míchán, dokud směs nezreagovala. Jednotlivé fáze byly doprovázeny barevnými změnami. Kyselé prostředí bylo provedeno pomocí zředěné kyseliny fosforečné. Jednotlivé složky byly připraveny zvlášť a po smísení míchány hodinu skleněným míchadlem za vzniku polyanilinu. Polyanilin vznikl jako sraženina a zároveň jako film, který byl přikryt hodinovým sklíčkem a do druhého dne nechán na tmavém místě odstát.

Druhý den byl roztok přefiltrován přes Büchnerovu nálevku, vzniklý polyanilin byl promyt 13,56 ml zředěnou kyselinou fosforečnou ve 486,44 ml destilované vody a 500 ml acetonu a následně byl vysušen při pokojové teplotě a poté byl vložen do sušárny při teplotě 60 °C.



OBRÁZEK 10: Příprava polyanilinu, $HA = H_3PO_4$ [63.].

3.3.2. Příprava polypyrrolu.

Polypyrrol byl připraven polymerací pyrrolu v kyselém prostředí za pomoci peroxidisíranu amonného za laboratorní teploty.

Nejprve bylo ve 250 ml destilované vody rozpuštěno 3,39 ml kyseliny fosforečné a za stálého míchání bylo rozpuštěno 7 ml pyrrolu a mícháno hodinu skleněným míchadlem. Poté byl ke směsi přidán roztok oxidačního činidla, který byl připraven smícháním 28,55 g peroxidisíranu amonného ve 250 ml destilované vody. Směs byla nechána hodinu se míchat, dokud vrstva polypyrrolu nepokryla stěny kádinky. Směs byla ponechána do druhého dne volně stát.

Druhý den byl roztok přefiltrován přes Büchnerovu nálevku, vzniklý polypyrrol byl promyt roztokem 67,82 ml H_3PO_4 ve 432,88 ml destilované vody a 500 ml acetonem. Následně byl vysušen při pokojové teplotě a poté byl vložen do sušárny při teplotě 60 °C.

3.3.3. Povrchová úprava pigmentů vrstvou polyanilinu.

Povrchová úprava pigmentů byla provedena pomocí anilinu za laboratorních podmínek. Polymerace byla provedena v kyselém prostředí, které zajišťovala zředěná kyselina fosforečná.

Byl připraven roztok 13,56 ml 85 % kyseliny fosforečné ve 250 ml vody. Poté se přidal za stálého míchání 9,06 ml anilinu. Směs byla ponechána hodinu míchat a poté bylo

přidáno 20 g pigmentu. Po dokonalém rozpuštění anilinu se přidal roztok, který byl připraven 28,5 g peroxidisíranu amonného ve 250 ml destilované vody, kdy byla zahájena polymerace doprovázena barevnými změnami. Po hodině byl roztok ponechán stát do druhého dne.

Druhý den byl roztok přefiltrován přes Büchnerovu nálevku, vzniklý pigment s povrchovou úpravou byl promyt 13,56 ml 85 % kyseliny fosforečné ve 486,4 ml destilované vody, aby se odstranil nízkomolekulární produkt a poté byl ještě promyt 500 ml acetonu. Následně byl vysušen při pokojové teplotě a poté byl vložen do sušárny při teplotě 60 °C.

3.3.4. Povrchová úprava pigmentů vrstvou polypyrrolu.

Povrchová úprava pigmentů byla provedena pomocí pyrrolu za laboratorních podmínek. Polymerace byla provedena v kyselém prostředí, které zajišťovala zředěná kyselina fosforečná.

Nejprve bylo připraveno v kádince 250 ml destilované vody s 13,56 ml 85% kyseliny fosforečné a za stálého míchání bylo přidáno 7 ml pyrrolu. Směs byla míchána hodinu skleněným míchadlem a poté bylo přidáno 20 g pigmentu. Ve druhé kádince byl připraven roztok oxidačního činidla 28,5 g peroxidisíranu amonného ve 250 ml destilované vody, který byl po rozpuštění přidán ke směsi. Směs byla doprovázena barevnými změnami. Po hodině bylo míchání ukončeno a směs nechána do druhého dne odstát v tmavém místě přikrytý hodinovým sklíčkem aby směs dopolymerovala.

Druhý den byl roztok přefiltrován přes Büchnerovu nálevku, vzniklý pigment s povrchovou úpravou byl promyt 13,56 ml 85 % kyselinou fosforečnou ve 486,4 ml destilované vody a 500 ml acetonem a následně byl vysušen při pokojové teplotě a poté byl vložen do sušárny při teplotě 60 °C.

3.4.CHARAKTERIZACE PIGMENTŮ NA ZÁKLADĚ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ.

3.4.1. Stanovení měrné hmotnosti pigmentu ČSN EN ISO 787-10.

Hustota patří mezi základní specifické vlastnosti práškových materiálů a je důležitým ukazatelem jejich použitelnosti v nátěrových hmotách. Ke stanovení hustoty pigmentu byl použit Autopyknometr Micromerics Auto Pyknometr 1320 dle normy ČSN EN ISO 787-10 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Hustota je důležitá pro výpočet KOKP.

Kyveta byla naplněna do 2/3 pigmentem a zadána navážka pigmentu. Objem vzorku byl vytěsněn měřicím plynem (heliem) a hustoměrem byla vypočtena hodnota v závislosti na hmotnosti vzorku s přesností $1 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Hodnota byla uvedena na 3 desetinná místa.

3.4.2. Stanovení spotřeby oleje ČSN EN ISO 787-5.

Spotřeba oleje je množství lněného oleje v gramech, které ze 100g pigmentu utvoří pastu definovaných vlastností. Stanovení bylo provedeno ČSN EN ISO 787-5 metodou tlouček-miska [65.]. Stanovení spotřeby oleje je důležitou vlastností pro výpočet KOKP.

Do glazované misky bylo naváženo množství pigmentu 0,5-1 g v závislosti na hustotě pigmentu. Pigment byl rozmělněn tloučkem. Postupně byl přidáván po kapičkách lněný olej z byrety za současného tření tloučkem. Metoda byla ukončena, když se všechen pigment nabalil na tlouček a třecí miska zůstala čirá. Odečetla se hodnota na byretě a pomocí této hodnoty bylo dopočítáno olejové číslo dle rovnice 7. Měření bylo provedeno 3x.

$$\text{spotřeba oleje} = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot 100}{m}$$

ROVNICE 7

Kde: V...objem spotřebovaného oleje [ml]

m...hmotnost navážky pigmentu [g]

ρ_1 ...hustota lněného oleje [$0,93 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

3.4.3. Stanovení kritické objemové koncentrace.

Objemová kritická koncentrace (OKP) vyjadřuje koncentraci pigmentu v pojivu. Kritická objemová koncentrace (KOKP) je taková koncentrace při které je prostor mezi dotýkajícími se pevnými částicemi pigmentu právě zaplněn pojivem a nad kterou se stanovené vlastnosti nátěrové hmoty výrazně mění. Mezi vlastnosti patří například lesk, tvrdost, propustnost pro vodní páru a tvorba puchýřků.

Hodnota KOKP byla vypočtena za pomoci stanovených hustot a olejového čísla dle rovnice 8:

$$KOKP = \frac{\frac{10\ 000}{\rho_{\text{pigmentu}}}}{\left(\frac{100}{\rho_{\text{pigmentu}}} + \frac{o. \text{ č.}}{\rho_{\text{ln.oleje}}}\right)}$$

ROVNICE 8

Kde: KOKP...kritická objemová koncentrace pigmentu

o.č.....olejové číslo

$\rho_{\text{In.oleje}}$hustota lněného oleje: 0,93 [g.cm⁻³]

ρ_{pigmentu}hustota pigmentu [g.cm⁻³]

3.4.4. Rentgenová difrakční analýza.

Rentgenová difrakční analýza slouží k ověření složení pigmentů. Tato metoda je založena na principu určení vlastností a struktury látek pomocí interakce látky a záření, kdy rentgenové záření dopadá na krystal a vzhledem k pravidelnosti struktury dochází k rozptylu světla a následné interakci neboli difrakci.

3.4.5. Stanovení pH a elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentovaných prášků a nátěrových hmot ČSN EN ISO 787-9.

K měření elektrické vodivosti byl použit přístroj konduktometr Handylab LF1 a k měření pH byl použit pH-metr WTW 320. Byly připraveny 1% a 10% suspenze pigmentů s redestilovanou vodou. Měřilo se v intervalech 7 dní po dobu 28. dní. Jako slepý pokus sloužil vzorek redestilované vody. Stanovení probíhalo dle normy ČSN EN ISO 787-9 [66.].

3.4.6. Hodnocení korozních zkoušek podle korozních úbytků ČSN 03 8102.

Byly připraveny výluhy pigmentů o OKP = 10 % procentního roztoku. Výluhy pigmentů byly ponechány ve tmě po dobu 28. dnů, kdy se postupně proměřovalo pH a vodivost výluhů.

Po 28. dnech se vyluhovaný roztoky zfiltrovaly přes Büchnerovu nálevku. Do roztoků se přidaly kovové plíšky, které byly změřeny digitálním mikrometrickým pravítkem, odmaštěny chloroformem a zváženy na analytických vahách s přesností na 0,0001g. V roztocích byly ponechány 13 dní a poté vyndány a roztok přeměřen na pH a vodivost. Plíšky byly umyty v mořicím roztoku, v destilované vodě a opět se zvážily na analytických vahách. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3. Hodnocení bylo provedeno dle normy ČSN 03 8102 [67.].

Korozní úbytek se vypočte dle předdefinované rovnice 9 vyjádřený plošnou hmotností P_m (g. cm⁻²)

$$P_m = \frac{10^4 \cdot \Delta m}{S_1}$$

Kde Δm ...úbytek hmotnosti vzorku [g]

S_l ...plocha vzorku [cm²]

3.4.7. Stanovení obsahu sušiny v pojivu ČSN EN ISO 3251.

Nejprve byly obaleny kovové mističky o průměru 80 mm alobalem. Poté byly zváženy na analytických vahách. Takto do připravených mističek bylo naváženo 2 - 3 g daného pojivo. Po zvážení byla víčka vložena do sušárny a byla sušena několik hodin při teplotě 80 °C. Po vysušení byla vložena do exikátoru a znova zvážena. Obsah sušiny byl vypočítán dle vzorce 10. Stanovení bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 3251[68.]

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100 [\%]$$

Kde a ...hmotnost čistého víčka [g]

bhmotnost víčka se vzorkem před sušením [g]

chmotnost víčka po vysušení [g]

3.5.PŘÍPRAVA NÁTĚROVÝCH HMOT.

Pro ověření antikorozi účinnosti zinkem pigmentovaných organických povlaků s obsahem PANI, PPY, ZnS, ZnS/PANI, ZnS/PPY, Litopon, Litopon/PANI, Litopon/PPY, ZnFe₂O₄, ZnFe₂O₄/PANI, ZnFe₂O₄/PPY, MoS₂, MoS₂/PANI, MoS₂/PPY, WS₂, WS₂/PANI a WS₂/PPY byly formulovány nátěrové hmoty na bázi epoxyesterové pryskyřice. Tyto nátěrové hmoty byly pigmentovány PANI, PPY, ZnS, ZnS/PANI, ZnS/PPY, Litopon, Litopon/PANI, Litopon/PPY, ZnFe₂O₄, ZnFe₂O₄/PANI, ZnFe₂O₄/PPY, MoS₂, MoS₂/PANI, MoS₂/PPY, WS₂, WS₂/PANI a WS₂/PPY při OKP = 1; 3; 5 a 10 % a sférickým zinkem byl dorovnán obsah pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových.

Nátěrové filmy byly připraveny pomocí dispergace, která byla prováděna na zařízení Disolver. Nejdříve proběhla homogenizace pigmentu a plniva. Do ocelové nádoby bylo přidáno určité množství epoxyesterové pryskyřice a zakápnuto xylenem, poté do ocelové nádoby bylo vloženo skleněné míchadlo. Následně byla přisypána zhomogenizovaná směs. Podle hustoty nátěrové hmoty byl přidáván xylene. Celá směs byla dispergována 30 minut. Poté byla ocelová nádoba s před dispergovanou nátěrovou hmotou vložena pod kovové

míchadlo do nádoby byly vloženy balotinové kuličky o průměru 3,4 mm a otáčky byly nejprve nastaveny na 500 ot./ min a poté zvýšeny na 2000 ot./ min. Po skončení dispergace byla směs přefiltrována přes tkaninu Uhelon 45 S (100% polyamid) do skleněných lahviček. Před natřením nátěrové hmoty bylo přidáno sikativum „Modex combi APB 49 – 4625“ v množství 0,1 g/100g NH. Jako surovina zabraňující vytvoření se škrálopu na povrchu NH byl použit „EXKIN“ v množství 0,1g/100g NH.

3.5.1. Homogenizace.

Nejprve byl navážen pigment a přesypán do glazurované misky. Pomocí neglazurovaného tloučku byl pigment rozmělněn za sucha, poté bylo přidáno plnivo sférický zinek. Cílem bylo dokonalé promísení pigmentu a plniva. Homogenizace probíhala 5 - 10 minut.

3.5.2. Formulace.

Formulace nátěrových hmot byla provedena dle programu „Formul“. Do programu byla zadána hodnota KOKP a hustoty dle daného pigmentu. Jako pojivo byla použita epoxyesterová pryskyřice. Jako plnivo byl použit sférický zinek. Formulace byly připraveny na OKP = 1, 3, 5, a 10%.

TABULKA 1: Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem Zn.

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	Zn* [hm %]
63	11,84	88,16
65	10,97	89,03
67	10,13	84,87

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 2: Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnS.

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnS [hm %]	Zn* [hm %]
1	10,15	0,27	89,58
3	10,18	0,84	88,97
5	10,22	1,44	88,34
10	10,32	3,08	86,60

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 3: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnS/PANI.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnS/PANI [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,15	0,16	89,69
3	10,21	0,50	89,29
5	10,28	0,85	88,87
10	10,46	1,82	87,72

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 4: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnS/PPY.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnS/PPY [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,15	0,22	89,63
3	10,20	0,68	89,12
5	10,25	1,16	88,59
10	10,38	2,49	87,13

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 5: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem Litopon.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	Litopon [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,14	0,29	89,56
3	10,17	0,90	88,92
5	10,21	1,54	88,25
10	10,30	3,28	86,42

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 6: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem Litopon/PANI.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	Litopon/PANI [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,16	0,17	89,67
3	10,21	0,53	89,25
5	10,27	0,91	88,81
10	10,44	1,96	87,60

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 7: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem Litopon/PPY.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	Litopon/PPY [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,15	0,20	89,65
3	10,20	0,61	89,18
5	10,26	1,04	88,70
10	10,41	2,24	87,35

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 8: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnFe₂O₄.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnFe ₂ O ₄ [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,41	0,35	89,24
3	10,44	1,08	88,49
5	10,45	1,84	87,71
10	10,51	3,90	85,59

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 9: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnFe₂O₄/PANI.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnFe ₂ O ₄ /PANI [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,43	0,20	89,37
3	10,48	0,61	88,90
5	10,54	1,05	88,41
10	10,69	2,25	87,05

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 10: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem ZnFe₂O₄/PPY.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	ZnFe ₂ O ₄ /PPY [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,43	0,21	89,36
3	10,48	0,66	88,86
5	10,53	1,13	88,34
10	10,68	2,41	86,91

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 11: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem MoS₂.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	MoS ₂ [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,41	0,33	89,25
3	10,44	1,02	88,54
5	10,46	1,74	87,80
10	10,53	3,69	85,77

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 12: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem MoS₂/PANI.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	MoS ₂ /PANI [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,15	0,20	89,65
3	10,20	0,60	89,19
5	10,26	1,04	88,70
10	10,41	2,22	87,37

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 13: *Formulace epoxyesterové nátěrové hmoty s obsahem MoS₂/PPY.*

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	MoS ₂ /PPY [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,10	0,16	89,30
3	10,15	0,58	89,30
5	10,30	1,06	88,93
10	10,39	2,18	87,40

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 14: Formulace epoxysterové nátěrové hmoty s obsahem WS₂.

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	WS ₂ [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,39	0,59	89,03
3	10,36	1,79	87,85
5	10,33	3,03	86,65
10	10,25	6,34	83,41

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 15: Formulace epoxysterové nátěrové hmoty s obsahem WS₂/PANI.

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	WS ₂ /PANI [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,15	0,25	89,61
3	10,19	0,76	89,05
5	10,23	1,30	88,46
10	10,35	2,79	86,86

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

TABULKA 16: Formulace epoxysterové nátěrové hmoty s obsahem WS₂/PPY.

OKP [%]	Epoxyesterová pryskyřice [hm %]	WS ₂ /PPY [hm %]	Zn * [hm %]
1	10,14	0,30	89,56
3	10,17	0,91	88,92
5	10,21	1,56	88,23
10	10,29	3,32	86,39

* Zn [hm %] Dorovnání obsahu pevných částic ve filmu na konstantní hodnotu rovnající se 67 % objemových, sférickým zinkem.

3.6. PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ PRO KOROZNÍ A FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ZKOUŠKY.

3.6.1. PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ NA OCELOVÝCH PANELECH.

Nátěrové hmoty byly naneseny na ocelové panely 11 třídy o rozměrech 200 x 50 x 0,8 mm pro mechanické zkoušky a pro zkoušky v závislosti na pH, a pro korozní zkoušky byly použity ocelové panely 11 třídy o rozměrech 150 x 100 x 0,9 mm. Ocelové panely byly nejprve odmaštěny chloroformem. Na takto připravené ocelové panely byla pomocí krabicového pravítka nanesena vrstva nátěrového filmu. Po zaschnutí první vrstvy byla nanesena druhá vrstva tak aby výsledná tloušťka byla nejméně 100 ± 20 μm.

Pro korozní zkoušky byly NH nanесeny ve dvou vrstvách. Nátěrový film pro zrychlenou korozní zkoušku v atmosféře neutrální solné mlhy byl nanесen krabicovým pravítkem se štěrbinou 250 μm první i druhá vrstva. Konečné DFT odpovídalo $100 \pm 20 \mu\text{m}$. Pro korozní zrychlenou zkoušku v atmosféře kondenzované vlhkosti s obsahem SO_2 byly natřeny dva ocelové panely, které se lišily řezem uprostřed a řezem v 1/3 vpravo. Vrstvy NH byly natřeny krabicovým pravítkem se štěrbinou 200 μm první i druhá vrstva. Konečné DFT odpovídalo $100 \pm 10 \mu\text{m}$.

Ocelové panely pro mechanické zkoušky byly zhotoveny dvojího typu. Na prvních panelech byla zvolena pouze 1 vrstva krabicovým pravítkem se štěrbinou 200 μm , u nichž výsledné DFT odpovídalo $50 \pm 20 \mu\text{m}$. Na druhých panelech byla NH nanесena krabicovým pravítkem se štěrbinou 200 μm první i druhá vrstva. Konečné DFT odpovídalo $100 \pm 10 \mu\text{m}$.

Pro zkoušku v závislosti na pH kapaliny byla zvolena štěrbina krabicového pravítka 150 μm . Výsledné DFT odpovídalo $80 \pm 10 \mu\text{m}$.

Ocelové panely s nátěry filmů byly ponechány zaschnout při laboratorní teplotě. Pro korozní zrychlené zkoušky byly ocelové panely zezadu nastříkány transparentní vrstvou čírého bezbarvého laku a okraje byly namáčeny do komerční antikorozi NH, aby bylo zabráněno korozi nátěrových hmot.

3.6.2. Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech.

Na sklech o rozměrech 150 x 100 x 5mm byly zhotoveny zkušební nátěry pro stanovení lesku, tvrdosti a přilnavosti nátěrového filmu dále také pro Buchholzovu zkoušku dle ČSN EN ISO 2815 a MEK test podle ASTM D – 4752- 10. Nejprve byly skleněné panely omyty jarovou vodou a poté odmaštěny chloroformem. Na takto připravené panely se nanášely nátěrové filmy pomocí krabicového pravítka se štěrbinou 150 μm . Výsledná DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$.

3.7. Metody hodnocení vlastností nátěrových filmů pomocí fyzikálně-mechanických zkoušek.

3.7.1. Měření tloušťky nátěrového filmu ISO 2808.

Tloušťka nátěrového filmu je přímo úměrná ochranné schopnosti nátěru a tím závisí i životnost nátěru. Tloušťka nátěru má vliv na mechanické, chemické i antikorozi vlastnosti. Nátěry, které jsou vystavené vnějšímu ovzduší by měly mít tloušťku vyšší než 100 μm . U vyšší tloušťky (250 μm) se začíná objevovat vnitřní pnutí, které vede k porušení celistvosti nátěru. Měření tloušťky nátěrových filmů bylo provedeno po zaschnutí natřeného nátěrového filmu na ocelové panely. Bylo zaznamenáno 10 měření v jednotkách μm a jako výsledná tloušťka se zaznamenal aritmetický průměr zjištěných hodnot. Měření bylo provedeno pomocí přístroje Byko-test 8500 dle stanovené normy ISO 2808 [69.]. Kalibrace přístroje byla provedena na standardním panelu.

3.7.2. Měření relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech ČSN ISO 67 3076.

Měření bylo provedeno na kyvadlovém přístroji Persoz dle normy ČSN ISO 67 3076 [70.]. Princip spočívá v měření době útlumu kyvadla na skleněném panelu z amplitudy 12 na amplitudu 4 °, které je opatřeno dvěma kuličkami, které dosedají na nátěr filmu. Čím je nátěr filmu měkčí, je kývání kyvadla utlumeno rychleji, kdy dochází k utlumení kinetické energie kyvadla. Na začátku měření a na konci měření je vložen standart, jehož počáteční hodnota odpovídá 100% a je k němu vztažená měrná jednotka, která je uvedena v %. Výpočet je proveden dle rovnice 11.

$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

ROVNICE 11

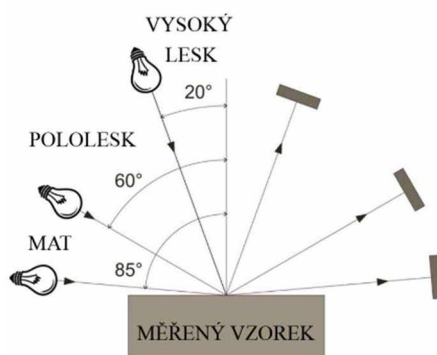
Kde: T... tvrdost nátěrového filmu (rel. %)

t_1 ... doba útlumu kyvadla na nátěrovém filmu (s)

t_2 ... doba útlumu kyvadla na standardu (s)

3.7.3. Stanovení změny lesku nátěrových filmů ČSN 67 3063.

Lesk patří mezi optické vlastnosti povrchu materiálu, který je způsoben odrazem světelných paprsků. Tato metoda poukazuje na destruktivní pochody v organickém povlaku. Vlastní měření bylo provedeno leskoměrem micro-TRI-gloss ve třech úhlech 20° , 60° a 85° , pod kterými dopadá záření spektrofotometru. Nejprve byl leskoměr zkalibrován na výrobcem daný standart. Byly provedeny 3 měření, z nichž byl zobrazen aritmetický průměr vztažený ke standardu. Je udáván veličinou, která se označuje jako číslo lesku. Změny lesku v nátěrových filmech ukazují na destruktivní pochody v nátěrovém filmu. Měření bylo provedeno dle normy ČSN 67 3063 [71.].



OBRÁZEK 11: Geometrie uložení refraktometrů (20° , 60° a 85°) [72.].

3.7.4. Stanovení chemické odolnosti pomocí MEK testu ASTM D- 4752-10.

Také „otěrový test“, který byl proveden podle nejnovější verze normy ASTM d-4752-10 z roku 2015 [73.]. Pomocí tohoto testu tzv. MEK (methylethylenketon) testu se zjišťuje chemická odolnost nátěrového filmu na skle.

Pomocí gázy, která byla namočená v methylethylenketonu byl potírán nátěrový film na skleněných panelech po dobu 50 sekund v tzv. „dvojtazích“. Jeden dvojtah odpovídal 1 sekundě. Poškození nátěru bylo vyhodnoceno podle dané stupnice od 0 (neodolné)-5 (nejvíce odolné) viz. tabulka 17. Poté byl nátěr dále otírán do odkrytí podkladu.

TABULKA 17: MEK test – stupně

Stupeň 0	úplné obnažení podkladu
Stupeň 1	dojde ke značnému a hlubokému narušení nátěrového filmu, ale již ne k podkladu
Stupeň 2	zřetelné poškození (poškrábání) nátěrového filmu
Stupeň 3	lehké poškození (poškrábání) nátěrového filmu
Stupeň 4	povrch nátěru se na otírané ploše nepoškodí, ale pouze vyleští a pouze nepatrné množství zinku uvolněného z nátěru je patrné na otěrové gáze
Stupeň 5	na povrchu nátěru není patrné ani vyleštění ani žádné zbytky zinku na gáze

3.7.5. Stanovení vrypové zkoušky dle Buchholze ČSN EN ISO 2815.

Tato zkouška slouží ke zjištění tvrdosti nátěrového filmu na skleněných panelech. Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 2815 [74.].

Principem zkoušky bylo zatížení přístroje závažím po dobu 30 vteřin. Během této doby došlo vtisku do nátěrového filmu, u kterého se pomocí 20x zvětšujícího mikroskopu změřila délka vrypu v mm. Došlo k vtažení ostří do určité hloubky nátěrového filmu. Měření bylo provedeno 3x.

3.7.6. Stanovení odolnosti nátěrových filmů při ohybu ČSN ISO 1519.

Stanovení odolnosti bylo prováděno dle normy ČSN ISO 1519, kdy je schopnost nátěrového filmu odolávat deformaci, tvořit trhlinky a neodlupovat se při ohybu [75.]. Vlastní stanovení probíhalo ohýbáním ocelového panelu přes válcové trny od největšího po nejmenší (6 - 2mm) a výsledek byl průměr trnu v mm, u kterého stále nedošlo k deformaci ocelového panelu s nátěrovým filmem. Nejprve byl vzorek ohýbán přes trn s průměrem 6 mm, pokud nedošlo k poškození, byl použit trn 2 mm. Zaznamenána byla data, při nichž došlo k uvolnění od podkladového materiálu nebo prasknutí nátěrového filmu, které bylo sledováno lupou.

3.7.7. Stanovení odolnosti nátěru padajícím závažím ČSN ISO 6272-1.

U této zkoušky se hodnotí přilnavost nátěrového filmu při deformaci úderem. Při pádu závaží může dojít k prasknutí, odloupení nátěru od podkladu. Stanovení zkoušky spočívá v určení výšky volného pádu 1000 gramového závaží, při kterém ještě nedochází k viditelnému mechanickému porušení povrchu nátěrového filmu. Zkouška byla provedena dle normy ČSN ISO 6272 - 1[76.].

Vlastní stanovení této zkoušky spočívalo nejprve k upevnění panelu s nátěrovým filmem mezi kovadlinu a závaží. Na ocelový panel se spouštělo závaží o hmotnosti 1000 g přes vytvořenou mřížku vytvořenou speciálním nožem 5 x 3 mm. Nejprve byl testován rub panelu s nátěrovým filmem, kdy bylo závaží spouštěno z vyšších výšek 75 cm a pokud byly známky deformace, závaží se spouštělo z menších výšek 50 cm. Líc panelu byl testován z výšky 100 cm. Výsledek se udává v cm.

3.7.8. Stanovení odolnosti hloubením ČSN ISO 1520.

Tato zkouška byla provedena dle normy ČSN ISO 1520 na Erichsonově zařízení [77.]. Pomocí této zkoušky se zjišťuje míra tažnosti nátěru. Cílem této zkoušky je zjištění odolnosti nátěrového filmu plynulým tažením neboli deformací nátěru. Vlastní stanovení bylo prováděno pomocí ocelové kuličky o průměru 20 mm, která byla vytlačována do rubové strany zkoumaného panelu, přes vytvořenou mřížku s 5 x 3 mm. Výsledkem je hloubka vtlačené kuličky udávaná v mm, při nichž dojde k prvním mechanickým poškozením. Maximální vtlačení kuličky bylo 10 mm. Nátěrový film byl pozorován pomocí lupy.

3.7.9. Stanovení přilnavosti nátěrů pomocí odtrhové zkoušky ČSN EN ISO 24624.

Stanovení této zkoušky bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 4624 [78.]. Tato zkouška stanoví přilnavost jednovrstevných nebo dvouvrstevných nátěrů, které podléhají tažnému napětí, potřebného k oddělení nebo odtržení nátěru kolmo od podkladu. Parametry pro tažnost byly nastaveny na napětí 152 kPa/s, a mezní síla 15 kN. Výsledkem této zkoušky bylo zjištění minimálního tahového napětí, které se muselo vynaložit k roztržení nejslabší fáze (adhezní lom), nebo nejslabší složky (kohezní lom). Při zkoušce mohou být zjištěny oba dva typy lomu. Vlastní měření probíhalo nejprve lehce zbroušením pomocí zeleného brusného papíru kovového terčíku a místem nalepení. Na očištěný a odmaštěný terčík o průměru 20 mm bylo rovnoměrně nanášeno dvousložkové epoxidové lepidlo a poté byl terčík nalepen na povrch NH. Takto se nechal vytvrdit 24 hodin. Po vytvrzení bylo odstraněno přebytečné lepidlo speciálním řezným nožem. Takto připravené panely s NH byly umístěny do zařízení určené k odtrhové zkoušce a bylo zahájeno měření. Měření bylo provedeno 3x a typ lomu byl zaznamenán dle tabulky 18. Maximální použitá síla byla přepočítána na odtrhovou pevnost v [MPa] dle rovnice 12, kde E je odtrhová síla v [N].

$$\text{Odtřhová pevnost} = \frac{E}{314}$$

ROVNICE 12

TABULKA 18: Hodnotící tabulka odtřhové zkoušky přilnavosti.


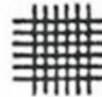
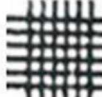
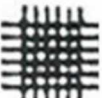

Klasifikace	Popis
A	Adhezní lom podkladu
A/B	Adhezní lom mezi podkladem a první vrstvou
B	Kohezní lom první vrstvy
B/C	Adhezní lom mezi první a druhou vrstvou
-	Kohezní lom poslední vrstvy
-/Y	Adhezní lom mezi vrchním nátěrem a lepidlem
Y	Kohezní lom v lepidle
Y/Z	Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem

3.7.10. Stanovení přilnavosti nátěrových filmů mřížkovou metodou ČSN ISO 2409.

Tato zkouška je založena na odolnosti nátěrového filmu k podkladu. Zkouška probíhala dle stanovené normy ČSN ISO 2409 [79.]. Výsledkem bylo zhodnocení přilnavosti dle stanovené stupnice z tabulky 19.

Při této zkoušce byly použity speciální řezné nože opatřené 6 ostřími, které mají rozestupy 3, 2 a 1 mm. Tloušťka zkoušených nátěrů, na kterých byla přilnavost měřena, se pohybovala okolo 80 – 140 μm. Pomocí nože byly zhotoveny řezy ve tvaru mřížky, které tvořily mřížku.

TABULKA 19: Hodnotící stupně mřížkového řezu.

Klasifikace [st.]	Popis	Vzhled
0	Řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec není poškozen	
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %	
2	Nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen o více než 5 % a méně než 15 % celkové plochy	
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15 %, ale menší než 35 %	
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více než 35 %, ale méně než 65 %	
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4	

3.8. Metody hodnocení vlastností nátěrů pomocí zrychlených korozních zkoušek.

Podstatou zrychlených korozních zkoušek je laboratorní napodobení těch faktorů, které v přírodních podmínkách určují životnost nátěru. Mezi tyto faktory patří sluneční záření, teplota (zvýšením teploty snížíme rozpustnost plynů a tím zvýšíme pohyblivost iontů), vlhkost, ale i přímořské prostředí (působením NaCl) a znečištěné ovzduší průmyslovým prostředím chemickými látkami např. Oxid siřičitý. Korozní zkoušky jsou provedeny zrychleně, aby proběhly rychleji než v přírodě a jsou používány různé typy komor. Pro studium chování porušeného povlaku byl také vytvořen řez o délce 7 cm, kde řez pronikal až na podklad. Funkce ochranného účinku organických povlaků je založena na bariérových vlastnostech. Hlavním kritériem ochranné schopnosti je propustnost povlaků pro složky prostředí. Vyhodnocování korozních projevů bylo prováděno z části subjektivně. Výsledné hodnoty byly hodnoceny dle norem ASTM.

3.8.1. Stanovení korozních projevů nátěrových filmů v závislosti na pH kapaliny.

Na ocelové panely s vrstvou organického povlaku o rozměrech 200 x 60 x 0,9 mm bylo přilepeno 6 skleněných válečků pomocí epoxysterové pryskyřice. Každý váleček obsahoval roztok, který odpovídal jinému pH (2, 4, 6, 8, 10 a 12). Roztoky byly namíchány pomocí tabulky 20, aby vznikl roztok o daným pH. Roztoky byly namíchány smísením roztoku 0,2 mol/l NaOH s kyselým roztokem, který byl připraven smísením 0,04 mol/l H₃PO₄, 0,04 mol/l H₃BO₃ a 0,04 mol/l CH₃COOH. Po namíchání roztoků a o daném pH bylo přidáno 3,5 hm% NaCl. Zkouška probíhala ve dvou cyklech. V prvním cyklu byly nality roztoky o daných pH do skleněných válečků, které byly ponechány 5 dní. V druhém cyklu byly válečky vylity a ponechány 2 dny, aby se k organickým nátěrům dostal kyslík. Takto zkouška probíhala opakovaně po dobu 30 dní (720 hodin). Vyhodnocena byla koroze v ploše a podkorodování podkladu a puchýře v ploše. Po odstranění nátěru pomocí odstraňovače byly panely umyty, vysušeny, ořeny chloroformem a pokryty vrstvou transparentního laku. Nakonec byla zhodnocena koroze v ploše v %.

TABULKA 20: Příprava pufrů o různém pH.

pH	Objem 0,04 M roztoku	
	H ₃ BO ₄ , H ₃ PO ₄ a CH ₃ COOH [ml]	Objem 0,2 M NaOH [ml]
2	100 [ml]	5
4		25
6		42,5
8		60
10		80
12		100

3.8.2. Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl ČSN EN ISO 7253.

Tato zkouška simuluje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů odpovídající přímořským oblastem či soleným silnicím v zimě. Zkouška probíhala v umělé atmosféře mlhy NaCl v solné komoře. Byl zkoumán vliv zvýšené teploty, vlhkosti a NaCl na nátěrový film. Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 7253 [80.]. Vzorky na ocelových panelech

byly vystaveny v komoře, kde byly vystaveny působením 5 % mlhy NaCl za teploty 38 ± 1 °C.

Zkouška probíhala ve dvanáctihodinových cyklech po dobu 1056 hodin, kde první cyklus trval 10 hodin v 5 % neutrální mlze roztoku NaCl při teplotě 38 ± 1 °C. Poté byly ocelové panely sušeny při teplotě 28 °C po dobu 1 hodiny a nakonec probíhala kondenzace vlhkosti po dobu 1 hodiny a teplotě 40 °C. Pro studium chování porušeného povlaku byl vytvořen řez v 1/3 vpravo. Po 1056 hodinách byly vzorky s nátěrovými filmy vyndány a byly zhodnoceny korozní projevy na ploše. Pomocí odstraňovače nátěrů byl nátěrový film odstraněn, panely byly omyty destilovanou vodou, očištěny chloroformem a byla nanesena vrstva transparentního laku, která zabránila další tvorbě nežádoucí koroze. Poté bylo vyhodnocené prokorodování podkladu v %, a koroze v okolí řezu.

3.8.3. Zrychlená korozní zkouška v atmosféře SO₂ ČSN ISO 3231.

Tato zkouška simuluje účinky průmyslově znečištěné atmosféry s vysokým obsahem oxidu siřičitého, kde byla zjištěna odolnost organického povlaku. Zkouška probíhala v atmosféře obsahující oxid siřičitý se 100 % relativní vlhkostí vzduchu. Zkouška byla provedena dle normy ČSN ISO 3231 [81.]

Ocelové panely byly v komoře ponechány 600 hodin a 1848 hodin pro srovnání. Na vzorky působila atmosféra s SO₂ a 100 % relativní vlhkostí při teplotě 35 ± 1 °C. Zkouška probíhala v cyklech. Jeden cyklus probíhal 24 hodin a byl rozdělen do dvou fází. První fáze trvala 8 hodin v kondenzaci vlhkostí s SO₂ a v druhé fázi, která trvala 16 hodin, byly vzorky sušeny při teplotě 23 ± 1 °C a vlhkostí, která nepřesahovala 75 %. Po 600 hodinové expozici se zkušební řezem uprostřed byly panely vyndány. Další panely se zkušební řezem v 1/3 vpravo byly vyndány po 1848 hodinách. Byly vyhodnoceny korozní projevy jak na nátěrovém filmu, tak v řezu. Po odstranění nátěrového filmu pomocí 20 % roztoku NaOH, doostranění zbytků nátěru pomocí odstraňovače nátěrů byl vyhodnocen ocelový podklad prokorodování v %.

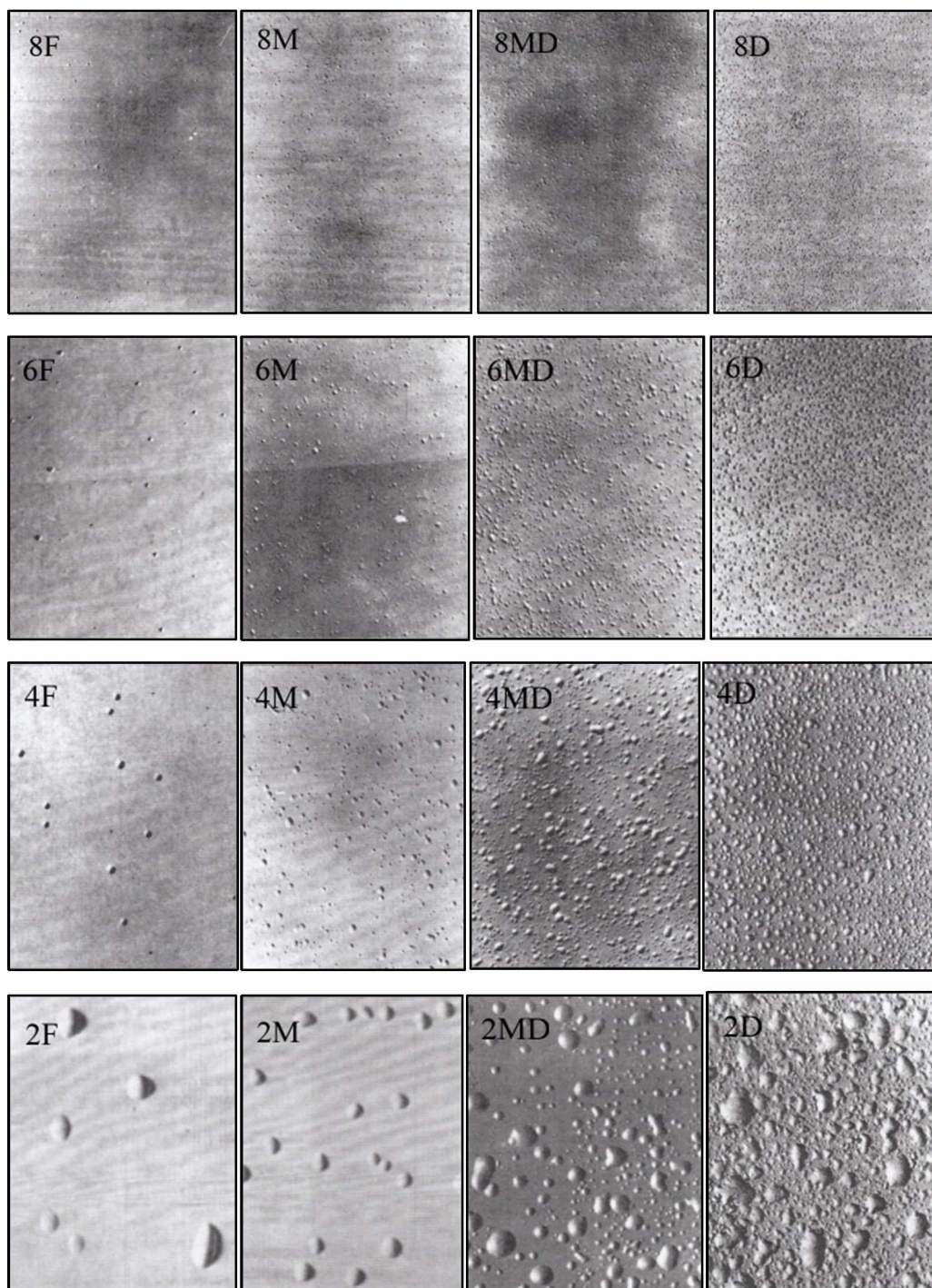
3.9. HODNOCENÍ KOROZNÍCH ZKOUŠEK.

Po ukončení zrychlených korozních zkoušek bylo provedeno subjektivní hodnocení korozních projevů na organických nátěrech. Po zhodnocení byl nátěr odstraněn pomocí 20 % roztoku NaOH a doostraněn odstraňovačem nátěrů. Povrch byl očištěn, umyt vodou, odmaštěn pomocí chloroformu a přestříkán vrstvou transparentního laku pro zabránění další nežádoucí koroze. Vyhodnocení bylo provedeno dle norem ASTM. Vyhodnocována byla

korozí v řezu dle normy ASTM D 1654 – 92, korozí v ploše dle normy ASTM D 610 – 85 a puchýře v ploše a v řezu dle normy ASTM D 714 - 87.

3.9.1. Hodnocení puchýřů v ploše a řezu nátěrových filmů ASTM 714 – 87.

Metoda slouží k vyhodnocování odolnosti organického povlaku a defektů. Defekty vznikají při difúzi okolního prostředí nátěrovým filmem k podkladovému kovu. Tvorba puchýřku vzniká při poruše ochranné funkce nátěru, která vzniká ztrátou adheze ke kovovému podkladu. Po ukončení expozice byly panely s nátěrovým filmem hodnoceny dle normy ASTM 714 – 87, podle vzorových fotografických obrázků (obrázek 12), které jsou součástí normy [83.]. Puchýře jsou rozděleny do 4 hlavních skupin, označenými čísly 2, 4, 6, a 8 (8 označuje nejmenší puchýře, 2 označuje největší puchýře). K těmto číslům označující velikost puchýřů je přiřazena informace o hustotě puchýřů pomocí písmen. Písmeno D (Dense) označuje největší hustotu, písmeno MD (Medium Dense), M (medium) a písmeno F (Few) označuje nejmenší hustotu.

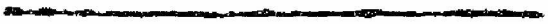

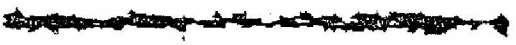






OBRÁZEK 12: Předloha pro hodnocení puchýřů v ploše.

3.9.2. Hodnocení koroze v okolí řezu ASTM D 1654 – 92.

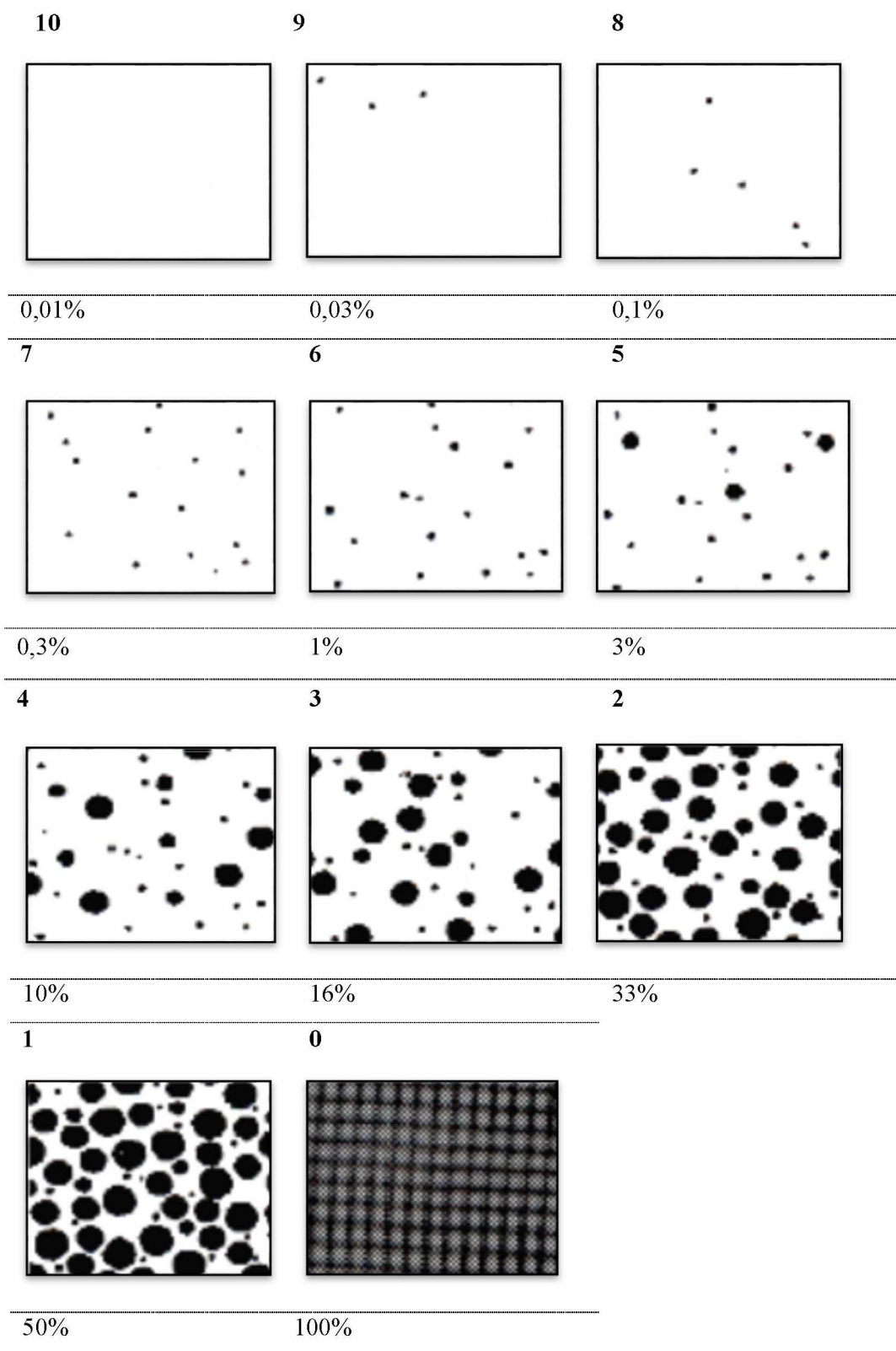
Hodnocením korozního projevu v řezu můžeme posoudit schopnost aktivních složek nátěru, které brání šíření koroze pod nátěrem od místa jeho mechanického poškození (zkušebního řezu). Vzdálenost koroze od řezu v nátěru s antikorozním pigmentem nám udává elektrochemický zápis. Hodnocení bylo provedeno dle normy ASTM 1654 – 92 [84.]. Byla měřena vzdálenost průniku koroze od zkušebního řezu v mm. Dle tabulky 21 byla hodnocena koroze v řezu s organickým nátěrem i po odstranění nátěrového filmu.

TABULKA 21: Ukázka koroze v okolí řezu.

STUPEŇ	PLOCHA KOROZE
1 (velmi malé)	
2 (malé)	
3 a (střední)	
3 b (střední)	
4 a (značné)	
4 b (značné)	
5 (velmi značné)	

3.9.3. Hodnocení stupně prokorodování nátěru ASTM D 610 – 85.

Bylo hodnoceno prokorodování filmu a stupeň koroze na ploše po odstranění nátěrového filmu. Pro subjektivní hodnocení byly použity fotografie dle normy ASTM D 610 – 85 [85.]. Zkoumána byla schopnost ochranné funkce nátěrového filmu.



OBRÁZEK 13: *Stupnice prokorodování (podkorodování) nátěru.*

3.9.4. Stanovení stupně korozní agresivity prostředí ČSN EN ISO 12944 – 2.

V přírodních podmínkách ke vzniku koroze je nutná přítomnost vody a kyslíku. V průmyslových oblastech a městském prostředí k negativním vlivům přispívají oxidy dusíku a síry a jiné chemické sloučeniny. Pro volbu vhodného nátěrového filmu je potřeba nejprve určit kvalitu prostředí, ve které bude přítomen nátěr. Kvalita prostředí je klasifikována korozní agresivitou dle tabulek 22 - 23, do šesti stupňů pro atmosféru dle normy ČSN EN ISO 12944 – 2 [86.].

TABULKA 22: *Stupně korozní agresivity prostředí s příklady prostředí.*

Stupně korozní agresivity	Příklady typického venkovního prostředí	Příklady typického vnitřního prostředí
C1 velmi nízká		Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. kanceláře, školy, obchody, hotely
C2 nízká	Atmosféra s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovského prostředí	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské průmyslové atmosféry s mírným znečištěním SO ₂ ; přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výroby potravin, pivovary, mlékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s nízkou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doteky na mořském pobřeží
C5 – I velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5 – M velmi vysoká (přimořská)	Přimořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

TABULKA 23: Stupeň korozní agresivity pro nátěry.

Stupně korozní agresivity	Životnost	ISO 6270 kondenzace vody [h]	ISO 7253 neutrální solná mlha [h]
C2 nízká	Nízká	48	-
	Střední	48	-
	Vysoká	120	-
C3 střední	Nízká	48	120
	Střední	120	240
	Vysoká	240	480
C4 vysoká	Nízká	120	240
	Střední	240	480
	Vysoká	480	720
C5 i velmi vysoká (průmyslová)	Nízká	240	480
	Střední	480	720
	Vysoká	720	1440

3.10. Elektrochemická měření lineární polarizace.

U této metody byla sledována rychlost koroze organických povlaků nanesených na ocelových panelech. Byly použity elektrody, které jsou součástí cely. Cella obsahuje kalomelovou a platinovou elektrodu, jako elektrolyt byl použit 3,5 % roztok NaCl. Měření bylo na každém vzorku provedeno 3x.

4. VÝSLEDKY A HODNOCENÍ.

4.1. Vyhodnocení charakterizace pigmentů na základě Fyzikálně-chemických veličin.

Zkoumány byly jednotlivé vlastnosti pigmentů a epoxyesterové pryskyřice. Mezi tyto vlastnosti patří olejové číslo, hustota, KOKP pigmentů, které jsou podrobněji popsány v kapitole 3.4. U epoxyesterové pryskyřice byl stanoven obsah sušiny (tabulka 31). Složení pigmentů bylo ověřeno pomocí rentgenové difrakční analýzy. Výsledky těchto vlastností jsou uvedeny v tabulce 24. Dále také v této kapitole jsou zahrnuty výsledky měření pH vodných roztoků pigmentů (tabulka 28), měrná elektrická vodivost (tabulka 29), stanovení korozních úbytků (tabulka 30)

TABULKA 24: Výsledky hodnot fyzikálně – chemických veličin.

PIGMENT	HUSTOTA [g/cm ³]	OLEJOVÉ ČÍSLO [g/100g pigmentu]	KOKP [hm %]
Zn (prach-kuličkový)	7,14	7,42	67
ZnS 97% čistoty	4,38	11,93	64,03
PANI	1,68	167,45	24,88
PPY	2,01	209,77	18,05
Litopon	4,68	8,59	69,81
Litopon/PANI	2,76	103,55	24,55
Litopon/PPY	3,16	85,14	25,71
ZnS/PANI	2,56	90,87	28,57
ZnS/PPY	3,52	81,04	24,60
ZnFe ₂ O ₄	5,62	16,47	50,13
ZnFe ₂ O ₄ /PANI	3,19	95,56	23,40
ZnFe ₂ O ₄ /PPY	3,42	121,14	18,35
MoS ₂	5,31	26,45	39,85
WS ₂	9,38	26,45	27,27
MoS ₂ /PANI	3,13	73,35	28,82
MoS ₂ /PPY	3,69	92,55	21,37
WS ₂ /PANI	3,96	55,46	29,73
WS ₂ /PPY	4,74	73,86	21,00

4.1.1. Výsledky pH a měrné elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentových prášků a nátěrových filmů.

TABULKA 25: Výsledky stanovení pH 10 % suspenze pigmentových prášků a redestilované vody při teplotě 21°C.

PIGMENT	pH				
	1. DEN	7. DEN	14. DEN	21. DEN	28. DEN
Zn	6,67	5,91	6,34	9,44	9,40
PANI	2,99	2,32	2,20	2,88	2,93
PPY	2,78	2,28	2,24	2,30	2,90
ZnS	6,72	6,21	6,56	7,55	7,35
ZnS/PANI	3,22	3,20	3,56	4,76	4,79
ZnS/PPY	3,27	3,06	3,06	3,95	4,08
Litopon	6,36	6,11	6,20	6,91	6,94
Litopon/PANI	3,09	2,75	2,68	3,57	3,72
Litopon/PPY	3,08	2,75	2,64	3,36	3,32
ZnFe ₂ O ₄	6,61	6,39	6,51	7,52	7,48
ZnFe ₂ O ₄ /PANI	2,97	2,52	2,46	3,11	3,04
ZnFe ₂ O ₄ /PPY	3,06	2,64	2,69	3,25	3,22
MoS ₂	3,26	2,88	2,62	3,39	3,18
MoS ₂ /PANI	2,00	1,99	1,80	1,78	1,75
MoS ₂ /PPY	2,25	2,23	2,06	2,04	2,01
WS ₂	2,11	1,76	1,69	2,37	2,30
WS ₂ /PANI	1,88	1,83	1,76	1,71	1,69
WS ₂ /PPY	2,09	2,07	1,88	1,86	1,85
Redestilovaná voda	5,83	5,24	5,77	7,62	5,18

TABULKA 26: Výsledky stanovení měrné elektrické vodivosti [$\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$] 10 % suspenze pigmentových prášků a redestilované vody při teplotě 21°C

PIGMENT	MĚRNÁ ELEKTRICKÁ VODIVOST [$\mu\text{S}/\text{cm}^1$]				
	1. DEN	7. DEN	14. DEN	21. DEN	28. DEN
Zn	24,7	15,6	14,01	16	22,4
PANI	4090	8400	8460	8840	9300
PPY	4410	8030	8170	8690	9050
ZnS	300	520	564	649	644
ZnS/PANI	1680	2040	1776	1962	2090
ZnS/PPY	1200	2020	1613	1605	1593
Litopon	1320	1200	1311	1467	1489
Litopon/PANI	2220	3220	2690	2370	2060
Litopon/PPY	1500	3200	3020	3040	2900
ZnFe₂O₄	32,2	46,4	55,4	62,8	63,8
ZnFe₂O₄/PANI	3370	5200	5310	5760	5910
ZnFe₂O₄/PPY	1850	3320	3440	3740	3780
MoS₂	520	600	1024	1593	2260
MoS₂/PANI	10880	10110	6900	9740	6100
MoS₂/PPY	943	5570	2640	2810	2500
WS₂	26300	31900	32400	3600	38000
WS₂/PANI	13640	10650	9300	10920	8030
WS₂/PPY	247	7800	7300	7490	5050
Redestilovaná voda	3,7	6,7	7	7,7	7,8

TABULKA 27: Hodnocení korozních zkoušek podle korozních úbytků

PIGMENT	pH	MĚRNÁ ELEKTRICKÁ VODIVOST [$\mu\text{S}/\text{cm}^1$]	Δm [g]	KOROZNÍ ÚBYTEK NA JEDNOTKU PLOCHY [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$]
Zn	9,40	22,4	0,0194	98,64
PANI	2,93	9300	0,0330	16,87
PPY	2,90	9050	0,0333	17,03
ZnS	7,35	644	0,0234	11,96
ZnS/PANI	4,79	2090	0,0093	4,73
ZnS/PPY	4,08	1593	0,0106	5,40
Litopon	6,94	1489	0,0140	7,16
Litopon/PANI	3,72	2060	0,0076	3,87
Litopon/PPY	3,32	2900	0,0133	6,77
ZnFe ₂ O ₄	7,48	63,8	0,0151	7,68
ZnFe ₂ O ₄ /PANI	3,04	5910	0,0209	10,69
ZnFe ₂ O ₄ /PPY	3,22	3780	0,0188	9,53
MoS ₂	3,18	2260	0,0144	7,35
MoS ₂ /PANI	1,75	6100	0,0258	10,85
MoS ₂ /PPY	2,01	2500	0,0151	6,37
WS ₂	2,30	3800	0,0624	31,89
WS ₂ /PANI	1,69	8030	0,0383	16,12
WS ₂ /PPY	1,85	5050	0,0246	10,33
Redestilovaná voda	5,18	7,8	0,0181	9,21

4.2. Hodnocení vlastností nátěrových filmů pomocí fyzikálně – mechanických zkoušek.

V této kapitole jsou uvedeny: výsledky relativní povrchové tvrdosti organických filmů v kapitole 4.2.1 a tabulkách 28 - 33, výsledky změny lesku v kapitole 4.2.2 a tabulkách 34 – 39, výsledky MEK testu v kapitole 4.2.3 a tabulkách 40-45 a Buchholzovy vrypové zkoušky v kapitole 4.2.4 a tabulkách 46-51. Tyto zkoušky byly provedeny na skleněných panelech.

Dále jsou v této kapitole uvedeny výsledky mechanických zkoušek: ohyb, hloubení a úder, které jsou uvedeny v kapitole 4.2.5 a tabulkách 52 – 57. V kapitole 4.2.6 jsou popsány odtrhové zkoušky po 600 hodinové expozici v atmosféře SO₂ v tabulkách 58 – 63 a 1058 hodinové expozici v atmosféře solné mlhy v tabulkách 64 – 69. Výsledky mřížky jsou uvedeny v kapitole 4.2.7 a tabulkách pro expozici v atmosféře SO₂ 70 – 75 a pro expozici v atmosféře v NaCl 76 - 81. Tyto zkoušky byly provedeny na ocelových panelech.

4.2.1. Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech.

TABULKA 28: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem Zn

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1. DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
Zn	63	26,16	37,74	40,61	41,54	40,04	43,71
	65	29,12	39,67	41,62	41,70	41,80	43,86
	67	30,06	38,74	40,37	41,15	41,57	44,65
Pryskyřice		10,49	25,90	33,06	34,54	42,31	46,37

TABULKA 29: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1.DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
ZnS	1	30,68	39,44	40,68	42,88	41,57	44,26
	3	33,80	40,68	41,62	42,01	42,73	44,02
	5	28,89	38,59	39,75	40,37	40,24	43,10
	10	21,57	39,13	41,15	41,39	40,79	42,26
ZnS/PANI	1	32,55	39,59	40,29	40,76	40,40	42,00
	3	26,09	35,19	37,16	36,63	37,24	39,47
	5	25,23	33,41	35,52	35,99	36,00	37,45
	10	24,92	34,10	35,68	35,75	36,79	37,14
ZnS/PPY	1	32,86	40,44	42,01	42,25	42,61	45,29
	3	30,99	39,36	41,00	40,84	42,81	42,92
	5	29,90	37,04	37,48	36,42	38,36	40,71
	10	21,57	30,93	32,56	33,17	33,41	35,43

TABULKA 30: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1. DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
Litopon	1	27,18	37,20	39,82	40,21	40,25	42,89
	3	26,71	37,35	39,67	40,21	40,72	44,75
	5	29,36	39,28	41,15	41,62	41,90	44,44
	10	13,08	24,59	27,93	32,78	33,41	35,81
Litopon/PANI	1	33,41	39,59	42,09	42,43	42,06	42,03
	3	29,75	36,58	38,41	37,01	38,28	40,09
	5	30,06	36,58	38,18	38,57	39,23	39,93
	10	13,08	25,67	29,65	30,43	30,54	31,85
Litopon/PPY	1	17,06	28,92	30,73	30,76	31,88	32,90
	3	14,37	25,54	28,25	27,99	29,64	31,14
	5	15,65	17,61	23,05	30,87	27,64	30,56
	10	12,97	13,48	16,19	19,47	20,47	24,12

TABULKA 31: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1. DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
$ZnFe_2O_4$	1	19,98	30,62	32,38	32,37	33,64	35,12
	3	21,11	30,73	32,62	32,37	33,17	34,77
	5	21,81	31,44	33,09	32,83	33,76	35,12
	10	21,50	31,44	33,33	33,29	33,88	35,12
$ZnFe_2O_4$ /PANI	1	16,82	27,89	30,02	30,06	30,70	32,43
	3	13,20	20,17	25,17	25,69	26,82	28,68
	5	11,91	15,84	21,86	23,73	25,05	27,63
	10	12,61	13,86	14,30	15,20	15,76	22,24
$ZnFe_2O_4$ /PPY	1	21,10	31,75	33,09	32,83	33,64	35,12
	3	16,58	27,77	29,43	29,95	30,94	33,25
	5	15,42	26,63	28,41	28,78	29,76	33,04
	10	12,30	14,53	19,62	21,65	22,58	25,87

TABULKA 32: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem MoS_2 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1. DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
MoS₂	1	23,909	30,962	32,506	33,295	33,882	33,841
	3	21,184	28,605	30,024	29,724	30,471	32,553
	5	21,573	28,960	30,260	31,567	31,530	32,138
	10	18,224	26,950	28,723	28,341	29,412	30,211
MoS₂/PANI	1	17,024	27,542	29,83	31,42	32,08	32,55
	3	14,047	25,118	26,32	31,56	31,50	32,55
	5	13,095	18,662	22,36	29,08	29,97	30,80
	10	14,286	21,713	28,32	31,21	31,50	32,90
MoS₂/PPY	1	17,381	27,934	30,62	33,095	33,490	34,07
	3	18,452	28,639	30,12	32,86	32,79	33,49
	5	21,190	28,404	29,36	30,97	31,15	32,32
	10	20,357	26,643	28,05	30,26	30,79	29,98

TABULKA 33: Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů s obsahem WS_2 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy

PIGMENT	OKP [%]	RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST [%]					
		1. DEN	5. DEN	12. DEN	20. DEN	26. DEN	47. DEN
WS₂	1	18,614	28,724	30,378	29,723	31,177	33,489
	3	15,888	28,724	31,206	32,949	32,353	32,841
	5	13,785	23,404	26,478	26,674	28,000	29,742
	10	12,928	13,712	18,676	23,848	23,765	26,581
WS₂/PANI	1	24,524	31,338	33,180	34,870	34,890	35,360
	3	22,619	29,812	31,450	33,450	33,610	34,190
	5	18,214	27,113	29,890	31,211	30,803	31,623
	10	13,214	14,202	20,61	25,41	25,99	27,99
WS₂/PPY	1	20,252	29,225	31,23	33,45	33,26	34,19
	3	20,238	28,052	30,63	32,15	31,97	32,09
	5	16,667	26,878	29,67	30,97	29,98	30,68
	10	16,072	24,765	27,07	28,61	29,39	29,63

4.2.2. Výsledky změny lesku nátěrových filmů.

TABULKA 34: Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem Zn.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
Zn	63	0,4	1,9	22,7	0,6	2,0	22,0
	65	0,6	2,2	28,1	0,5	2,1	25,9
	67	0,6	2,2	25,7	0,6	2,2	24,0
Pryskyřice		161	150	110	147	141	105

Přípustná tolerance $\pm 0,5$ jednotky lesku

TABULKA 35: Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
ZnS	1	0,6	2,2	27,8	0,6	2,2	25,9
	3	0,6	2,2	24,9	0,6	2,2	24,1
	5	0,6	2,0	22	0,6	2,0	21,2
	10	0,5	1,9	21,2	0,5	1,9	20,2
ZnS/PANI	1	0,6	2,2	30,2	0,6	2,2	28,9
	3	0,6	2,2	22,8	0,6	2,2	21,9
	5	0,6	2,2	24,0	0,5	2,2	23
	10	0,5	2,1	22,5	0,5	2,1	21,6
ZnS/PPY	1	0,6	2,2	28,8	0,6	2,2	28,2
	3	0,5	2,2	26,6	0,5	2,2	25,5
	5	0,6	2,4	28,8	0,6	2,3	27,6
	10	0,5	2,1	20,3	0,5	2,1	19,6

Přípustná tolerance $\pm 0,5$ jednotky lesku

TABULKA 36: Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
Litopon	1	0,6	2,5	36,8	0,6	2,5	35,2
	3	0,6	2,4	35,1	0,6	2,3	33,6
	5	0,6	2,4	34,4	0,6	2,3	32,3
	10	0,5	2,1	30,7	0,5	2,1	29,2
Litopon/PANI	1	0,6	2,1	23,9	0,5	2,1	23,6
	3	0,6	2,2	26,0	0,6	2,2	23,8
	5	0,6	2,2	25,6	0,6	2,2	23,5
	10	0,6	2,2	24,9	0,5	2,1	22,4
Litopon/PPY	1	0,6	2,2	24,7	0,6	2,1	24,5
	3	0,6	2,0	21,9	0,6	2,0	21,6
	5	0,5	1,9	20,6	0,5	1,9	20,3
	10	0,5	1,8	25,4	0,5	1,8	25,0

Přípustná tolerance $\pm 0,5$ jednotky lesku**TABULKA 37:** Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
$ZnFe_2O_4$	1	0,5	2,0	25,7	0,5	2,0	24,8
	3	0,6	2,0	26,5	0,5	2,0	25,6
	5	0,5	2,0	27,2	0,5	2,0	26,4
	10	0,5	1,9	28,2	0,5	1,9	27,2
$ZnFe_2O_4$/PANI	1	0,5	2,1	25,2	0,6	2,0	24,9
	3	0,6	2,0	24,1	0,6	2,0	23,8
	5	0,5	1,9	23,2	0,5	1,9	23,0
	10	0,5	1,8	23,3	0,5	1,8	23
$ZnFe_2O_4$/PPY	1	0,6	2,2	24,8	0,6	2,1	24,6
	3	0,6	2,0	22,9	0,6	2,0	22,4
	5	0,6	2,3	31,3	0,6	2,3	31,1
	10	0,5	1,7	18,6	0,5	1,7	18,4

Přípustná tolerance $\pm 0,5$ jednotky lesku

TABULKA 38: Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
MoS ₂	1	0,6	2,1	24,9	0,6	2,1	24,2
	3	0,6	2,0	22,9	0,5	2,0	22,8
	5	0,5	2,0	22,0	0,5	2,0	21,4
	10	0,5	1,9	22,4	0,5	1,9	21,7
MoS ₂ /PANI	1	0,6	2,2	30,1	0,6	2,2	29,8
	3	0,6	2,2	29,0	0,6	2,2	28,7
	5	0,5	2,2	30,1	0,6	2,3	30,0
	10	0,5	2,2	28,5	0,5	2,2	28,6
MoS ₂ /PPY	1	0,6	2,3	29,8	0,6	2,3	29,6
	3	0,6	2,3	29,2	0,6	2,3	28,8
	5	0,6	2,2	27,3	0,6	2,2	27,1
	10	0,6	2,2	24	0,6	2,2	23,7

Přípustná tolerance ± 0,5 jednotky lesku

TABULKA 39: Výsledky měření lesku nátěrových hmot s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	LESK					
		1. DEN			47. DEN		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
WS ₂	1	0,6	2,0	22,5	0,6	2,0	22,2
	3	0,6	2,2	27,7	0,6	2,2	26,8
	5	0,5	1,9	19,6	0,6	1,9	19,3
	10	0,5	1,9	18,7	0,5	1,9	18,5
WS ₂ /PANI	1	0,5	1,8	17,3	0,5	1,8	16,1
	3	0,6	2,2	24,8	0,6	2,2	24,2
	5	0,5	2,0	24,4	0,6	2,1	24,1
	10	0,5	2,1	26,6	0,5	2,1	26,2
WS ₂ /PPY	1	0,5	2,1	24,8	0,6	2,0	25,1
	3	0,6	2,2	26,8	0,6	2,2	25,6
	5	0,6	2,2	24,6	0,6	2,2	24,3
	10	0,6	2,1	16,9	0,6	2,1	16,8

Přípustná tolerance ± 0,5 jednotky lesku

4.2.3. Výsledky ke stanovení chemické odolnosti MEK testu.

TABULKA 40: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testu nátěrů s obsahem Zn.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
Zn	63	1	58	2	63	2	68
	65	0	41	2	89	2	110
	67	0	41	0	43	0	48
Pryskyřice		0	38	5	75	5	89

TABULKA 41: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testu nátěrů s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
ZnS	1	0	26	0	29	1	63
	3	0	20	0	30	0	42
	5	2	79	2	81	2	110
	10	2	94	2	90	3	128
ZnS/PANI	1	0	29	0	32	0	46
	3	0	19	0	23	0	40
	5	0	23	0	30	0	36
	10	0	24	0	32	0	38
ZnS/PPY	1	0	25	0	27	0	43
	3	0	32	0	45	1	60
	5	0	23	0	30	0	46
	10	0	16	0	24	0	35

TABULKA 42: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testu nátěrů s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
Litopon	1	0	25	2	52	2	68
	3	0	36	0	48	2	60
	5	0	37	2	59	2	80
	10	0	16	0	28	1	56
Litopon/PANI	1	0	23	0	36	0	50
	3	0	18	0	25	0	45
	5	0	22	0	28	0	35
	10	0	10	0	18	0	29
Litopon/PPY	1	0	8	0	11	0	12
	3	0	6	0	9	0	8
	5	0	6	0	6	0	22
	10	0	14	0	21	0	45

TABULKA 43: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testu nátěrů s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
$ZnFe_2O_4$	1	0	9	0	11	0	15
	3	0	6	0	11	0	11
	5	0	8	0	10	0	12
	10	0	11	0	15	0	16
$ZnFe_2O_4$ /PANI	1	0	7	0	9	0	10
	3	0	7	0	8	0	9
	5	0	7	0	9	0	12
	10	0	9	0	15	0	36
$ZnFe_2O_4$ /PPY	1	0	10	0	12	0	12
	3	0	9	0	13	0	11
	5	0	24	0	26	0	41
	10	0	6	0	59	0	9

TABULKA 44: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testu nátěrů s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
MoS ₂	1	0	8	0	9	0	15
	3	0	8	0	12	0	11
	5	0	7	0	10	0	13
	10	0	9	0	13	0	11
MoS ₂ /PANI	1	0	15	0	26	0	20
	3	0	19	0	20	0	16
	5	0	20	0	32	0	28
	10	0	26	0	44	0	35
MoS ₂ /PPY	1	0	14	0	18	0	25
	3	0	12	0	15	0	20
	5	0	11	0	13	0	17
	10	0	11	0	14	0	14

TABULKA 45: Vyhodnocení chemické odolnosti MEK testů nátěrů s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	MEK TEST [ST]					
		5. DEN		12. DEN		20. DEN	
		St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]	St. v 50 sekundách	Čas [s]
WS ₂	1	0	9	0	10	0	16
	3	0	8	0	19	0	22
	5	0	5	0	8	0	11
	10	0	7	0	31	0	30
WS ₂ /PANI	1	0	7	0	9	0	23
	3	0	14	0	19	0	22
	5	0	14	0	16	0	24
	10	0	12	0	14	0	34
WS ₂ /PPY	1	0	18	0	22	0	34
	3	0	10	0	15	0	17
	5	0	12	0	14	0	18
	10	0	12	0	13	0	17

4.2.4. Výsledky stanovení vrypové zkoušky dle Buchholze a výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek.

TABULKA 46: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem Zn.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
Zn	63	>20	16	13
	65	>20	14	13
	67	>20	16	14
Pryskyřice		>20	17	17

TABULKA 47: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
ZnS	1	>20	16	14
	3	>20	15	15
	5	>20	17	15
	10	>20	18	14
ZnS/PANI	1	>20	19	16
	3	>20	17	16
	5	>20	19	16
	10	>20	18	15
ZnS/PPY	1	>20	16	15
	3	>20	17	16
	5	>20	17	14
	10	>20	18	16

TABULKA 48: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
Litopon	1	>20	17	17
	3	>20	17	15
	5	>20	17	15
	10	>20	18	16
Litopon/PANI	1	>20	18	15
	3	>20	18	18
	5	>20	18	16
	10	>20	19	16
Litopon/PPY	1	>20	18	17
	3	>20	18	17
	5	>20	18	17
	10	>20	19	19

TABULKA 49: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
$ZnFe_2O_4$	1	>20	17	17
	3	>20	19	16
	5	>20	18	16
	10	>20	18	16
$ZnFe_2O_4$/PANI	1	>20	19	17
	3	>20	19	18
	5	>20	>20	18
	10	>20	19	19
$ZnFe_2O_4$/PPY	1	>20	18	15
	3	>20	18	18
	5	>20	16	16
	10	>20	>20	18

TABULKA 50: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
MoS ₂	1	>20	17	15
	3	>20	17	17
	5	>20	17	15
	10	>20	18	17
MoS ₂ /PANI	1	>20	19	18
	3	>20	19	18
	5	>20	19	16
	10	>20	19	18
MoS ₂ /PPY	1	>20	18	17
	3	>20	17	14
	5	>20	18	16
	10	>20	19	18

TABULKA 51: Vyhodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky na nátěru s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy.

PIGMENT	OKP [%]	Odolnost proti vtisku [mm]		
		5. DEN	12. DEN	20. DEN
WS ₂	1	>20	19	16
	3	>20	18	17
	5	>20	17	18
	10	>20	18	19
WS ₂ /PANI	1	>20	19	15
	3	>20	18	14
	5	>20	17	16
	10	>20	17	17
WS ₂ /PPY	1	>20	17	15
	3	>20	>20	16
	5	>20	18	17
	10	>20	19	19

4.2.5. Vyhodnocení mechanických zkoušek na ocelových panelech.

TABULKA 52: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem Zn (DFT = 100 ± 10µm).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
Zn	63	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	65	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	67	0	> 10	< 75	< 50	> 100	< 6	< 2
Pryskyřice		0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

TABULKA 53: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10µm).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
ZnS	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
ZnS/PANI	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
ZnS/PPY	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	5,86	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	4,95	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

TABULKA 54: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem Litoponus povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
Litopon	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
Litopon/PANI	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	> 2
	3	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
Litopon/PPY	1	0	> 10	< 75	< 50	> 100	< 6	> 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	< 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

TABULKA 55: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem ZnFe_2O_4 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
ZnFe_2O_4	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
$\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PANI}$	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
$\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PPY}$	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	6,03	< 75	< 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

TABULKA 56: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
MoS ₂	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
MoS ₂ /PANI	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
MoS ₂ /PPY	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

TABULKA 57: Vyhodnocení fyzikálně – mechanické odolnosti nátěrů na ocelových panelech s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	PŘILNAVOST Mřížka 5x1 mm [st]	HLOUBENÍ [mm]	ÚDER			OHYB	
				RUB		LÍC	6 mm	2 mm
				75 cm	50 cm	100 cm		
WS ₂	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
WS ₂ /PANI	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
WS ₂ /PPY	1	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	3	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	5	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2
	10	0	> 10	> 75	> 50	> 100	< 6	< 2

4.2.6. Vyhodnocení odtrhové zkoušky.

a) Vyhodnocení odtrhové pevnosti na ocelových panelech po expozici v kondenzované vlhkosti s obsahem SO₂ po 600 hodinách.**TABULKA 58:** Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem Zn, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
Zn	63	0,87	95 B 5 B/Y
	65	0,92	77 B 23 B/Y
	67	0,86	93 B 7 B/Y
Pryskyřice		1,29	100 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 59: Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
ZnS	1	0,88	55 B 37 B/Y 8 A/B
	3	1,04	42 B 58 B/Y
	5	0,90	91B 8 B/Y
	10	0,92	72 B 28 B/Y
ZnS/PANI	1	0,80	72 B 28 B/Y
	3	0,91	98 B 2 B/Y
	5	0,83	87 B 10 B/Y 3A/B
	10	0,89	80 B 20 B/Y
ZnS/PPY	1	1,02	57 B 43 B/Y
	3	1,30	69 B 28 B/Y 3 A/B
	5	1,02	90 B 10 B/Y
	10	0,80	100B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 60: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10 μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
Litopon	1	0,88	83B 17 B/Y
	3	0,74	89 B 11B/Y
	5	0,86	77 B 23 B
	10	0,83	82 B 18 B/Y
Litopon/PANI	1	1,07	76 B 24 B/Y
	3	1,03	70 B 22 B/Y 8 A/B
	5	0,73	84 B 16 B/Y
	10	0,78	96 B 4 B/Y
Litopon/PPY	1	0,67	98 B 2 B/Y
	3	0,64	92 B 8 B/Y
	5	0,75	90 B 8 B/Y
	10	0,92	95 B 5 B/Y

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 61: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem ZnFe₂O₄ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10 μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
ZnFe₂O₄	1	1,05	69 B 33 B/Y
	3	1,24	76 B 24 B/Y
	5	0,93	98 B 2 B/Y
	10	0,96	95 B 5 B/Y
ZnFe₂O₄/PANI	1	0,85	87 B 13 B/Y
	3	0,82	88 B 12 B/Y
	5	0,89	80 B 20 B/Y
	10	0,91	98 B 2 B/Y
ZnFe₂O₄/PPY	1	0,88	72 B 28 B/Y
	3	1,02	64 B 36 B/Y
	5	0,98	88 B 12 B/Y
	10	0,57	70 B 30 Y/Z

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 62: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
MoS ₂	1	1,16	90 B 10 B/Y
	3	0,81	80 B 20 B/Y
	5	1,96	96 B 4 B/Y
	10	0,66	100 B
MoS ₂ /PANI	1	1,10	90 B 8 B/Y 2 Y/Z
	3	0,70	94 B 6 B/Y
	5	0,88	47 B 50 B/Y 3 Y/Z
	10	0,86	30 B 66 B/Y 4 Y/Z
MoS ₂ /PPY	1	0,87	96 B 4 B/Y
	3	0,93	90 B 10 B/Y
	5	0,84	82 B 18 B/Y
	10	0,99	89 B 7 B/Y 4 Y/Z

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 63: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 600 hodinové expozici (DFT = 100 ± 10μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v SO ₂	Oblast [%] a typ lomu
WS ₂	1	0,78	45 B 55 B/Y
	3	0,94	100B
	5	0,76	90 B 10 B/Y
	10	0,79	76 B 24 B/Y
WS ₂ /PANI	1	1,15	84 B 16 B/Y
	3	0,90	86 B 14 B/Y
	5	0,93	92 B 4 B/Y 4 Y/Z
	10	0,89	26 B 74 B/Y
WS ₂ /PPY	1	0,70	96 B 4 B/Y
	3	0,72	56 B 12 B/Y 32 Y/Z
	5	0,93	84 B 16 B/Y
	10	1,18	8 B/Y 7 Y/Z

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

b) Vyhodnocení odtrhové pevnosti na ocelových panelech po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy, po 1056 hodinách.

TABULKA 64: Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem Zn, po 1056 hodinové expozici ($DFT = 100 \pm 20 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [$\text{MPa} \cdot 10^{-1}$]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
Zn	63	0,38	78 B 22 A/B
	65	0,48	80 B 20 B/Y
	67	0,29	70 B 20 A/B 10 B/Y
Pryskyřice		0,58	100 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 65: Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 1056 hodinové expozici ($DFT = 100 \pm 20 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [$\text{MPa} \cdot 10^{-1}$]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
ZnS	1	0,31	85 B 10 A/B 5 B/Y
	3	0,35	80 B 15 A/B 5 B/Y
	5	0,41	80 B 20 B/Y
	10	0,47	80 B 20 A/B
ZnS/PANI	1	0,26	77 B 23 A/B
	3	0,47	50 A/B 50 B/Y
	5	0,40	65 B 10 A/B 25 B/Y
	10	0,47	80 B 20 B/Y
ZnS/PPY	1	0,47	75 B 25 A/B
	3	0,48	40 B 60 A/B
	5	0,54	75 B 25 A/B
	10	0,74	65 B 35 A/B

((A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 66: Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 1056 hodinové expozici ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
Litopon	1	0,52	50 A/B 50 B/Y
	3	0,76	55 B 25 A/B 20 B/Y
	5	0,58	40 B 50 A/B 10 Y/Z
	10	0,66	90 B 10 A/B
Litopon/PANI	1	0,54	90 A/B 10 B/Y
	3	0,56	60 B 40 A/B
	5	0,57	90 B 10 A/B
	10	0,63	70 B 30 A/B
Litopon/PPY	1	0,60	75 B 25 A/B
	3	0,72	35 B 40 A/B 25 Y/Z
	5	0,55	70 B 30 A/B
	10	0,56	80 B 20 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 67: Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem ZnFe_2O_4 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 1056 hodinové expozici ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
ZnFe₂O₄	1	1,01	55 B 45 A/B
	3	0,76	45 B 50 A/B 5 Y/Z
	5	0,79	40 B 30 A/B 30 B/Y
	10	0,73	60 B 40 A/B
ZnFe₂O₄/PANI	1	0,77	50 B 20 A/B 30 B/Y
	3	0,84	45 B 45 A/B 10 Y/Z
	5	0,76	50 B 30 A/B 20 Y/Z
	10	0,61	40 B 50 A/B 10 B/Y
ZnFe₂O₄	1	0,61	80 B 10 A/B 10 Y/Z
	3	0,70	80 B 20 A/B
	5	0,71	96 B 4 A/B
	10	0,86	60 B 40 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 68: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 1056 hodinové expozici (DFT = 100 ± 20 μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
MoS ₂	1	0,67	50 B 50 A/B
	3	0,82	60 B 20 B/Y 20 Y/
	5	0,62	20 B 80 A/B
	10	0,72	55 B 45 A/B
MoS ₂ /PANI	1	0,82	50B 50 A/B
	3	0,77	45 B 45 A/B 10 B/Y
	5	0,61	40 B 40 A/B 20 B/Y
	10	0,66	50 B 50 A/B
MoS ₂ /PPY	1	0,78	50 B 50 A/B
	3	1,13	40 B 40 A/B 20 Y/Z
	5	0,64	50 B 50 A/B
	10	0,60	50 B 50 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

TABULKA 69: *Vyhodnocení odtrhové pevnosti organických povlaku s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po 1056 hodinové expozici (DFT = 100 ± 20 μm).*

PIGMENT	OKP [%]	ODTRHOVÁ PEVNOST [MPa .10 ⁻¹]	
		Po expozici v NaCl	Oblast [%] a typ lomu
WS ₂	1	1,02	50 B 50 A/B
	3	0,62	70 B 30 A/B
	5	0,70	90 A/B 10 B/Y
	10	0,85	50 B 50 A/B
WS ₂ /PANI	1	0,78	20 B 60 A/B 20 Y/Z
	3	0,74	40 B 40 B/A 20 Y/Z
	5	0,73	40 B 60 A/B
	10	0,67	50 B 40 A/B 10 Y/Z
WS ₂ /PPY	1	0,84	5 B 90 A/B 5 B/Y
	3	0,91	50 B 50 A/B
	5	0,64	20 B 60 A/B 20 Y/Z
	10	0,51	10 B 90 A/B

(A/B – adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B – kohezní lom nátěru, B/Y – adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem, Y/Z – adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem)

4.2.7. Vyhodnocení stanovení přilnavosti nátěrových filmů mřížkovou metodou.

- a) Vyhodnocení přilnavosti na ocelových panelech mřížkovou metodou po expozici v kondenzované vlhkosti s obsahem SO₂, po 600 hodinách a 1848 hodinách.

TABULKA 70: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem Zn (DFT = 100 ± 10µm).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
Zn	63	0	0	1	0	0	0
	65	0	0	2	0	1	1
	67	0	1	2	0	0	0
Pryskyřice		0	0	0	0	0	0

TABULKA 71: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10µm).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
ZnS	1	0	1	2	0	0	1
	3	0	1	2	0	1	1
	5	0	1	2	1	1	2
	10	0	0	2	0	0	1
ZnS/PANI	1	0	0	3	0	1	1
	3	0	0	2	0	0	0
	5	0	1	2	1	1	1
	10	0	0	2	1	1	1
ZnS/PPY	1	0	0	2	0	1	1
	3	0	0	2	0	0	2
	5	0	0	1	1	1	2
	10	0	1	2	1	1	2

TABULKA 72: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
Litopon	1	0	0	1	1	1	2
	3	0	1	2	1	1	2
	5	0	0	1	1	1	2
	10	0	1	2	0	1	1
Litopon/PANI	1	0	0	3	1	1	2
	3	0	1	3	0	0	1
	5	0	1	3	0	1	1
	10	0	1	3	0	0	1
Litopon/PPY	1	0	1	2	1	1	2
	3	0	0	2	1	1	2
	5	0	1	2	1	1	2
	10	0	1	2	0	1	2

TABULKA 73: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem ZnFe₂O₄ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
ZnFe ₂ O ₄	1	0	1	2	1	1	2
	3	0	1	2	0	1	1
	5	0	0	1	0	0	1
	10	0	1	2	0	1	1
ZnFe ₂ O ₄ /PANI	1	0	1	3	0	0	1
	3	0	1	2	1	1	1
	5	0	0	2	1	1	1
	10	0	0	2	0	0	2
ZnFe ₂ O ₄ /PPY	1	0	1	3	0	1	2
	3	0	1	2	0	1	2
	5	0	1	2	0	1	1
	10	0	1	2	0	1	2

TABULKA 74: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
MoS ₂	1	0	1	2	0	1	1
	3	0	1	1	0	0	0
	5	0	1	1	0	0	0
	10	0	1	2	0	0	2
MoS ₂ /PANI	1	0	0	2	0	0	1
	3	0	0	1	0	1	2
	5	0	0	2	1	2	2
	10	0	0	2	1	1	2
MoS ₂ /PPY	1	0	0	1	1	1	2
	3	0	0	1	1	1	3
	5	0	0	1	0	1	2
	10	0	0	1	1	2	2

TABULKA 75: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy (DFT = 100 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	MŘÍŽKA [st]					
		PO 600H EXPOZICI V SO ₂			PO 1848H EXPOZICI V SO ₂		
		5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm	5 x 3 mm	5 x 2 mm	5 x 1 mm
WS ₂	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	1	1	1	2
	5	0	0	0	0	1	2
	10	0	0	1	0	1	1
WS ₂ /PANI	1	0	0	1	0	1	2
	3	0	0	1	0	1	2
	5	0	0	2	1	2	3
	10	0	0	2	1	2	2
WS ₂ /PPY	1	0	0	2	0	1	2
	3	0	0	1	0	0	2
	5	0	0	2	1	1	2
	10	0	0	2	1	1	2

b) Vyhodnocení přilnavosti na ocelových panelech mřížkovou metodou po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy, po 1056 hodinách.

TABULKA 76: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem Zn a pryskyřice ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
Zn	63	2	3
	65	3	2
	67	4	4
Pryskyřice		0	0

TABULKA 77: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
ZnS	1	2	2
	3	3	2
	5	3	2
	10	2	2
ZnS/PANI	1	4	4
	3	2	2
	5	2	3
	10	2	3
ZnS/PPY	1	4	3
	3	4	4
	5	2	3
	10	2	2

TABULKA 78: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
Litopon	1	3	4
	3	3	3
	5	3	4
	10	2	2
Litopon/PANI	1	5	5
	3	4	4
	5	3	3
	10	4	3
Litopon/PPY	1	3	3
	3	3	3
	5	4	3
	10	2	2

TABULKA 79: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem ZnFe_2O_4 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
ZnFe_2O_4	1	3	3
	3	3	3
	5	3	3
	10	3	3
ZnFe_2O_4 /PANI	1	2	2
	3	3	3
	5	3	3
	10	3	4
ZnFe_2O_4 /PPY	1	3	3
	3	3	3
	5	4	4
	10	2	2

TABULKA 80: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem MoS_2 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
MoS_2	1	3	3
	3	3	4
	5	4	5
	10	4	4
MoS_2/PANI	1	2	3
	3	3	4
	5	3	4
	10	3	3
MoS_2/PPY	1	3	3
	3	3	3
	5	3	4
	10	3	4

TABULKA 81: Vyhodnocení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody s obsahem WS_2 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	Mřížka [st]	
		5 x 3 mm	5 x 2 mm
WS_2	1	3	4
	3	2	2
	5	2	2
	10	3	3
WS_2/PANI	1	3	3
	3	3	3
	5	3	4
	10	3	4
WS_2/PPY	1	3	4
	3	3	4
	5	4	5
	10	4	5

4.3. Výsledky hodnocení vlastností nátěrů pomocí zrychlených korozních zkoušek.

V tabulkách 82,84,86,88,90 a 92 jsou uvedeny výsledky koroze plochy a puchýře organického povlaku a v tabulkách 83,85,87,89,91 a 93 jsou uvedeny výsledky koroze podkladu po odstranění nátěrového filmu, které jsou popsány v kapitole 4.3.1.

4.3.1. Vyhodnocení korozních projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny pomocí stacionární kapkové metody.

TABULKA 82: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem Zn, po dobu 720 hodin ($DFT = 80 \pm 10 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ASTM]						KOROZE V PLOŠE [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ											
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Zn	63	2MD	8F	-	8F	4M	4F	33	-	-	-	0,03	0,3
	65	8M	8F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
	67	4F	-	8F	8F	4M	2F	1	-	-	0,03	10	16
Pryskyřice		-	-	-	-	-	-	3	1	1	3	10	3

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 83: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem Zn, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
Zn	63	50	3	-	0,1	33	16
	65	3	-	-	-	10	10
	67	3	-	-	-	33	16
Pryskyřice		3	1	0,3	3	3	3

TABULKA 84: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin (DFT = 80 ± 10µm).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ASTM]						KOROZE V PLOŠE [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ						pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
ZnS	1	6M	-	-	-	6F	4M	-	-	-	-	0,1	33
	3	-	-	-	8F	8F	8F	-	-	-	-	0,03	3
	5	4M	-	-	-	4MD	4F	-	-	-	-	1	33
	10	2M	-	8F	8F	4MD	2F	-	-	-	-	3	33
ZnS/PANI	1	4M	-	-	8F	-	6F	-	-	-	-	-	3
	3	4M	-	-	-	4MD	4MD	-	-	-	-	1	16
	5	4F	-	-	-	4MD	4M	-	-	-	-	-	10
	10	4F	-	8F	4M	4MD	4M	-	-	-	-	1	33
ZnS/PPY	1	4MD	-	-	-	-	8F	-	-	-	-	0,03	3
	3	4MD	-	-	-	4M	4F	-	-	-	-	0,03	1
	5	4M	-	-	8F	4M	4F	-	-	-	-	0,3	10
	10	4M	-	-	-	8F	8F	-	-	-	-	0,03	3

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 85: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
ZnS	1	0,03	-	-	-	16	16
	3	0,1	-	-	-	3	3
	5	-	-	-	1	50	16
	10	33	0,1	100	3	50	16
ZnS/PANI	1	10	-	-	3	-	3
	3	-	-	-	-	50	50
	5	-	-	-	1	33	33
	10	1	-	10	16	100	100
ZnS/PPY	1	33	-	-	-	33	33
	3	16	-	33	100	50	33
	5	-	-	16	16	16	33
	10	-	-	100	50	33	33

TABULKA 86: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin ($DFT = 80 \pm 10\mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ST]						KOROZE V PLOŠE [ST]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ											
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Litopon	1	4MD	-	-	-	-	4M	-	-	-	-	0,03	33
	3	2MD	-	-	-	8F	8F	-	-	-	-	1	1
	5	4MD	-	-	-	8F	8F	-	-	-	-	1	33
	10	4M	-	-	-	-	4F	-	-	-	-	-	1
Litopon/PANI	1	4M	-	-	-	-	8F	-	-	-	-	-	16
	3	4M	-	-	-	6MD	6F	-	-	-	-	-	3
	5	4MD	-	-	-	4MD	2M	-	-	-	-	3	16
	10	4MD	-	-	-	6M	4F	-	-	-	-	3	3
Litopon/PPY	1	4M	-	-	-	-	6F	-	-	-	-	0,1	0,03
	3	4MD	-	-	-	4M	4F	-	-	-	-	-	0,03
	5	4MD	-	-	-	6F	4F	-	-	-	-	0,03	10
	10	4MD	-	-	-	-	6F	-	-	-	-	0,01	3

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 87: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
Litopon	1	16	-	10	-	100	100
	3	16	-	3	50	100	33
	5	33	-	-	-	33	33
	10	3	-	-	-	33	33
Litopon/PANI	1	-	-	-	-	10	33
	3	-	-	-	33	50	33
	5	-	-	3	10	100	50
	10	10	-	-	10	50	50
Litopon/PPY	1	0,1	-	-	-	16	33
	3	10	-	50	33	50	33
	5	3	-	-	16	33	50
	10	3	-	3	1	10	16

TABULKA 88: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin ($DFT = 80 \pm 10\mu m$).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ASTM]						KOROZE V PLOŠE [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ											
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
ZnFe₂O₄	1	4MD	-	4M	4F	4M	6F	100	-	-	-	0,03	0,1
	3	4M	-	4M	4M	-	4F	100	-	-	-	-	-
	5	4M	-	4M	4F	-	4F	100	-	-	-	-	-
	10	4MD	4F	4F	6F	4M	8MD	100	-	-	0,01	16	10
ZnFe₂O₄/PANI	1	4F	-	-	8F	-	-	-	-	-	-	-	0,03
	3	4MD	-	8F	-	-	8F	-	0,01	-	-	-	0,01
	5	4M	-	-	-	-	8F	-	-	-	0,01	-	0,03
	10	4M	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
ZnFe₂O₄/PPY	1	4M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	4MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1
	5	4MD	-	-	-	-	8F	-	-	-	-	-	1
	10	4MD	-	8F	8F	-	8F	-	-	-	-	-	0,01

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 89: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
ZnFe₂O₄	1	16	-	10	-	50	16
	3	10	-	0,1	0,1	0,1	3
	5	10	-	3	-	-	-
	10	33	-	-	10	16	33
ZnFe₂O₄/PANI	1	16	-	3	1	33	3
	3	-	-	100	50	100	50
	5	16	-	50	33	33	16
	10	33	-	16	-	-	-
ZnFe₂O₄/PPY	1	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	50	50	33	33
	5	-	-	33	50	33	33
	10	-	-	33	33	-	-

TABULKA 90: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem MoS₂s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin (DFT = 80 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ST]						KOROZE V PLOŠE [ST]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ											
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
MoS ₂	1	2MD	-	8F	8F	-	2M	50	-	-	-	-	0,01
	3	2MD	-	-	8F	-	8F	-	-	-	-	-	-
	5	4M	-	8F	-	4F	4F	-	-	-	-	-	0,01
	10	4M	-	8F	-	-	4F	-	-	-	-	-	-
MoS ₂ /PANI	1	4D	4M	4F	4F	4F	4M	50	-	0,01	0,01	-	-
	3	4D	4M	4F	4M	4F	4F	-	-	3	3	-	3
	5	4D	-	4M	-	4M	4M	-	-	3	-	3	3
	10	4MD	4F	4F	-	4F	4F	-	-	-	-	1	3
MoS ₂ /PPY	1	4D	4M	4M	4F	4F	4D	30	-	-	0,01	-	1
	3	4MD	4F	4F	4F	4F	4F	30	-	-	-	-	1
	5	4D	-	-	-	4F	4F	-	-	-	-	0,01	0,03
	10	4D	-	6M	4MD	4M	4M	10	-	20	33	16	16

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 91: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem MoS₂s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
MoS ₂	1	33	-	-	-	0,1	10
	3	33	-	10	-	-	10
	5	3	-	-	-	0,1	0,3
	10	-	0,03	-	-	-	0,01
MoS ₂ /PANI	1	100	33	100	50	-	-
	3	100	-	100	50	-	3
	5	100	-	100	16	10	10
	10	100	-	100	-	16	16
MoS ₂ /PPY	1	100	-	100	50	-	16
	3	33	-	33	33	-	0,1
	5	10	16	16	33	50	100
	10	33	16	100	100	100	50

TABULKA 92: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem WS₂s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin (DFT = 80 ± 10 μm).

PIGMENT	OKP [%]	PUCHÝŘE [ST]						KOROZE V PLOŠE [ST]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ											
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
WS ₂	1	4MD	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
	3	4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	4D	-	-	-	4F	-	-	-	-	-	-	-
	10	4D	-	-	-	2D	8F	-	-	-	-	-	0,03
WS ₂ /PANI	1	4D	-	6MD	6D	4MD	2F	50	-	16	16	50	16
	3	4MD	-	4F	4M	-	4M	30	-	3	-	-	16
	5	4D	-	4F	4MD	4F	4M	10	-	10	-	-	3
	10	4M	-	4M	4M	4F	4F	-	-	3	10	-	-
WS ₂ /PPY	1	4D	-	4F	4M	4M	4M	30	-	0,01	3	3	16
	3	4D	-	4M	4F	4M	4M	50	-	0,03	-	10	10
	5	4D	-	4F	4MD	4F	4F	30	-	16	-	-	-
	10	4D	-	4F	4F	-	4F	10	-	0,03	-	-	0,01

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 93: Výsledky zkoušky vlivu pH korozního prostředí na organické filmy s obsahem WS₂s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, po dobu 720 hodin. Po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	KOROZE PODKLADU [%]					
		pH ROZTOKŮ PUFŘŮ					
		2	4	6	8	10	12
WS ₂	1	3	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	0,3
	5	3	-	1	0	3	33
	10	16	-	10	3	33	100
WS ₂ /PANI	1	100	-	100	100	50	33
	3	33	-	100	0,01	3	16
	5	33	-	100	-	16	50
	10	16	-	16	3	3	0
WS ₂ /PPY	1	50	-	100	100	50	100
	3	100	16	100	50	100	33
	5	50	-	100	-	-	33
	10	50	-	100	50	50	100

4.3.2. Korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy.

TABULKA 94: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem Zn v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
Zn	63	-	8F	-	0,2	1
	65	-	8F	-	-	3
	67	-	4F	-	0,2	3
Pryskyřice		-	-	-	0,6	-

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 95: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění nátěru

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
ZnS	1	-	2F	-	-	10
	3	-	4M	-	-	3
	5	-	4F	-	0,1	10
	10	-	4M	-	-	16
ZnS/PANI	1	-	2F	-	0,1	16
	3	10	4MD	-	-	16
	5	-	4M	-	0,5	16
	10	-	4M	-	0,3	16
ZnS/PPY	1	-	4F	-	-	16
	3	-	2F	-	-	3
	5	-	6M	-	-	16
	10	-	4F	-	-	16

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 96: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
Litopon	1	5	4MD	-	-	33
	3	5	4MD	-	-	33
	5	10	4D	-	-	33
	10	3	4M	-	-	16
Litopon/PANI	1	-	4F	-	-	16
	3	-	4F	-	0,1	3
	5	-	8F	-	-	1
	10	33	4D	-	0,4	50
Litopon/PPY	1	10	4MD	-	0,3	33
	3	-	4M	-	-	10
	5	-	4M	-	-	10
	10	-	4F	-	-	3

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 97: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem ZnFe_2O_4 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách ($DFT = 100 \pm 20\mu\text{m}$). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění nátěru.

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
ZnFe_2O_4	1	10	4MD	-	0,1	50
	3	16	4MD	-	0,1	33
	5	16	4D	-	0,2	33
	10	10	4MD	-	0,3	16
ZnFe_2O_4 /PANI	1	3	4MD	-	0,3	16
	3	3	4D	-	0,1	33
	5	10	4D	-	0,1	33
	10	33	4D	-	0,2	50
ZnFe_2O_4 /PPY	1	5	4M	-	-	16
	3	10	4MD	-	0,1	16
	5	10	2MD	-	0,1	16
	10	33	4MD	-	0,3	50

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 98: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem MoS₂s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách (DFT = 100 ± 20μm). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění náletu.

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
MoS ₂	1	3	4MD	-	-	33
	3	5	4MD	-	-	50
	5	5	4MD	-	-	50
	10	10	4MD	-	-	33
MoS ₂ /PANI	1	33	4D	-	0,5	33
	3	33	4MD	-	0,5	33
	5	50	4D	-	0,1	50
	10	50	4MD	-	0,1	50
MoS ₂ /PPY	1	16	4MD	-	0,2	33
	3	16	4MD	-	0,1	33
	5	16	4MD	-	-	33
	10	33	4MD	-	0,5	33

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

TABULKA 99: Výsledky zrychlené korozní zkoušky organických povlaků s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy v atmosféře neutrální solné mlhy po 1056 hodinách (DFT = 100 ± 20μm). Vyhodnocení korozních změn před a po odstranění náletu.

PIGMENT	OKP [%]	PLOCHA		ŘEZ		KOROZE PODKLADU [%]
		KOROZE [%]	PUCHÝŘE [ASTM]	PUCHÝŘE [ASTM]	KOROZE [mm]	
WS ₂	1	1	4MD	-	0,2	33
	3	3	4MD	-	0,2	16
	5	3	4MD	-	0,2	16
	10	3	2F	-	0,2	33
WS ₂ /PANI	1	10	4MD	-	-	33
	3	16	4MD	-	0,5	33
	5	16	4MD	-	0,5	33
	10	16	4MD	-	0,1	50
WS ₂ /PPY	1	10	4MD	-	0,5	33
	3	16	4MD	-	0,5	50
	5	33	4MD	-	-	50
	10	50	2MD	-	0,1	50

(F – few, M – medium, MD – medium density, D – density)

4.4. Výsledky elektrochemické lineární polarizace.

TABULKA 100: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem Zn, (DFT = 50 ± 20 μm).

PIGMENT	OKP [%]	E _{corr} [mV]	I _{corr} [μA]	β _a [mV]	β _c [mV]	R _p [Ω]	V _{corr} [mm/rok]
Zn	63	-841	0,094	50,7	25,3	90,1 · 10 ³	18,9 · 10 ⁻⁴
	65	-966	0,063	27,8	31,9	88,3 · 10 ³	19,2 · 10 ⁻⁴
	67	-779	0,065	28,6	32,9	86,2 · 10 ³	21,3 · 10 ⁻⁴
Prskyřice		-168	0,098	36,8	36,2	18,6 · 10 ²	36,8 · 10 ⁻³

TABULKA 101: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem ZnS s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, (DFT = 50 ± 20 μm).

PIGMENT	OKP [%]	E _{corr} [mV]	I _{corr} [μA]	β _a [mV]	β _c [mV]	R _p [Ω]	V _{corr} [mm/rok]
ZnS	1	-896	0,032	39,4	34,7	24,8 · 10 ⁴	47,3 · 10 ⁻⁵
	3	-900	0,008	36,3	33,8	29,9 · 10 ⁵	36,2 · 10 ⁻⁶
	5	-788	0,005	46,5	44,9	18,4 · 10 ⁵	77,9 · 10 ⁻⁶
	10	-898	0,004	36,8	37,3	26,9 · 10 ⁴	48,3 · 10 ⁻⁵
ZnS/PANI	1	-868	0,003	36,3	37,3	27,4 · 10 ⁴	42,3 · 10 ⁻⁵
	3	-842	0,003	34,8	35,8	26,8 · 10 ⁴	38,3 · 10 ⁻⁵
	5	-853	0,002	35,3	36,2	19,9 · 10 ⁴	36,3 · 10 ⁻⁵
	10	-862	0,002	36,1	37,1	18,6 · 10 ⁴	32,8 · 10 ⁻⁵
ZnS/PPY	1	-896	0,049	32,9	31,8	18,3 · 10 ⁴	60,9 · 10 ⁻⁵
	3	-893	0,048	33,8	30,9	13,3 · 10 ⁴	70,9 · 10 ⁻⁵
	5	-899	0,032	33,2	32,6	11,2 · 10 ⁴	89,1 · 10 ⁻⁵
	10	-895	0,031	32,8	31,3	10,3 · 10 ⁴	96,2 · 10 ⁻⁵

TABULKA 102: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem Litoponu s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, ($DFT = 50 \pm 20 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	E_{corr} [mV]	I_{corr} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	V_{corr} [mm/rok]
Litopon	1	-468	0,011	14,3	14,9	$11,8 \cdot 10^4$	$37,2 \cdot 10^{-5}$
	3	-484	0,012	16,2	15,8	$12,6 \cdot 10^4$	$36,8 \cdot 10^{-5}$
	5	-514	0,024	18,3	16,0	$14,2 \cdot 10^4$	$35,5 \cdot 10^{-5}$
	10	-508	0,028	19,6	14,1	$13,8 \cdot 10^4$	$38,6 \cdot 10^{-5}$
Litopon/PANI	1	-921	0,002	13,7	10,5	$73,1 \cdot 10^6$	$10,0 \cdot 10^{-6}$
	3	-916	0,002	14,6	12,3	$72,8 \cdot 10^6$	$30,3 \cdot 10^{-6}$
	5	-918	0,003	14,1	13,9	$73,6 \cdot 10^6$	$32,8 \cdot 10^{-6}$
	10	-919	0,003	15,3	13,6	$75,9 \cdot 10^6$	$36,9 \cdot 10^{-6}$
Litopon/PPY	1	-762	0,01	16,7	12,8	$24,4 \cdot 10^4$	$14,7 \cdot 10^{-5}$
	3	-748	0,001	29,0	43,9	$58,9 \cdot 10^5$	$14,8 \cdot 10^{-6}$
	5	-714	0,002	26,8	40,1	$66,2 \cdot 10^5$	$12,6 \cdot 10^{-6}$
	10	-812	0,002	32,8	36,2	$73,6 \cdot 10^5$	$11,2 \cdot 10^{-6}$

TABULKA 103: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem ZnFe_2O_4 s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, ($DFT = 50 \pm 20 \mu\text{m}$).

PIGMENT	OKP [%]	E_{corr} [mV]	I_{corr} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	V_{corr} [mm/rok]
ZnFe_2O_4	1	-984	0,015	36,2	41,7	$52,6 \cdot 10^5$	$22,9 \cdot 10^{-6}$
	3	-717	0,004	26,4	29,9	$13,7 \cdot 10^5$	$59,6 \cdot 10^{-6}$
	5	-719	0,003	27,2	28,6	$14,2 \cdot 10^5$	$12,8 \cdot 10^{-6}$
	10	-863	0,007	32,9	16,8	$12,6 \cdot 10^5$	$10,1 \cdot 10^{-6}$
$\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PANI}$	1	-846	0,01	16,3	14,6	$22,4 \cdot 10^4$	$13,6 \cdot 10^{-5}$
	3	-814	0,01	16,8	13,8	$21,8 \cdot 10^4$	$12,8 \cdot 10^{-5}$
	5	-807	0,02	18,3	17,1	$14,8 \cdot 10^4$	$36,2 \cdot 10^{-5}$
	10	-803	0,02	18,1	16,9	$12,9 \cdot 10^4$	$35,2 \cdot 10^{-5}$
$\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PPY}$	1	-748	0,0014	26,3	28,2	$13,8 \cdot 10^5$	$58,3 \cdot 10^{-6}$
	3	-743	0,005	20,8	21,8	$74,2 \cdot 10^5$	$72,9 \cdot 10^{-6}$
	5	-745	0,005	20,4	20,8	$75,5 \cdot 10^5$	$73,9 \cdot 10^{-6}$
	10	-744	0,004	23,3	25,2	$21,8 \cdot 10^5$	$56,3 \cdot 10^{-6}$

TABULKA 104: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem MoS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, (DFT = 50 ± 20 μm).

PIGMENT	OKP [%]	E _{corr} [mV]	I _{corr} [μA]	β _a [mV]	β _c [mV]	R _p [Ω]	V _{corr} [mm/rok]
MoS ₂	1	-686	0,011	30,0	17,2	45,4 · 10 ⁴	16,2 · 10 ⁻⁵
	3	-613	0,018	28,6	16,3	39,6 · 10 ⁴	18,6 · 10 ⁻⁵
	5	-628	0,011	29,8	17,1	43,2 · 10 ⁴	16,3 · 10 ⁻⁵
	10	-623	0,012	28,6	16,2	39,9 · 10 ⁴	28,1 · 10 ⁻⁵
MoS ₂ /PANI	1	-686	0,018	26,3	19,6	48,6 · 10 ⁴	15,3 · 10 ⁻⁵
	3	-628	0,016	24,2	18,8	49,2 · 10 ⁴	14,8 · 10 ⁻⁵
	5	-636	0,016	28,6	18,9	48,8 · 10 ⁴	13,6 · 10 ⁻⁵
	10	-658	0,015	25,5	16,2	48,6 · 10 ⁴	17,8 · 10 ⁻⁵
MoS ₂ /PPY	1	-656	0,010	26,8	22,1	56,3 · 10 ⁴	11,8 · 10 ⁻⁵
	3	-658	0,010	24,3	20,8	58,2 · 10 ⁴	12,6 · 10 ⁻⁵
	5	-649	0,011	23,8	21,5	59,6 · 10 ⁴	11,9 · 10 ⁻⁵
	10	-655	0,010	27,9	21,3	60,8 · 10 ⁴	12,3 · 10 ⁻⁵

TABULKA 105: Výsledky metody lineární polarizace u nátěrových filmů s obsahem WS₂ s povrchovou úpravou a bez povrchové úpravy, (DFT = 50 ± 20 μm).

PIGMENT	OKP [%]	E _{corr} [mV]	I _{corr} [μA]	β _a [mV]	β _c [mV]	R _p [Ω]	V _{corr} [mm/rok]
WS ₂	1	-714	0,032	32,8	31,3	12,3 · 10 ⁴	96,2 · 10 ⁻⁵
	3	-728	0,036	31,6	32,5	14,6 · 10 ⁴	92,3 · 10 ⁻⁵
	5	-736	0,036	32,6	32,8	14,6 · 10 ⁴	91,8 · 10 ⁻⁵
	10	-738	0,038	32,8	32,3	12,8 · 10 ⁴	98,1 · 10 ⁻⁵
WS ₂ /PANI	1	-714	0,036	32,8	33,3	11,6 · 10 ⁴	88,8 · 10 ⁻⁵
	3	-712	0,028	31,6	34,2	12,6 · 10 ⁴	88,6 · 10 ⁻⁵
	5	-736	0,026	30,5	34,6	11,9 · 10 ⁴	88,3 · 10 ⁻⁵
	10	-728	0,026	30,4	35,1	11,8 · 10 ⁴	87,2 · 10 ⁻⁵
WS ₂ /PPY	1	-765	0,022	31,3	36,1	16,3 · 10 ⁴	56,2 · 10 ⁻⁵
	3	-766	0,021	32,8	36,1	18,6 · 10 ⁴	57,8 · 10 ⁻⁵
	5	-738	0,022	32,5	35,9	19,3 · 10 ⁴	48,6 · 10 ⁻⁵
	10	-745	0,019	31,6	34,8	19,4 · 10 ⁴	47,3 · 10 ⁻⁵

5. DISKUZE.

V této kapitole jsou diskutovány a zhodnoceny výsledky stanovení fyzikálně-chemických vlastností pigmentů. Dále také výsledky provedených testů na ocelových a skleněných panelech s nátěrovými filmy. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách předchozí kapitoly.

5.1. Diskuze ke stanovení fyzikálně – mechanických vlastností pigmentů a pojiva.

5.1.1. Diskuze vyhodnocení olejového čísla, hustoty pigmentů a KOKP.

U všech testovaných pigmentů bylo stanoveno olejové číslo, které nabývalo nejvyšších hodnot u samotných vodivých polymerů PPY 209,77 g/100g pigmentu a PANI 167,45 g/100g pigmentu. U pigmentů bylo olejové číslo nejvyšší u ZnFe₂O₄/PPY, a to 121,14 g/100g pigmentu. To představuje větší pórovitost u ZnFe₂O₄/PPY, a tím i vyšší spotřebu oleje. Nejnížší hodnota byla stanovena u MoS₂/PANI, a to hodnota 3,13 g/100g pigmentu.

Hustota u povrchově neupravených pigmentů vodivými polymery byla naměřena v rozmezí 4,38 do 9,38 g.cm⁻³. Nejvyšší hustota z daných pigmentů byla naměřena u WS₂ 9,38 g.cm⁻³. U srovnávacího vzorku Zn byla hustota změřena 7,14 g.cm⁻³. Vlivem vodivých polymerů byla hustota menší.

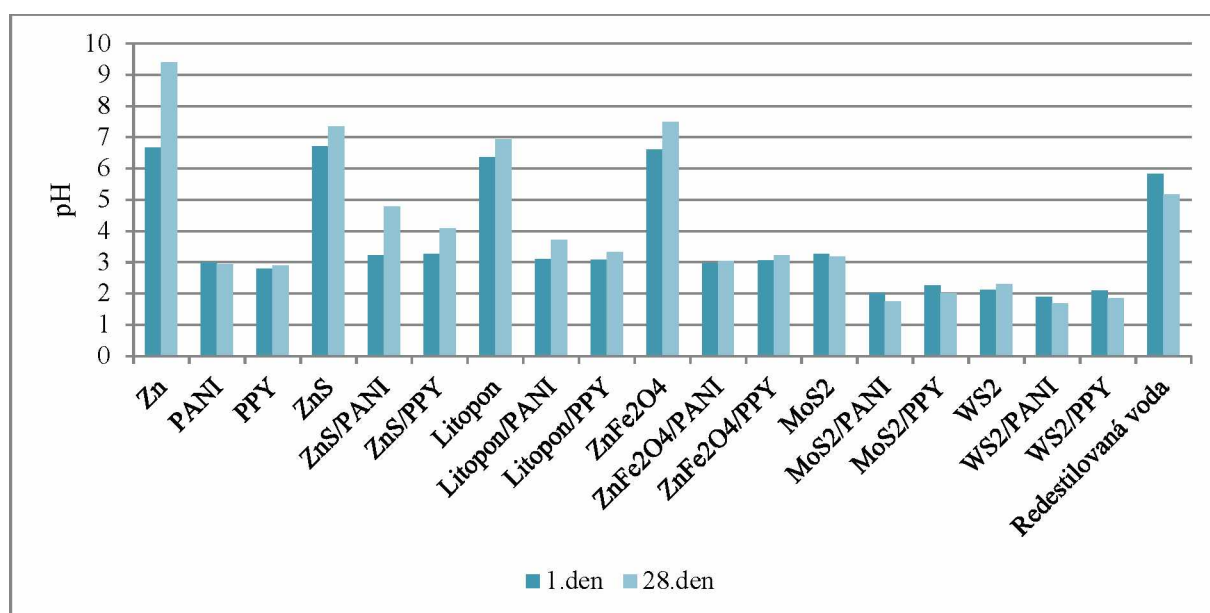
Z těchto hodnot byla vypočítána hodnota KOKP. Hodnota KOKP byla nejvyšší u litopon/PANI 69,91 % a ZnS 64,03 % oproti srovnávacímu vzorku Zn, kde byla vypočítána hodnota 67 %. Ostatní pigmenty měly vypočítané KOKP v rozmezí 18,05 – 50,13 %. Výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.1. v tabulce 24.

5.1.2. Diskuze vyhodnocení pH , měrné elektrické vodivosti pigmentů a jejich korozních úbytků.

Byly připraveny 10% suspenze pigmentů s redestilovanou vodou. Měření bylo v intervalech 7 dní po dobu 28. dní, poté byly suspenze přefiltrovány do skleněných lahvíček a vloženy kovové plíšky, které sloužili pro stanovení korozních úbytků. Jako srovnávací vzorek sloužil vzorek redestilované vody, který měla pH v první den měření 5,83 a po 28

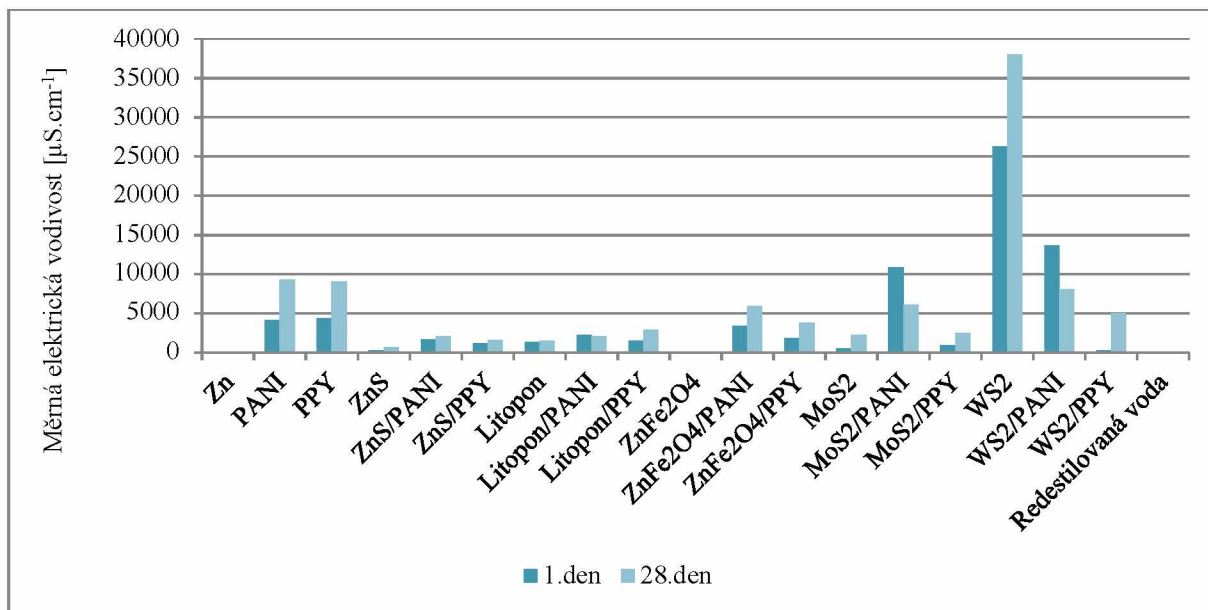
dnech klesla hodnota pH na 5,18. Výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.1.1. v tabulkách 25 – 27.

Hodnoty pH u sférického zinku v první den měření byly naměřeny 6,67 a po 28. dnech vzrostla hodnota na 9,40. Nejnižší hodnoty pH byly změřeny u pigmentu WS₂/PANI v průběhu času klesaly, a to z hodnoty 1,88 na hodnotu 1,69 v silně kyselé oblasti. U ZnFe₂O₄ byl zaznamenán opačný jev, kdy hodnoty pH vzrostly s časem z hodnoty 6,61 na hodnotu 7,48 k neutrální oblasti pH.



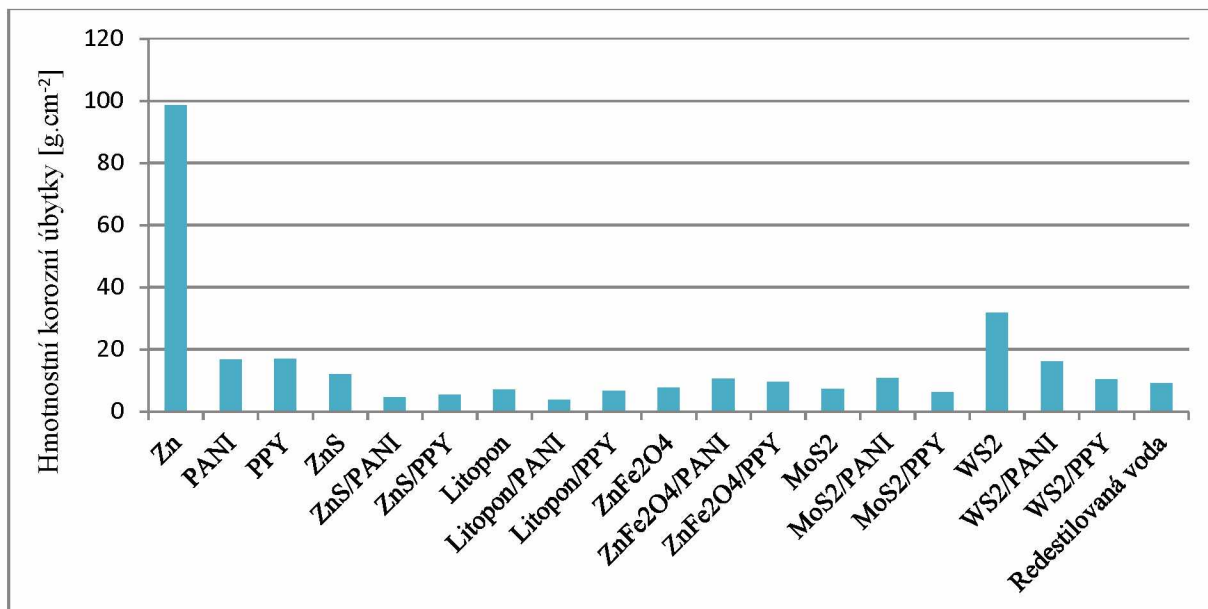
GRAF 1: Grafické znázornění pH, 1. den a 28. den

Měrná elektrická vodivost u sférického zinku po dobu 28 dní se téměř nezměnila, hodnota se pohybovala okolo 24 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. U redestilované vody byla hodnota v první den změřena 3,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a po uplynutí 28. dní byla hodnota 7,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. U WS₂ byl zaznamenán největší nárůst vodivosti s časem, a to z hodnoty 26300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na hodnotu 38000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, tedy rozdíl vodivostí v čase 11700 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Také u PPY byl zaznamenán vyšší nárůst vodivosti v čase s rozdílem 4640 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Naopak největší pokles měrné vodivosti v čase 28. dní byl zaznamenán u WS₂/PANI s rozdílem 5610 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



GRAF 2: Grafické znázornění měrné elektrické vodivosti. 1. den a 28. den.

Nejvyšší korozní úbytek byl zaznamenán u sférického zinku, u kterého byla hodnota $98,64 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$ a u WS_2 , u kterého byla zjištěna hodnota $32 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$. Naopak nejnižší hodnota korozních úbytků byla naměřena u pigmentů Litopon/PANI ($3,87 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$) a ZnS/PANI ($4,73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$). U redestilované vody byla zjištěná hodnota korozních úbytků $9,21 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$.



GRAF 3: Stanovení hmotnostních korozních úbytků z vodných výluh pigmentů a redestilované vody.

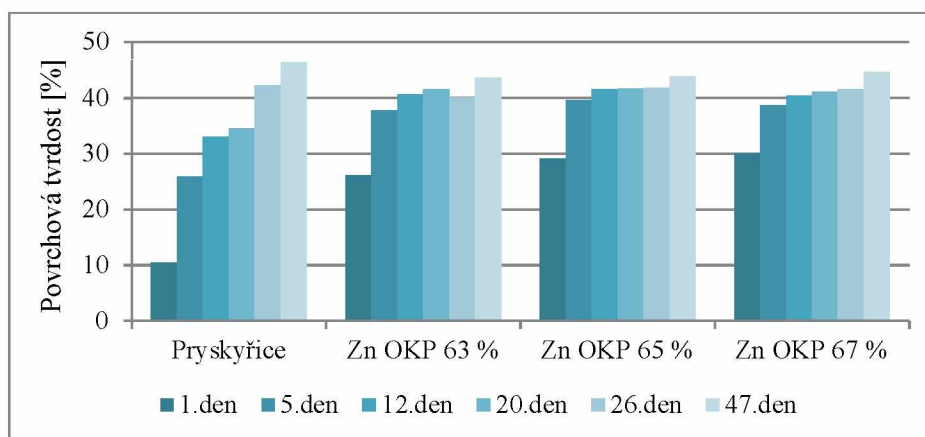
Závěry z výsledků při stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a korozních úbytků.

- Nejnižší pH vykazoval pigment WS₂/PANI, který zároveň dosahoval k vyšší elektrické vodivosti (8030 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$)
- Nižší pH PPY a PANI je v důsledku deprotonizace jejich solí
- Vyšší hodnoty měrné elektrické vodivosti v systému s obsahem solí vodivých polymerů je v důsledku deprotonizace
- Nejvyšší hodnota korozních úbytků byla zaznamenána u sférického zinku (98,64 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)

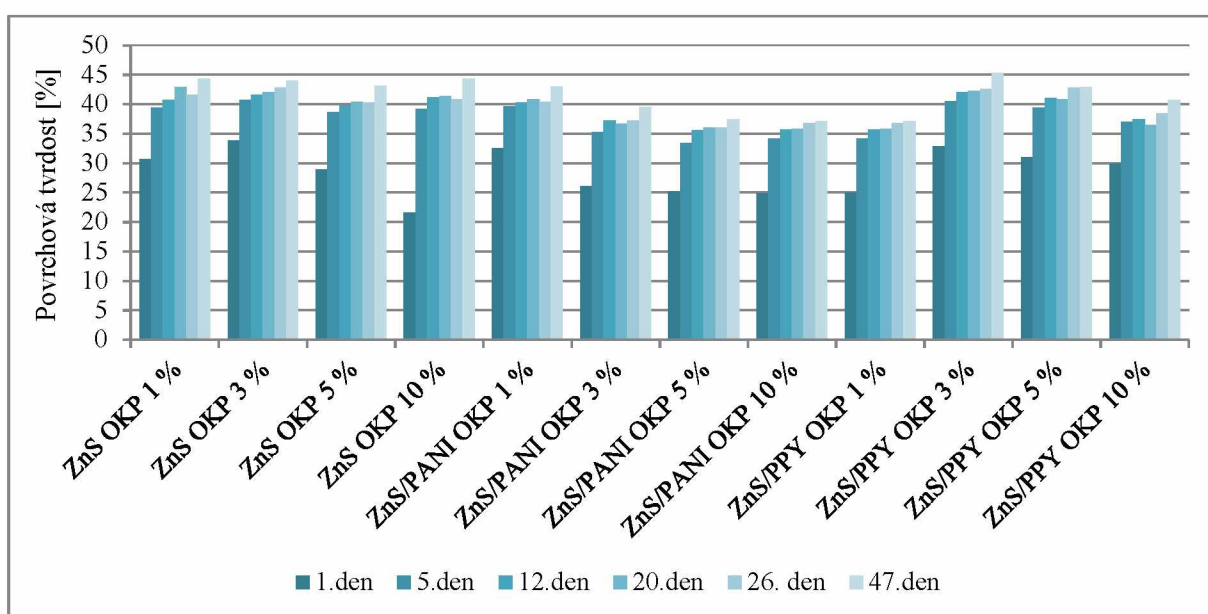
5.2. Diskuze k hodnocení vlastností nátěrových filmů pomocí fyzikálně – mechanických zkoušek.**5.2.1. Diskuze k povrchové tvrdosti organických povlaků.**

U všech připravených nátěrových filmů byly sledovány změny povrchové tvrdosti v čase. Relativní povrchová tvrdost byla sledována po dobu 47. dnů, a naměřené hodnoty jsou uvedeny v kapitole 4.2.1. a v tabulkách 28 - 33. Relativní povrchová tvrdost byla měřena na kyvadlovém přístroji typu Persoz. Přístroj funguje na principu tlumení času kyvadla na měřeném vzorku. Čím kratší doba oscilace, tím je povrch měřeného vzorku s nátěrovým filmem měkčí. Výsledné hodnoty byly přepočítány dle vzorce vztaženého ke skleněnému standardu, který odpovídá 100% tvrdosti.

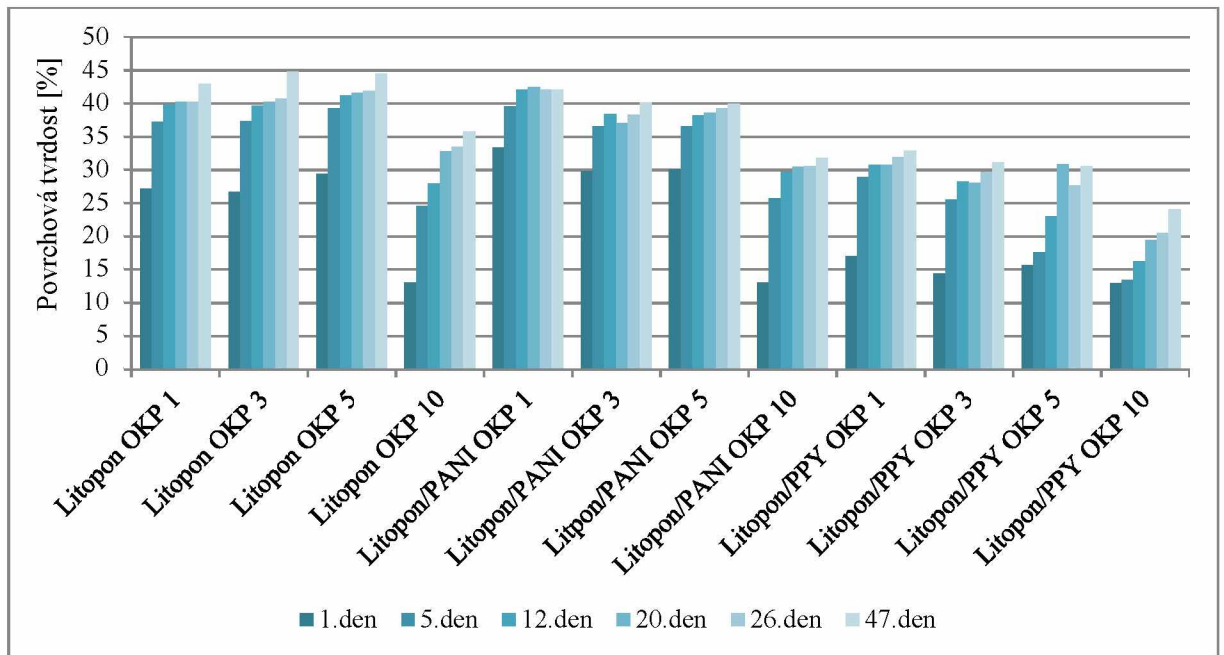
Změny povrchové tvrdosti organických povlaků v závislosti na čase jsou uvedeny v grafech 4 – 8. Bylo pozorováno, že v závislosti růstu OKP, klesá povrchová tvrdost organických nátěrů. Klesající tvrdost je způsobena povrchovou úpravou vodivými polymery, který snižují rychlost zasychání.



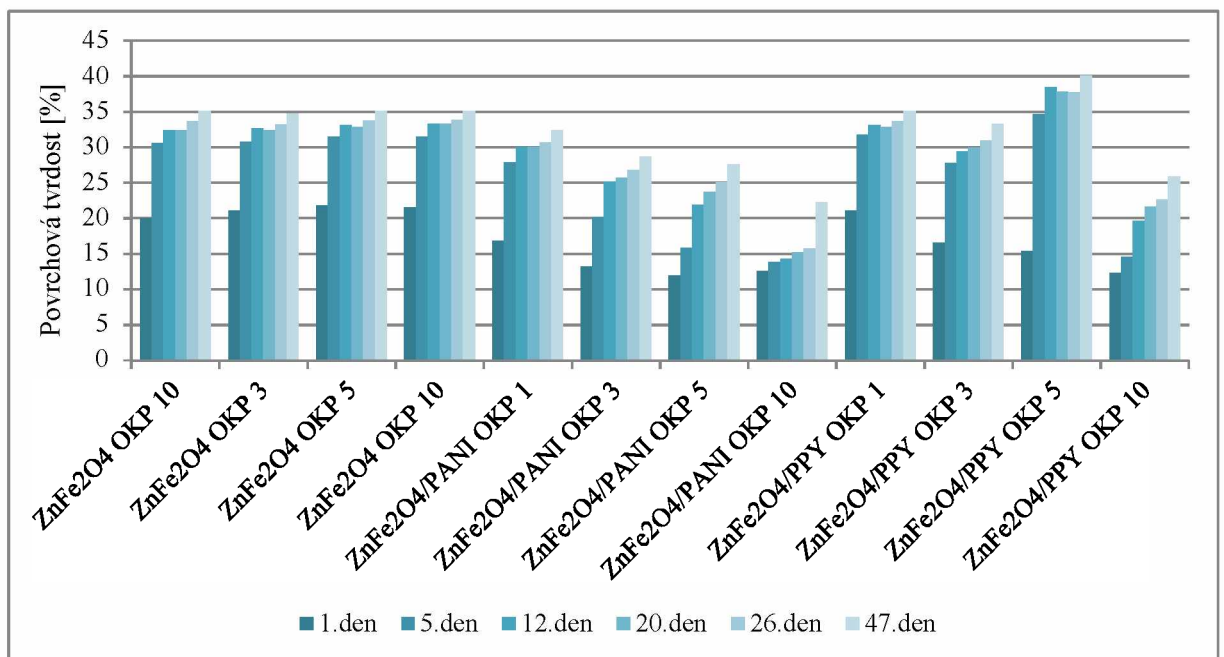
GRAF 4: Časová závislost tvrdosti organických povlaků s obsahem sférického zinku.



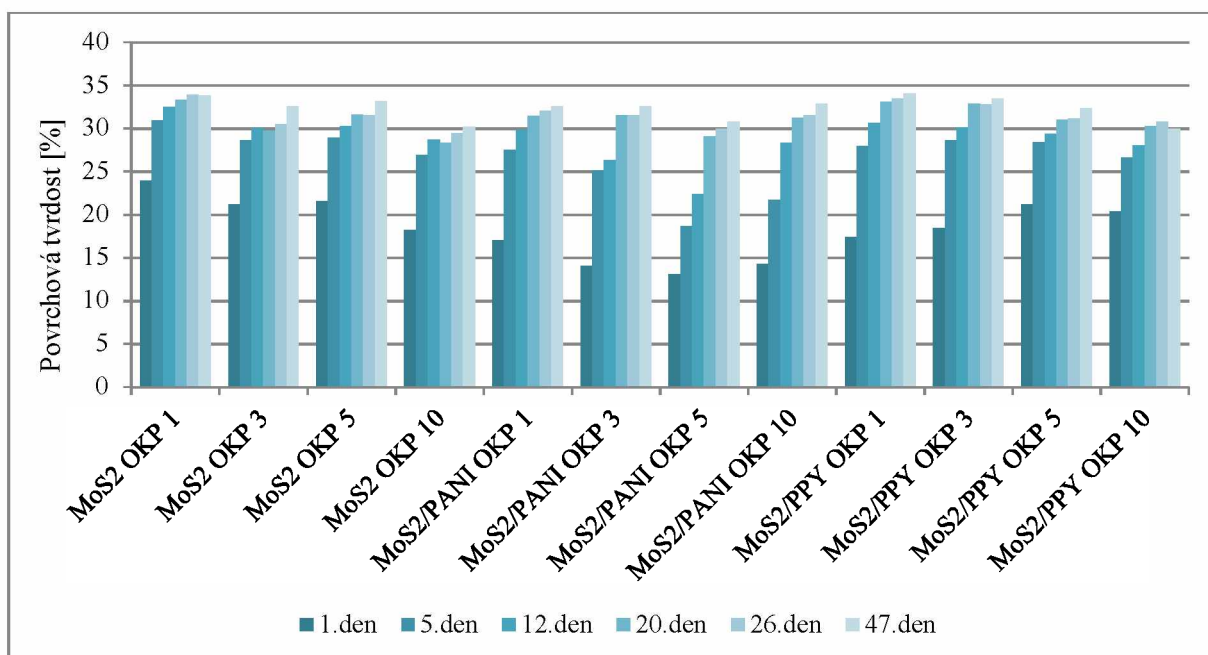
GRAF 5: Časová závislost tvrdosti organických povlaků s obsahem ZnS, ZnS/PANI a ZnS/PPY.



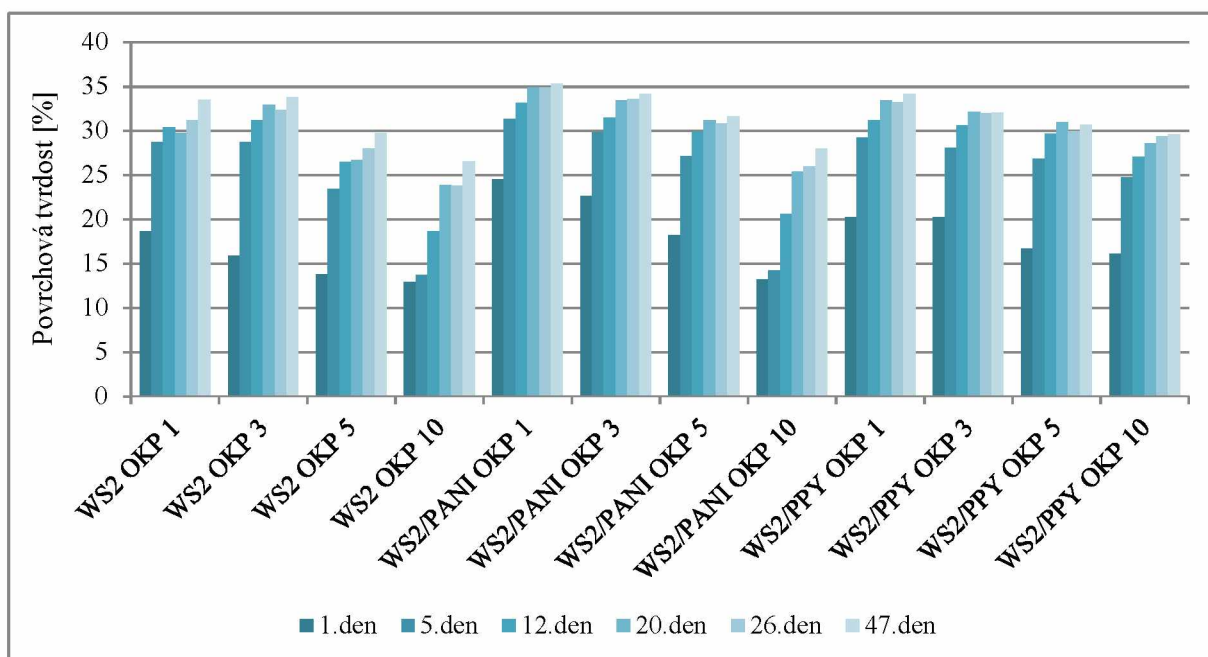
GRAF 6: Časová závislost organických povlaků s obsahem Litopon, Litopon/PANI a Litopon/PPY.



GRAF 7: Časová závislost tvrdosti organických povlaků s obsahem $ZnFe_2O_4$, $ZnFe_2O_4/PANI$ a $ZnFe_2O_4/PPY$.



GRAF 8: Časová závislost tvrdosti organických povlaků s obsahem MoS₂, MoS₂/PANI a MoS₂/PPY.



GRAF 9: Časová závislost tvrdosti organických povlaků s obsahem WS₂, WS₂/PANI a WS₂/PPY.

U nátěrových povlaků s obsahem ZnS došlo se vzrůstající koncentrací ke snížení tvrdosti. Nejvyšší tvrdost byla tedy zaznamenána u OKP 1 % (44,26 %). S povrchovou úpravou vodivým polymerem PANI je tvrdost nižší než u ZnS, ale stále roste s koncentrací. Nižší tvrdost u PANI je způsobena zpomaleným zasycháním nátěrového filmu. Nejvyšší tvrdost byla zaznamenána u OKP 1 % (42 %). S povrchovou úpravou PPY byla také

zaznamenána nejvyšší hodnota u OKP 1 % (45,29 %). Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenána u OKP 10 % (35,43 %).

U nátěrového povlaku s obsahem Litoponu byly zaznamenány nejvyšší hodnoty povrchové tvrdosti u OKP 3 % (44,75 %) a OKP 5 % (44,44 %). Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenána u OKP 10 % (35,81 %). Vlivem povrchové úpravy s vodivými polymery se vzrůstající koncentrací dochází ke snížení povrchové tvrdosti. Nejvyšší hodnota s povrchovou úpravou PANI byla zaznamenána u OKP 1 % (42,03 %). U povrchové úpravy s PPY byla nejvyšší hodnota zaznamenána u OKP 1 % (24,12 %).

U nátěrového povlaku s obsahem $ZnFe_2O_4$ byly zaznamenány stejné hodnoty u OKP 1, 3 a 10 % (35,12 %). Vlivem povrchové úpravy došlo ke snížení tvrdosti s rostoucí koncentrací. Nejnižší hodnoty u PANI byly zaznamenány u OKP 10 % (22,24 %) a nejnižší hodnoty u PPY byly zaznamenány u OKP 10 % (25,87 %).

U MoS_2 povrchová tvrdost s rostoucí koncentrací klesala. Nejvyšší hodnota tvrdosti byla zaznamenána u OKP 1 % (33,84 %). Povrchová úprava vodivými polymery neměla na tvrdost vliv. Nejvyšší hodnota u PANI byla zaznamenána u OKP 1 % (32,55 %), se srovnáním s MoS_2 je hodnota nižší, zatímco u povrchové úpravy s PPY je hodnota při OKP 1 % (34,07 %) vyšší.

U WS_2 je zaznamenána nejvyšší hodnota povrchové tvrdosti u OKP 1 % (33,49 %). Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenána u OKP 10 % (29,63 %). S rostoucí koncentrací, klesá povrchová tvrdost organického nátěru. Vliv povrchové úpravy vodivými polymery nemá vliv na změnu povrchové tvrdosti. Nejvyšší hodnota u povrchové úpravy s PANI byla zaznamenána u OKP 1 % (35,46 %), zatímco u povrchové úpravy s PPY byla zaznamenána hodnota 34,19 %).

Samotná epoxyesterová pryskyřice vykazovala hodnotu povrchové tvrdosti 46,37 %. U standardu Zn při OKP 67 %, byla tvrdost naměřena 44, 65 %. Nejvyšší naměřená hodnota povrchové tvrdosti u pigmentovaných organických povlaků byla zaznamenána u ZnS/PPY při OKP 1 % (45,29 %). Naopak nejnižší hodnotu povrchové tvrdosti vykazoval $ZnFe_2O_4$ /PANI při OKP 10 % (22,24 %).

Závěry z výsledků relativní povrchové tvrdosti.

- Povrchová tvrdost v závislosti na čase u všech organických filmů vzrostla

- Nejvyšší hodnota u pigmentovaných organických povlaků byla zaznamenána u ZnS/PPY při OKP 1 % (45,29 %)
- Nejnižší hodnota byla zaznamenána u ZnFe₂O₄/PANI při OKP 10 % (22,24 %).
- U většiny pigmentů byly nejmenší hodnoty zaznamenány u pigmentů s povrchovou úpravou PANI, vlivem zpomalení zasychání
- U nátěrového filmu s obsahem MoS₂ a WS₂ povrchová úprava vodivými polymery neměla vliv na tvrdost filmu.

5.3. Diskuze k výsledkům mechanických zkoušek.

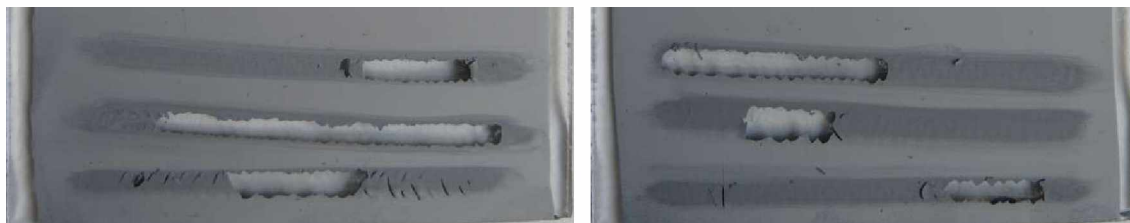
5.3.1. Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek na skleněných panelech.

Na skleněných panelech bylo provedeno měření lesku, MEK test a Buchholzova vrypová zkouška.

Měření lesku proběhlo 1, 5, 12, 20, 26 a 47 den. Výsledky jsou uvedeny pouze 1 a 47 den v kapitole 4.2.2 a tabulkách 34 - 39. Hodnoty lesku se téměř po dobu 47. dnů neměnili. Lesk byl měřen při geometrii 20°, 60° a 85°. Vyšší hodnoty lesku značí hladký povrch nátěrového filmu. U všech měřených vzorků s nátěrovým filmem byla zjištěna podobnost hodnot získaných 1. den a 47. den. Nepatrná změna byla pouze u měření pod úhlem 85°, kdy hodnoty klesly. Hodnoty jsou velice nízké, to značí matnost materiálu. Povrchová úprava vodivými polymery nemá vliv na lesk.

Pomocí zkoušky MEK testu byl zjišťován stupeň vytvrzení organického filmu. Zkouška byla provedena 5, 12 a 20 den. U všech testovaných pigmentů se s časem zvyšoval stupeň obnažení nátěru na podklad. Největší rozdíly v čase do obnažení na podklad byly zaznamenány u ZnS OKP = 10 %, kdy hodnota po 20. dnech byla 128 sekund, u ZnS při OKP 10 % a Zn OKP 65 %, byla hodnota 110 sekund. Oproti tomu u Litoponu s PPY při OKP 3 % bylo pouze 8 sekund do oděru na podklad.

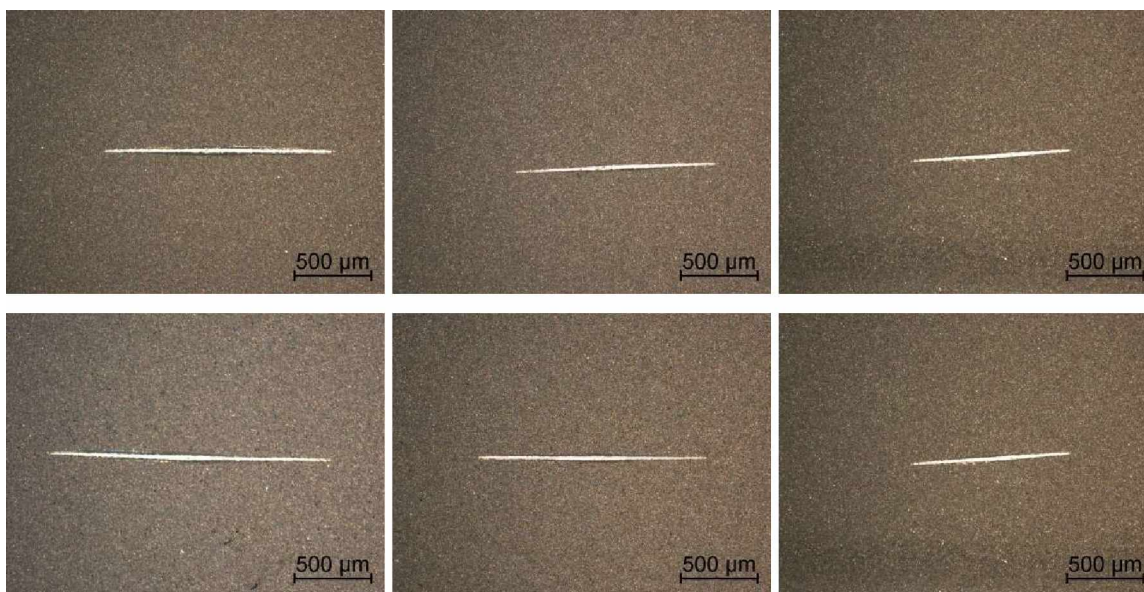
Na obrázku 14 je ukázka stanovení odolnosti nátěru pomocí MEK testu v závislosti na čase 5, 12 a 20. den. Vlevo je nátěrový film s obsahem ZnS/PANI při OKP 1 %, kdy 5. den došlo k obnažení na podklad po 29 sekundách, 12. den po 32 sekundách a 20. den po 46 sekundách. U druhého vzorku s obsahem Litopon při OKP 10 %, došlo 5. den k obnažení na podklad po 16 sekundách, 12. den po 28 sekundách a 20. den po 56 sekundách.



OBRÁZEK 14: Ukázka zkoušky odolnosti nátěru pomocí MEK testu. Vlevo ZnS/PANI OKP 1 %, vpravo Litopon OKP 10 %. 5. den nejvýše, 20. den nejnižší.

Buchholzova vrypová zkouška byla provedena v čase 5, 12 a 20. den. Při OKP 10 % u pigmentů Litopon/PPY, $ZnFe_2O_4$ /PANI, WS_2 a WS_2 /PPY byla hodnota 19 mm. Nejnižší hodnota byla změřena u Zn při OKP 63 a 65, a to 13 mm. V závislosti na čase se tvrdost organického povlaku zvyšovala a vryp se zmenšoval. Vodivý polymery neměli vliv na tvrdost nátěrového filmu.

Na obrázku 15 je ukázka Buchholzovy vrypové zkoušky měnící se v čase 5, 12 a 20. den. Nahoře je nátěrový film s obsahem ZnS při OKP 1 %, kdy v 5 den měření byla hodnota délky vrypu více jak 20 mm, u 12. dne měření byla délka vrypu 16 mm a při 20. dni byla délka vrypu 14 mm. Na obrázku dole je nátěrový film s obsahem Litoponu při OKP 3 %. V 5. den měření byla hodnota délky vrypu více jak 20 mm, u 12. dne byla délka vrypu 17 mm a při 20 dni byla délka vrypu 15 mm.



1. **OBRÁZEK 15:** Ukázka hodnocení tvrdosti organických povlaků pomocí Buchholzovy vrypové zkoušky v čase 5, 12 a 20 den zleva. Nahoře organický povlak s obsahem ZnS při OKP 1 % a dole organická povlak s obsahem Litoponu při OKP 3 %.

Závěry z mechanických zkoušek na skleněných panelech.

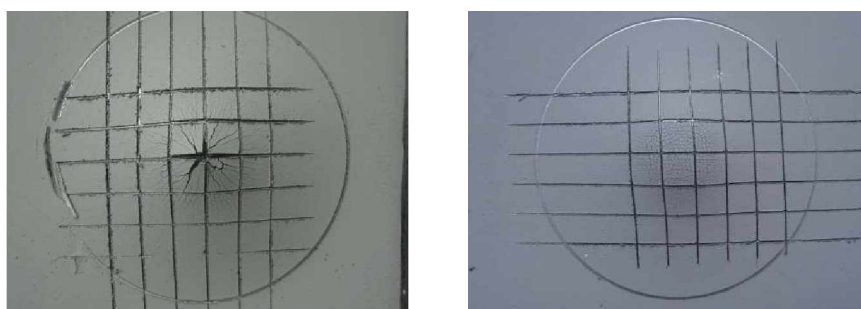
- Hodnoty při geometrii 80° klesaly.
- Vodivé polymery neměly vliv na výslednou hodnotu lesku ani odolnost proti vtisku nátěrového filmu.
- Nejvyšší chemická odolnost byla zjištěna 128 sekund u ZnS při OKP 10 %
- Nejnižší hodnota byla zjištěna u Litoponu/PANI při OKP 3, a to 8 sekund

- U nátěrového filmu se v závislosti na čase zvyšovala odolnost proti vtisku, kdy délka vrypu byla menší.

5.3.2. Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek na ocelových panelech.

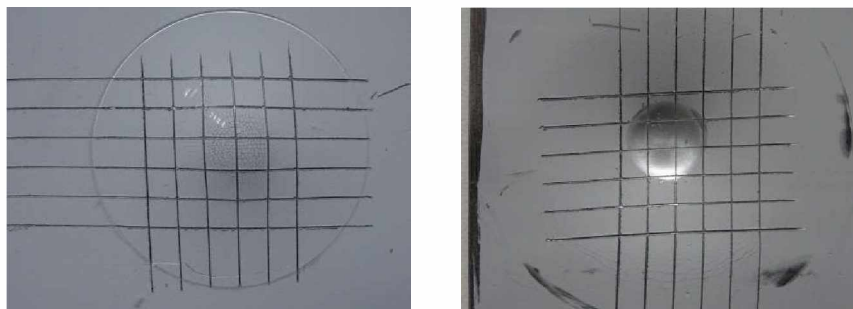
Mechanické zkoušky byly provedeny na vzorkách s organickým nátěrem a tloušťkou $100 \pm 10 \mu\text{m}$. Na test přilnavosti byla zhotovena mřížka $5 \times 3 \text{ mm}$, dále bylo provedeno hloubení, před kterým byla vytvořena mřížka $5 \times 3 \text{ mm}$. Byl proveden úder z rubu, kde byla také na povlaku vytvořena mřížka $5 \times 3 \text{ mm}$ a úder byl proveden z výšky 75 cm a 50 cm. Úder z líce byl také prováděn přes vytvořenou mřížku $5 \times 3 \text{ mm}$ z výšky 100 cm. Nakonec byl proveden ohyb přes trn o průměru 6 mm a 2 mm.

U všech testovaných organických povlaků byl stupeň přilnavosti 0. Při hloubení došlo ke ztrátě přilnavosti u ZnS/PPY při OKP 3 % (5,86 mm), ZnS/PPY při OKP 5 % (4,95 mm) a u ZnFe₂O₄/PPY (6,63 mm). U ostatních testovaných nátěrových povlaků došlo pouze k výskytu mikroprasklin, jejich četnost se s rostoucím OKP snižovala.



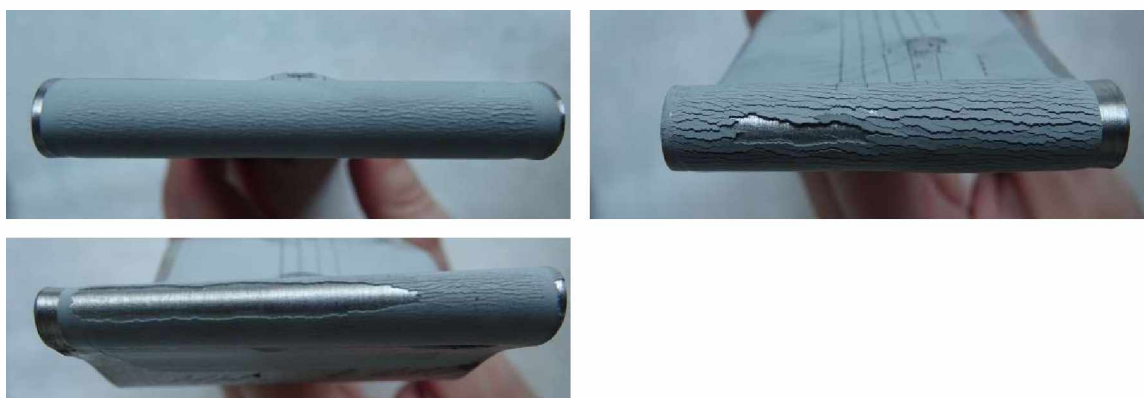
OBRÁZEK 16: Hodnocení povlaku po testu hloubením. Vlevo ZnS/PPY při OKP 5 %, kdy došlo ke ztrátě přilnavosti. Vpravo WS₂ při OKP 10 % výskyt mikroprasklinek povlaku.

Zkouška úderem byla provedena z rubu a líce vždy přes předem vytvořenou mřížku $5 \times 3 \text{ mm}$. Nejprve byla provedena zkouška úderem z rubu, kdy bylo nejprve spuštěno závaží z výšky 75 cm, a poté z výšky 50 cm. U výšky 75 cm došlo k poškození až na podklad u Zn při OKP 65 % a 67 %, ZnS při OKP 10 %, ZnS/PANI při OKP 3 %, ZnS/PPY Při OKP 3 % a 5 %, Litopon při OKP 5 % a 10 %, Litopon/PANI při OKP 3 % a 5 %, Litopon/PPY při OKP 1 % a 5 % a ZnFe₂O₄/PPY při OKP 3 %. Poté bylo spouštěno závaží z výšky 50 cm, u této výšky došlo ke ztrátě přilnavosti u organických povlaků s obsahem Zn při OKP 67 %, Litopon/PPY při OKP 1 % a ZnFe₂O₄/PPY při OKP 3 %. Při testování úderem z líce bylo závaží spuštěno z výšky 100 cm, při této výšce nedošlo ke ztrátě přilnavosti.



OBRÁZEK 17: Hodnocení ztráty přilnavosti povlaku úderem. Vlevo ZnS/PPY při OKP 5 % úderem z rubu a vpravo WS_2 při OKP 10 % úderu z lícu.

Při ohybu přes trn o průměru 6 mm nedošlo k poškození organického povlaku. Při ohybu přes trn s průměrem 2 mm došlo k porušení povlaku na podklad u Litopon/PANI při OKP 1 % a Litopon/PPY při OKP 1%.



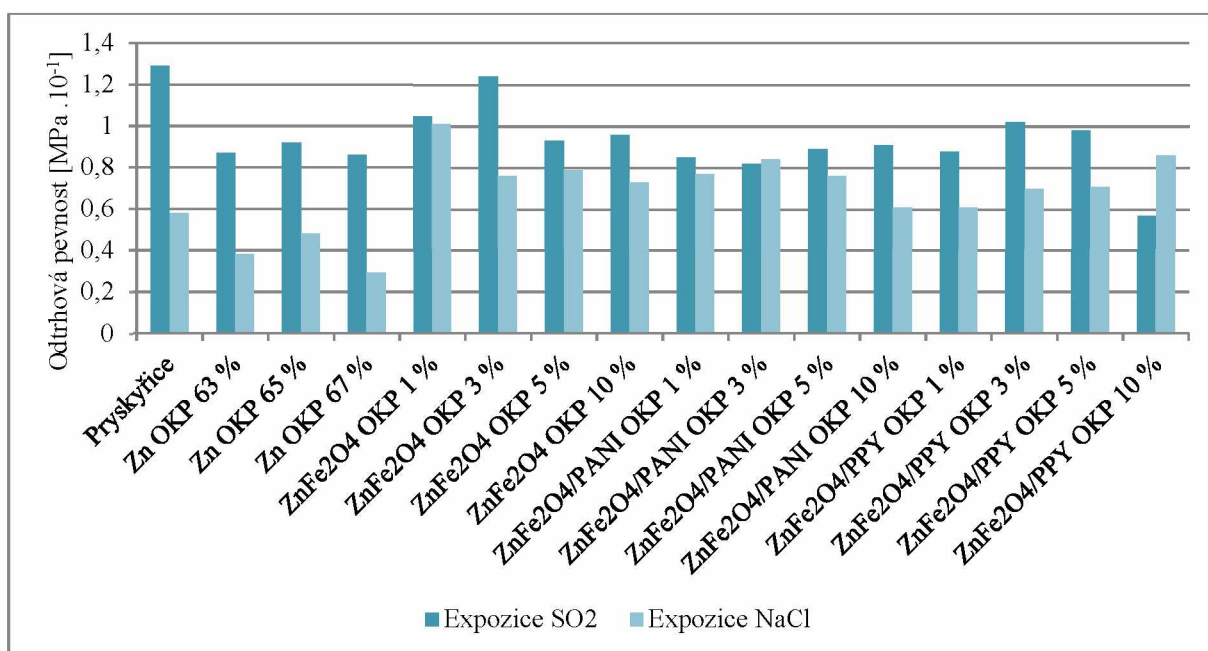
OBRÁZEK 18: Hodnocení ztráty přilnavosti povlaku ohybem. Vlevo nahoře MoS_2 /PPY při OKP 10 %, Litopon/PPY při OKP 1 % a vlevo dole Litopon/PPY při OKP 1 %.

Závěry z mechanických zkoušek na ocelových panelech.

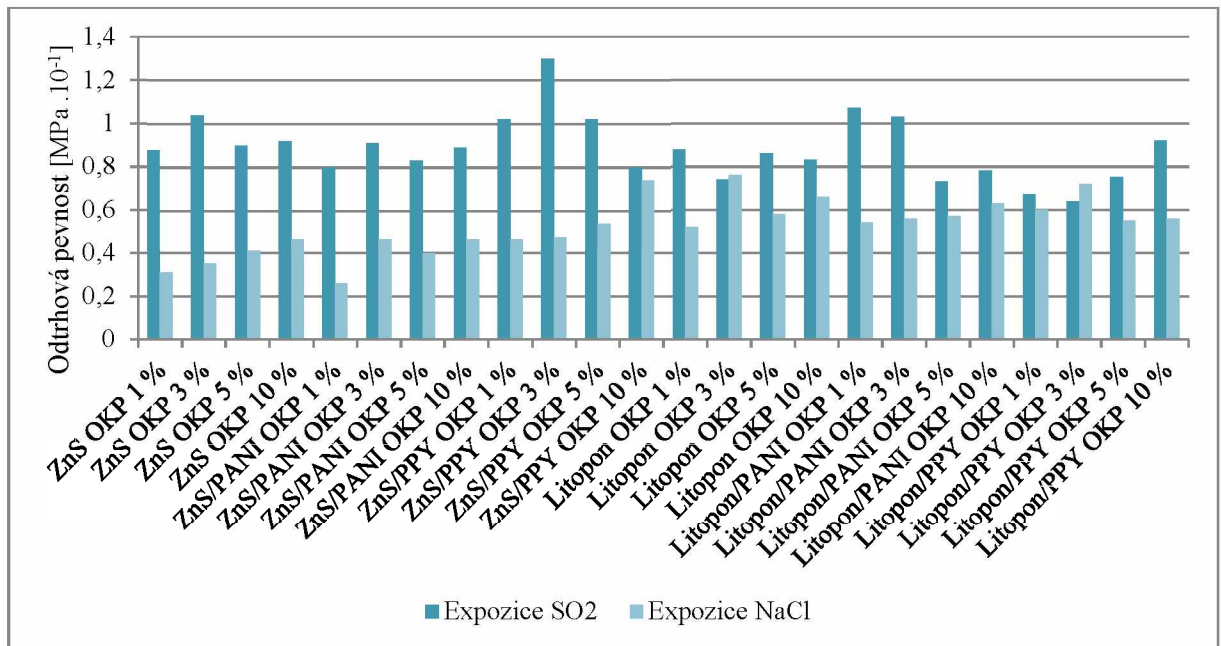
- U všech testovaných organických povlaků byl stupeň přilnavosti 0.
- Nejnižší odolnost proti hloubení vykazovaly povlaky s obsahem ZnS/PPY při OKP 3 % (5,86 mm), ZnS/PPY při OKP 5 % (4,95 mm) a u $ZnFe_2O_4$ /PPY (6,63 mm).
- Při zkoušce úderem z lícu došlo k poruše povlaku na podklad u Zn při OKP 67 %, Litopon/PPY při OKP 1 % a $ZnFe_2O_4$ /PPY při OKP 3 %.
- Při ohybu přes trn 2 mm došlo ke ztrátě přilnavosti povlaků s obsahem Litopon/PANI při OKP 1 % a Litopon/PPY při OKP 1%.
- Vodivé polymery nemají vliv na mechanické zkoušky.

5.4. Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky.

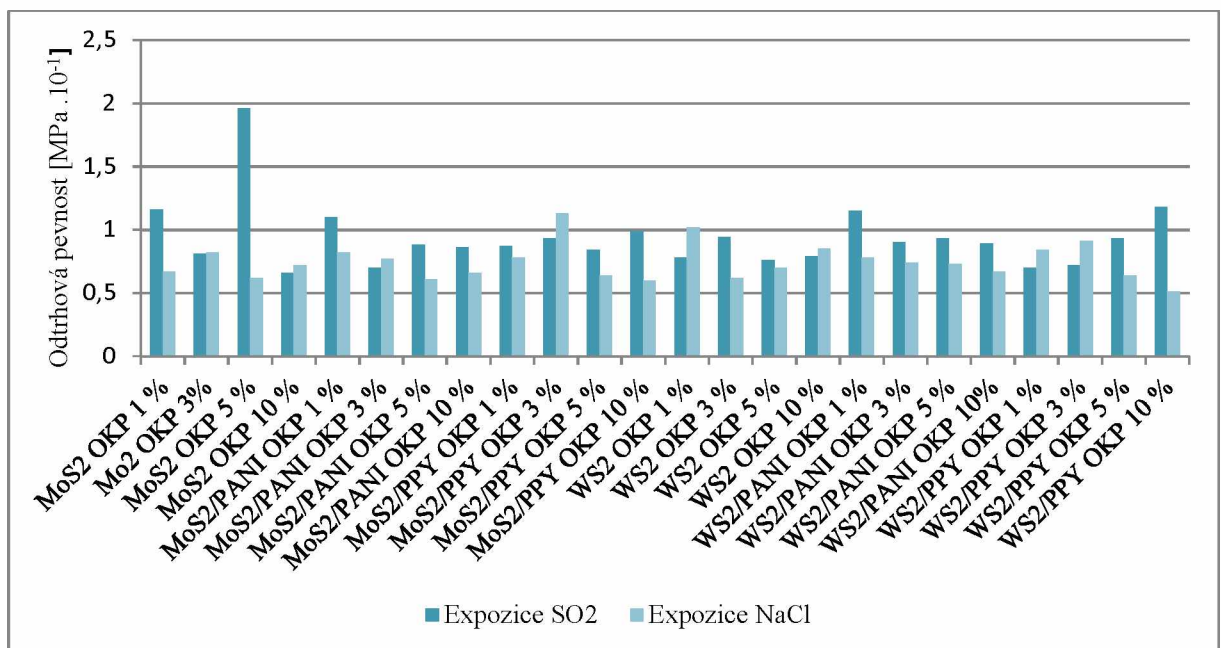
Odrhová zkouška byla provedena na ocelových panelech s organickým filmem, které byly vystaveny v atmosféře solné mlhy po dobu 1056 hodin a po expozici v atmosféře SO₂ po dobu 600 hodin. Byly použity kovové terče o průměru 20 mm, které byly nalepeny na ocelový panel s organickým filmem pomocí dvousložkového epoxidového lepidla. Po 24 hodinách byla provedena odtrhová zkouška přístrojem. Pomocí této zkoušky byly vyhodnoceny druhy lomu a odtrhové síly, které byly přepočítány na výslednou odtrhovou pevnost.



GRAF 10: Grafické porovnání odtrhové pevnosti v atmosféře solné mlhy a atmosféře SO₂, Zn a ZnFe₂O₄



GRAF 11: Grafické porovnání odtrhové pevnosti v atmosféře solné mlhy a atmosféře SO₂, ZnS a litoponu



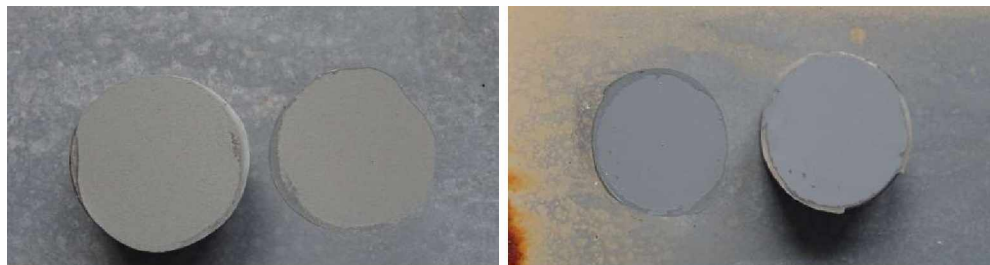
GRAF 12: Grafické porovnání odtrhové pevnosti v atmosféře solné mlhy a atmosféře SO₂, MoS₂ a WS₂

5.4.1. Odtrh po expozici v atmosféře SO₂.

U organických povlaků po 600 hodinové expozici v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého byl proveden odtrh.

Nejvyšší odtrhová pevnost byla zaznamenána u ZnS/PPY při OKP 3 % (1,30 MPa · 10⁻¹). Odtrhová pevnost více než 1 [MPa · 10⁻¹] byla naměřena u pigmentovaných povlaků s obsahem ZnS OKP 3 %, ZnS/PPY 1 a 3 %, Litopon/PANI OKP 1 %, ZnFe₂O₄

OKP 1 a 3 %, $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PPY}$ OKP 3 %, MoS_2 OKP 1 a 5 % MoS_2/PANI OKP 3 %, WS_2/PANI OKP 1 a WS_2/PPY OKP 10. Naopak nejmenší odtrhová pevnost byla u $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{PPY}$ při OKP 10 %. Povrchová úprava vodivými polymery neměla vliv na přilnavost nátěrového filmu.



OBRÁZEK 19: Ukázka terčiku a podkladu po odtrhové zkoušce expozice v atmosféře SO_2 . Vlevo organický povlak s obsahem ZnS/PPY OKP 5 % a vpravo organický povlak s obsahem ZnFe_2O_4 OKP 3 %.

5.4.2. Odtrh po expozici v neutrální solné mlze.

Nejvyšší odtrhová pevnost byla zaznamenána u organického povlaku s obsahem MoS₂/PPY při OKP 3 %. (1,13 MPa·10⁻¹). Naopak nejmenší odtrhová pevnost byla zaznamenána u organického povlaku s obsahem ZnS/PANI při OKP 1 % (0,26 MPa·10⁻¹). Ani u expozice v atmosféře neutrální solné mlhy neměla povrchová úprava vodivými pigmenty vliv na přilnavost.



OBRÁZEK 20: Ukázka terčíku a podkladu po odtrhové zkoušce expozice v atmosféře neutrální solné mlhy. Vlevo organický povlak s obsahem ZnS/PPY OKP 5 % a vpravo organický povlak s obsahem ZnFe₂O₄ OKP 3 %.

Závěry z výsledků odtrhové zkoušky

- Organické povlaky z expozice atmosféry SO₂ mají větší odtrhovou pevnost než organické povlaky z expozice atmosféry solné mlhy v důsledku výskytu puchýřů.
- Výskyt puchýřů snižuje přilnavost organických povlaků, a snižuje odtrhovou pevnost
- Povrchová úprava PANI a PPY neměla vliv na přilnavost nátěrového filmu po expozici v obou korozních atmosférách.

5.5. Diskuze k hodnocení vlastností nátěrů pomocí zrychlených korozních zkoušek.

5.5.1. Diskuze k hodnocení projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny korozního prostředí.

Na ocelové panely s organickým povlakem bylo nalepeno 6 skleněných válečků. Do každého válečku byl nalit pufr o různém pH (2, 4, 6, 8, 10 a 12). Zkouška trvala 28 dní, poté byly vyhodnoceny puchýře v ploše, koroze a prokorodování v ploše a byl odstraněn nátěr, kdy byly vyhodnoceny procenta koroze v ploše ocelového panelu. U pH = 2 se během zkoušky uvolňovaly bublinky vodíku, tím se prokázala vodíková depolarizace. Díky vodíkové depolarizaci byla silná koroze při pH = 2.

U organických nátěrů s obsahem ZnS se při pH 2 objevili puchýře u OKP 1, 5 a 10 % (2M – 6M), při pH 4 se puchýře neobjevily. Při pH 6 se vyskytly puchýře v ploše pouze u OKP 10 % (8F), u pH 8 se vyskytly puchýře u OKP 3 a 10 % (8F). Puchýře se také vyskytly u pH 10 (8F – 4MD) a bylo zaznamenáno prokorodování v ploše (0,03 – 3 %). U pH 12 byla vyhodnocena vyšší četnost puchýřů v ploše (8F – 2F), také zde byla vyhodnocena nejvíce prokorodovaná plocha (3 – 33 %). S povrchovou úpravou ZnS/PANI byly u pH 2 vyhodnoceny puchýře (4F – 4M), u pH 4 nebyl výskyt žádných puchýřů. U pH 6 byl vyhodnocen výskyt puchýřů při OKP 10 % (8F), u pH 8 byl zaznamenán výskyt puchýřů u OKP 1 % (8F) a OKP 10 % (4M). Při pH 10 se puchýře objevili u OKP 3, 5 a 10 % (4MD) a objevila se i prokorodovaná plocha u OKP 3 a 10 % (1 %). U pH 12 se vyskytly puchýře u všech koncentrací (6F – 4M), a prokorodovaná plocha (3 – 33 %). S povrchovou úpravou s ZnS/PPY se při pH 2 objevily puchýře u všech koncentrací (4MD - 4M), u pH 4 a 6 se puchýře neobjevili, při pH 8 byl výskyt puchýřů pouze u OKP 5 % (8F), u pH 10 byly zaznamenány puchýře v ploše u OKP 3 % (4M), 5 % (4M) a 10 % (8F). Při pH 10 bylo zaznamenáno prokorodování plochy (1 – 10 %).

U povlaků s povrchovou úpravou PPY byly výsledky lepší, naopak s povrchovou úpravou PANI byly výsledky nižší. Po odstranění nátěrových filmů byla vyhodnocena koroze podkladu. U ZnS byla vyhodnocena nejčtenější koroze u OKP 10 % (100 %) při pH 6, a také při pH 10 a OKP 5 a 10 % (50 %). U povrchové úpravy s ZnS/PANI byla nejčtenější koroze vyhodnocena u pH 10 a 12 při OKP 10 % (100 %), a také při OKP 3 % (50 %). S povrchovou úpravou ZnS/PPY byla nejčtenější koroze hodnocena u pH 6 a 8 při OKP 10 a 3 % (100 %), při pH 8 a 10 při OKP 10 a 3 % byla koroze podkladu hodnocena 50 %. Při pH 12 byla koroze při všech koncentracích hodnocena 33 % koroze podkladu.

U organických povlaků s obsahem litoponu při pH 2 byly zaznamenány puchýře (4M – 2 MD), při pH 4, 6 a 8 se puchýře neobjevily. Při pH 10 byly zaznamenány puchýře u OKP 3 a 5 % (8F) s výskytem prokorodování plochy (1 %) a u OKP 1 % bylo pouze prokorodování plochy (0,03 %). U pH 12 byly zaznamenány puchýře u všech koncentrací (4F – 4M) s prokorodováním plochy (1% - 33 %). S povrchovou úpravou Litopon/PANI se při pH 2 puchýře objevili u všech koncentrací (4MD – 4M), při pH 4,6 a 8 se puchýře neobjevily. Při pH 10 se hodnoty zhoršily u OKP 3, 5 a 10 % (4MD – 6MD) a prokorodování povrchu bylo u OKP 5 a 10% (3 %). S povrchovou úpravou Litopon/PPY byly u pH 2 zaznamenány puchýře u všech koncentrací (4M – 4MD), při pH 4, 6, 8 nebyly puchýře objeveny. Při pH 10 byly puchýře zaznamenány u OKP 3 % (4M) a 5 % (6F) a prokorodování plochy u OKP 1, 5 a 10 (0,01 – 0,1 %). Puchýře byly objeveny i u pH 12 u všech koncentrací (4F a 6F) bylo

zaznamenáno i prokorodování plochy (0,03 – 10 %). Po odstranění nátěrového filmu byla hodnocena koroze 100 % u OKP 1 % při pH 10 a 12, a také u pH 10 při OKP 3 %. S povrchovou úpravou Litopon/PANI byla hodnocena nejčtenější koroze u pH 10 při OKP 5 % (100 %). Při pH 10 a OKP 3 a 10 % a také pH 12 a OKP 5 a 10 % byla koroze podkladu 50 %. U povrchové úpravy Litopon/PPY byla zaznamenána nejčtenější koroze u pH 10, při OKP 3 % (50 %).

U organických povlaků s obsahem $ZnFe_2O_4$ při pH 2 se objevily puchýře (4MD – 4M), a prokorodovaná plocha (100 %). U pH 4 se puchýře objevily u OKP 10 % (4F), při pH 6 se objevily puchýře (4F - 4M). Puchýře se objevily i u pH 8 (6F – 4M) s prokorodovanou plochou u OKP 1 % (0,03 %) a 10 % (16 %). Při pH 12 se objevila prokorodovaná plocha u OKP 1 % (0,1 %) a 10 % (10 %) a puchýře (8MD – 4F). S povrchovou úpravou vodivými polymery $ZnFe_2O_4$ /PANI a $ZnFe_2O_4$ /PPY se výsledky zlepšily. U povrchové úpravy s $ZnFe_2O_4$ /PANI při pH 2 došlo ke zmenšení puchýřů u OKP 1 % (4F) a 5 % (4M), u pH 4 se puchýře neobjevily, ale objevila se prokorodovaná plocha u OKP 3 % (0,01 %). U pH 6 byly zaznamenány puchýře u OKP 3 % (8F) a při OKP 10 % bylo zaznamenáno prokorodování plochy (0,1 %), při pH 10 nebyly puchýře ani prokorodování plochy. Puchýře (8F) byly zaznamenány u pH 12 u OKP 3 a 5 %, prokorodování plochy bylo zaznamenáno u OKP 1, 3 a 5 % (0,01 – 0,03 %). S povrchovou úpravou $ZnFe_2O_4$ /PPY se výsledky zlepšily. Při pH 2 je výskyt puchýřů (4MD – 4M), při pH 4 nebyly zaznamenány puchýře. U pH 6 a 8 byly zaznamenány puchýře u OKP 10 % (8F), při pH 10 puchýře zaznamenány nebyly, ale byla zaznamenána prokorodovaná plocha u OKP 10 % (0,1%). Při pH 12 byly zaznamenány puchýře při OKP 5 a 10 % a prokorodování v ploše u OKP 3, 5 a 10 % (0,01 – 1). Po odstranění nátěru byla vyhodnocena nejčtenější koroze u pH 10 při OKP 1 %. Při pH 4 nebyla vyhodnocena žádná koroze podkladu. S povrchovou úpravou $ZnFe_2O_4$ /PANI byla vyhodnocena nejčtenější koroze podkladu u pH 6 a 10 při OKP 3 % (100 %). Při pH 4 nebyla vyhodnocena žádná koroze. S povrchovou úpravou $ZnFe_2O_4$ /PPY byla zaznamenána četnost koroze pouze 50 % u pH 8 a OKP 3 a 5 %, a také u OKP 3 % při pH 6. U pH 2 a 4 nebyla žádná koroze.

U organických povlaků s obsahem MoS_2 při pH 2 byly objeveny největší puchýře u OKP 1 a 3 % (2MD), puchýře se také vyskytly u OKP 5 a 10 % (4M). U OKP 1 % byla prokorodovaná plocha (50 %). Při pH 4 puchýře objeveny nebyly, u pH 6 se puchýře objevily u OKP 1, 5 a 10 % (8F). U pH 8 byly puchýře objeveny při OKP 1 a 3 %. Při pH 10 byly puchýře v ploše objeveny pouze u OKP 5% (4F) a při pH 12 byly největší puchýře zaznamenány u OKP 1% (2M), u OKP 3,5 a 10% (8F-4F) a prokorodovaná plocha byla u

OKP 1 a 5 % (0,01%). S povrchovou úpravou vodivými polymery se výsledky spíše zhoršily. S povrchovou úpravou MoS₂/PANI byly u pH 2 pozorovány puchýře (4MD – 4D) s prokorodovanou plochou u OKP 1 % (50 %). U pH 4 byly puchýře zaznamenány u OKP 1, 3 a 10 % (4F – 4M). Puchýře byly zaznamenány i u pH 6 (4F – 4M) s prokorodovanou plochou u OKP 1, 3 a 5 % (0,01 – 3 %). U pH 10 a 12 byly zaznamenány puchýře (4F – 4M), také byla zaznamenána prokorodovaná plocha u OKP 5 a 10 % (1 – 3 %) při pH 10 a při pH 12 byla zaznamenána u OKP 3, 5 a 10 % (3%). S povrchovou úpravou MoS₂/PPY došlo k pozitivnímu ovlivnění puchýřů u pH 2 (4MD – 4D), plocha byla více prokorodovaná u OKP 1, 3 a 10 % (10 – 30 %). U pH 4 došlo k negativnímu ovlivnění puchýřů u OKP 1 a 3% (4F – 4M). Zvýšení četnosti puchýřů byl také u pH 6 při OKP 1, 3 a 10 % (6M – 4M) s prokorodovanou plochou u OKP 10 %. U pH 10 a 12 byly puchýře obdobné (4F – 4D). Prokorodovaná plocha byla u pH 10 při OKP 5 a 10 % (0,01 – 16 %) a u pH 12 (0,03 – 16 %). Po odstranění nátěru byla zhodnocena koroze podkladu. Nejvyšší četnost koroze u MoS₂ byla zhodnocena u pH 2 při OKP 1 a 3 %. Při pH 8 nebyla žádná koroze podkladu. Povrchová úprava s MoS₂/PANI měla negativní vliv na ochranu podkladu. Při pH 2 a 6 byla vyhodnocena největší četnost koroze při všech koncentracích (100 %). Při pH 4 nebyla žádná koroze. S povrchovou úpravou MoS₂/PPY byly také negativně ovlivněny výsledky. Při pH 2 a 6 a OKP 1 % byla vyhodnocena nejvyšší četnost koroze (100 %), také byla četnost koroze 100 % vyhodnocena u OKP 10 % při pH 6, 8 a 10.

U organického nátěru s obsahem WS₂ byly objeveny puchýře (4MD – 4D), s prokorodovanou plochou u OKP 1 % (10 %). Při pH 4 a 6 nebyly objeveny žádné puchýře ani prokorodovaná plocha. Při pH 10 byly objeveny puchýře u OKP 5 % (4F) a 10 % (2D). Puchýře u pH 12 byly objeveny pouze u OKP 10 % (8F) a prokorodovaná plocha (0,03 %). Pomocí povrchové úpravy došlo ke zhoršení výsledků. S povrchovou úpravou WS₂/PANI byly puchýře při pH 2 obdobné (4MD – 4D), prokorodovaná plocha byla při OKP 1, 3 a 5 % (10 – 50 %). Žádné puchýře se neobjevili u pH 4. Při pH 6 a 8 byl výskyt puchýřů podobný (6MD – 4M), s prokorodovanou plochou u pH 6 u všech koncentrací (3 – 16 %) a u pH 8 OKP 1 a 10 % (10 – 16 %). U pH 10 byl výskyt puchýřů u OKP 1, 5 a 10 % (4F – 4MD) s prokorodováním povlaku u OKP 1 % (50 %). U pH 12 byl výskyt puchýřů u OKP 1 % (2F), dále u ostatních OKP (4F – 4M). Prokorodovaná plocha byla zaznamenána u OKP 1, 3 a 5 % (3 – 16 %). S povrchovou úpravou WS₂/PPY byly u pH 2 zaznamenány puchýře (4D), s prokorodovaným povlakem (10 – 50 %). Při pH 4 nebyly objeveny puchýře. Při pH 6, 8, 10 a 12 byly zaznamenány puchýře (4F – 4MD), výjimkou bylo OKP 10 % při pH 10, kdy nebyly zaznamenány žádné puchýře. Prokorodování podkladu bylo u pH 6 (0,01 – 16 %), u

pH 8 při OKP 1 % (3 %), U pH 10 při OKP 1 a 3 % (3 – 10 %) a u pH 12 při OKP 1, 3 a 10 % (0,01 – 16 %). Po odstranění nátěru byla u WS₂ zhodnocena největší četnost koroze podkladu u pH 12 a OKP 10 %. Při pH 4 nebyla žádná koroze. S povrchovou úpravou WS₂/PANI byla zaznamenána nejvyšší četnost koroze podkladu u pH 6 při OKP 1,3 a 5 % a také u OKP 1 % a pH 2 a 8. Při pH 4 nebyla žádná koroze podkladu. A povrchová úprava WS₂/PPY také výsledky negativně ovlivnila, zejména u pH 6, kdy je koroze nejčetnější při všech koncentracích (100 %), dále také při pH 2 a 10 při OKP 3 % a pH 8 a 12 při OKP 1 %. Při pH 4 se koroze neobjevila až na výjimku u pH 4 a OKP 3 % (16 %).

Při pH = 2 byl výskyt puchýřů v ploše. U standardu se sférickým zinkem při OKP 67 % byla největší četnost puchýřů u pH = 10 (4M) a koroze v ploše 10 %, při pH = 4 nebyl žádný výskyt puchýřů ani koroze v ploše. Po odstranění nátěru byla nejvyšší četnost koroze podkladu zaznamenána u pH 2 při OKP 63 % (50 %). U samotné pryskyřice nebyl výskyt puchýřů při žádném pH pouze prokorodování, největší koroze byla při pH = 10 (10 %). Po odstranění nátěru byla četnost koroze podkladu 0,3 – 3 %.

Závěry z projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny korozního prostředí.

- Téměř u všech organických filmů při pH = 4 se neobjevily puchýře, výjimkami byly ZnFe₂O₄ při OKP 10 % a MoS₂ povrchově upravený vodivými polymery s PANI při OKP 1, 3 a 10 %, a s PPY při OKP = 1 a 3 %.
- Na nátěrové filmy s obsahem ZnS měli vliv vodivé polymery. Povrchová úprava ZnS/PPY výsledky ovlivňovala pozitivně, zatímco povrchová úprava s ZnS/PANI ovlivňovala hodnoty negativně.
- ZnFe₂O₄ v nátěrových hmotách způsobil 100 % korozi v ploše.
- Vlivem povrchové úpravy vodivými polymery u ZnFe₂O₄ se výsledky zlepšily.
- U MoS₂ a WS₂ se výsledky zhoršily vlivem povrchové úpravy vodivými polymery.

5.5.2. Diskuze k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl

Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy byla provedena s organickými filmy o tloušťce 100 ± 20 μm. Vzorky byly v komoře ponechány 1056 hodin a poté byly vyhodnoceny koroze v ploše, puchýře v ploše, puchýře a koroze v řezu a prokorodování plochy. U všech organických nátěrů se objevila koroze povlaku a osmotické puchýře, u povrchově upravených sulfidů byl i povrch pokryt bílou korozi.

U nátěrových povlaků s obsahem ZnS byly největší puchýře v ploše u OKP 1 % (2F). U OKP 3 a 10 % byly zaznamenány puchýře 4M. Koroze v ploše ani puchýře v řezu při všech koncentracích nebyly zaznamenány. Nebyla objevena ani koroze v řezu až na výjimku u OKP 5 % (0,1 mm). Povrchová úprava vodivými polymery ZnS/PANI měla horší výsledky než povrchová úprava s ZnS/PPY. S povrchovou úpravou ZnS/PANI se stupně puchýřů významně neměnily. Negativní vliv měl ZnS/PANI na korozi v ploše při OKP 3 % (10 %) a korozi v řezu u OKP 1, 5 a 10 % (0,1 – 0,5 mm). S povrchovou úpravou ZnS/PPY se puchýře v ploše neměnily, koroze v ploše ani koroze v řezu nebyla zaznamenána. Po odstranění nátěru u ZnS byla největší četnost koroze podkladu u OKP 10 % (16 %), nejmenší četnost koroze byla u OKP 3 % (3 %). S povrchovou úpravou ZnS/PANI byla koroze podkladu u všech koncentrací stejná (16 %). U povrchové úpravy s ZnS/PPY to bylo obdobné, výjimkou bylo OKP 3 % (3 %).

U nátěrových povlaků s obsahem Litoponu nebyla zaznamenána koroze ani puchýře v řezu. Koroze v ploše byla u všech koncentrací. Největší četnost byla u OKP 5 % (10 %), a také největší četnost puchýřů v ploše (4D). S povrchovou úpravou vodivými polymery došlo ke zlepšení výsledků. S povrchovou úpravou Litopon/PANI se koroze v ploše neobjevila s výjimkou při OKP 10 % (33 %). Četnost puchýřů v ploše se také zlepšila nejvíce u OKP 5 % (8F). Při OKP 3 a 10 % byla zaznamenána koroze v řezu (0,1 – 0,4 mm). S povrchovou úpravou Litopon/PPY byla koroze v ploše u OKP 1 % (10 %), puchýřů v ploše u OKP 10 % bylo méně než u Litoponu. Puchýře v řezu nebyly a koroze v řezu byla pouze u OKP 1 % (0,3 mm). Po odstranění organického povlaku u Litoponu byla koroze podkladu 16 – 33 %. Vodivé polymery měly pozitivní vliv na ochranu podkladu. S povrchovou úpravou Litopon/PANI byla zaznamenána nejmenší četnost koroze podkladu u OKP 5 % (1 %), dále pak u OKP 3 % (3 %), OKP 1 % (16 %) a OKP 10 % (50 %). Povrchová úprava s Litopon/PPY měla podobné výsledky jako Litopon/PANI. Nejmenší četnost koroze podkladu byla zaznamenána u OKP 10 % (3 %).

U nátěrových povlaků s obsahem ZnFe_2O_4 byla u všech koncentrací zjištěna koroze v ploše (10 – 16 %), puchýře byly u všech koncentrací (4MD), s výjimkou při OKP 5 % (4D). Byla zaznamenána koroze v řezu (0,1 – 0,3 mm). S povrchovou úpravou vodivým polymerem ZnFe_2O_4 /PANI četnost koroze v ploše klesla a vzrostla se zvyšující se koncentrací. Nejmenší četnost koroze byla zaznamenána u OKP 1 % (3 %) a u OKP 10 % (33 %). Se vzrůstající koncentrací se zvyšovala i četnost puchýřů, u OKP 1 % (4MD) a u OKP 10 % (4D). Puchýře v řezu nebyla a koroze v řezu byla zaznamenána 0,1 – 0,3 mm. U povrchové úpravy ZnFe_2O_4 /PPY četnost koroze rostla s koncentrací. U OKP 1 % byla nejmenší četnost puchýřů

(4M). A koroze v řezu byla u všech koncentrací (0,1 – 0,3), výjimkou byla OKP 1 %. Po odstranění nátěru u $ZnFe_2O_4$ koroze podkladu klesala se zvyšující se koncentrací. Největší četnost koroze podkladu je tedy zaznamenána u OKP 1 % (50 %). Vodivé polymery neměly vliv na ochranu podkladu proti korozi. U povrchové úpravy $ZnFe_2O_4/PANI$ a $ZnFe_2O_4/PPY$ rostla koroze podkladu se zvyšující se koncentrací (16 – 50 %).

U nátěrových hmot s obsahem MoS_2 koroze v ploše rostla se zvyšující se koncentrací. Puchýře byly u všech koncentrací stejné (4MD), puchýře v řezu ani koroze nebyly zaznamenány. Povrchová úprava vodivými polymery měla spíše negativní vliv na výsledky. S povrchovou úpravou $MoS_2/PANI$ roste koroze v ploše se vzrůstající koncentrací. Puchýře se zvýšily při OKP 1 a 5 % (4D) a objevila se koroze v ploše (0,1 – 0,5 mm). Při povrchové úpravě MoS_2/PPY vzrůstala koroze plochy s koncentrací. Puchýře v ploše byly zaznamenány (4MD), výjimkou bylo OKP 10 % (2MD). Koroze řezu byla 0,1 – 0,5 mm. Výjimkou bylo OKP 5 %. Po odstranění nátěru byla četnost u MoS_2 (33 – 50 %) s $MoS_2/PANI$ (33 – 50 %) a MoS_2/PPY měla lepší vliv na výsledky (33 %).

U organických povlaků s obsahem WS_2 se zvyšující se koncentrací vzrůstala četnost puchýřů. Nejvyšší četnost byla zaznamenána u OKP 10 % (2F), se vzrůstající koncentrací vzrůstala i koroze v ploše (1 – 3 %). Koroze v řezu byla zaznamenána 0,2 mm u všech koncentrací. Vlivem povrchové úpravy se koroze v ploše zvýšila. S povrchovou úpravou $WS_2/PANI$ puchýře v ploše zůstaly obdobně, výjimkou bylo zlepšení u OKP 10 % (4MD). Koroze v řezu byla zaznamenána (0,1 – 0,5 mm). Vlivem povrchové úpravy s WS_2/PPY se koroze nepatrně zvýšila a rostla se vzrůstající koncentrací. Puchýře byly u všech koncentrací stejné (4MD), s výjimkou při OKP 10 (2MD). Koroze řezu byla zaznamenána u OKP 1, 3 a 10 % (0,1 – 0,5 mm). Po odstranění nátěru u WS_2 nejmenší četnost koroze podkladu bylo při OKP 3 a 5 %). Koroze podkladu vzrostla s koncentrací vlivem vodivých polymerů (33 – 50 %).

Závěry zrychlené korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl

- U nátěrových pigmentovaných filmů nebyly zaznamenány puchýře v řezu.
- U organického povlaku s obsahem ZnS povrchová úprava vodivými polymery $ZnS/PANI$ snížila korozní odolnost než povrchová úprava s ZnS/PPY .
- U organického povlaku s obsahem litoponu s povrchovou úpravou vodivými polymery došlo ke zvýšení korozní odolnosti.
- Se zvyšující se koncentrací rostla koroze v ploše u organických povlaků s obsahem MoS_2

- U organických povlaků s obsahem MoS₂ měla povrchová úprava vodivými polymery spíše negativní vliv na výsledky.
- Vlivem vodivých polymerů u organických povlaků s obsahem MoS₂ koroze podkladu vzrostla s koncentrací.

5.5.3. Diskuze k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře SO₂

Zrychlená korozní zkouška v atmosféře SO₂ byla provedena s organickými filmy o tloušťce 100 ± 10 μm. Vzorky byly v komoře ponechány 600 a 1848 hodin a poté byly vyhodnoceny koroze v ploše, puchýře v ploše, puchýře a koroze v řezu a prokorodování plochy. Korozní změny nebyly u žádných testovaných organických nátěrů pozorovány.

U organických nátěrů po 600 hodinové expozici nebyly zaznamenány puchýře v ploše ani v řezu, koroze v ploše. Byla zaznamenána pouze koroze v ploše, která se v závislosti na čase zvětšovala (0,1 – 0,2 mm). U pigmentovaných nátěrů s obsahem ZnS při OKP 1, 3, 5 a 10 %, ZnS/PANI při OKP 1 a 3 %, Litopon při OKP 3 %, Litopon/PPY při OKP 3 a 5 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1,3,5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3, 5 a 10 % koroze v řezu nebyla zaznamenána. Ocelový panel po odstranění nátěrového filmu nebyl zasažen korozí.

U organických povlaků po 1848 hodinové expozici nebyly taktéž zaznamenány žádné puchýře v ploše a ani v řezu. Koroze v ploše se také neobjevila a koroze v řezu se rozšiřovala v závislosti na čase (0,2 – 0,5 mm). U pigmentovaných nátěrů s obsahem Litopon/PANI při OKP 3 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1,3,5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3, 5 a 10 % koroze v řezu nebyla zaznamenána. Ocelový panel po odstranění nátěrového filmu nebyl zasažen korozí.

Závěry ze zrychlené korozní zkoušky v atmosféře SO₂

- Puchýře v ploše, řezu a koroze v ploše se neobjevila u žádného pigmentovaného organického povlaku.
- Byla pouze zaznamenána koroze v řezu, která po 600 hodinové expozici byla 0,1 – 0,2 mm a po 1848 hodinové expozici 0,2 – 0,5.
- Koroze v řezu u organických povlaků rostla s časem.
- Výskyt koroze ocelového panelu nebyl pozorován po odstranění organického povlaku.

5.6. Diskuze k výsledkům elektrochemické lineární polarizace.

Měřením metodou lineární polarizace lze zjistit odolnost organických povlaků proti korozi. Výsledkem elektrochemické lineární polarizace byla korozní rychlost v jednotkách [mm/rok] a hodnota polarizačního odporu.

Nejnižší korozní rychlosti z organických povlaků s obsahem ZnS dosáhl organický povlak při OKP 3 % ($36,2 \cdot 10^{-6}$ mm/rok). Povlaky s povrchovou úpravou ZnS/PANI dosáhly vyšších hodnot korozní rychlosti, které klesaly s rostoucí koncentrací. U povlaků s povrchovou úpravou ZnS/PPY výsledky korozní rychlosti rostly s koncentrací.

U organických povlaků s obsahem Litoponu byla nejvyšší hodnota korozní rychlosti zaznamenána při OKP 10 % ($38,6 \cdot 10^{-5}$ mm/rok), naopak nejnižší hodnota korozní rychlosti byla zaznamenána při OKP 5 % ($35,5 \cdot 10^{-5}$ mm/rok). U povlaků s povrchovou úpravou Litopon/PANI hodnoty korozní rychlosti rostly s koncentrací a povlak s obsahem tohoto pigmentu při OKP = 1 % dosáhl nejnižší korozní rychlosti ($10,0 \cdot 10^{-6}$ mm/rok), naopak u povlaků s povrchovou úpravou Litopon/PPY hodnoty korozní rychlosti s koncentrací klesaly.

Nejvyšší hodnota korozní rychlosti u povlaků s obsahem $ZnFe_2O_4$ byla zaznamenána při OKP 3 % ($59,6 \cdot 10^{-6}$ mm/rok), naopak nejnižší hodnota korozní rychlosti byla zaznamenána při OKP 10 % ($10,1 \cdot 10^{-6}$ mm/rok). U povlaků s povrchovou úpravou $ZnFe_2O_4$ /PANI hodnoty korozní rychlosti s koncentrací rostly, zatím co u povlaků s povrchovou úpravou $ZnFe_2O_4$ /PPY celkově došlo ke zvýšení hodnot korozní rychlosti.

U organických povlaků s obsahem MoS_2 byla zaznamenána korozní rychlost ($16,2 \cdot 10^{-5}$ – $28,1 \cdot 10^{-5}$ mm/rok). U povlaků s povrchovou úpravou MoS_2 /PANI došlo ke snížení hodnot korozních rychlostí, s výjimkou při OKP 10 %. U povlaků s povrchovou úpravou MoS_2 /PPY se celkově hodnoty korozní rychlosti snížily ($11,8 \cdot 10^{-5}$ – $12,5 \cdot 10^{-5}$ mm/rok).

U organických povlaků s obsahem WS_2 byla zaznamenána korozní rychlost ($91,8 \cdot 10^{-5}$ – $98,1 \cdot 10^{-5}$ mm/rok). U povlaků s povrchovou úpravou WS_2 /PANI neměla povrchová úprava vliv na změnu hodnot korozní rychlosti. Zatímco u povlaků s povrchovou úpravou WS_2 /PPY došlo ke snížení hodnot korozní rychlosti.

Závěry výsledkům elektrochemické lineární polarizace

- Čím nižší hodnoty korozní rychlosti organické povlaky dosáhly, tím je vyšší jejich korozní odolnost.
- Čím vyšší hodnoty polarizačního odporu testované organické povlaky dosáhly, tím vyšší korozní odolnost vykazují.
- Nejvyšší korozní odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem Litoponu/PANI při OKP = 1 % zatím co organický povlak s obsahem Zn při OKP 67 % dosáhl o dva řády nižší hodnoty korozní rychlosti.

5.7. Určení stupně korozivní agresivity prostředí.

Dle normy ISO 12944 – 2 byl určen stupeň korozní agresivity prostředí. Stupeň korozní agresivity prostředí byl určen pro nátěrové filmy z prostředí atmosféry neutrální solné mlhy a atmosféry s oxidem siřičitým. Stupeň korozní agresivity byl určen pro nejodolnější povlaky, u kterých se korozní změny neprojeví (koroze v ploše, puchýře v řezu a ploše). Byl stanoven typ prostředí a životnost povlaku v daném typu prostředí.

U žádného z testovaných organických povlaků v atmosféře solné mlhy a s obsahem SO₂ nebyl po 240 hodinové expozici pozorován výskyt korozních projevů. Všechny testované povlaky lze doporučit do prostředí stupně agresivity C4, životnost nízká. U povlaků Litopon/PANI při OKP 3 % a ZnS/PPY při OKP 3 % nebyl pozorován výskyt korozních projevů po expozici v atmosféře solné mlhy po 480 hodinové expozici a u povlaků ZnS při OKP 1, 3, 5 a 10 %, ZnS/PANI při OKP 1 a 3 %, Litopon při OKP 3 %, Litopon/PPY při OKP 3 a 5 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1, 3, 5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3,5 a 10 % nebyl pozorován výskyt korozních projevů v atmosféře s obsahem SO₂ po 480 hodinové expozici. Tyto povlaky lze doporučit do prostředí o stupni agresivity C4, životnost střední. U organického povlaku s obsahem Litoponu/PANI při OKP 5 % nebyl pozorován výskyt korozních projevů po expozici v atmosféře solné mlhy po 720 hodinách a u Litopon/PANI při OKP 3 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1, 3, 5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3, 5 a 10 % nebyl pozorován výskyt korozních projevů v atmosféře s obsahem SO₂ po 720 hodinové expozici. Tento povlak lze doporučit do prostředí o stupni agresivity C4, životnost vysoká.

6. PŘÍNOSY

pH i vodivost suspenzí pigmentových výluhů ovlivnila povrchová úprava jednotlivých pigmentu pomocí vodivých polymerů. Protonované formy vodivých polymerů ve vodném prostředí podléhají deprotonizaci, která způsobuje snížení hodnoty pH vodného výluhu a zvýšení hodnot elektrické vodivosti výluhu.

U organických povlaků byla měřena tvrdost na skleněných panelech po dobu 47. dní. Povrchová tvrdost v závislosti na čase u všech organických filmů vzrostla. Nejvyšší hodnota relativní povrchové tvrdosti byla zaznamenána u organického povlaku s obsahem pigmentu ZnS/PPY při objemové koncentraci 1 % (45,29 %) Nejnižší hodnota byla zaznamenána u organického povlaku s obsahem pigmentu $ZnFe_2O_4$ /PANI při objemové koncentraci 10 % (22,24 %). U většiny povlaků s obsahem pigmentů povrchově upravených PANI, byly zaznamenány nižší hodnoty relativní povrchové tvrdosti v důsledku zpomalení zasychání těchto nátěrových filmů. U nátěrového filmu s obsahem MoS_2 a WS_2 povrchová úprava vodivými polymery neměla vliv na tvrdost nátěrových filmů.

Z výsledků měření lesku je patrné, že s rostoucím časem se lesk při geometrii 80° postupně snižoval. Vodivé polymery neměly vliv na výslednou hodnotu lesku ani na odolnost proti vtisku nátěrového filmu. Nejvyšší chemická odolnost při zkoušce odolnosti nátěrového filmu byla zjištěna u organického povlaku s obsahem ZnS při OKP 10 % (128 sekund). Nejnižší chemické odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem Litoponu/PANI při OKP 3 % (8 sekund). U všech testovaných nátěrových filmů se v závislosti na čase postupně zvyšovala odolnost proti vtisku.

Z výsledků mechanických zkoušek je patrné, že všechny testované organické povlaky dosáhly maximální hodnoty stupně přilnavosti 0. Při mechanickém testu hloubení dosáhly nejvyšší odolnosti povlaky s obsahem ZnS/PPY při OKP 3 % (5,86 mm), ZnS/PPY při OKP 5 % (4,95 mm) a $ZnFe_2O_4$ /PPY při OKP 3 % (6,63 mm). Při zkoušce úderem z lícu došlo k poruše povlaku na podklad u organického povlaku s obsahem Zn při OKP 67 %, Litopon/PPY při OKP 1 % a $ZnFe_2O_4$ /PPY při OKP 3 %. Při ohybu přes trn o průměru 2 mm došlo ke ztrátě přilnavosti povlaků s obsahem Litopon/PANI při OKP 1 % a Litopon/PPY při OKP 1%. Z výsledků mechanických testů je patrné, že vodivé polymery nemají vliv na výsledné hodnoty odolností mechanickým zkouškám.

Zkouška odtrhové pevnosti byla provedena u organických nátěrů po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy a expozici v atmosféře s obsahem SO₂. Organické povlaky po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ dosáhly vyšších hodnot odtrhové pevnost než organické povlaky po expozici v atmosféře solné mlhy. Tato skutečnost je zapříčiněna výskytem puchýřů na organických povlacích po jejich expozici v atmosféře s obsahem solné mlhy, zatím co puchýře po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ nevznikly. Výskyt puchýřů snižuje přilnavost organických povlaků a snižuje tak i jejich odtrhovou pevnost. Povrchová úprava PANI a PPY neměla významný vliv na přilnavost nátěrového filmu po expozici v obou korozních atmosférách.

Stanovení projevů nátěrového filmu v závislosti na pH kapaliny korozního prostředí. Téměř u všech organických filmů při pH = 4 se neobjevily puchýře, výjimkami byly organické povlaky s obsahem ZnFe₂O₄ při OKP 10 % a MoS₂ povrchově upravený vodivými polymery s PANI při OKP 1, 3 a 10 %, a s PPY při OKP = 1 a 3 %. Na nátěrové filmy s obsahem ZnS měly vliv vodivé polymery. Povrchová úprava ZnS/PPY výsledky ovlivňovala pozitivně, zatímco povrchová úprava s ZnS/PANI ovlivňovala hodnoty negativně. Pigmentace nátěrových hmot pomocí ZnFe₂O₄ způsobila 100 % korozi v ploše. Vlivem povrchové úpravy vodivými polymery u ZnFe₂O₄ bylo dosažené vyšší korozní odolnosti. U organických povlaků s obsahem MoS₂ a WS₂ došlo ke snížení korozní odolnosti po jejich povrchové úpravě vodivými polymery.

Při zrychlené cyklické korozní zkoušce v neutrální solné mlze se u všech povlaků objevily osmotické puchýře, které měly vliv na antikorozi účinnost. U pigmentovaných nátěrových filmů nebyly zaznamenány puchýře v okolí řezu. U organického povlaku s obsahem ZnS povrchová úprava vodivými polymery ZnS/PANI snížila výrazněji korozní odolnost než povrchová úprava s ZnS/PPY. U organického povlaku s obsahem litoponu s povrchovou úpravou vodivými polymery došlo ke zvýšení korozní odolnosti. U organických povlaků s obsahem MoS₂ se zvyšující se koncentrací rostla koroze v ploše. U organických povlaků s obsahem MoS₂ měla povrchová úprava vodivými polymery spíše negativní vliv na výsledky korozní odolnosti.

Po 1848 hodinách expozici testovaných organických povlaků atmosféře s obsahem oxidu siřičitého se u žádného z testovaných povlaků neobjevily puchýře v ploše, v řezu ani

korozí v ploše. Byla pouze zaznamenána korozí v řezu, která po 600 hodinové expozici dosahovala hodnot 0,1 – 0,2 mm a po 1848 hodinové expozici dosahovala hodnot 0,2 – 0,5. Korozí v řezu u organických povlaků postupně rostla s časem expozice v tomto korozním prostředí. Výskyt korozí ocelového panelu po odstranění nátěrových filmů nebyl pozorován.

Z výsledků lineární polarizace je patrné, že nejvyšší korozní odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem Litopon/PANI při OKP = 1 %. U tohoto povlaku byla naměřena i vysoká hodnota polarizačního odporu. Tento organický povlak dosáhl o dva řády nižší hodnoty korozní rychlosti v porovnání s organickým povlakem, který obsahoval pouze Zn při OKP = 67 %. I ostatní organické povlaky s obsahem Litoponu, které byly povrchově upraveny vodivými polymery, dosáhly nízkých hodnot korozních rychlostí.

Na základě výsledků uvedených v této diplomové práci lze do prostředí o stupni korozní agresivity C4, vysoká doporučit tyto organické povlaky s obsahem Litopon/PANI při OKP 3 a 5 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1, 3, 5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3, 5 a 10 %, jelikož u těchto povlaků nedošlo k výskytu korozních projevů po 720 hodinové expozici v korozních atmosférách.

Přínosem práce bylo prodloužení životnosti organických povlaků vytvořených z nátěrových hmot obsahující zinek a v práci testované pigmenty. S využitím těchto testovaných pigmentů bylo v řadě případů dosaženo vyšších hodnot korozní odolnosti. Konkrétně v případě využití pigmentu Litopon/PANI při OKP 3 a 5 %, MoS₂/PANI při OKP 1 %, MoS₂/PPY při OKP 1, 3, 5 a 10 % a WS₂/PPY při OKP 3, 5 a 10 %.

Z výsledků této diplomové práce je patrné, že materiály typu MoS₂ a WS₂, případně jejich úprava vodivými polymery je vhodná pro náhradu částí obsahu zinku v zinkem pigmentovaných nátěrových hmotách. Pro další výzkum organických povlaků s vysokým obsahem zinku by bylo vhodné se zaměřit právě na kombinaci zinku s těmito typy sulfidů, s cílem dosažení vyšších antikorozičních účinností organických povlaků obsahující tyto sulfidy v kombinaci se zinkovým prachem.

7. ZÁVĚR

Práce se zabývala studiem vlivu sulfidických pigmentů zinkem pigmentovaných povlaků. Pro studium byl použit zinkový prach s izometrickou morfologií částic.

Cílem práce bylo studium vlivu náhrady části obsahu kovového zinku v zinkem plněných nátěrových hmotách pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru bez povrchové úpravy anebo pigmentem nebo plnivem nekovového charakteru s povrchovou úpravou vodivým polymerem.

U takto připravených nátěrových hmot byly hodnoceny fyzikálně – mechanické vlastnosti na skleněných a ocelových panelech, a také antikorozi vlastnosti pomocí zrychlených zkoušek v atmosféře s obsahem SO_2 , a v atmosféře neutrální solné mlhy. Dalšími zkouškami bylo stanovení přilnavosti pomocí mřížky a odtrhové pevnosti. U organických povlaků byla dále také měřena elektrochemická lineární polarizace.

Z výsledků je patrné, že povrchová úprava vodivými polymery polyanilinu a polypyrrolu může ovlivnit vlastnosti nátěrových hmot u fyzikálně – mechanických a antikorozi testů.

8. LITERATURA

- [1.] KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot I.: pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, ISBN 80-7194-576-5.
- [2.] TROJAN, Miroslav. *Technologie anorganických pigmentů*. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. ISBN 80-85113-39-2
- [3.] KALEDOVÁ, A. Effects of particle sizes and shapes of zinc metal on the properties of anticorrosive coatings. *Progress in Organic Coatings*, 2003, 46(4), s.324–332
- [4.] SVOBODA, M. *Protikorozní ochrana kovů organickými povlaky*. Praha: SNTL-Nakladatelství Technické literatury, 1985.
- [5.] Asociace českých a slovenských zinkoven. *Příručka žárového zinkování*. 16, 2007
- [6.] JARUŠEK, J., KALENDA P., ŠŇUPÁREK J.. *Chemie filmotvorných látek*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998, ISBN 80-7194-169-7.
- [7.] SHIKHA, D., KAMANI, P. K., SHUKLA, M. C. Studies on synthesis of waterborne epoxy ester based on RBO fatty acids. *Progress in Organic Coatings*, 2003, 47(2), 87–94.
- [8.] SINGH, A. P., GUNASEKARAN, G., SURYANARAYANA, C., BALOJI NAIK, R.. Fatty acid based waterborne air drying epoxy ester resin for coating applications. *Progress in Organic Coatings*, 2015, 87, 95–105.
- [9.] BARNETT, J. R., MILLER, S., PEARCE, E. Colour and art: A brief history of pigments. *Optics and Laser Technology*, 2006, 38(4–6), s.445–453.
- [10.] ŠULCOVÁ, Petra a Žaneta DOHNALOVÁ. *Anorganické pigmenty, vlastnosti a metody hodnocení*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-947-0.
- [11.] BIERWAGEN, G. P., HUOVINEN, A. M.. Paint formulation. In *Shreir's Corrosion* 2010, s.2643–2665
- [12.] KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot II.: povrchové úpravy a způsoby předúpravy materiálů*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Ústav polymerních materiálů, 2003. ISBN 80-7194-555-2.
- [13.] ČERNÝ, M. *Korozní vlastnosti kovových konstrukčních materiálů*. Praha: SNTL-Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [14.] PTÁČEK, L., *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-7204-248-3.

- [15.] MÍŠEK B., HRSTKA J., *Koroze a povrchová úprava kovů*, 1982, SNTL-Nakladatelství technické literatury, Praha, 208 s.
- [16.] PTÁČEK, L. *Nauka o materiálu I. 2.*, opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 8072042831.
- [17.] BARTONÍČEK, R. *Principy ochrany strojního zařízení a konstrukcí, řešení protikorozi ochrany při projekci, výrobě a údržbě: Navrhování protikorozi ochrany*. 1980.
- [18.] BARTONÍČEK, R. *Koroze a protikorozi ochrana kovů*. Praha: ČSAV/Academia, 1966.
- [19.] *VII. Elektrochemie. 7. Elektrochemie Ústav procesní a zpracovatelské techniky FS ČVUT v Praze*.
- [20.] Antikorozi ochrana. *Biopol paints-výrobce nátěrových hmot* [online]. 2019 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.biopol.cz/antikorozi-ochrana/item/84-antikorozi-ochrana>
- [21.] Fillers for paints. *Focus on Powder Coatings*, 2011(9), 7.
- [22.] KVAREKVÁL, J., MOLONEY, J. Trends in Oil and Gas Corrosion Research and Technologies. In *Trends in Oil and Gas Corrosion Research and Technologies: Production and Transmission*, 2017
- [23.] PROKEŠ, J., STEJSKAL, J., OMASTOVÁ, M.. Polyaniline and polypyrrole - Two representatives of conducting polymers. *Chemické Listy*, 2001, 95(8), 491–492.
- [24.] LUPINSKI, J. H. Conductive polymers. *7th Electrical Insulation Conference, EIC 1967*, s. 131–132.
- [25.] HEREMANS, P. Organic electronics. *Proceedings of the 10th International Conference on ULtimate Integration of Silicon, ULIS 2009*, s. 151–153.
- [26.] XU, S., YAN, J., FENG, Z., QIU, S., SHAO, F., LI, M., Qiu, H. Electrical transport properties of Ni₈₀Fe₂₀/HCl-PANI composites. *Thin Solid Films*, 2016, 608, 44–49
- [27.] GIZDAVIC-NIKOLAIDIS, M. R., JEVREMOVIC, M. M., MILENKOVIC, M., ALLISON, M. C., STANISAVLJEV, D. R., BOWMAKER, G. A., ZUJOVIC, Z. D. High yield and facile microwave-assisted synthesis of conductive H₂SO₄ doped polyanilines. *Materials Chemistry and Physics*, 2016, 173, 255–261.
- [28.] PU, H., WANG, D. Studies on proton conductivity of polyimide/H₃PO₄/imidazole blends. *Electrochimica Acta*, 2006, 51(26), 5612–5617.

- [29.] WANG, G. H., SHI, C. Y., ZHAO, L., DIAO, H. W., WANG, W. J. Transparent conductive Hf-doped In_2O_3 thin films by RF sputtering technique at low temperature annealing. *Applied Surface Science*, 2017, 399, 716–720.
- [30.] KAZARINOV, V. E., ANDREEV, V. N., SPITSYN, M. A., & MAYOROV, A. P. Electrooxidation of formic acid at a platinum electrode modified with aniline or polyaniline. *Electrochimica Acta*, 1990, 35(9), 1459–1463.
- [31.] JAOUHARI, A. El, LAABD, M., AOUZAL, Z., BOUABDALLAOUI, M., BAZZAOU, E. A., ALBOURINE, A., BAZZAOU, M.. Effect of electrolytic conditions on PANi electrosynthesis on stainless steel: A new application to polycarboxy-benzoic acids removal from industrial effluents. *Progress in Organic Coatings*, 2016, 101, 233–239
- [32.] UNAL, B., DURMUS, Z., KAVAS, H., BAYKAL, A., TOPRAK, M. S. Synthesis, conductivity and dielectric characterization of salicylic acid- Fe_3O_4 nanocomposite. *Materials Chemistry and Physics*, 2010, 123(1), 184–190.
- [33.] RASTEGAR, S. F., PEYGHAN, A. A., HADIPOUR, N. L. Response of Si- and Al-doped graphenes toward HCN: A computational study. *Applied Surface Science*, 2013, 265, 412–417.
- [34.] PERRIN, F. X., OUEINY, C. Polyaniline thermoset blends and composites. *Reactive and Functional Polymers*, 2017, 114, s. 86–103.
- [35.] MARK, H. F. *Encyclopedia of polymer science and technology*. Concise 3rd ed. Hoboken, N.J. Wiley-Interscience, 2007. ISBN 978-0-470-04610-4.
- [36.] RASHIDZADEH, A.. Polyaniline nanocomposites as anticorrosive materials. *Handb. Funct. Nanomater.*, 2014, 1, 349–363.
- [37.] FANG, J., XU, K., ZHU, L., ZHOU, Z., TANG, H. A study on mechanism of corrosion protection of polyaniline coating and its failure. *Corrosion Science*, 2007, 49(11), 4232–4242.
- [38.] STEJSKAL, J., KRATOCHVÍL, P., JENKINS, A. D. The formation of polyaniline and the nature of its structures. *Polymer*, 1996, 37(2), 367–369.
- [39.] AHMED AL-DULAIMI, A. A., HASHIM, S., KHAN, M. I. Corrosion protection of carbon steel using polyaniline composite with aluminium oxide. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 2011, 19(2), 329–337.
- [40.] QING-KUN, X. The effects of the electrochemical properties of pyrite by polypyrrole (PPy). *Ferroelectrics*, 2018, 528(1), s. 75–82.
- [41.] KEMMITT, R. D. W. Chemistry of the elements. *Endeavour*, 2004, 10(2), 102.

- [42.] KOHL, M., KALEDOVÁ, A., DESHPANDE, P. P., SCHMIDOVÁ, E. Effects of conductive polymers (type and concentration) in coatings with zinc particles of different shapes. *Journal of Coatings Technology and Research*, 2019
- [43.] ČSN EN ISO 3549: *Pigmenty z práškového zinku pro nátěrové hmoty - Specifikace a zkušební metody*. 2003.
- [44.] *Působení zinku na živé organismy Zinek v přírodním prostředí Literatura*. 2014, 29–31.
- [45.] ABKHOSHK, E., JORJANI, E., AL-HARAHSEH, M. S., RASHCHI, F., NAAZERI, M. Review of the hydrometallurgical processing of non-sulfide zinc ores. *Hydrometallurgy*, 2014, Vol. 149, s. 153–167.
- [46.] VOHLÍDAL, J. *Chémia 1: všeobecná a anorganická chémia pre 1. ročník SPŠ chemických*. 2.vyd. Bratislava: Alfa, 1991. Edícia chemickej literatúry (Alfa). ISBN 80-05-00760-4.
- [47.] The New Encyclopedia Britannica. The New Encyclopedia Britannica. In *The New Encyclopedia Britannica*, 1973.
- [48.] Arnika: Zinek [online]. 2014 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://arnika.org/zinek>
- [49.] MEYLAN, G., RECK, B. K. The anthropogenic cycle of zinc: Status quo and perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, 123, 1–10.
- [50.] ANTREKOWITSCH, J., STEINLECHNER, S., UNGER, A., RÖSLER, G., PICHLER, C., RUMPOLD, R. Zinc and Residue Recycling. In *Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*, 2014, s. 113–124).
- [51.] PRASAD, A. S. Discovery of human zinc deficiency: Impact on human health. *Nutrition*, 2001, 17(7–8), 685–687
- [52.] HOCHMANNOVÁ, L. Antikorozní nátěrové hmoty plněné listkovým zinkem. Konstrukce- odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství [online]. [cit. 2019-04-24]. ISSN 1803-8433. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/antikorozn>.
- [53.] BOS, W. *Predikce trvanlivosti povlaku: včasná detekce pomocí elektrochemických metod*. 2008. ISBN 978-90-9022815-0.
- [54.] Namazat na sucho stačí jen jednou. Techmagazín nejrychlejší spojení ve světě průmyslové techniky [online]. TECH MEDIA PUBLISHING s r.o., 2015 [cit. 2019-04-24]. ISSN 1804-5413. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/2236>

- [55.] POTTATHARA, Y.B., S. THOMAS, N. KALARIKKAL, Y. GROHENS a V. KOKOL. Nanomaterials Synthesis. University of Maribor, Slovenia: Elsevier, 2019. ISBN 9780128157510.
- [56.] GAJANAN, K., TIJARE, S. N. Applications of nanomaterials. *Materials Today: Proceedings*, 2018, 5(1), 1093–1096.
- [57.] ŠPELAK, V. High-temperature reactivity of mechanothesized zinc ferrite. *Solid State Ionics*, 2002, 101–103, 1343–1349.
- [58.] ULBRICH, M., KALEDOVÁ, A.. Properties of organic coatings with nonisometric ferrite particles. *Physics Procedia*, 2013, 44, s. 247–255.
- [59.] KALEDOVÁ, A., RYÁNEK, P., NECHVÍLOVÁ, K. Investigation of the anticorrosion efficiency of ferrites $Mg_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ with different particle morphology and chemical composition in epoxy-ester resin-based coatings. *Progress in Organic Coatings*, 2015, 86, s. 147–163.
- [60.] BARTOŠ, M., J. ŠRÁMKOVÁ, V. STANĚK, F. RENGGER a J. KALOUS. Analytická chemie I. Univerzita Pardubice, 2004. Skripta. Fakulta chemicko-technologická, katedra analytické chemie
- [61.] VESELÝ, D., NĚMEC, P., & KALEDOVÁ, A. Properties of ferrites with nonisometric shape of particles in organic coatings. *Physica Status Solidi (C) Current Topics in Solid State Physics*, 2011, 8(9), s.2665–2668.
- [62.] KALEDOVÁ, A., VESELÝ, D., STEJSKAL, J., & TRCHOVÁ, M.. Anticorrosion properties of inorganic pigments surface-modified with a polyaniline phosphate layer. *Progress in Organic Coatings*, 2008, 63(2), s. 209–221.
- [63.] KALEDOVÁ A., VESELÝ D., STEJSKAL J., TRCHOVÁ M. Anticorrosion properties of inorganic pigments surface-modified with a polyaniline phosphate layer. *Progress in Organic Coatings*. 2008.
- [64.] ČSN EN ISO 787-10. *Všeobecné metody zkoušení pigmentů a plniv - Část 10: Stanovení hustoty - Pykometrická metoda*. 1997.
- [65.] ČSN EN ISO 787-5 (670520). *Všeobecné metody zkoušení pigmentů a plniv - Část 5: Stanovení spotřeby oleje*. 1997.
- [66.] ČSN EN ISO 787-9 (670520). *Všeobecné metody zkoušení pigmentů a plniv - Část 9: Stanovení hodnoty pH vodné suspenze*. 1997.
- [67.] ČSN 03 8102. *Vyhodnocování korozních zkoušek podle korozních úbytků*. 1992.
- [68.] ČSN EN ISO 3251 (673031). *Nátěrové hmoty - Stanovení netěkavých podílů nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty*. 1997.

- [69.] ČSN EN ISO 2808 (673061). *Nátěrové hmoty - Stanovení tloušťky nátěru*. 2007.
- [70.] ČSN EN ISO 1522 (673076). *Nátěrové hmoty - Zkouška tvrdosti nátěru tlumením kyvadla*. 2007.
- [71.] ČSN 67 3063 (673063). *Nátěrové hmota-Stanovení lesku nátěrů*. 1986.
- [72.] Hodnocení lesku povrchové úpravy. *MM Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/hodnoceni-lesku-povrchove-upravy.html>
- [73.] ASTM D4752-10. *Standardní praktiky pro měření MEK testu odolnosti zinkových nátěrů Solvent Rub*. 2015.
- [74.] ČSN EN ISO 2815 (673072). *Nátěrové hmoty - Buchholzova vrypová zkouška*. 2004.
- [75.] ČSN ISO 1519 (673079). *Nátěrové hmoty. Ohybová zkouška (na válcovém trnu)*. 1994.
- [76.] ČSN EN ISO 6272-1 (673088). *Nátěrové hmoty - Zkoušky rychlou deformací (odolnost proti úderu) - Část 1: Zkouška padajícím závažím, velká plocha úderníku*. 2012.
- [77.] ČSN EN ISO 1520 (673081). *Nátěrové hmoty - Zkouška hloubením*. 2002.
- [78.] ČSN EN 24624 (673077). *Nátěrové hmoty - Odtrhová zkouška přilnavosti*. 1995.
- [79.] ČSN ISO 2409 (673085). *Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška*. 1993.
- [80.] ČSN EN ISO 7253 (673092). *Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti v neutrální solné mlze*. 2002.
- [81.] ČSN EN ISO 3231. *Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám s obsahem oxidu siřičitého*. 1998.
- [82.] ČSN EN ISO 9227 (038132). *Korozní zkoušky v umělých atmosférách - Zkoušky solnou mlhou*. 2018.
- [83.] ASTM D714 - 87. *Standardní zkušební metoda pro hodnocení stupně tvorby puchýřů barev*. 2000
- [84.] ASTM D 1654 - 92. *Standardní zkušební metoda pro Vyhodnocení nátěrových nebo potažených vzorků vystavených korozivním prostředím*. 2000.
- [85.] ASTM D610 - 85. *Standardní zkušební metoda pro hodnocení stupně zrezivění na lakované ocelové povrchy*. 1989.
- [86.] ČSN EN ISO 12944-2 (038241). *Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí*. 1998.

SEZNAM OBRÁZKŮ.

OBRÁZEK 1: SCHÉMA GALVANICKÉHO ČLÁNKU	20
OBRÁZEK 2: ELEKTROCHEMICKÁ ŘADA NAPĚTÍ	21
OBRÁZEK 3: ŘADA KOVŮ KOROZNÍ ODOLNOSTI	21
OBRÁZEK 4: BARIÉROVÁ OCHRANA	23
OBRÁZEK 5: STRUKTURY NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH VODIVÝCH POLYMERŮ	25
OBRÁZEK 6: STRUKTURA POLYANILINU	26
OBRÁZEK 7: POLYANILINOVÉ FORMY	27
OBRÁZEK 8: STRUKTURA POLYPYRROLU	28
OBRÁZEK 9: ZNÁZORNĚNÍ FUNGOVÁNÍ NÁTĚROVÉHO FILMU S OBSAHEM ZINKU PŘI PORUŠENÍ NÁTĚROVÉ HMOTY	33
OBRÁZEK 10: PŘÍPRAVA POLYANILINU, $HA = H_3PO_4$	44
OBRÁZEK 11: GEOMETRIE ULOŽENÍ REFRAKTOMETRŮ (20° , 60° A 85°)	56
OBRÁZEK 12: PŘEDLOHA PRO HODNOCENÍ PUCHÝŘŮ V PLOŠE	64
OBRÁZEK 13: STUPNICE PROKORODOVÁNÍ (PODKORODOVÁNÍ) NÁTĚRU.	67
OBRÁZEK 14: UKÁZKA ZKOUŠKY ODOLNOSTI NÁTĚRU POMOCÍ MEK TESTU. VLEVO ZNS/PANI OKP 1 %, VPRAVO LITOPON OKP 10 %.	122
OBRÁZEK 15: UKÁZKA HODNOCENÍ TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ POMOCÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY V ČASE 5, 12 A 20 DEN ZLEVA. NAHOŘE ORGANICKÝ POVLAK S OBSAHEM ZNS PŘI OKP 1 % A DOLE ORGANICKÁ POVLAK S OBSAHEM LITOPONU PŘI OKP 3 %.	123
OBRÁZEK 16: HODNOCENÍ POVLAKU PO TESTU HLOUBENÍM. VLEVO ZNS/PPY PŘI OKP 5 %, KDY DOŠLO KE ZTRÁTĚ PŘILNAVOSTI. VPRAVO WS_2 PŘI OKP 10 % VÝSKYT MIKROPRASKLINEK POVLAKU.	124
OBRÁZEK 17: HODNOCENÍ ZTRÁTY PŘILNAVOSTI POVLAKU ÚDEREM. VLEVO ZNS/PPY PŘI OKP 5 % ÚDEREM Z RUBU A VPRAVO WS_2 PŘI OKP 10 % ÚDERU Z LÍCU.	125
OBRÁZEK 18: HODNOCENÍ ZTRÁTY PŘILNAVOSTI POVLAKU OHYBEM. VLEVO NAHOŘE MOS_2 /PPY PŘI OKP 10 %, LITOPON/PPY PŘI OKP 1 % A VLEVO DOLE LITOPON/PPY PŘI OKP 1 %	125
OBRÁZEK 19: UKÁZKA TERČÍKU A PODKLADU PO ODTRHOVÉ ZKOUŠCE EXPOZICE V ATMOSFÉŘE SO_2 . VLEVO ORGANICKÝ POVLAK S OBSAHEM ZNS/PPY OKP 5 % A VPRAVO ORGANICKÝ POVLAK S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ OKP 3 %.	128
OBRÁZEK 20: UKÁZKA TERČÍKU A PODKLADU PO ODTRHOVÉ ZKOUŠCE EXPOZICE V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY. VLEVO ORGANICKÝ POVLAK S OBSAHEM ZNS/PPY OKP 5 % A VPRAVO ORGANICKÝ POVLAK S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ OKP 3 %.	129

SEZNAM TABULEK.

TABULKA 1: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZN.	49
TABULKA 2: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZNS.	49
TABULKA 3: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZNS/PANI.	50
TABULKA 4: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZNS/PPY.	50
TABULKA 5: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM LITOPON.	50
TABULKA 6: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM LITOPON/PANI.	51
TABULKA 7: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM LITOPON/PPY.	51
TABULKA 8: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$	51
TABULKA 9: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ /PANI.	51
TABULKA 10: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ /PPY.	52
TABULKA 11: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM MOS_2	52
TABULKA 12: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM MOS_2 /PANI.	52
TABULKA 13: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM MOS_2 /PPY.	52
TABULKA 14: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM WS_2	53
TABULKA 15: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM WS_2 /PANI.	53
TABULKA 16: FORMULACE EPOXYESTEROVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM WS_2 /PPY.	53
TABULKA 17: MEK TEST – STUPNĚ	57
TABULKA 18: HODNOTÍCÍ TABULKA ODRHOVÉ ZKOUŠKY PŘILNAVOSTI.	59
TABULKA 19: HODNOTÍCÍ STUPNĚ MŘÍŽKOVÉHO ŘEZU.	60
TABULKA 20: PŘÍPRAVA PUFŘŮ O RŮZNÉM PH.	61
TABULKA 21: UKÁZKA KOROZE V OKOLÍ ŘEZU.	65
TABULKA 22: STUPNĚ KOROZNÍ AGRESIVITY PROSTŘEDÍ S PŘÍKLADY PROSTŘEDÍ.	68
TABULKA 23: STUPEŇ KOROZNÍ AGRESIVITY PRO NÁTĚRY.	69
TABULKA 24: VÝSLEDKY HODNOT FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÝCH VELIČIN.	70
TABULKA 25: VÝSLEDKY STANOVENÍ PH 10 % SUSPENZE PIGMENTOVÝCH PRÁŠKŮ A REDESTILOVANÉ VODY PŘI TEPLOTĚ 21°C.	71
TABULKA 26: VÝSLEDKY STANOVENÍ MĚRNÉ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI [$MS.CM^{-1}$] 10 % SUSPENZE PIGMENTOVÝCH PRÁŠKŮ A REDESTILOVANÉ VODY PŘI TEPLOTĚ 21°C	72
TABULKA 27: HODNOCENÍ KOROZNÍCH ZKOUŠEK PODLE KOROZNÍCH ÚBYTKŮ	73
TABULKA 28: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM ZN	74
TABULKA 29: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	74
TABULKA 30: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY	75
TABULKA 31: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY	75
TABULKA 32: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	76

TABULKA 33: VÝSLEDKY RELATIVNÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	76
TABULKA 34: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM ZN.	77
TABULKA 35: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.	77
TABULKA 36: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.	78
TABULKA 37: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.	78
TABULKA 38: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.	79
TABULKA 39: VÝSLEDKY MĚŘENÍ LESKU NÁTĚROVÝCH HMOT S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.	79
TABULKA 40: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTU NÁTĚRŮ S OBSAHEM ZN.	80
TABULKA 41: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTU NÁTĚRŮ S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	80
TABULKA 42: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTU NÁTĚRŮ S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	81
TABULKA 43: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTU NÁTĚRŮ S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	81
TABULKA 44: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTU NÁTĚRŮ S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	82
TABULKA 45: VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ODOLNOSTI MEK TESTŮ NÁTĚRU S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	82
TABULKA 46: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM ZN.	83
TABULKA 47: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	83
TABULKA 48: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	84
TABULKA 49: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	84
TABULKA 50: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	85
TABULKA 51: VYHODNOCENÍ BUCHHOLZOVY VRYPOVÉ ZKOUŠKY NA NÁTĚRU S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	85
TABULKA 52: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM ZN (DFT = 100 ± 10 MM).	86
TABULKA 53: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10 MM).....	86

TABULKA 54: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM LITOPONU POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	87
TABULKA 55: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	87
TABULKA 56: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	88
TABULKA 57: VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ ODOLNOSTI NÁTĚRŮ NA OCELOVÝCH PANELECH S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	88
TABULKA 58: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM ZN, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	89
TABULKA 59: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	89
TABULKA 60: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	90
TABULKA 61: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	90
TABULKA 62: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	91
TABULKA 63: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 600 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 10MM).....	91
TABULKA 64: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM ZN, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	92
TABULKA 65: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	92
TABULKA 66: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	93
TABULKA 67: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	93
TABULKA 68: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM MoS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	94
TABULKA 69: VYHODNOCENÍ ODTRHOVÉ PEVNOSTI ORGANICKÝCH POVLAKU S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO 1056 HODINOVÉ EXPOZICI (DFT = 100 ± 20MM).....	94
TABULKA 70: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM ZN (DFT = 100 ± 10MM).....	95
TABULKA 71: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	95
TABULKA 72: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	96
TABULKA 73: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$ S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (DFT = 100 ± 10MM).....	96

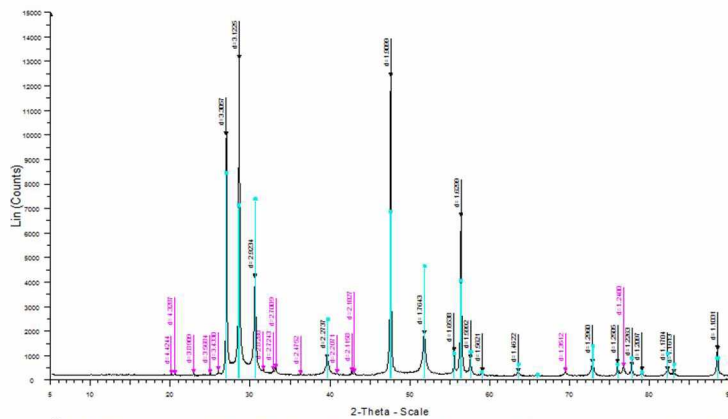
TABULKA 74: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 10\text{MM}$).....	97
TABULKA 75: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 10\text{MM}$).....	97
TABULKA 76: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM ZnA PRYSKYŘICE ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	98
TABULKA 77: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM ZnS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	98
TABULKA 78: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	99
TABULKA 79: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM ZnFe_2O_4 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	99
TABULKA 80: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	100
TABULKA 81: VYHODNOCENÍ PŘILNAVOSTI NÁTĚROVÉHO FILMU POMOCÍ MŘÍŽKOVÉ METODY S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ($\text{DFT} = 100 \pm 20\text{MM}$).....	100
TABULKA 82: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM Zn , PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	101
TABULKA 83: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM Zn , PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.....	101
TABULKA 84: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM ZnS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	102
TABULKA 85: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM ZnS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.....	102
TABULKA 86: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	103
TABULKA 87: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.....	103
TABULKA 88: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM ZnFe_2O_4 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	104
TABULKA 89: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM ZnFe_2O_4 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.....	104
TABULKA 90: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	105
TABULKA 91: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU...	105
TABULKA 92: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN ($\text{DFT} = 80 \pm 10\text{MM}$).....	106
TABULKA 93: VÝSLEDKY ZKOUŠKY VLIVU PH KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ NA ORGANICKÉ FILMY S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, PO DOBU 720 HODIN. PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.....	106

TABULKA 94: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM ZN V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZNÍCH ZMĚN PŘED A PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	107
TABULKA 95: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZE PODKLADU PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	107
TABULKA 96: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZE PODKLADU PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	108
TABULKA 97: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM ZnFe_2O_4 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZE PODKLADU PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	108
TABULKA 98: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZE PODKLADU PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	109
TABULKA 99: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY V ATMOSFÉŘE NEUTRÁLNÍ SOLNÉ MLHY PO 1056 HODINÁCH ($DFT = 100 \pm 20\text{MM}$). VYHODNOCENÍ KOROZE PODKLADU PO ODSTRANĚNÍ NÁTĚRU.	109
TABULKA 100: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM ZN, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	110
TABULKA 101: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM ZNS S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	110
TABULKA 102: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM LITOPONU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	111
TABULKA 103: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM ZnFe_2O_4 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	111
TABULKA 104: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM MOS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	112
TABULKA 105: VÝSLEDKY METODY LINEÁRNÍ POLARIZACE U NÁTĚROVÝCH FILMŮ S OBSAHEM WS_2 S POVRCHOVOU ÚPRAVOU A BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY, ($DFT = 50 \pm 20\text{MM}$).	112

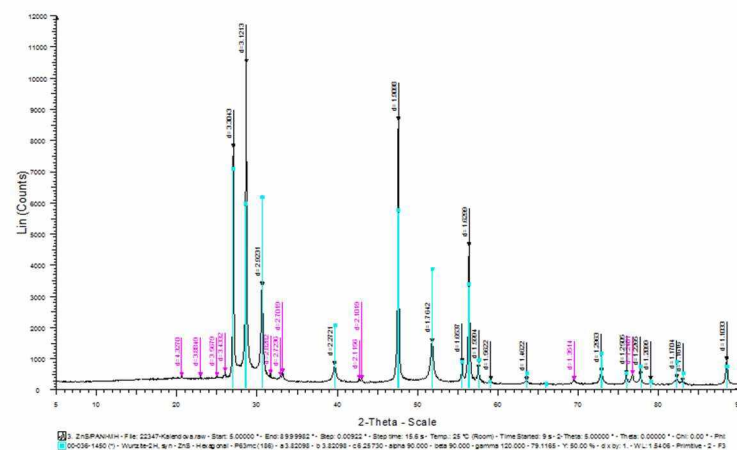
SEZNAM GRAFŮ.

GRAF 1: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PH, 1. DEN A 28. DEN.....	114
GRAF 2: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ MĚRNÉ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI. 1. DEN A 28. DEN.....	115
GRAF 3: STANOVENÍ HMOTNOSTNÍCH KOROZNÍCH ÚBYTKŮ Z VODNÝCH VÝLUH PIGMENTŮ A REDESTILOVANÉ VODY.	115
GRAF 4: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM SFÉRICKÉHO ZINKU.	117
GRAF 5: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM ZNS, ZNS/PANI A ZNS/PPY.	117
GRAF 6: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM LITOPON, LITOPON/PANI A LITOPON/PPY.	118
GRAF 7: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM $ZnFe_2O_4$, $ZnFe_2O_4/PANI$ A $ZnFe_2O_4/PPY$	118
GRAF 8: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM MOS_2 , $MOS_2/PANI$ A MOS_2/PPY	119
GRAF 9: ČASOVÁ ZÁVISLOST TVRDOSTI ORGANICKÝCH POVLAKŮ S OBSAHEM WS_2 , $WS_2/PANI$ A WS_2/PPY	119
GRAF 10: GRAFICKÉ POROVNÁNÍ ODRHOVÉ PEVNOSTI V ATMOSFÉŘE SOLNÉ MLHY A ATMOSFÉŘE SO_2 , Zn A $ZnFe_2O_4$	126
GRAF 11: GRAFICKÉ POROVNÁNÍ ODRHOVÉ PEVNOSTI V ATMOSFÉŘE SOLNÉ MLHY A ATMOSFÉŘE SO_2 , ZNS A $LITOPONU$	127
GRAF 12: GRAFICKÉ POROVNÁNÍ ODRHOVÉ PEVNOSTI V ATMOSFÉŘE SOLNÉ MLHY A ATMOSFÉŘE SO_2 , MOS_2 A WS_2	127

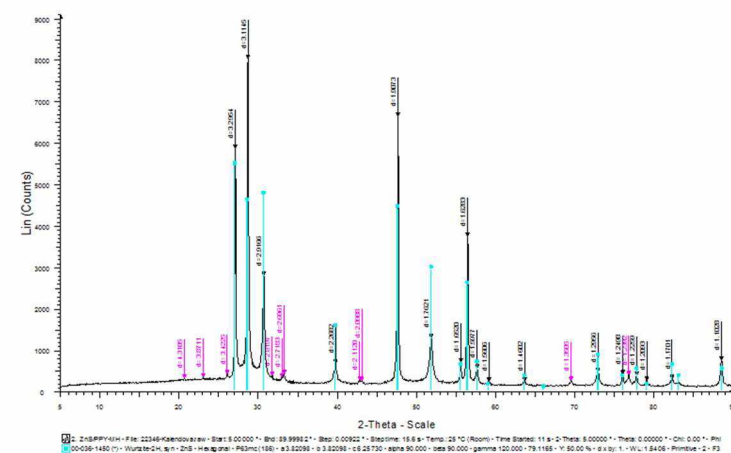
PŘÍLOHY.

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ Z XRD.

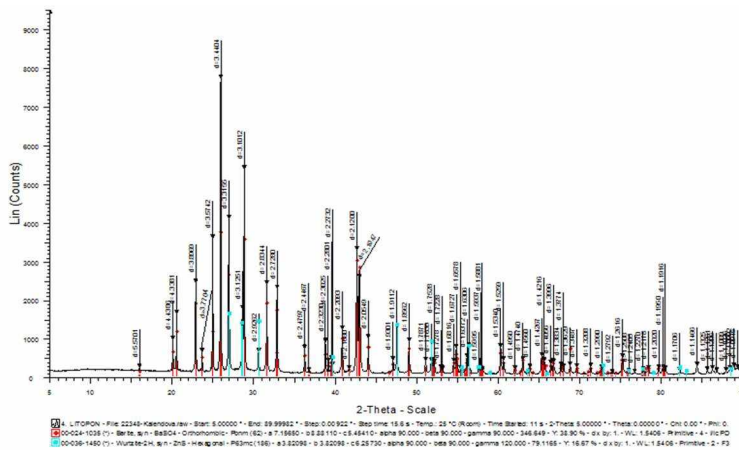
Snímky z XRD s nátěrovým povlakem ZnS



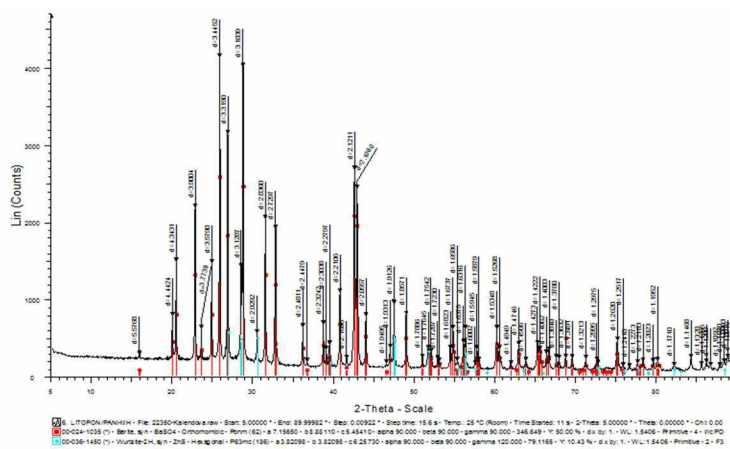
Snímky z XRD s nátěrovým povlakem ZnS/PANI



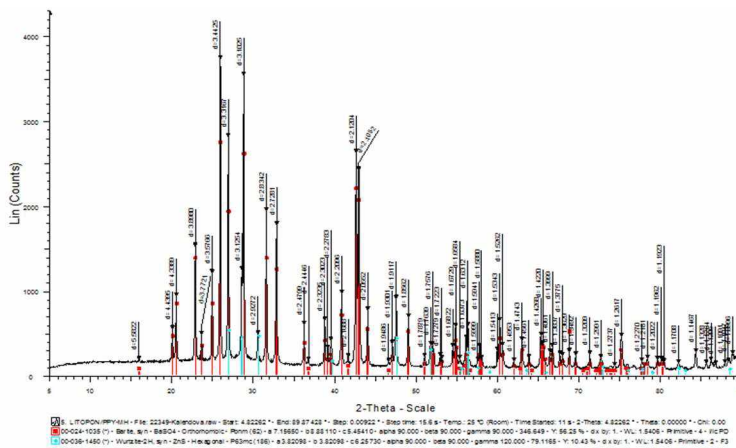
Snímky z XRD s nátěrovým povlakem ZnS/PPY



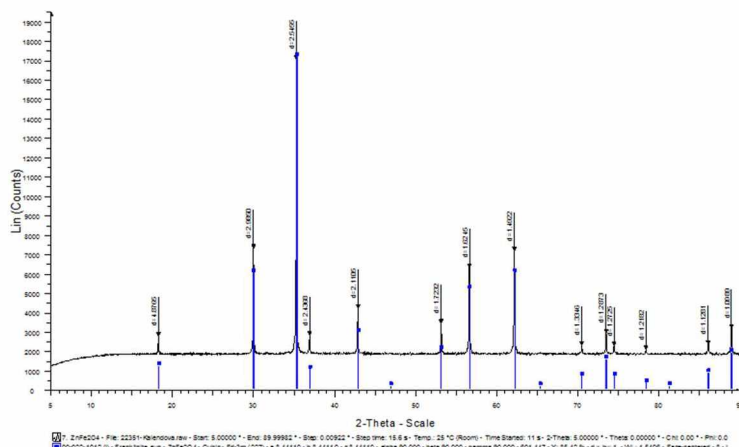
Snímek z XRD s nátěrovým povlakem Litopon



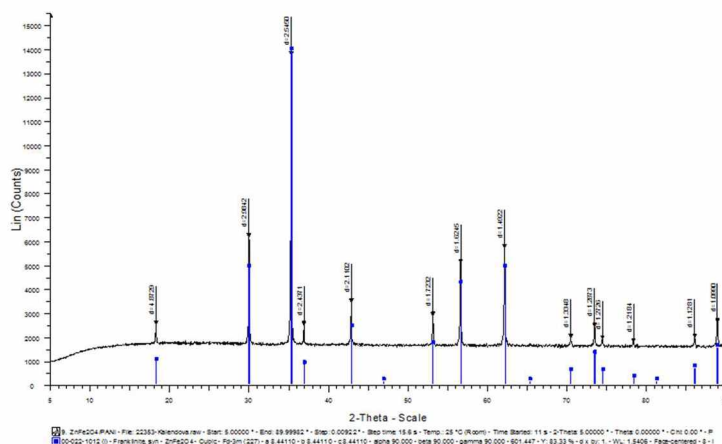
Snímek z XRD s nátěrovým povlakem Litopon/PANI



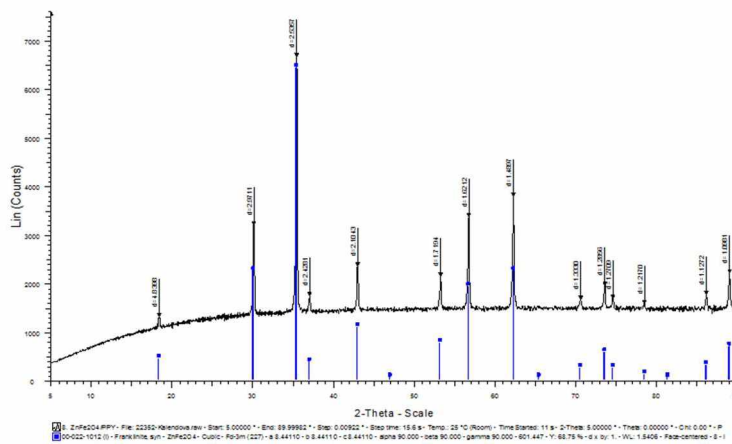
Snímek z XRD s nátěrovým povlakem Litopon/PPY



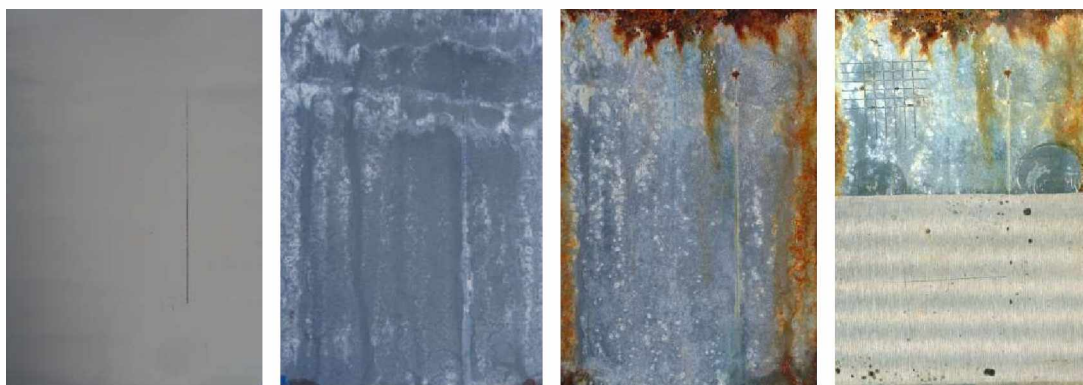
Snímek z XRD s nátěrovým povlakem ZnFe₂O₄



Snímek z XRD s nátěrovým povlakem ZnFe₂O₄/PANI



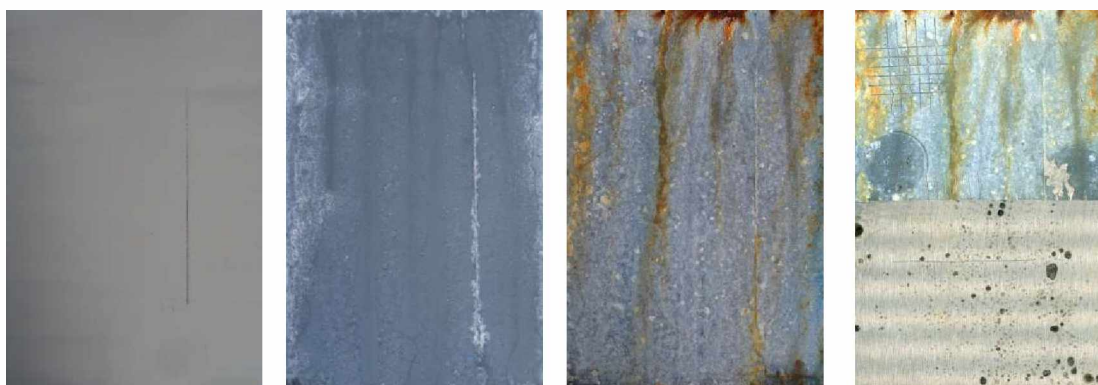
Snímek z XRD s nátěrovým povlakem ZnFe₂O₄/PPY



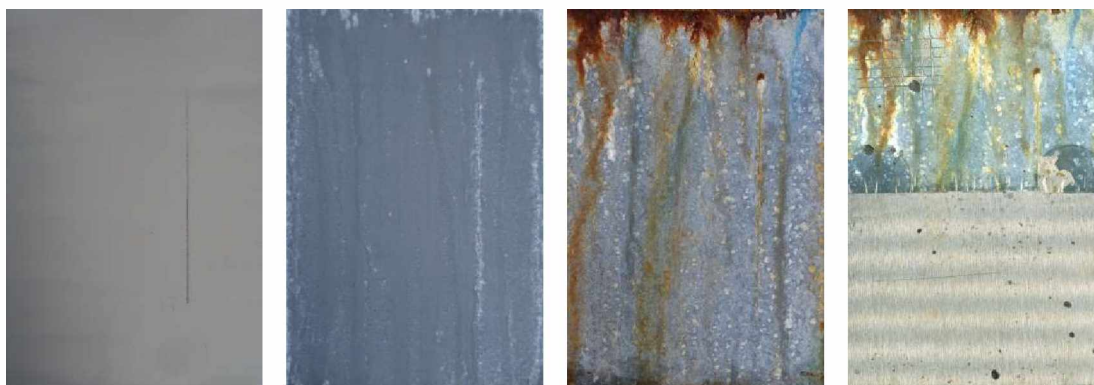
Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP= 65% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP= 67% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



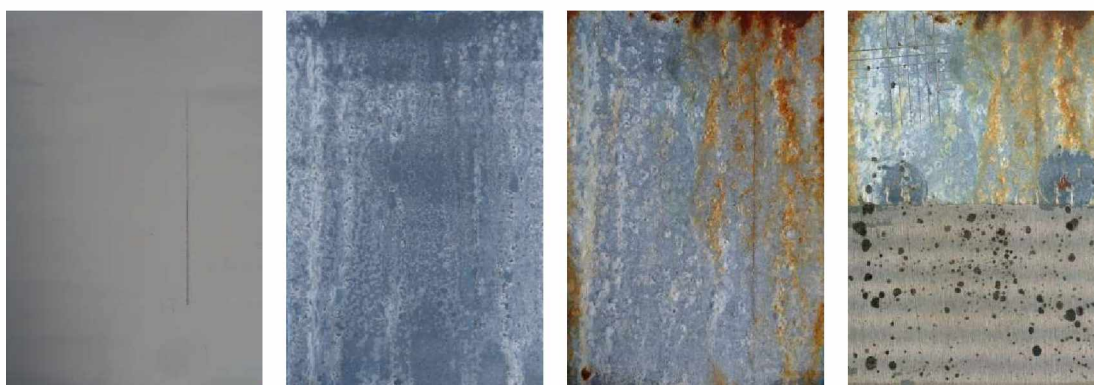
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP= 1% před expozicí, před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



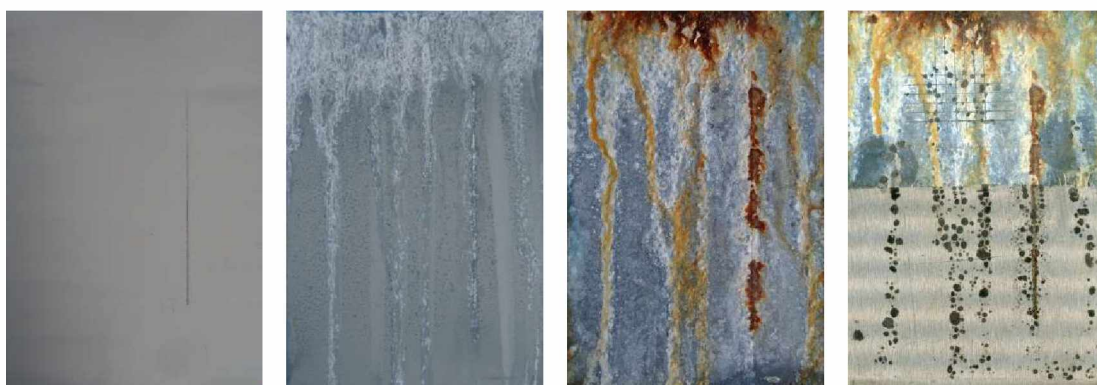
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



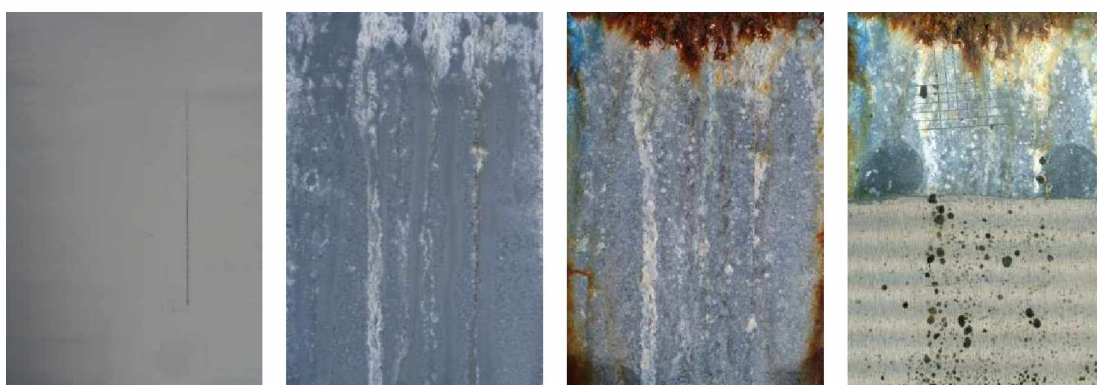
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



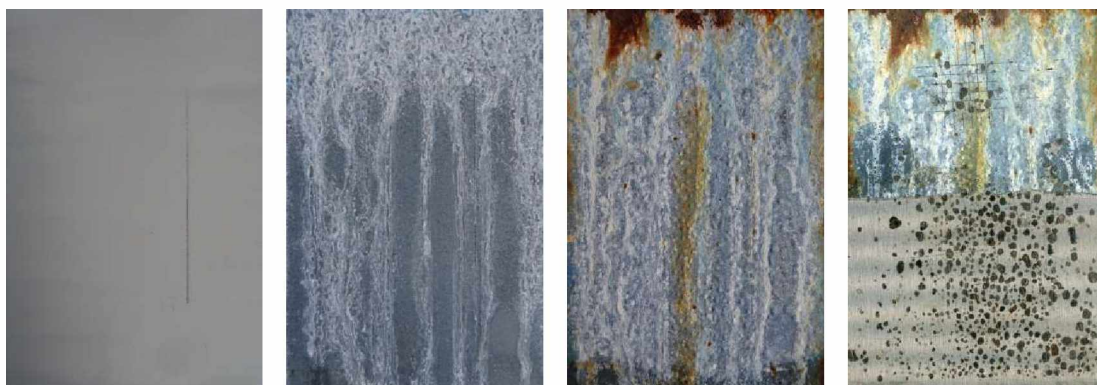
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



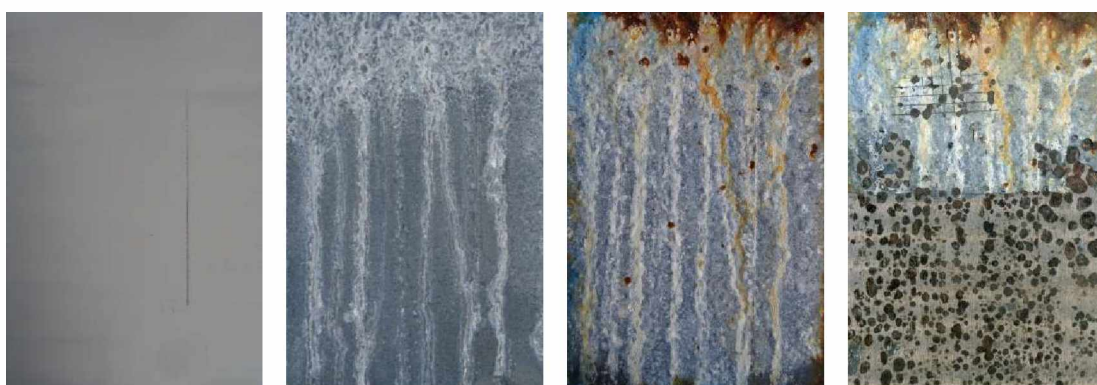
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



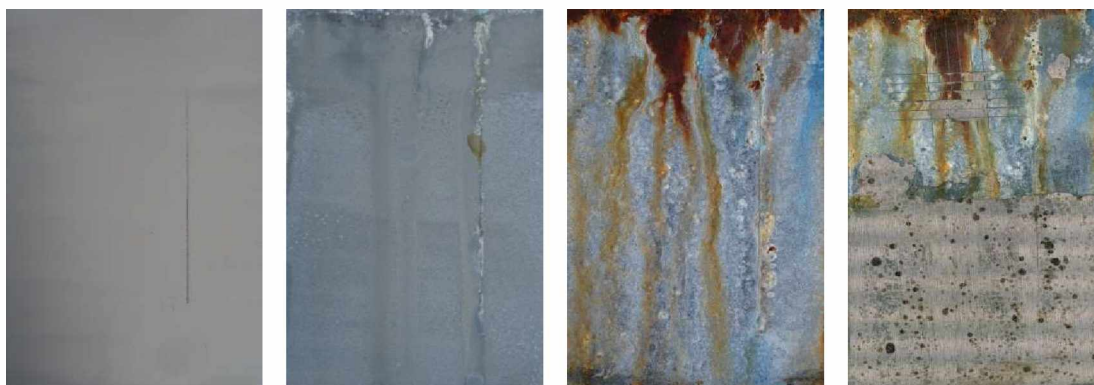
Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



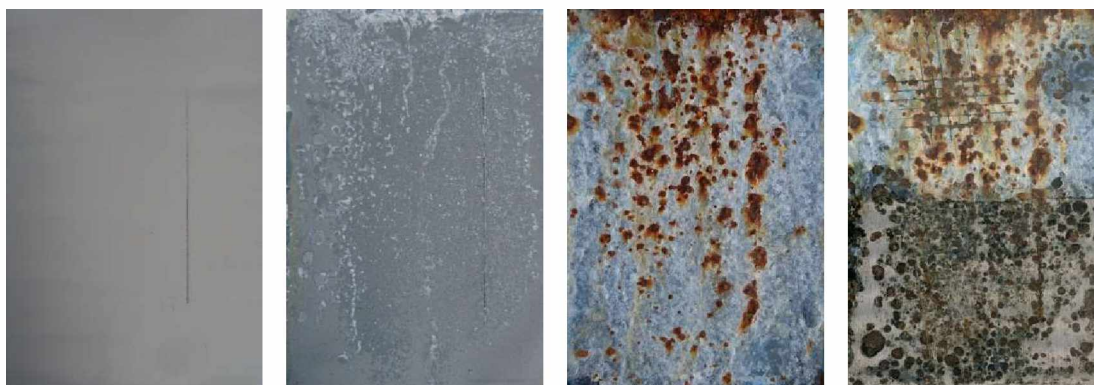
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



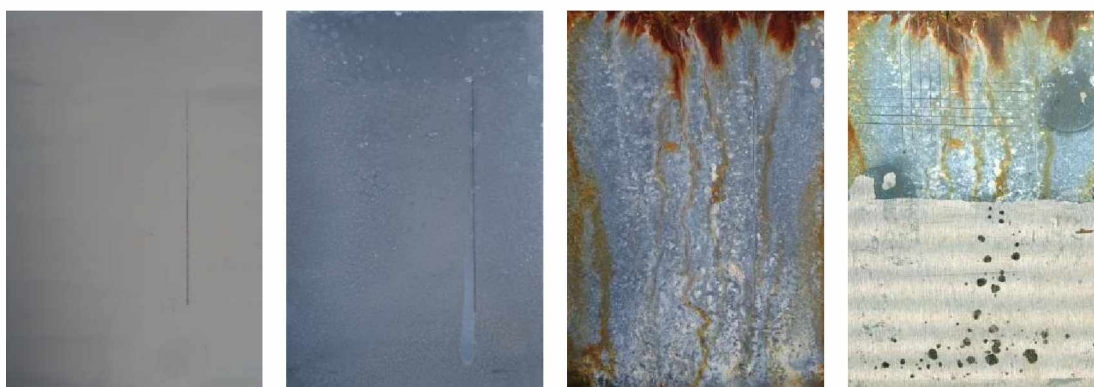
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



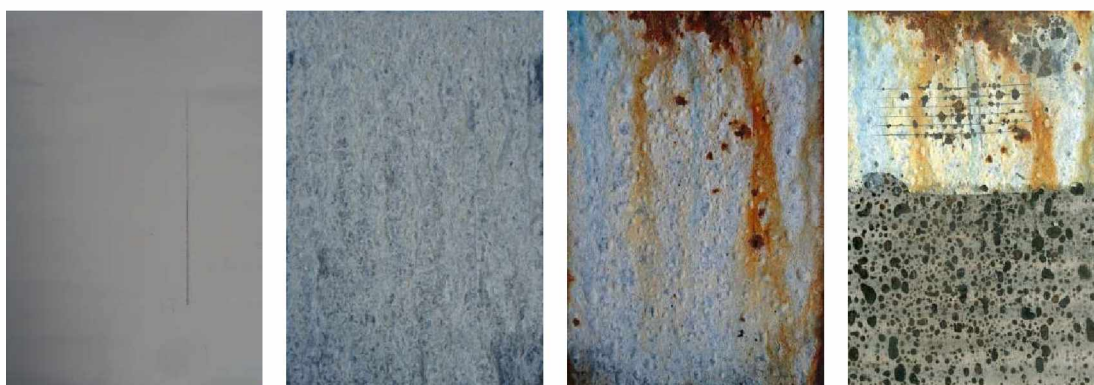
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



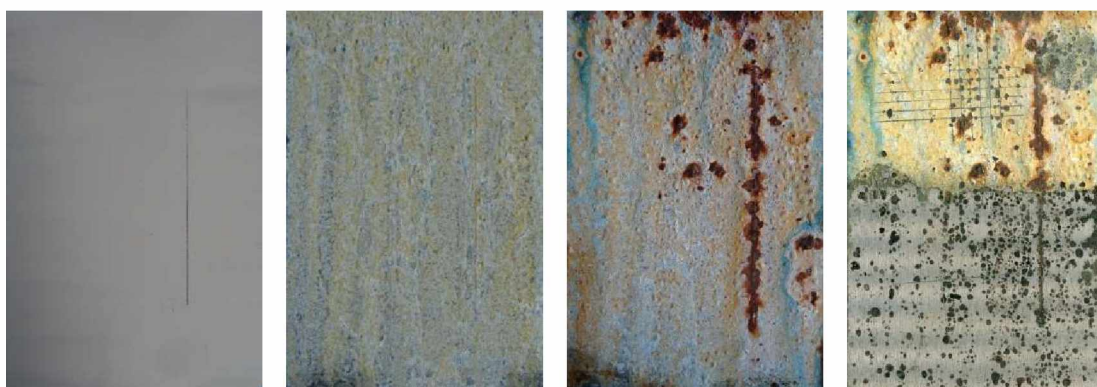
Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



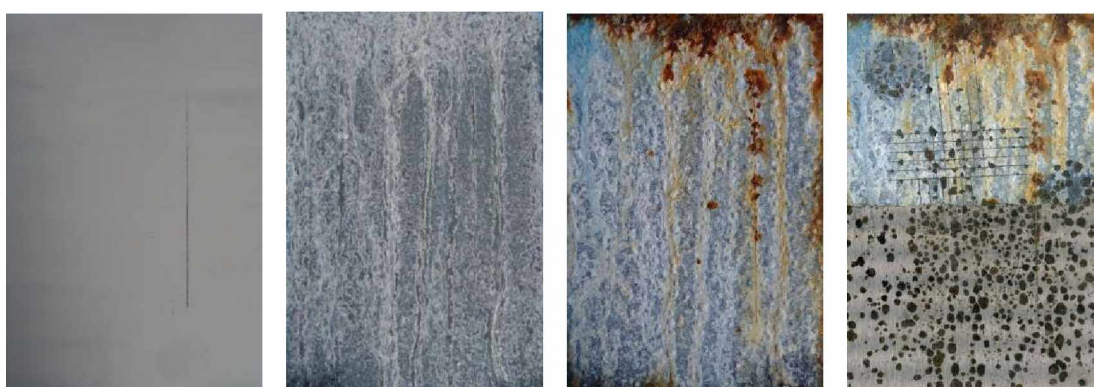
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



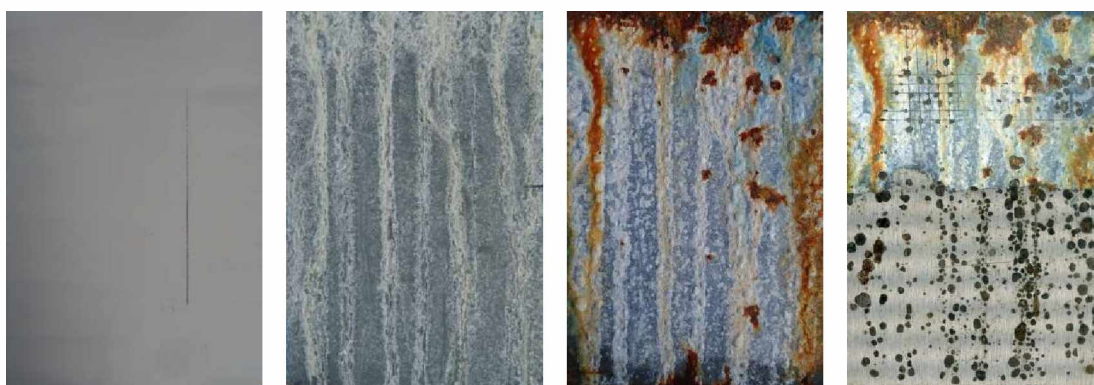
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



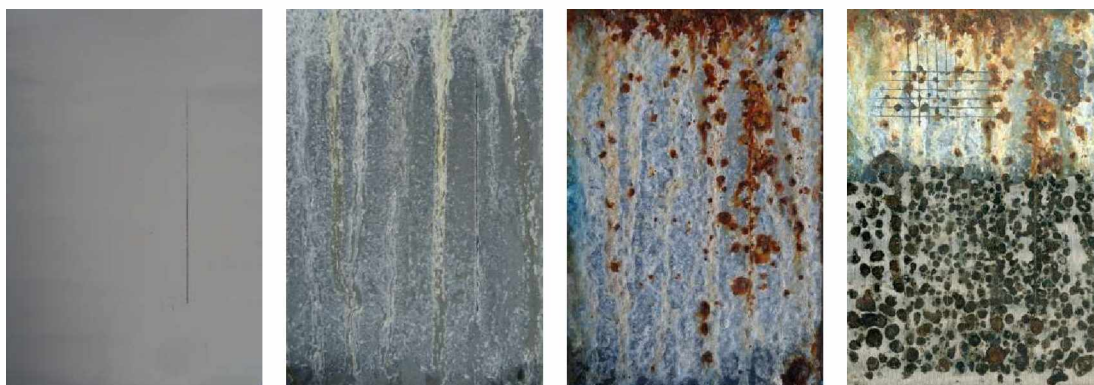
Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄/PANI OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄/PANI OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4/PANI$ OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4/PPY$ OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



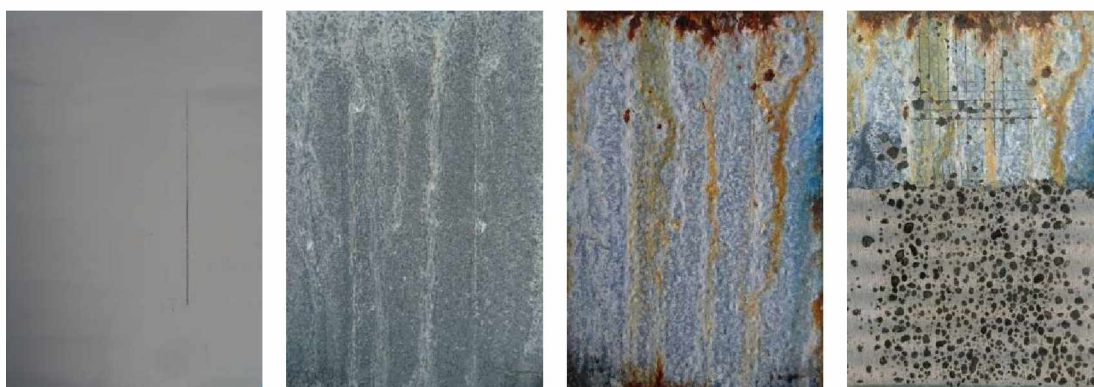
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4/PPY$ OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



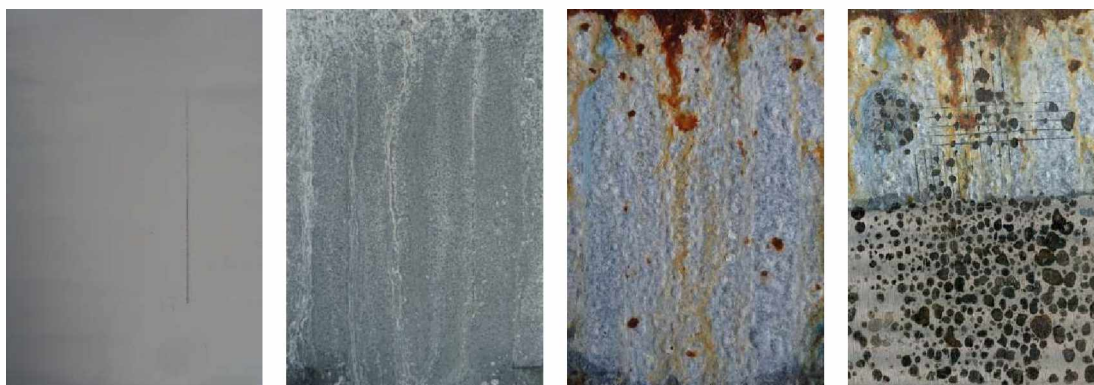
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4/PPY$ OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4/PPY$ OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS_2 OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



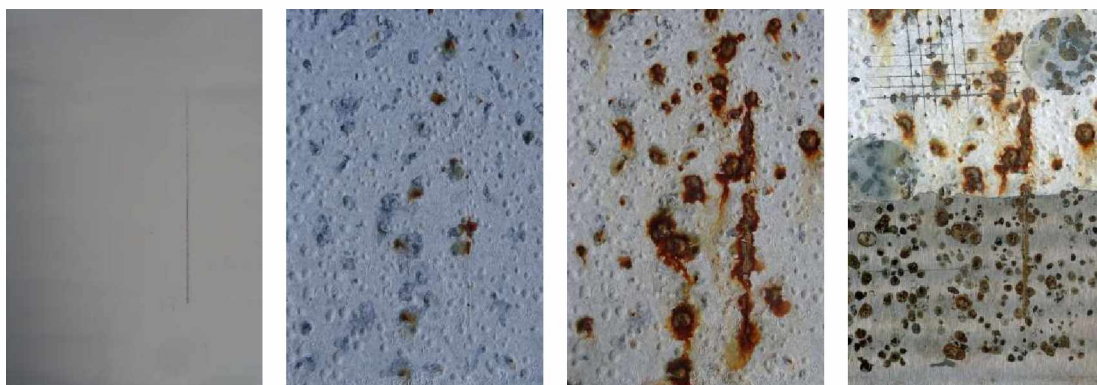
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



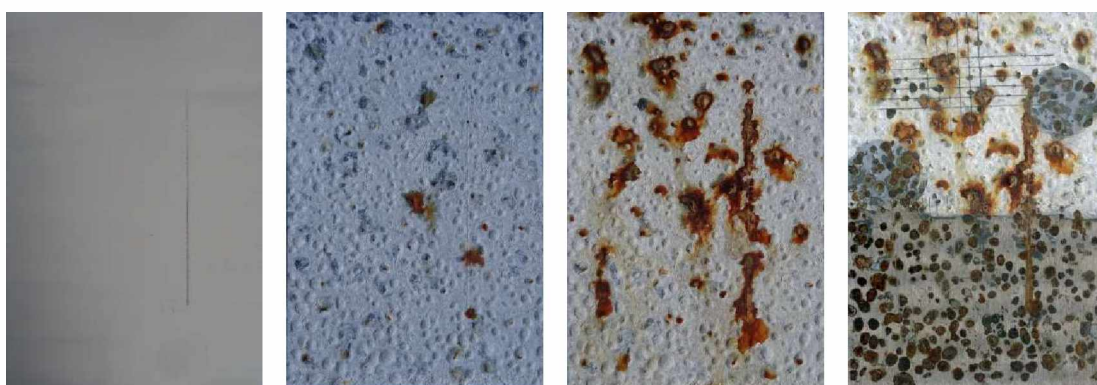
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



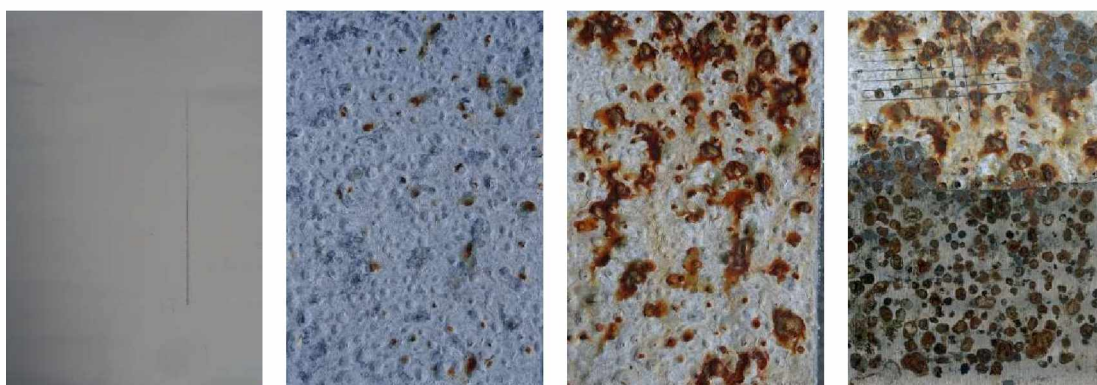
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



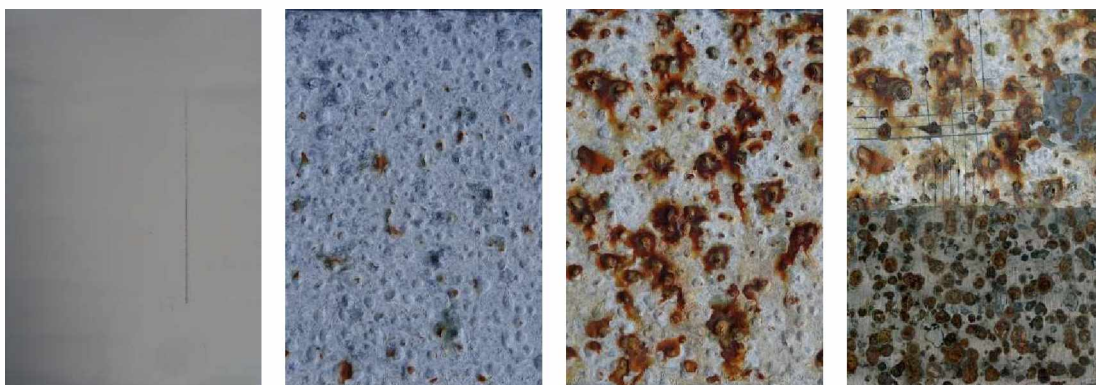
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



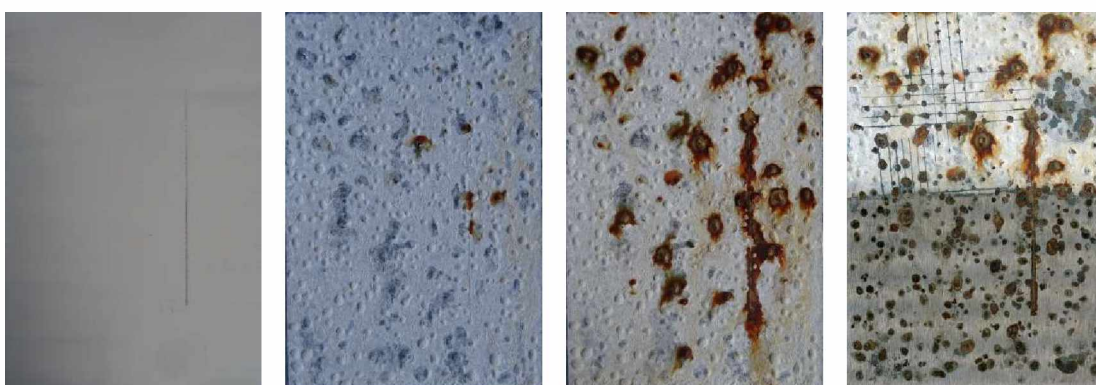
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



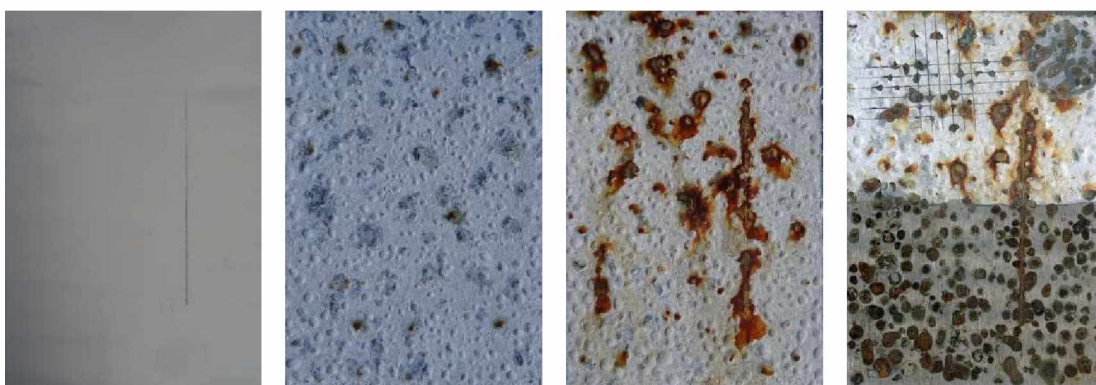
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



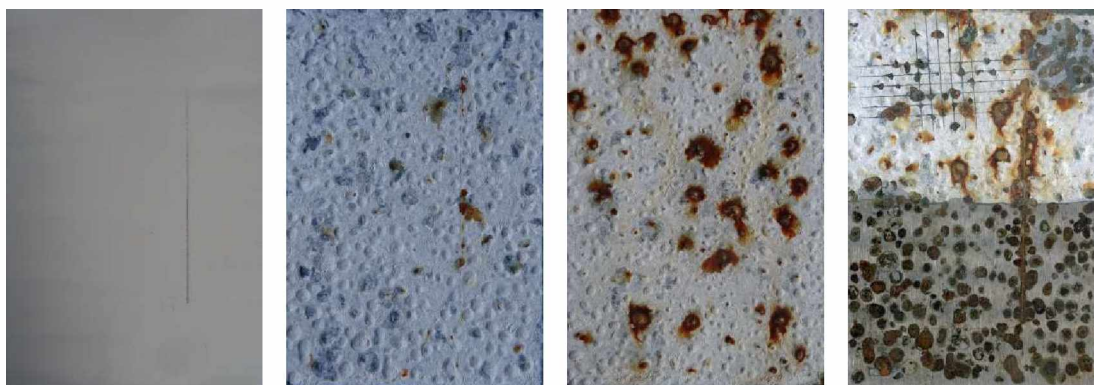
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



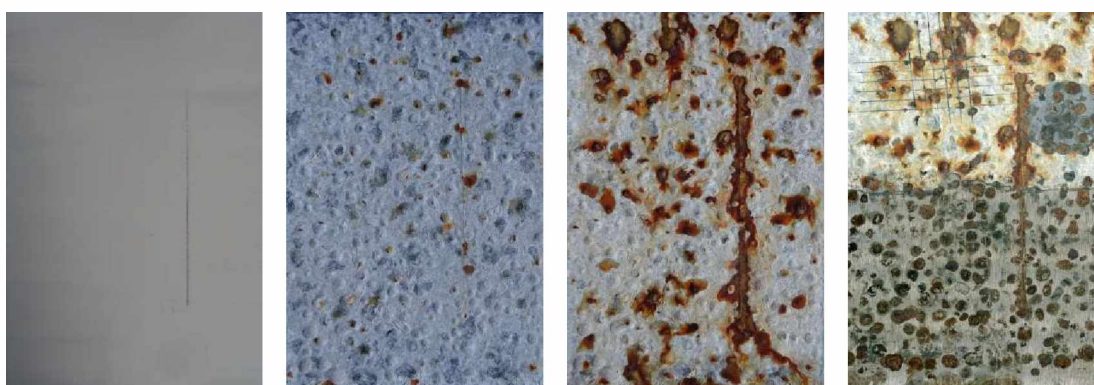
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



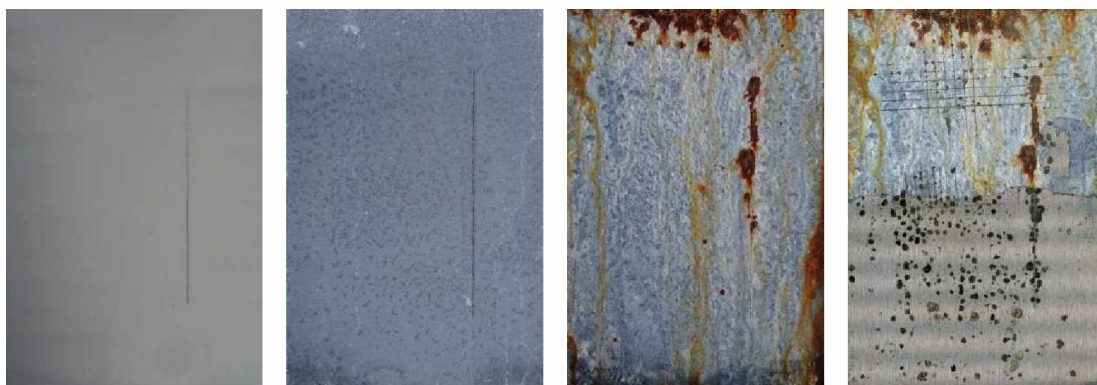
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



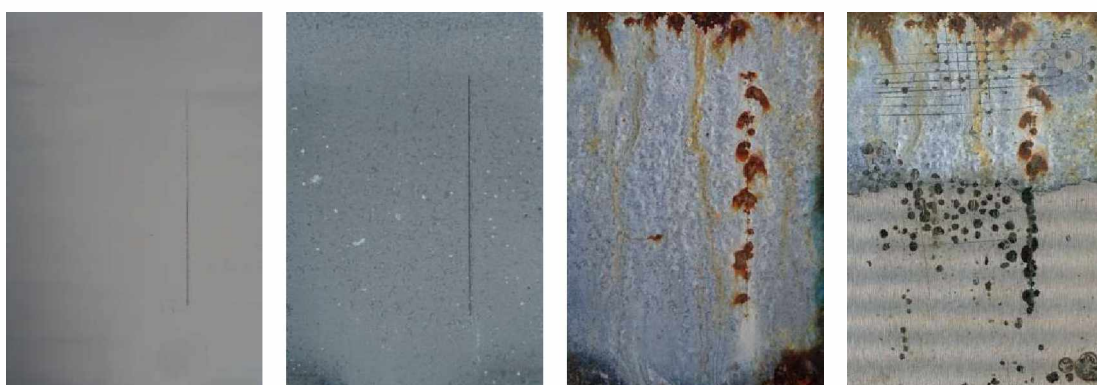
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



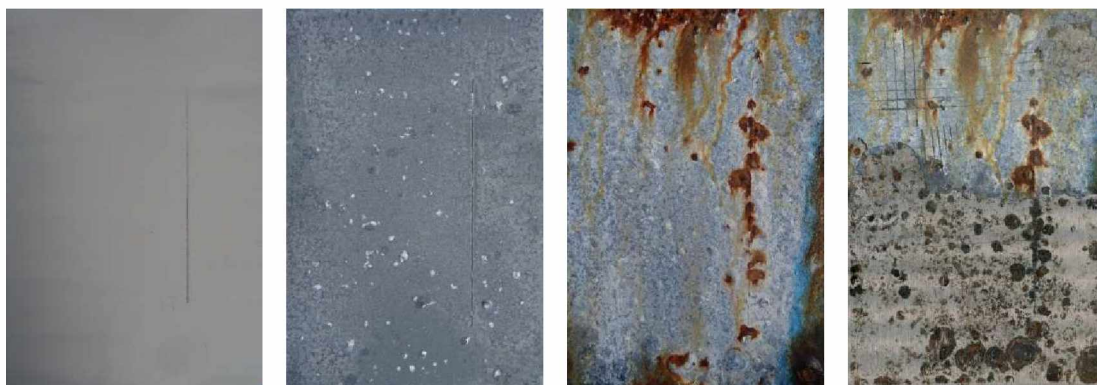
Nátěrové filmy s obsahem WS₂ OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



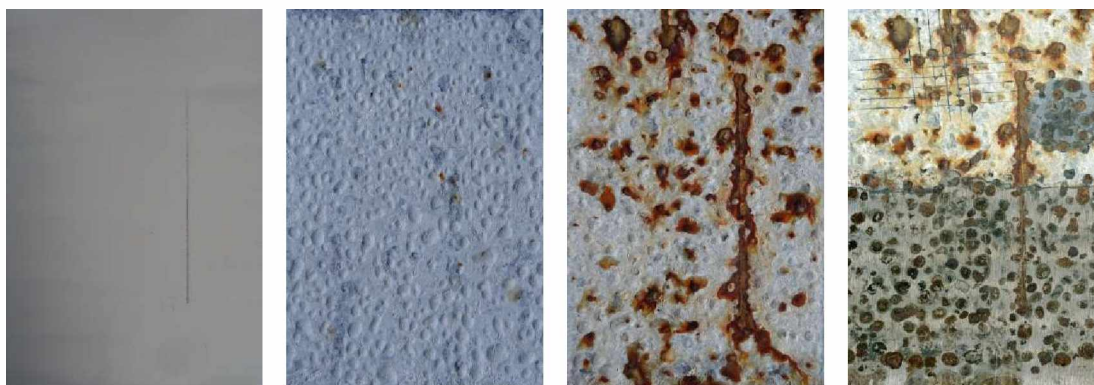
Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



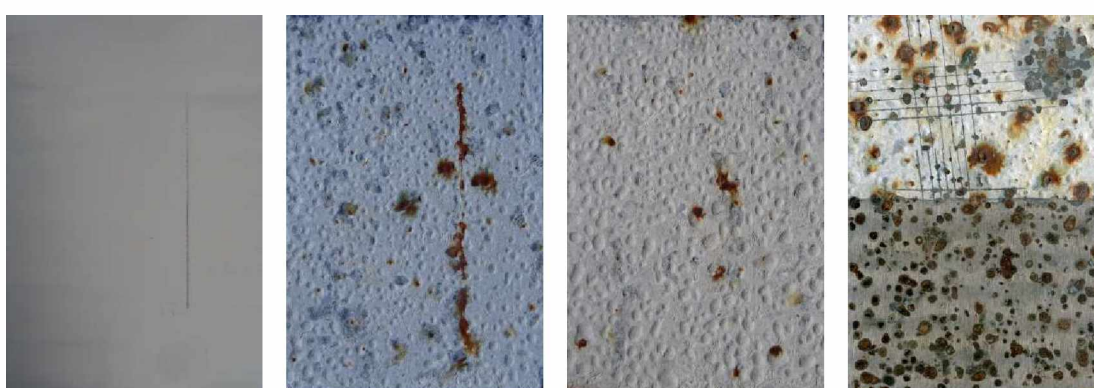
Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



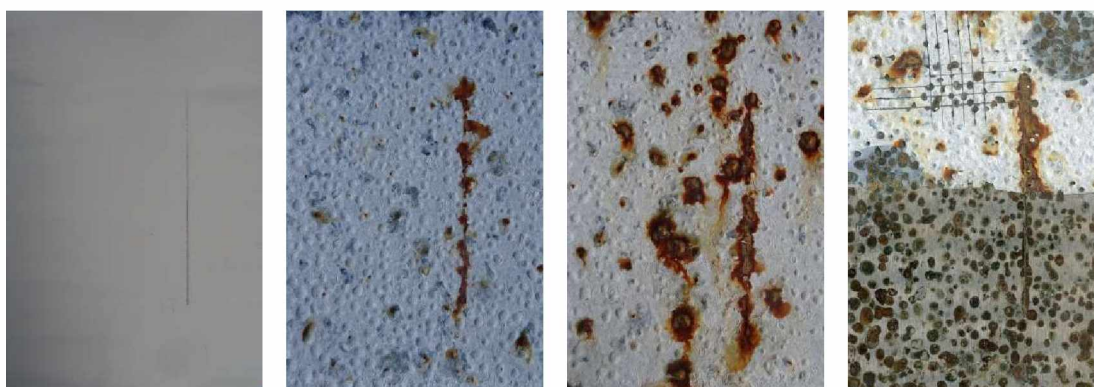
Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



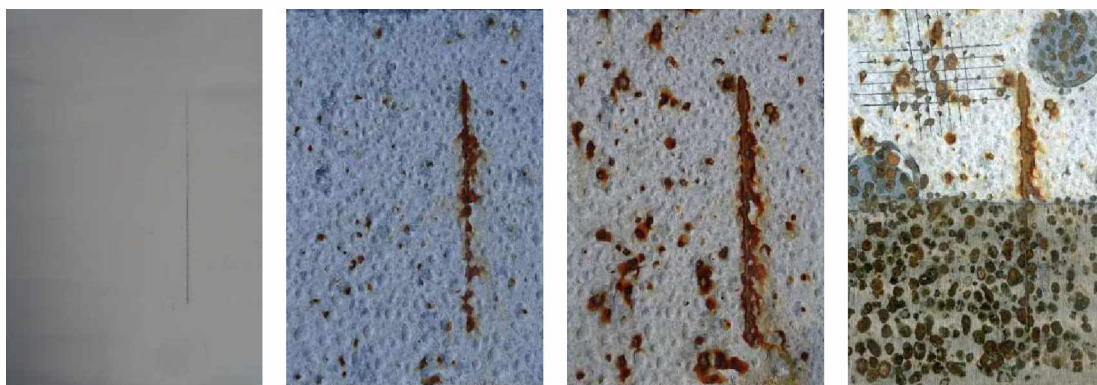
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



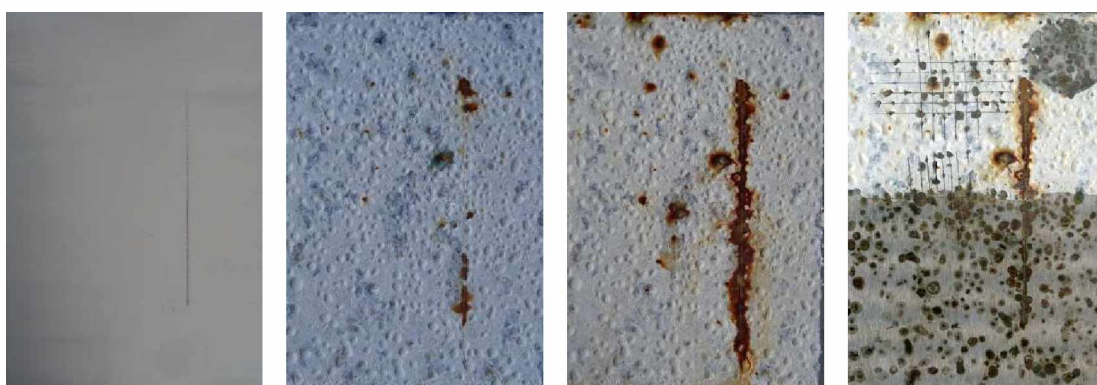
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



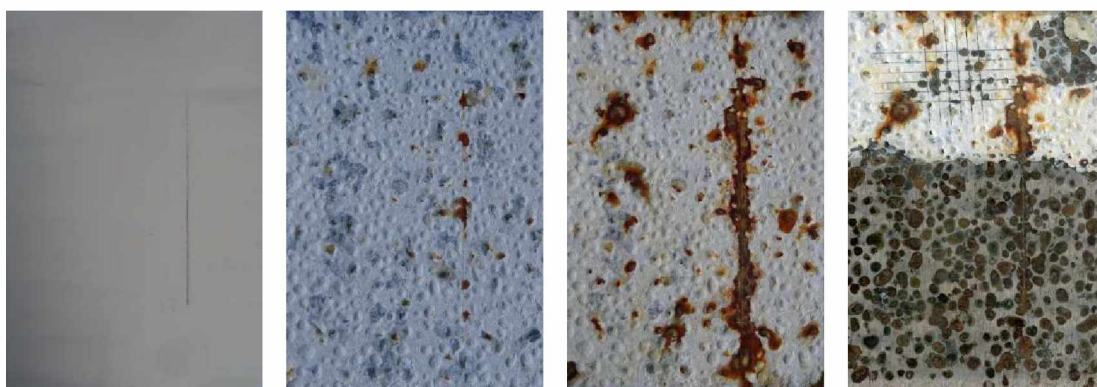
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



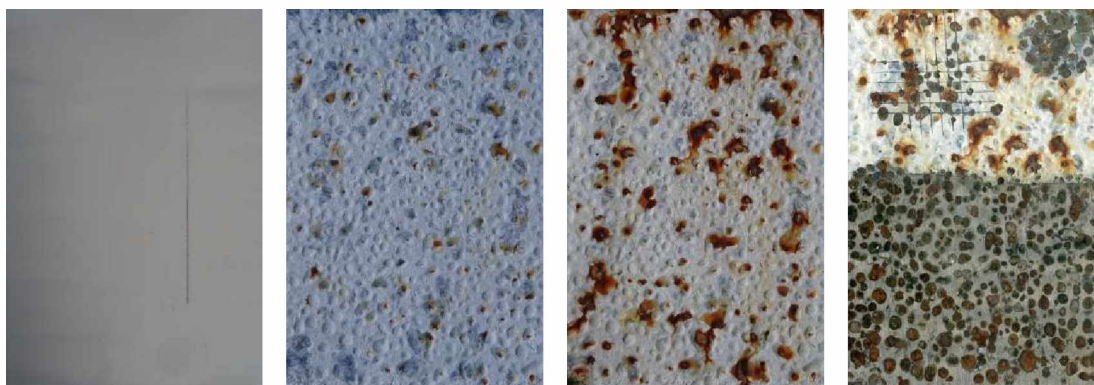
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



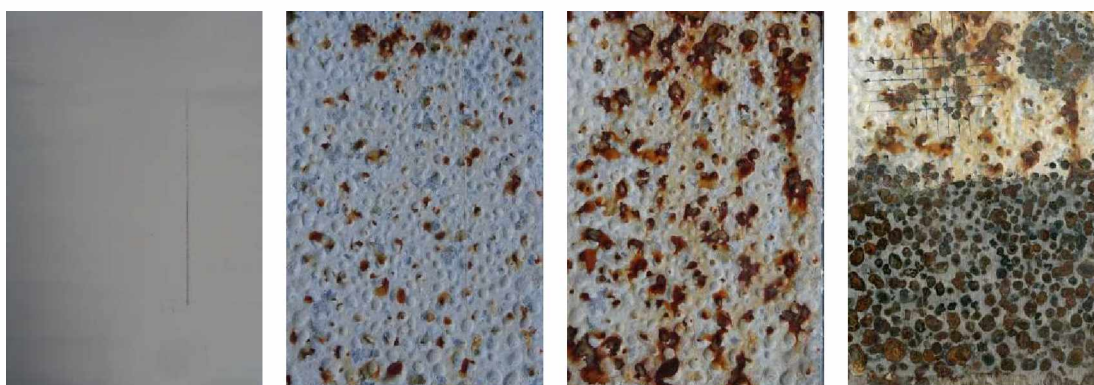
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2/PPY OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu

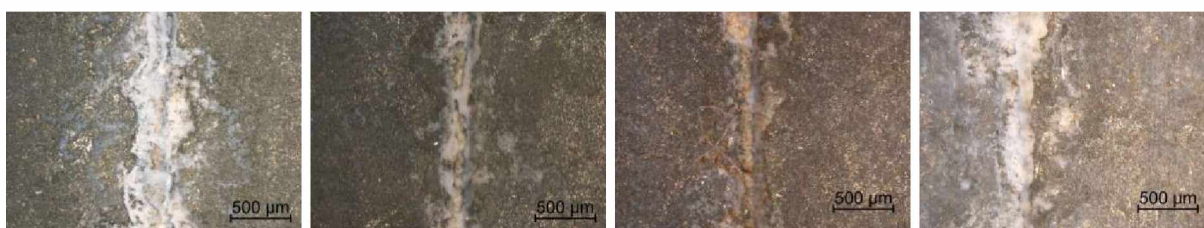


Nátěrové filmy s obsahem WS2/PPY OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu

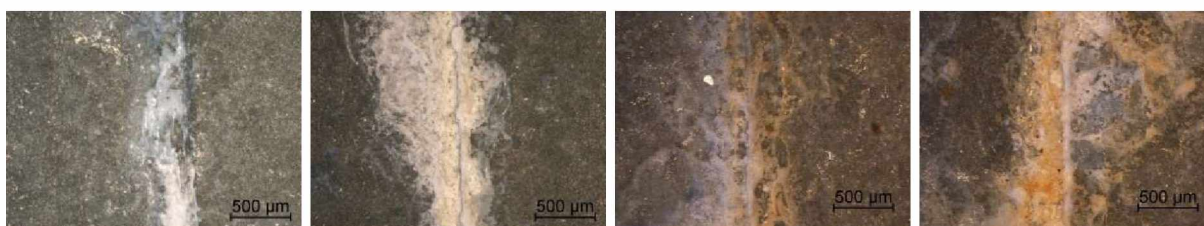


Nátěrové filmy s obsahem WS2/PPY OKP=10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, 1056 hodinové expozici a ocelový panel po odstranění nátěrového filmu

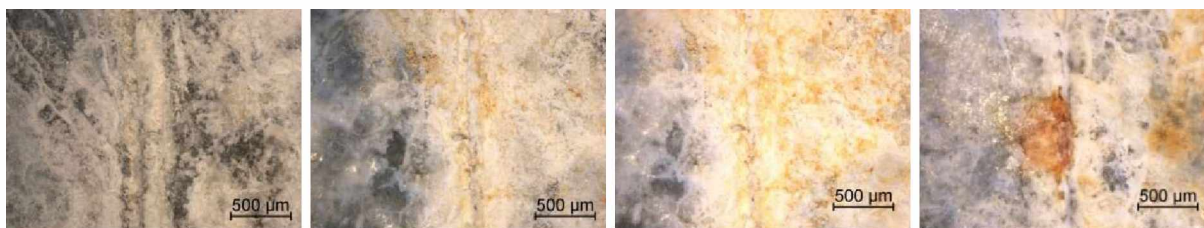
Seznam zacelení zkušebních řezů vybraných nátěrových hmot z komory NaCl



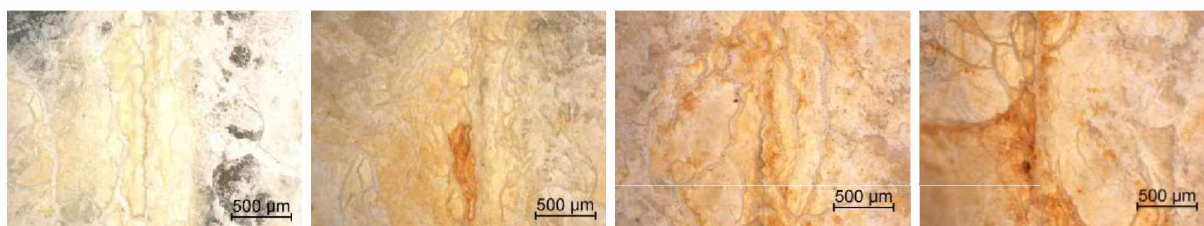
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem Zn OKP= 63 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



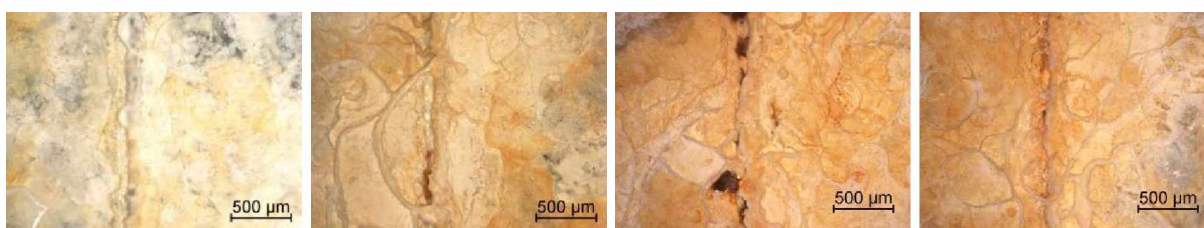
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem Zn OKP= 67 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



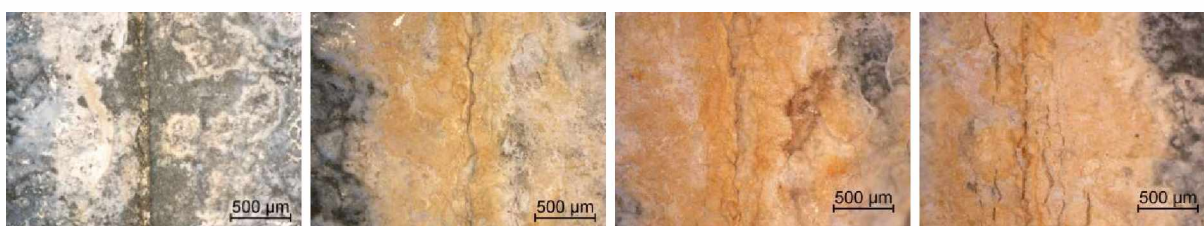
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 1 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



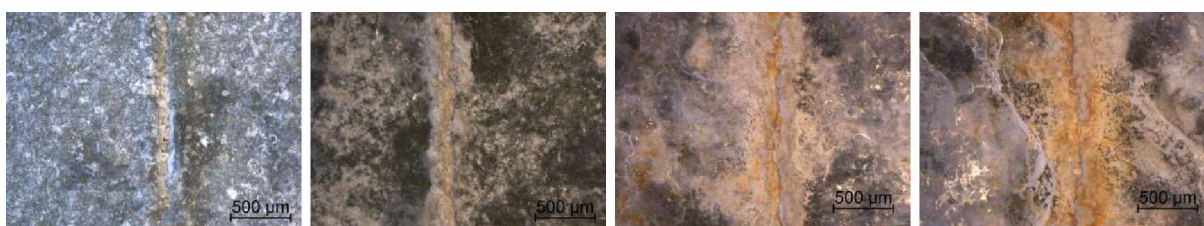
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 3 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 10 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



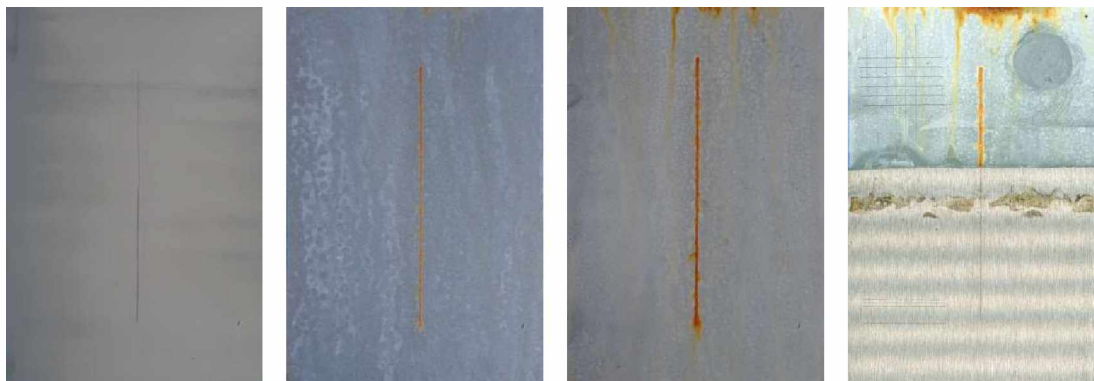
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem $ZnFe_2O_4/PPY$ OKP= 10 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici



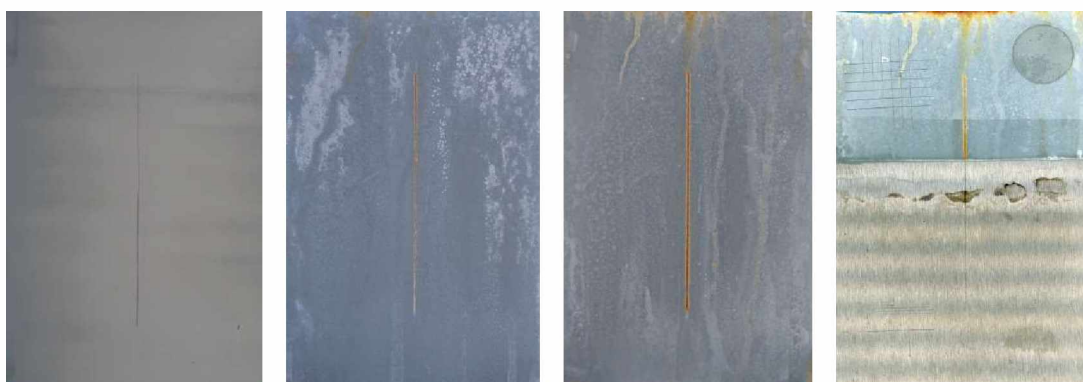
Zacelení zkušebního řezu nátěrového filmu s obsahem WS2 OKP= 3 % po 120 hodinové expozici, po 240 hodinové expozici, po 480 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici

SNÍMKY NÁTĚROVÝCH FILMŮ V KOMOŘE SO₂

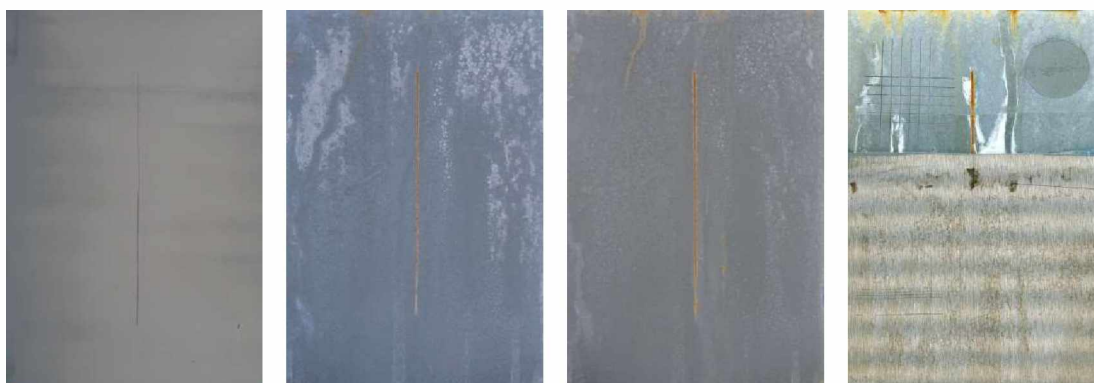
a) Expozice 600 hodin, řez uprostřed



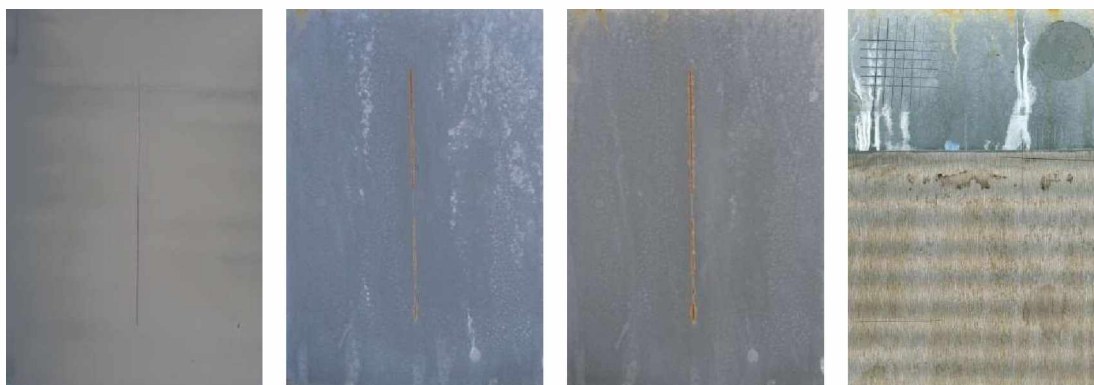
Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=63% po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



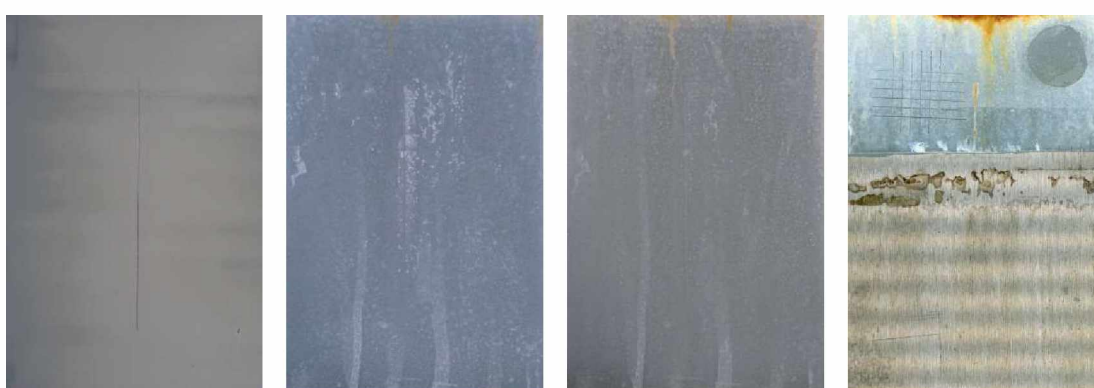
Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=65% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



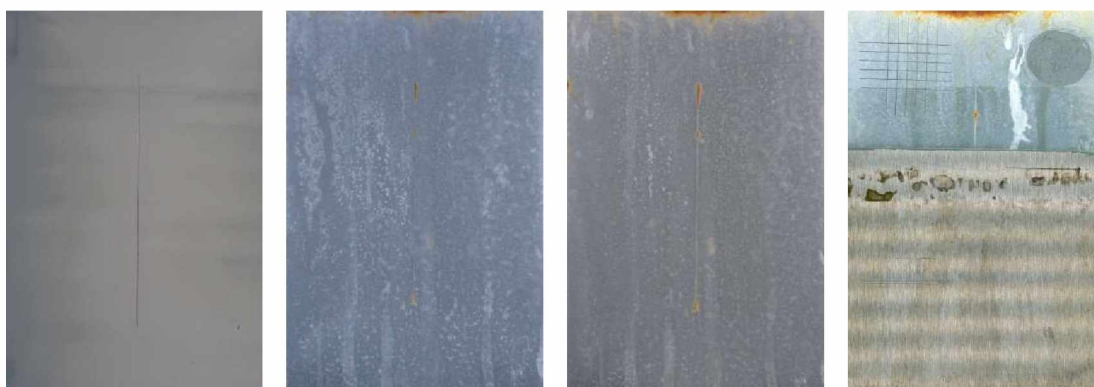
Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=67% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



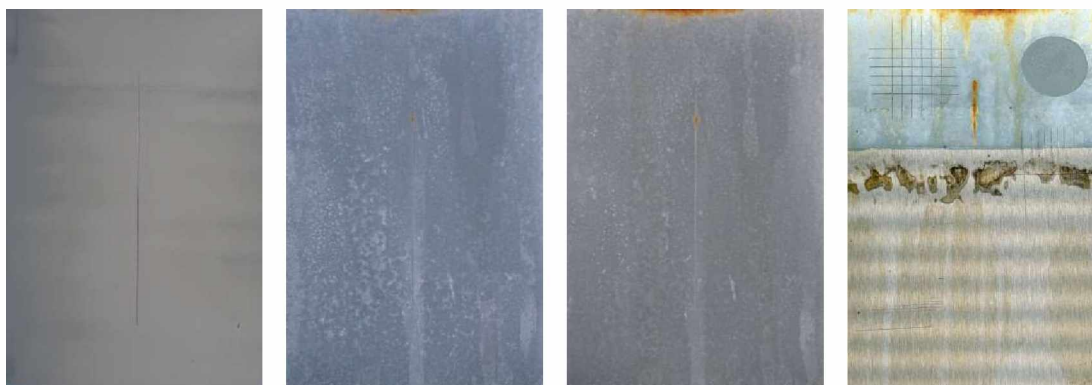
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



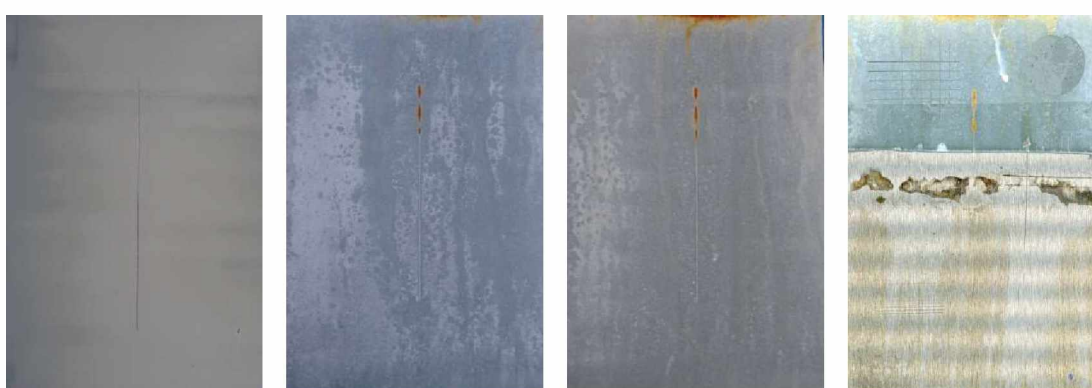
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



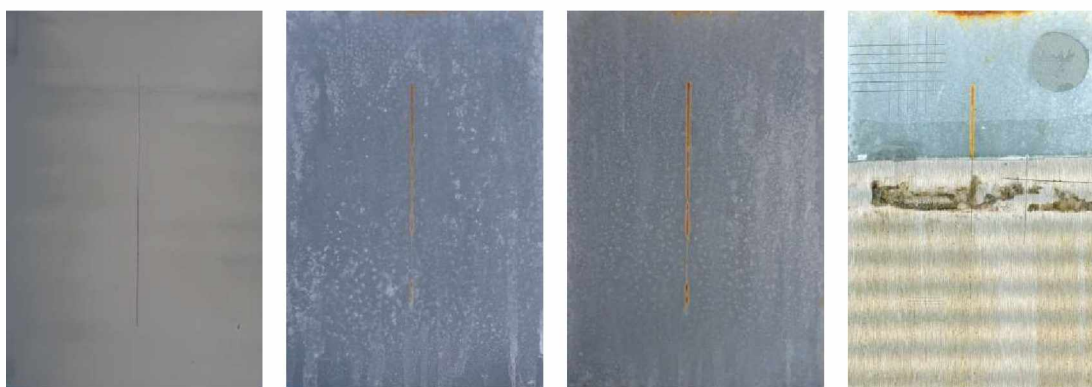
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



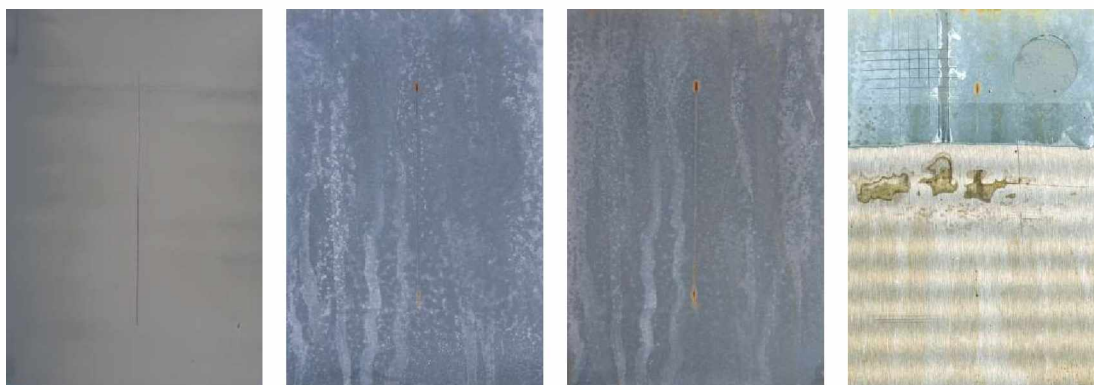
Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



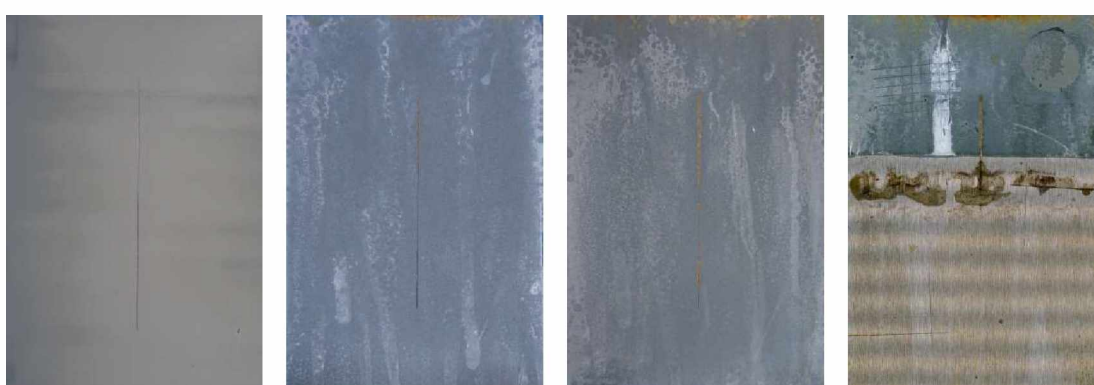
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



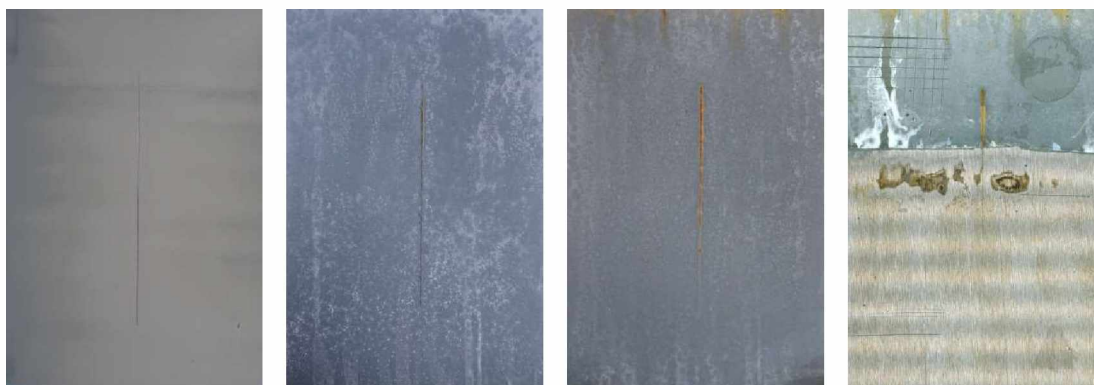
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



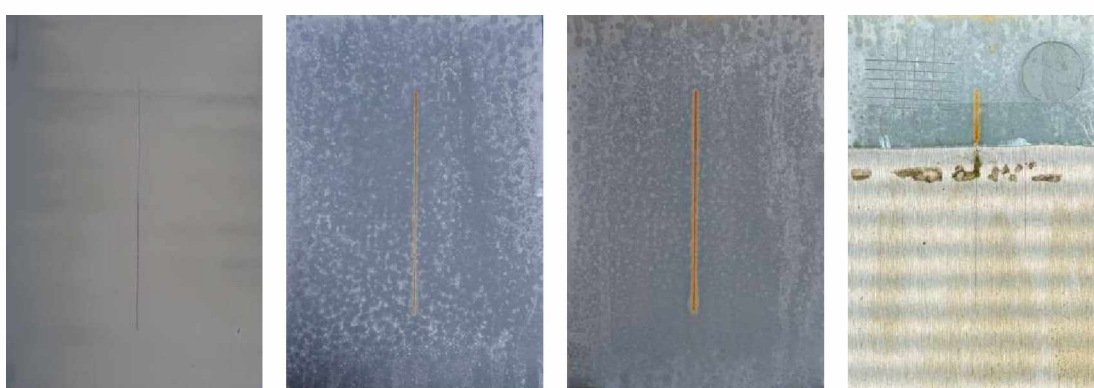
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



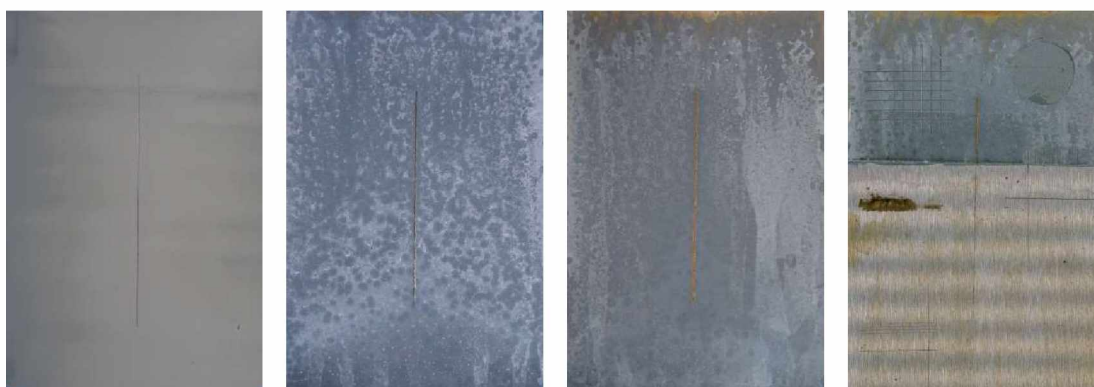
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



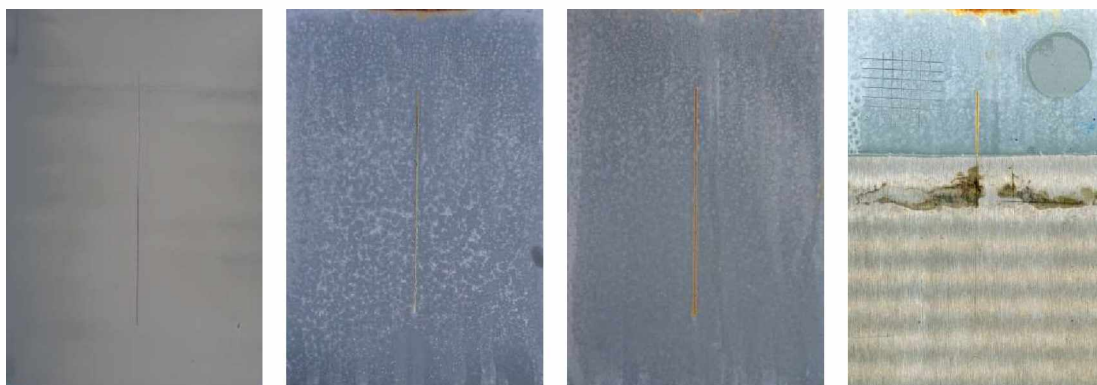
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



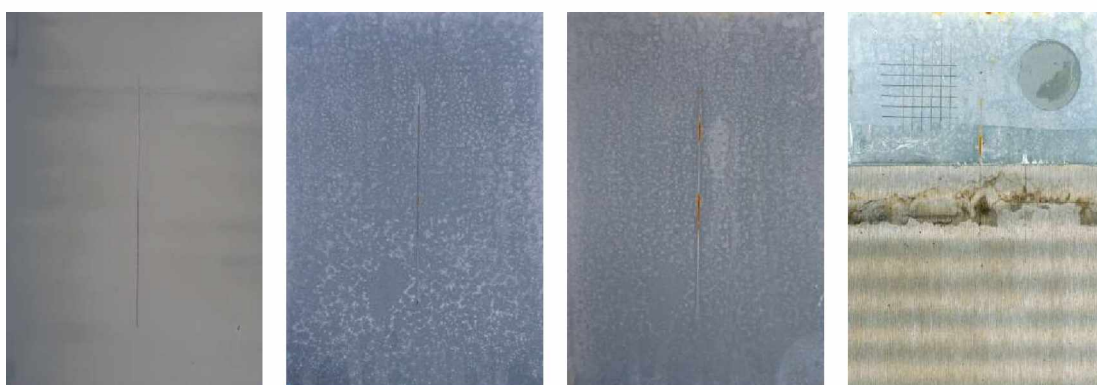
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



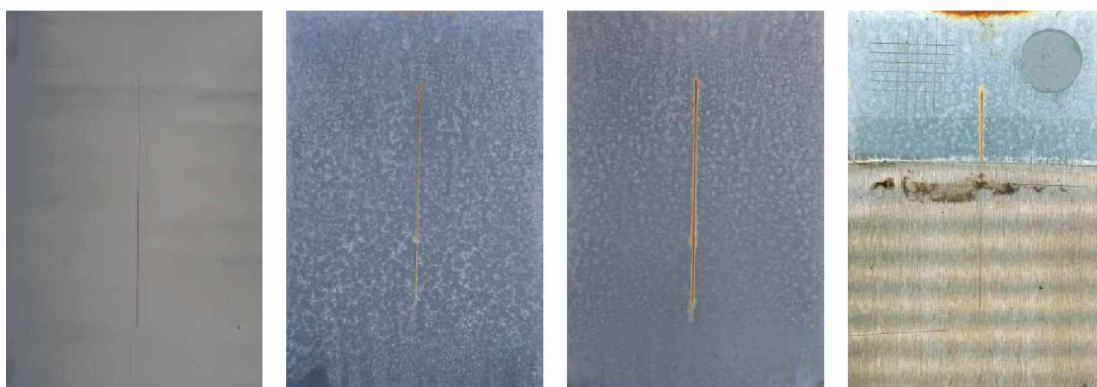
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



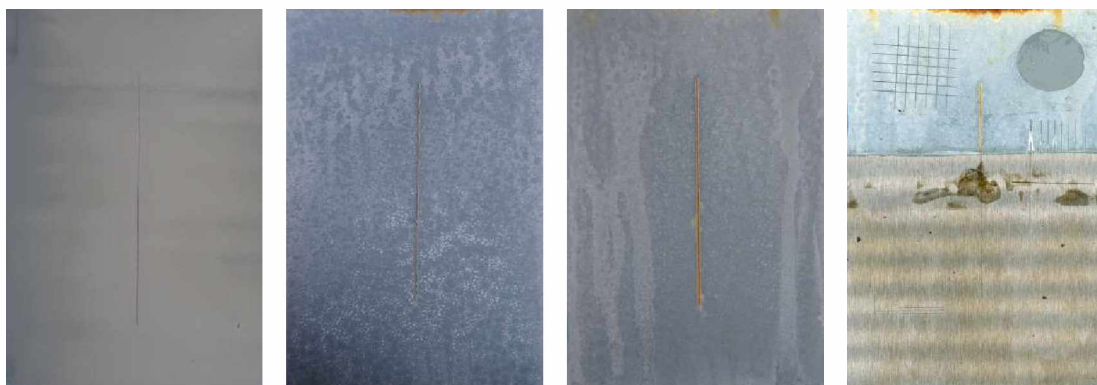
Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



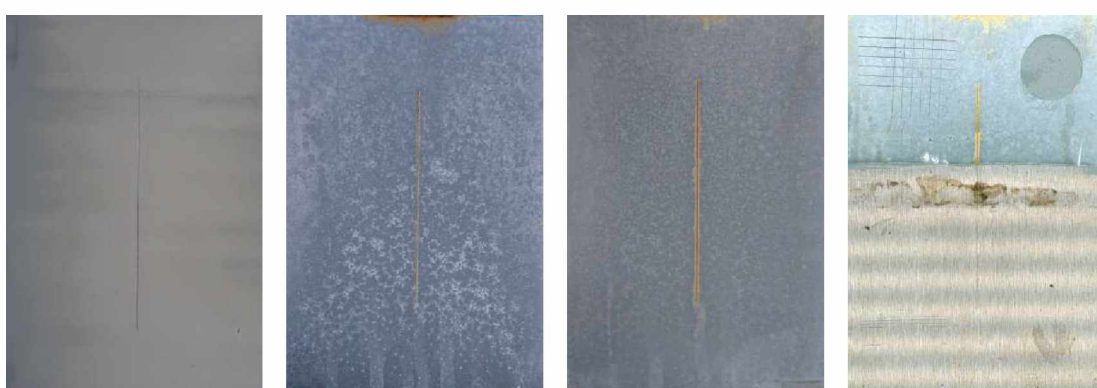
Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



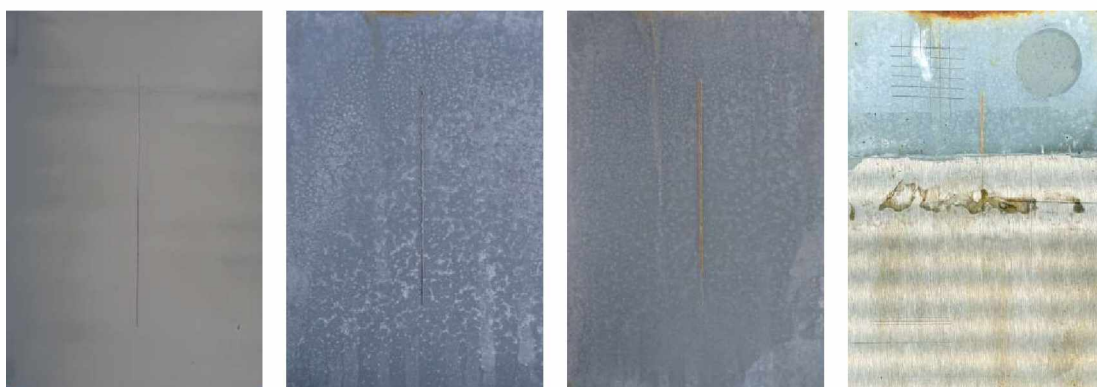
Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



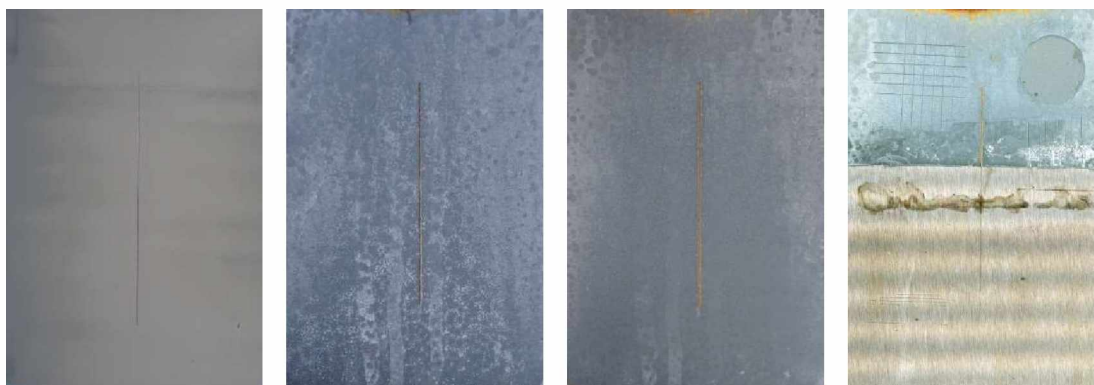
Nátěrové filmy s obsahem Litopon OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



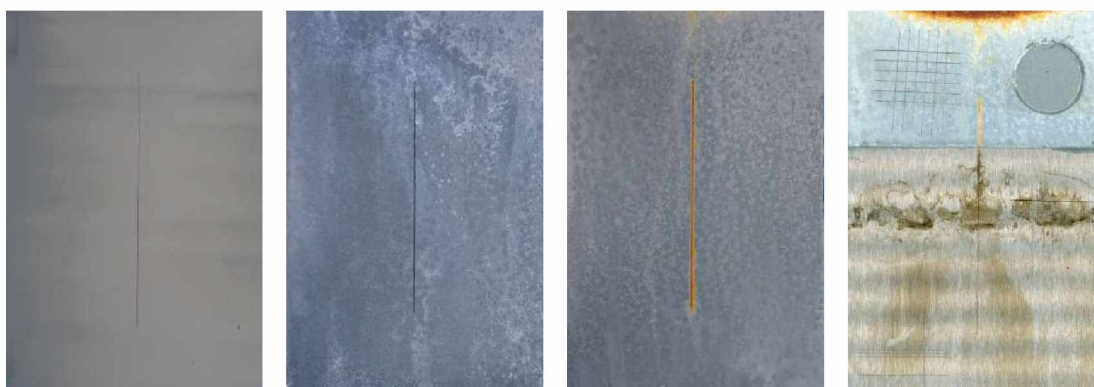
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



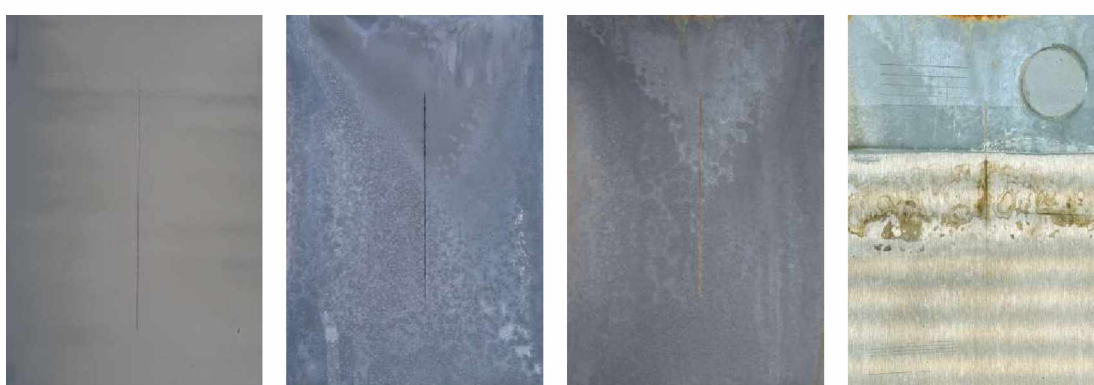
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



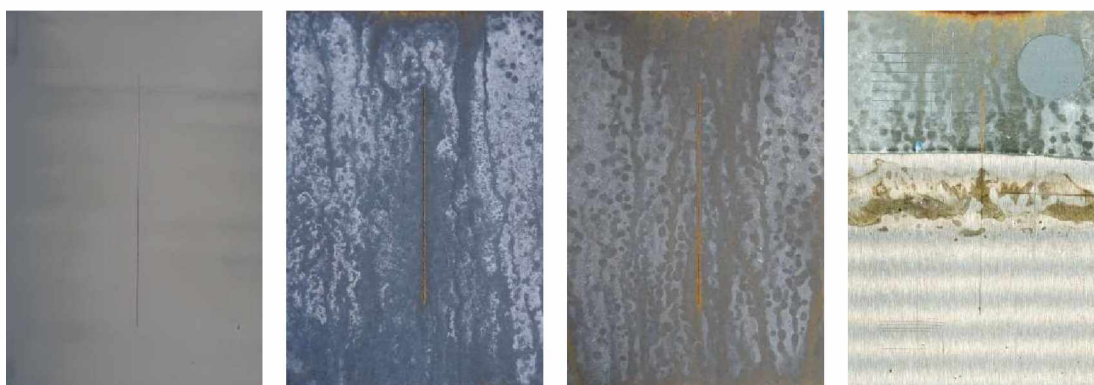
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



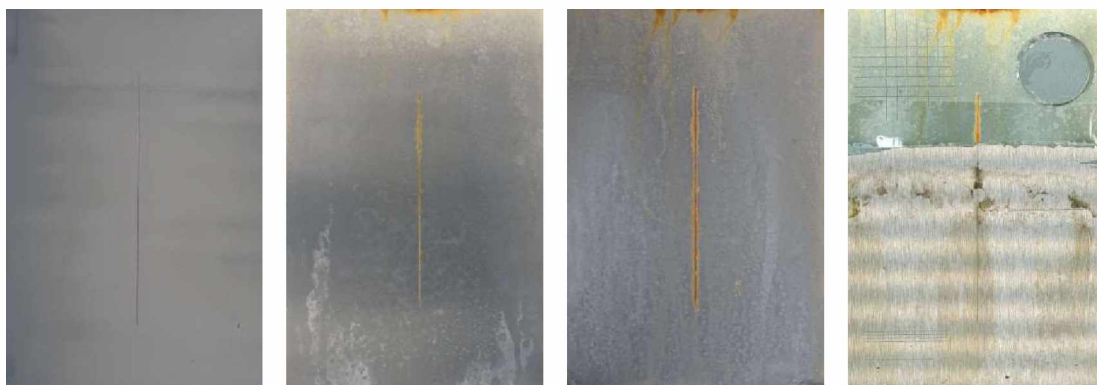
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



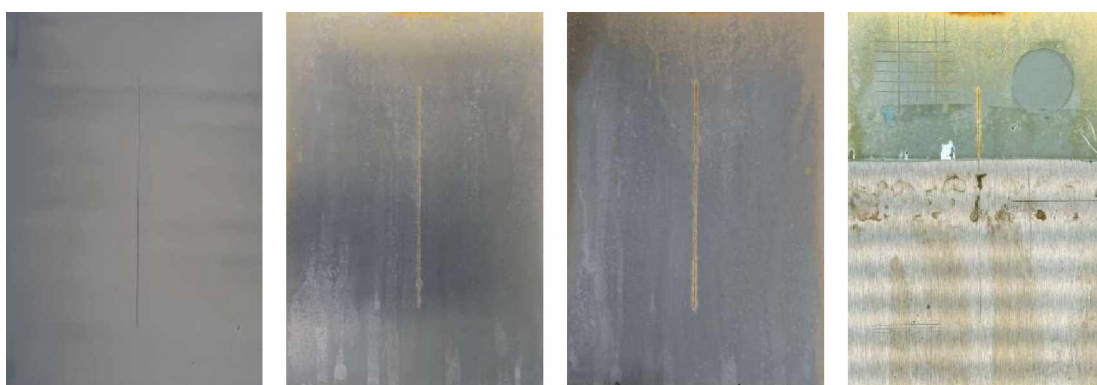
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



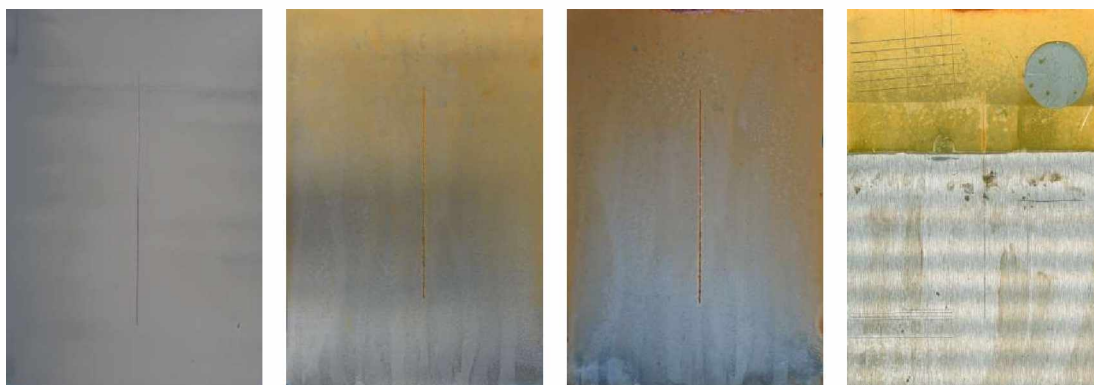
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PANI OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



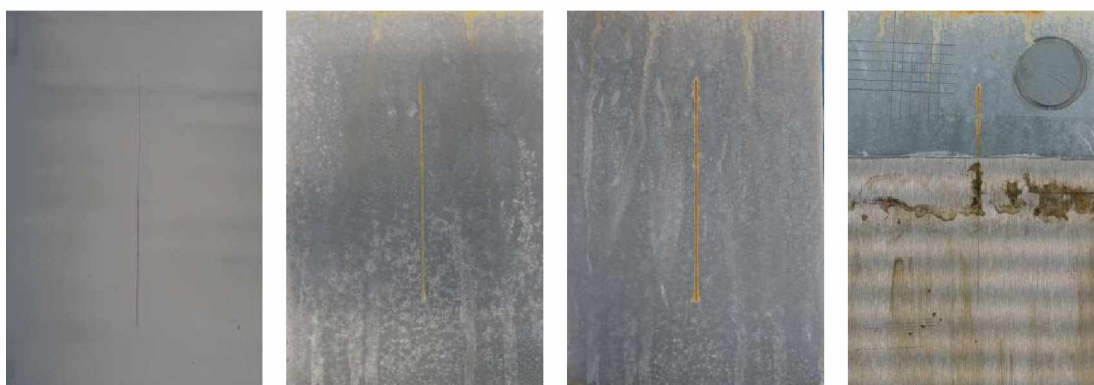
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PANI OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PANI OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



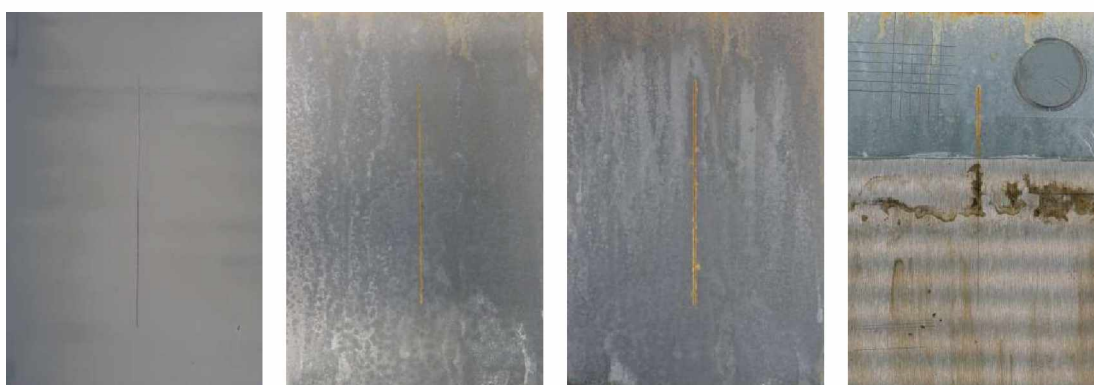
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PANI OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



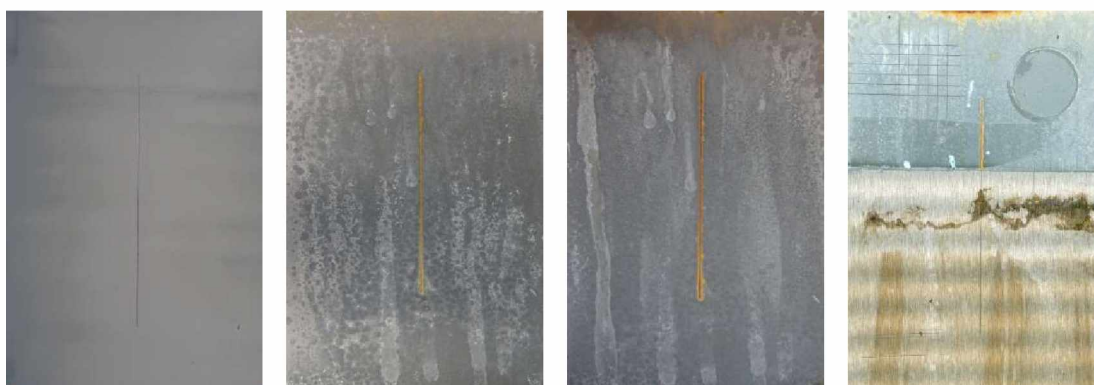
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PPY OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



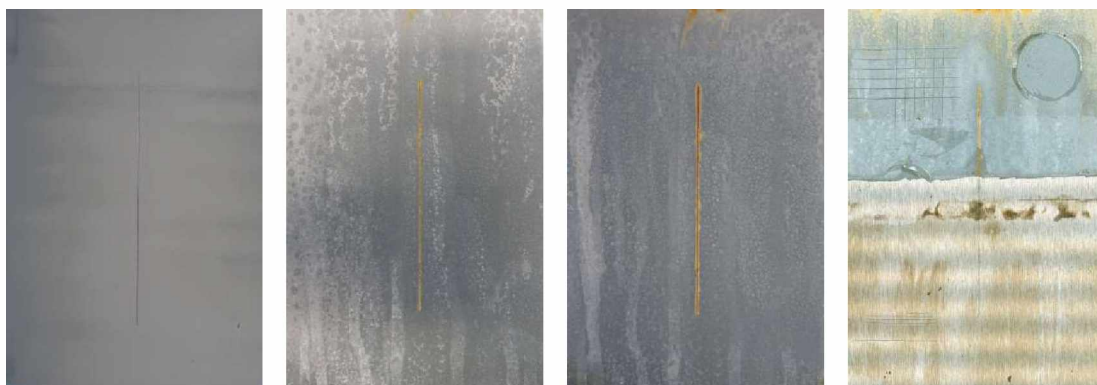
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PPY OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



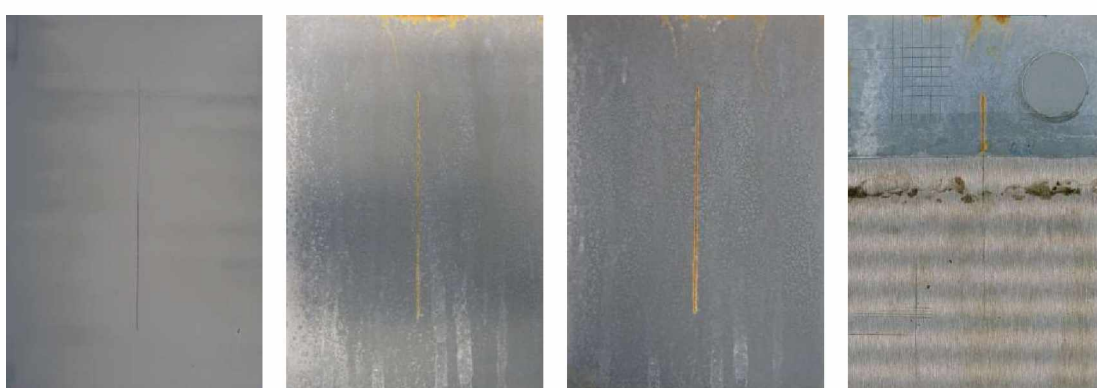
Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PPY OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $ZnFe_2O_4$ /PPY OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS2 OKP= 1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS2 OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS2 OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



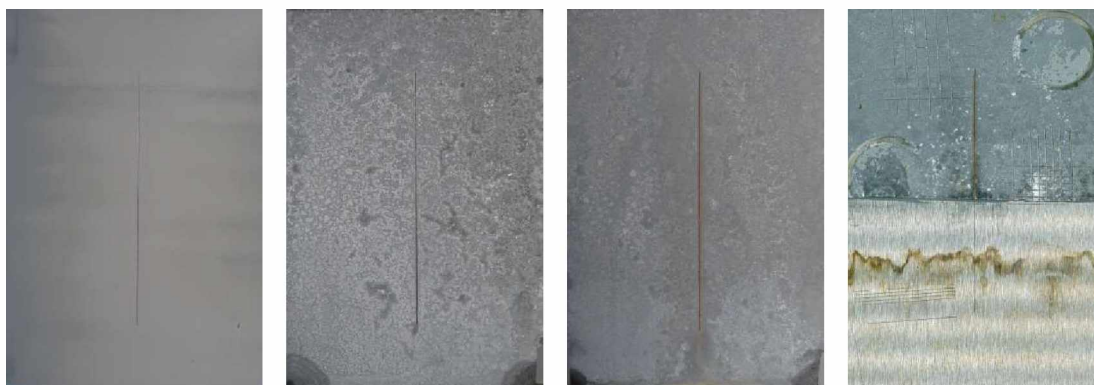
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



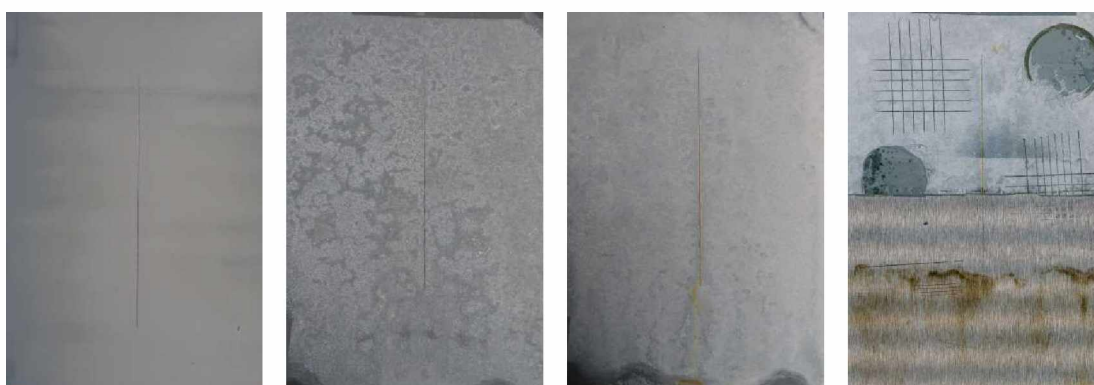
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



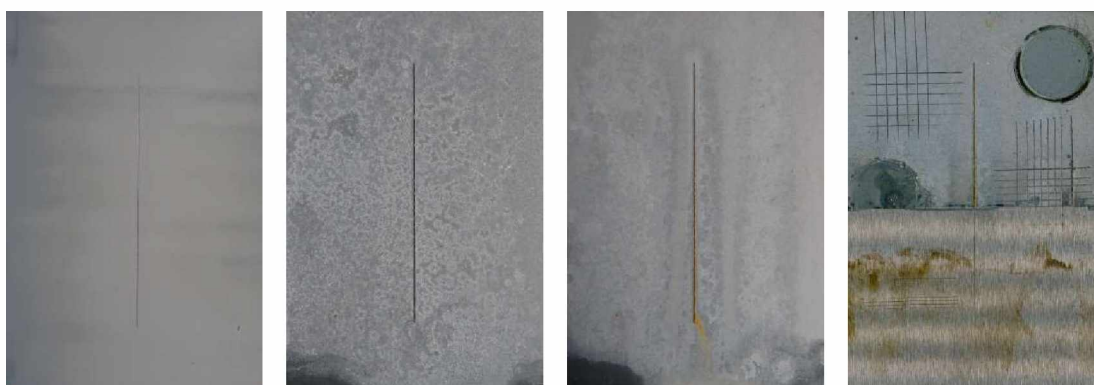
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



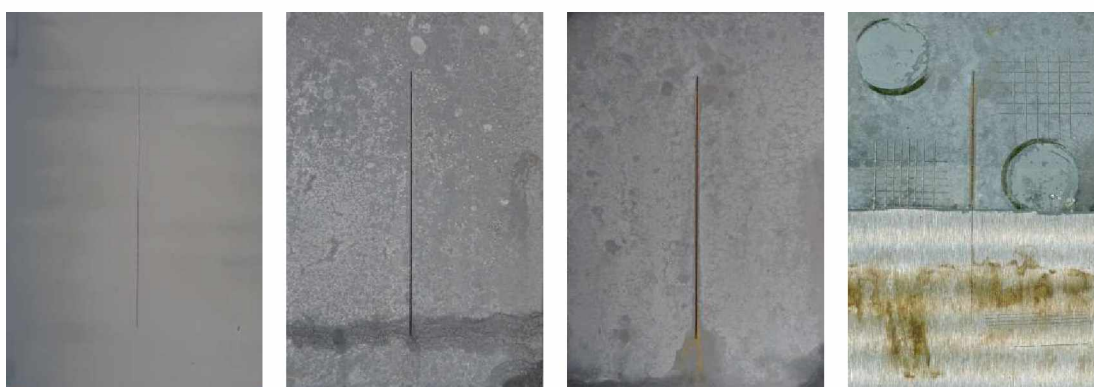
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



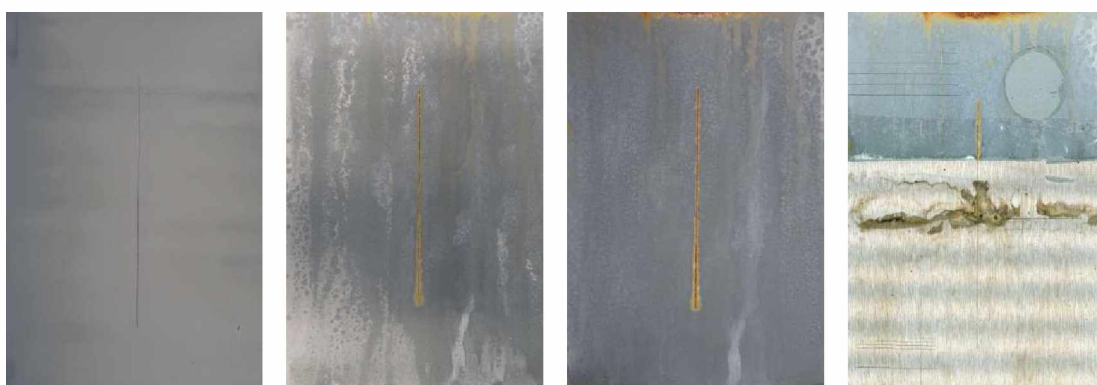
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



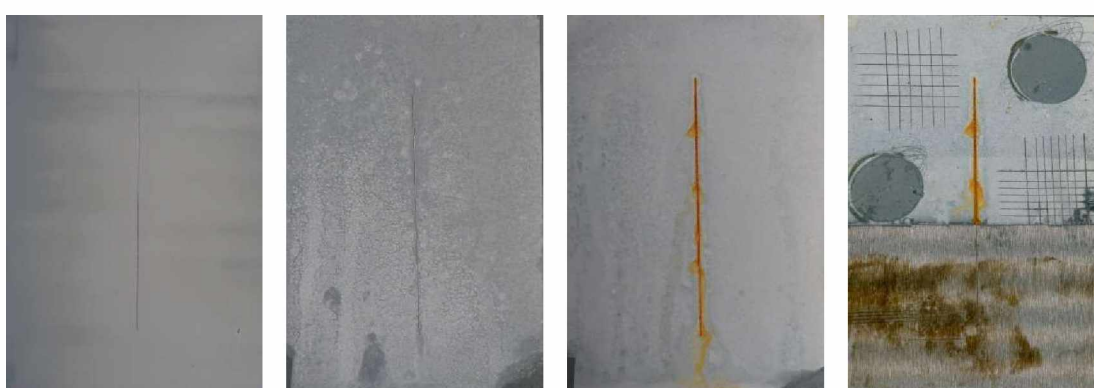
Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2 OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



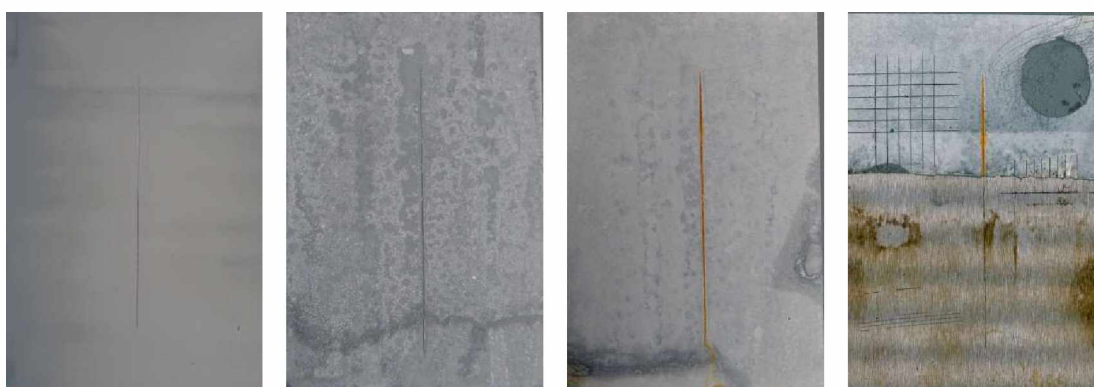
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



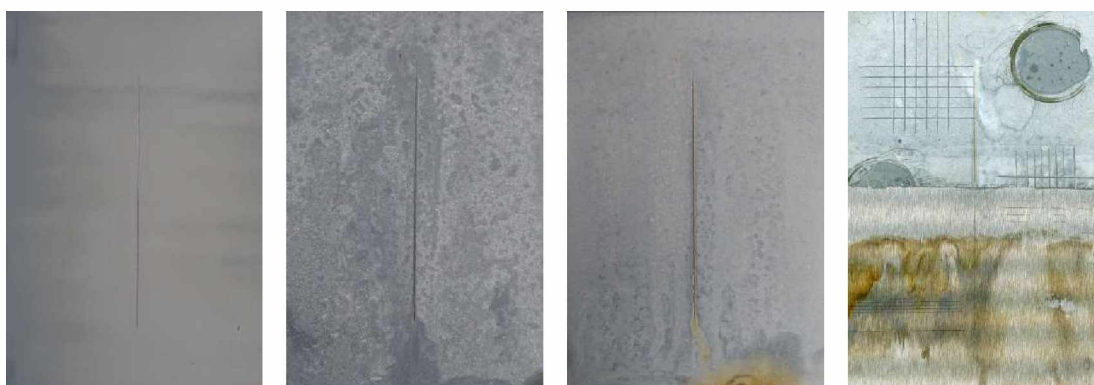
Nátěrové filmy s obsahem WS2/PANI OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS2/PPY OKP= 1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS₂/PPY OKP= 3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS₂/PPY OKP= 5% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS₂/PPY OKP= 10% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 600 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu

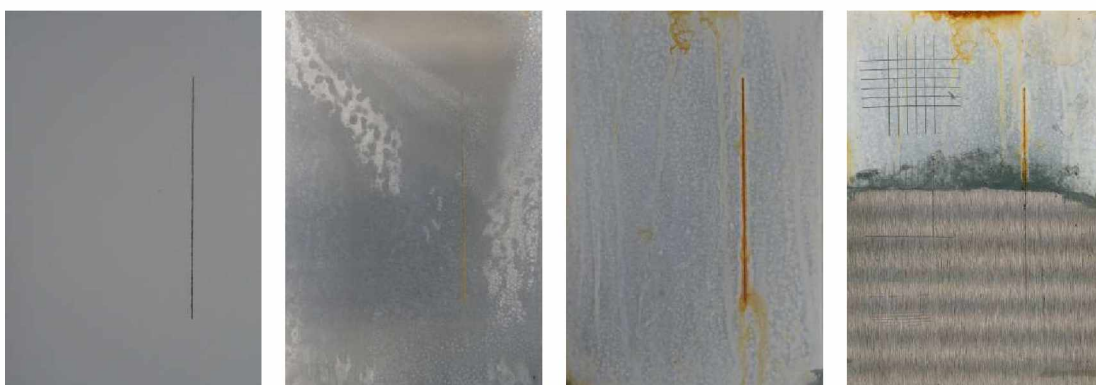
b) Expozice 1848 hodin, řez v 1/3 vpravo



Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=63% po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=63% po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Zn OKP=67% po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=1% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=3% před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



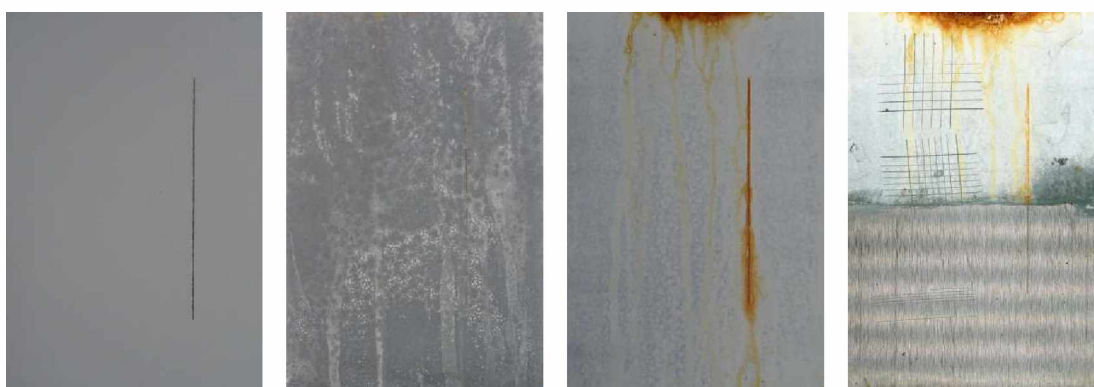
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PANI OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



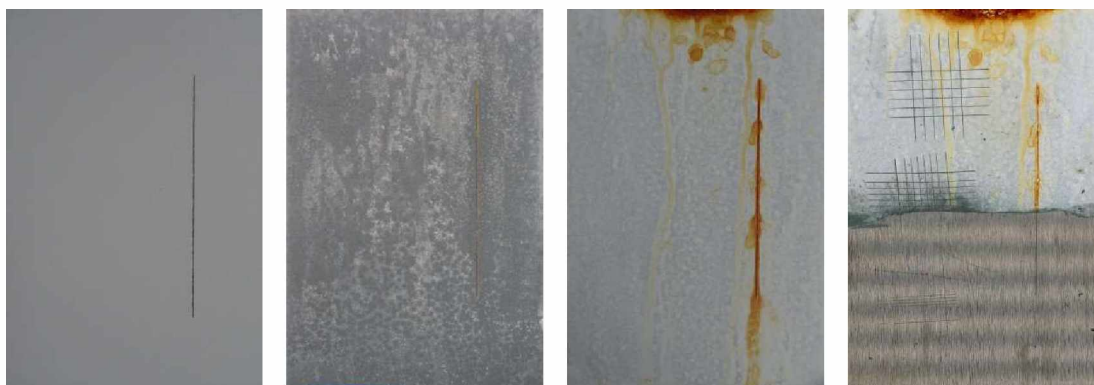
Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnS/PPY OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



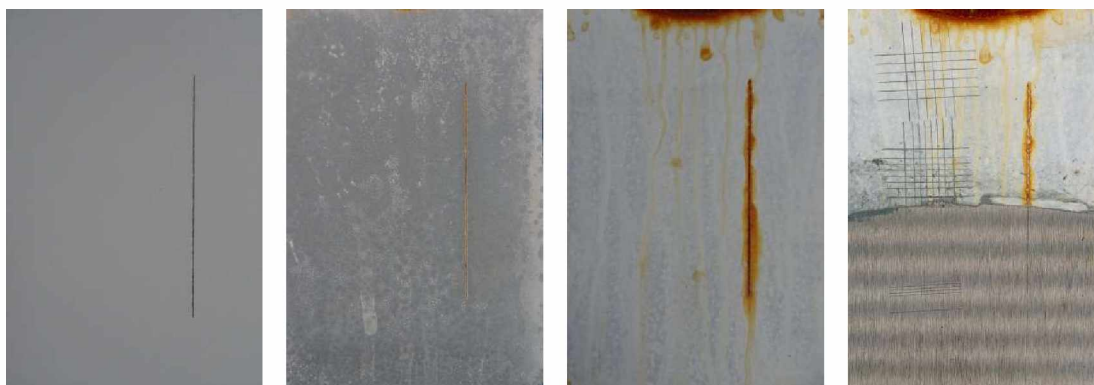
Nátěrové filmy s obsahem Litoponu OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



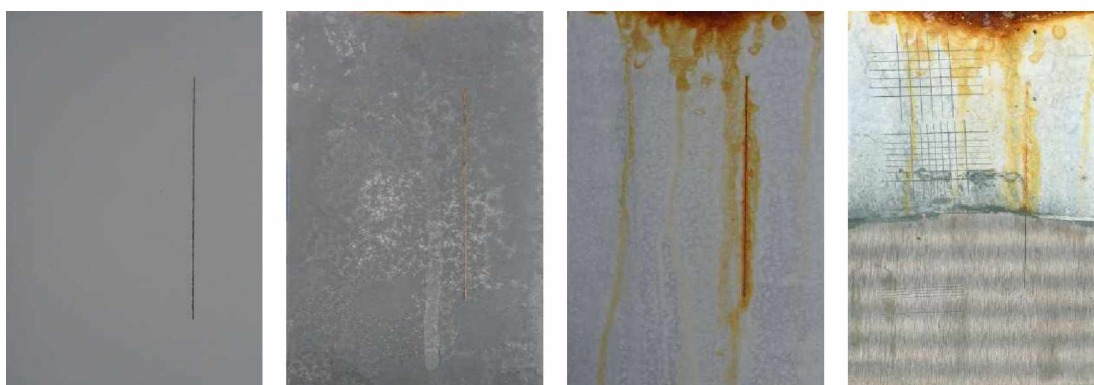
Nátěrové filmy s obsahem Litoponu OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



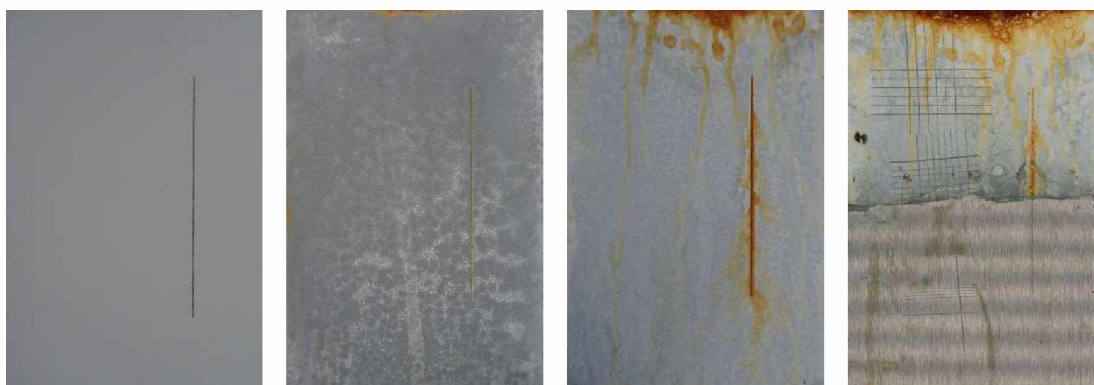
Nátěrové filmy s obsahem Litoponu OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



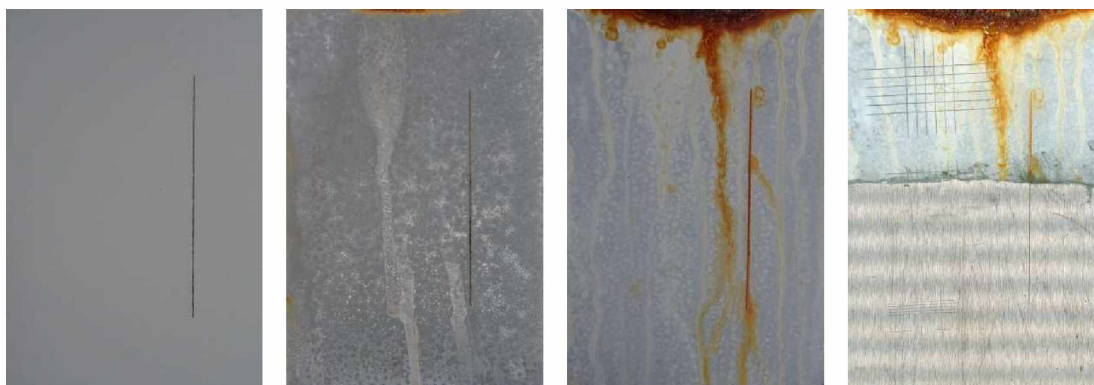
Nátěrové filmy s obsahem Litoponu OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



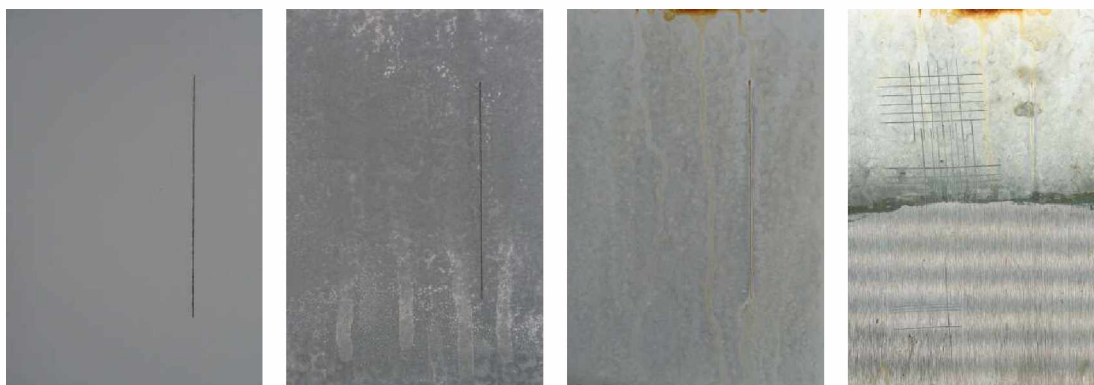
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PANI OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



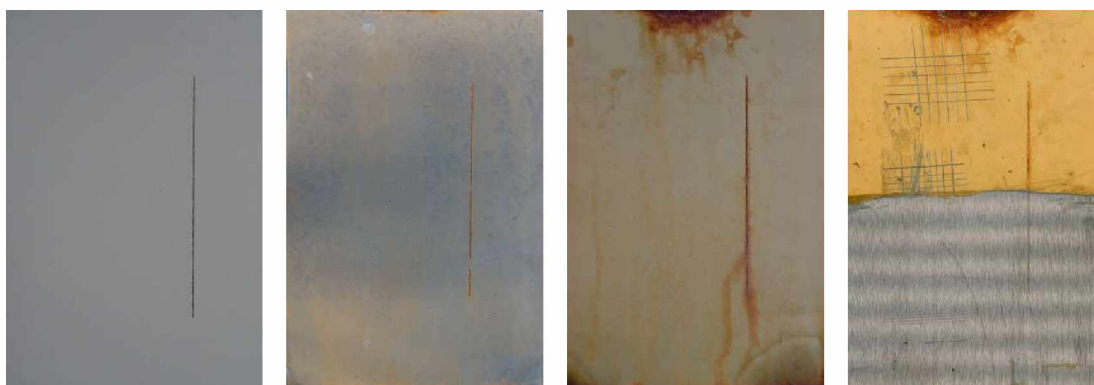
Nátěrové filmy s obsahem Litopon/PPY OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ /PANI OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ /PANI OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



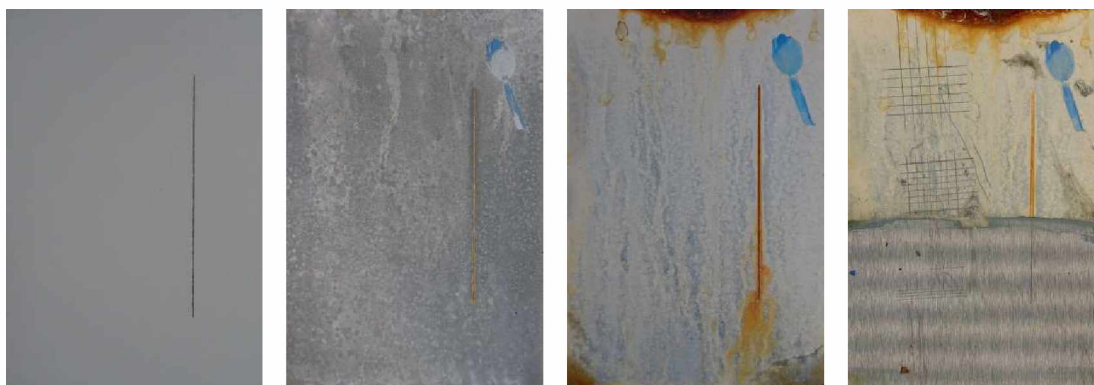
Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ /PANI OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ /PANI OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe₂O₄ /PPY OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe_2O_4 /PPY OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe_2O_4 /PPY OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem ZnFe_2O_4 /PPY OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



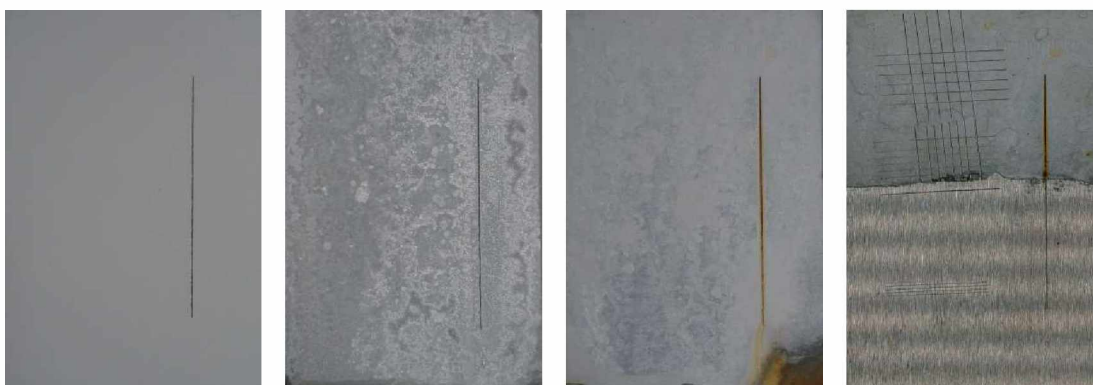
Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂ OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PANI OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $\text{MoS}_2/\text{PANI OKP}=5\%$ před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $\text{MoS}_2/\text{PANI OKP}=10\%$ před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



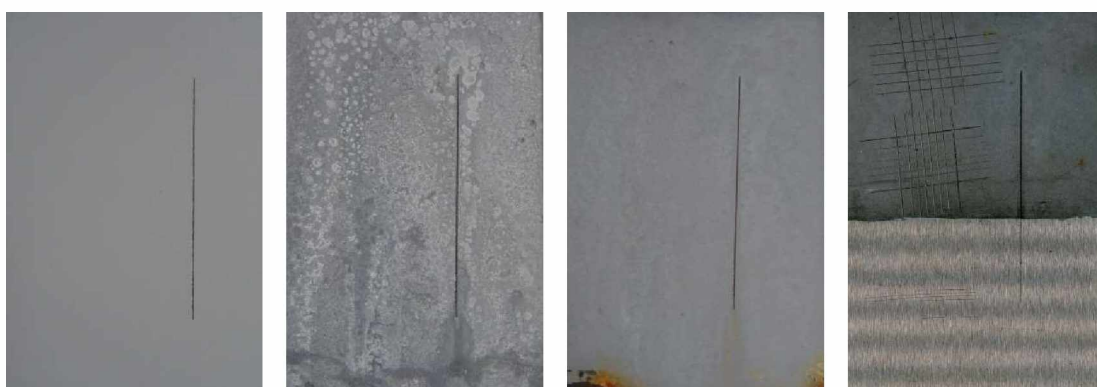
Nátěrové filmy s obsahem $\text{MoS}_2/\text{PPY OKP}=1\%$ před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem MoS₂/PPY OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2 OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2 OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2 OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



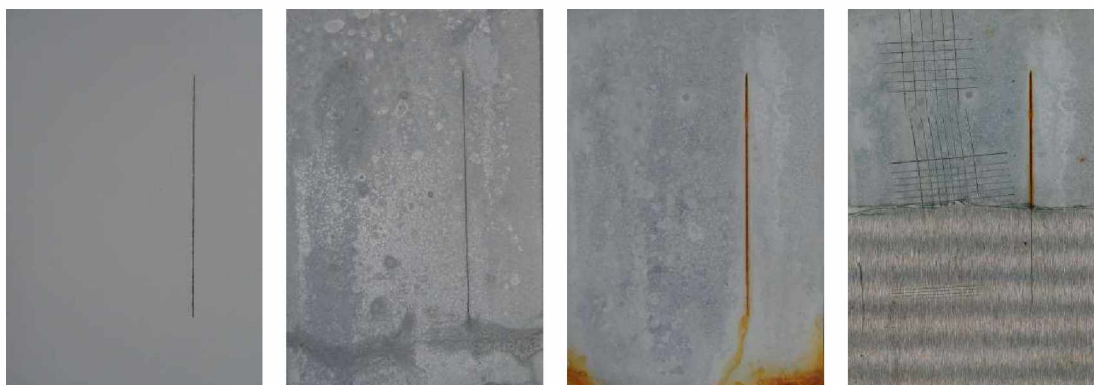
Nátěrové filmy s obsahem WS_2 OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $WS_2/PANI$ OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $WS_2/PANI$ OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $WS_2/PANI$ OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem $WS_2/PANI$ OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2/PPY OKP=1 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2/PPY OKP=3 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



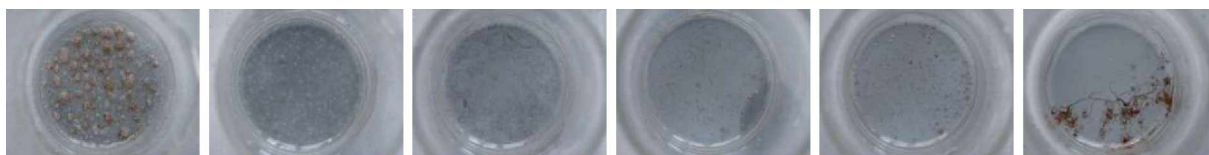
Nátěrové filmy s obsahem WS_2/PPY OKP=5 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu



Nátěrové filmy s obsahem WS_2/PPY OKP=10 % před expozicí, po 120 hodinové expozici, po 1848 hodinové expozici, ocelový panel po odstranění nátěrového filmu

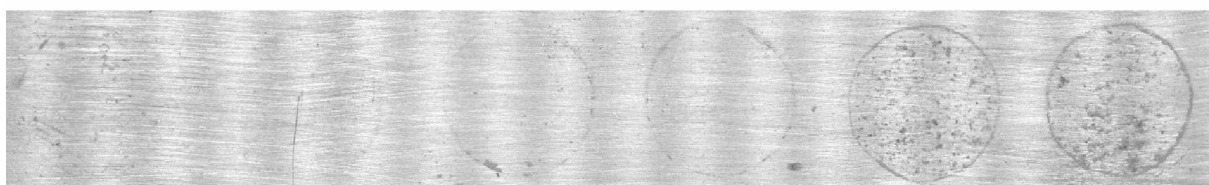
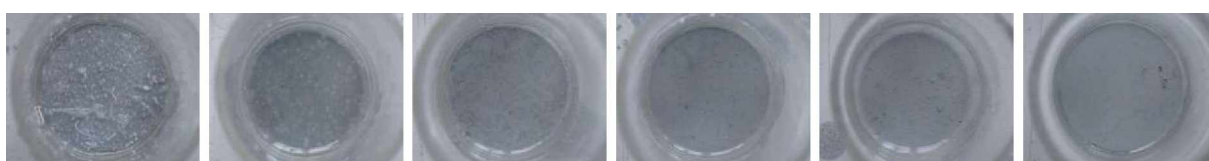
SNÍMKY KOROZNÍCH PROJEVŮ NÁTĚROVÝCH FILMŮ V ZÁVISLOSTI NA pH KAPALINY POMOCÍ STACIONÁRNÍ KAPKOVÉ METODY (pH = 2, 4, 6, 8, 10 a 12 – zleva)

Zn OKP = 63



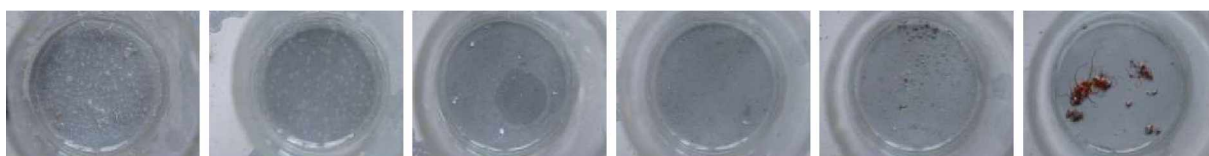
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěrového filmu

Zn OKP = 65



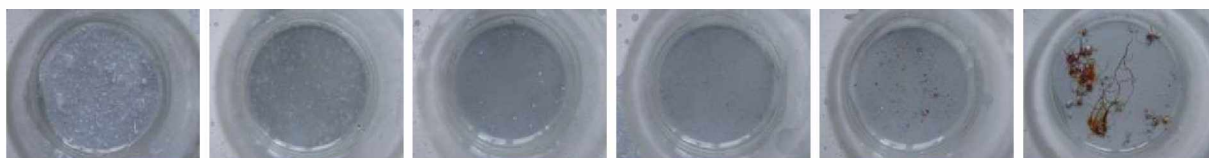
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěrového filmu

Zn OKP = 67



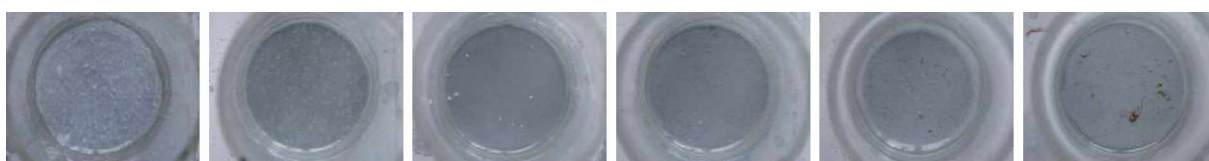
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěrového filmu

ZnS OKP = 1



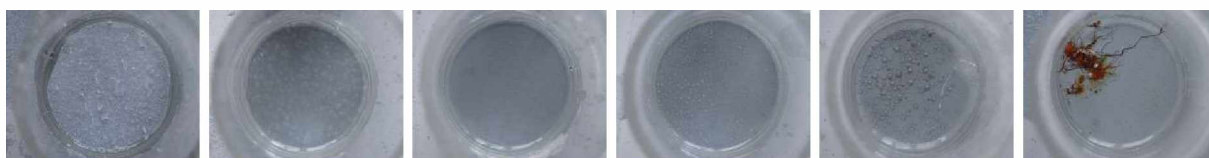
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS OKP = 3



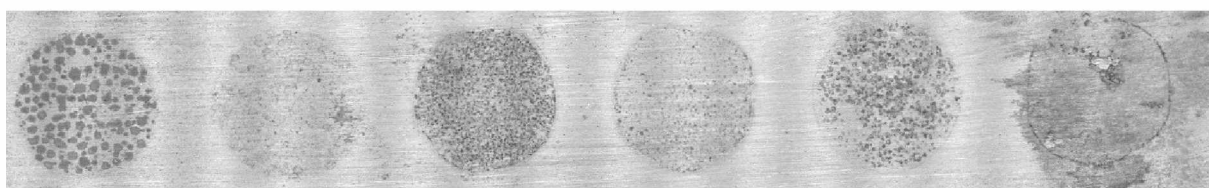
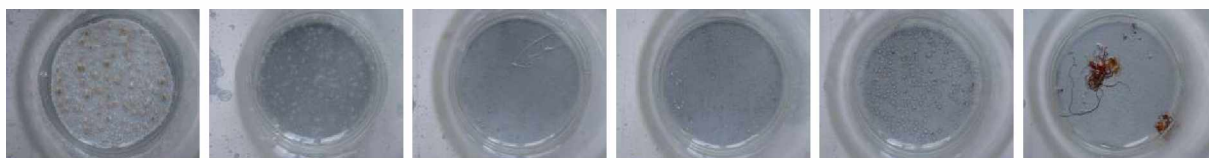
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS OKP = 5



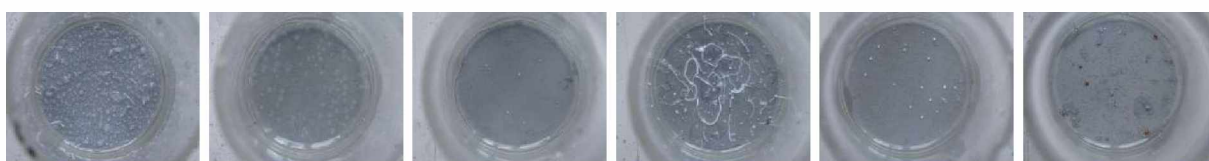
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS OKP = 10



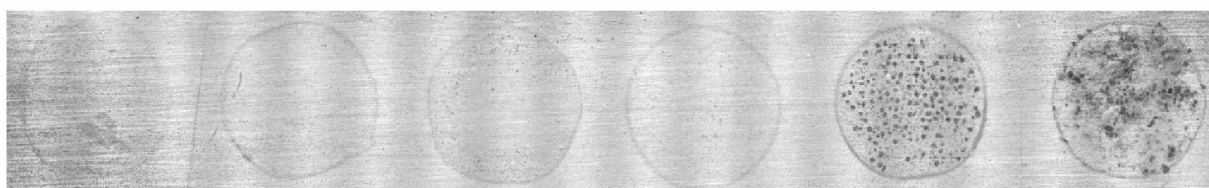
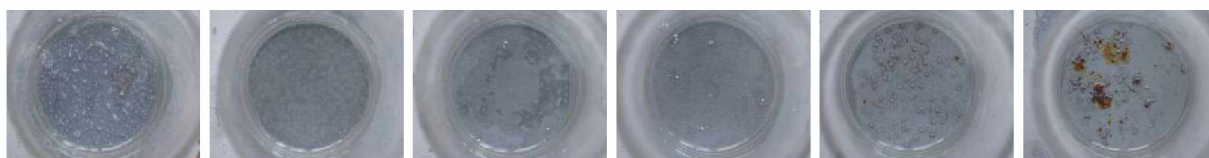
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PANI OKP = 1



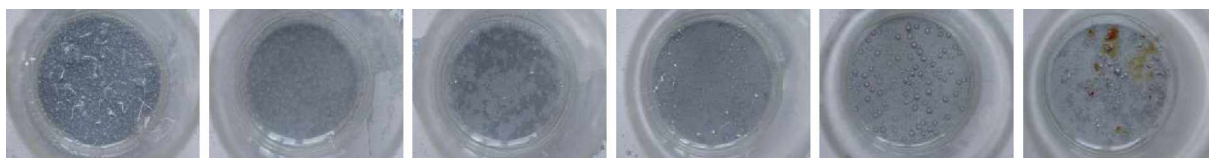
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PANI OKP = 3



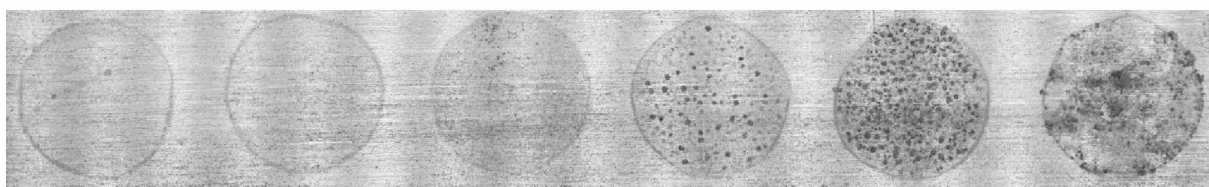
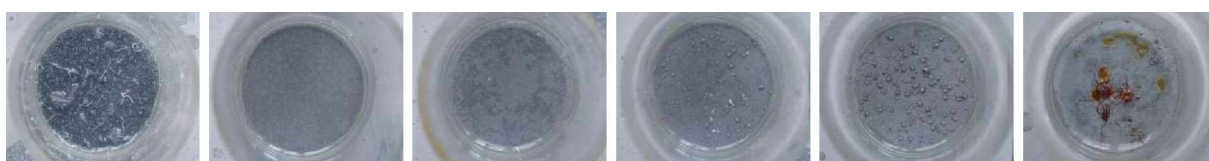
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PANI OKP = 5



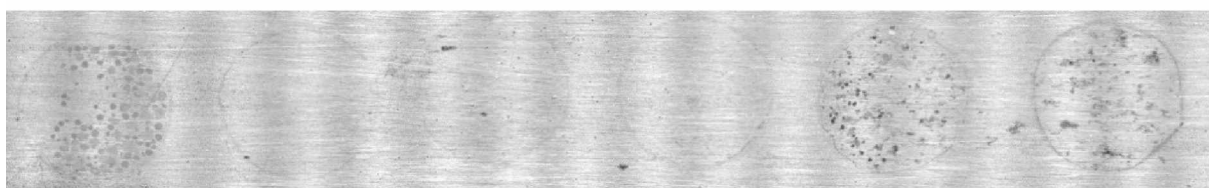
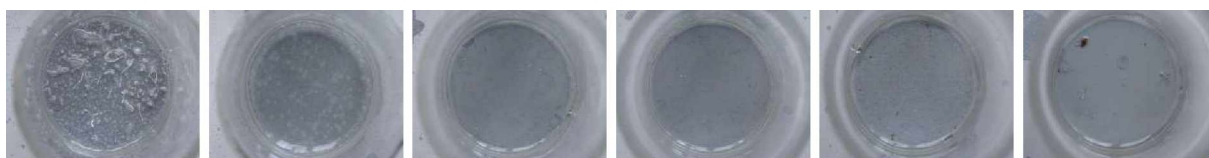
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PANI OKP = 10



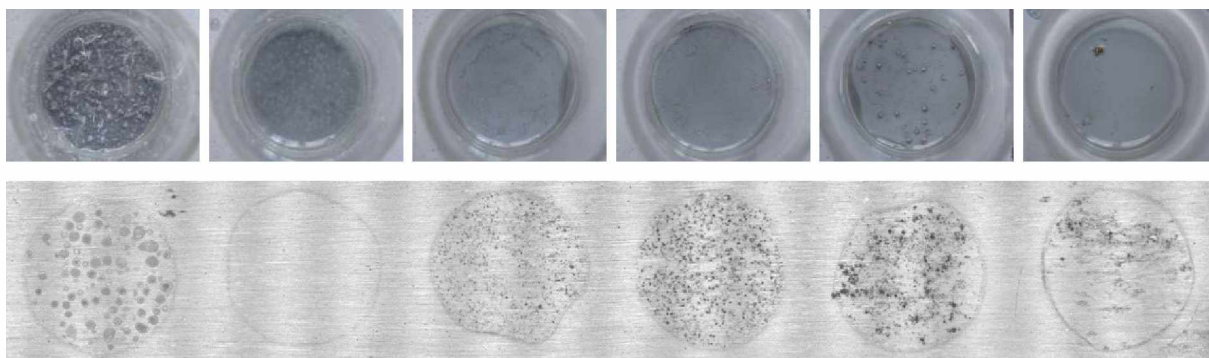
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PPY OKP = 1



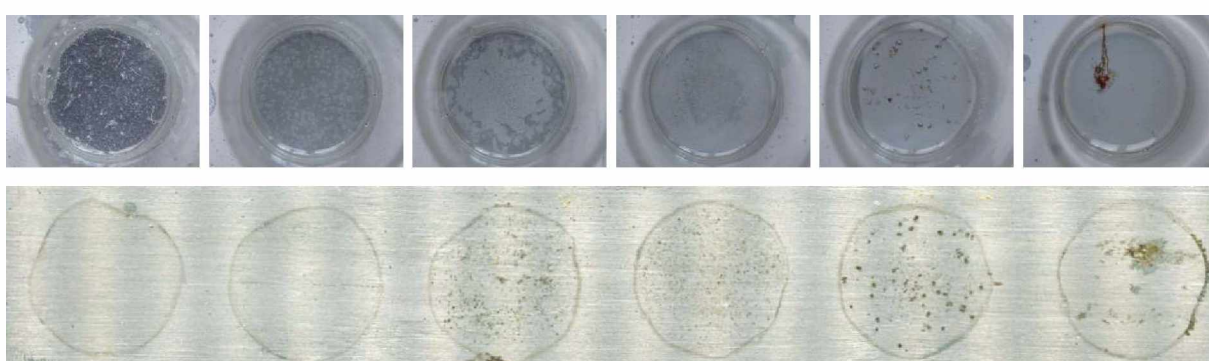
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnS/PPY OKP = 3



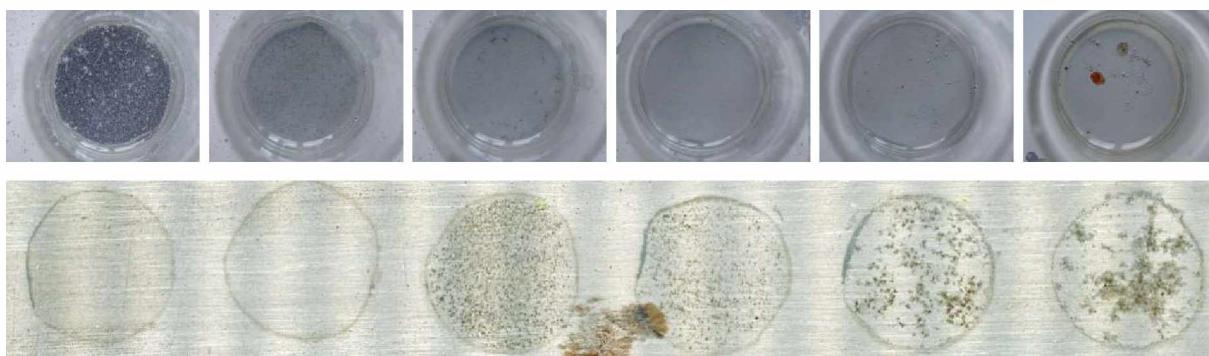
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnS/PPY OKP = 5



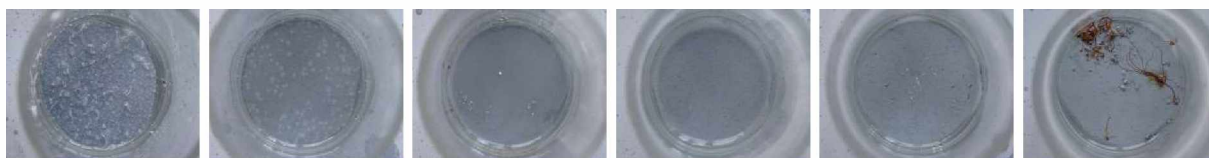
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnS/PPY OKP = 10



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon OKP = 1



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon OKP = 3



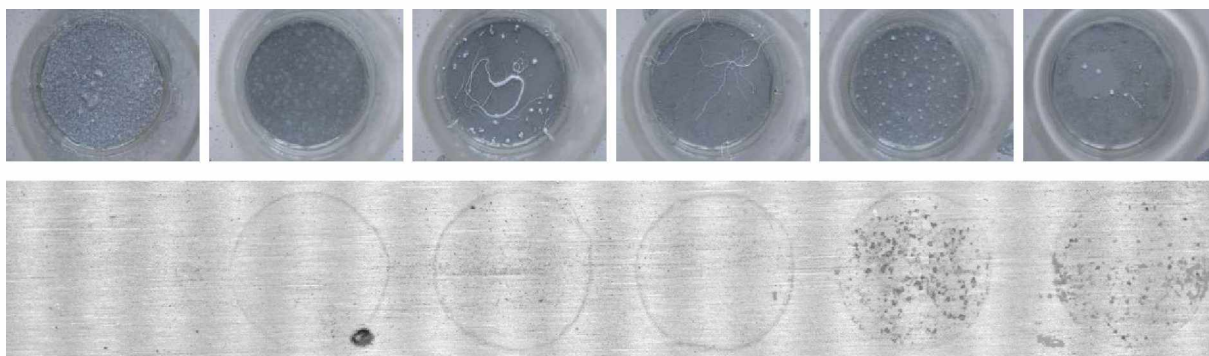
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon OKP = 5



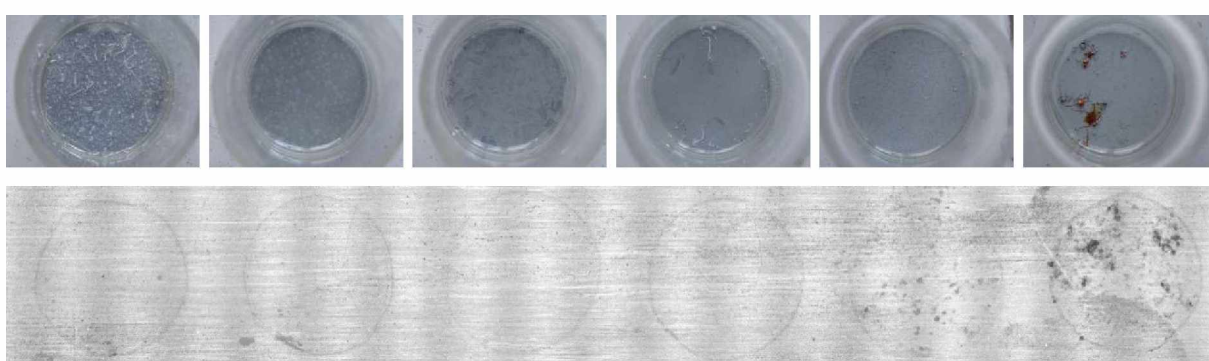
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon OKP = 10



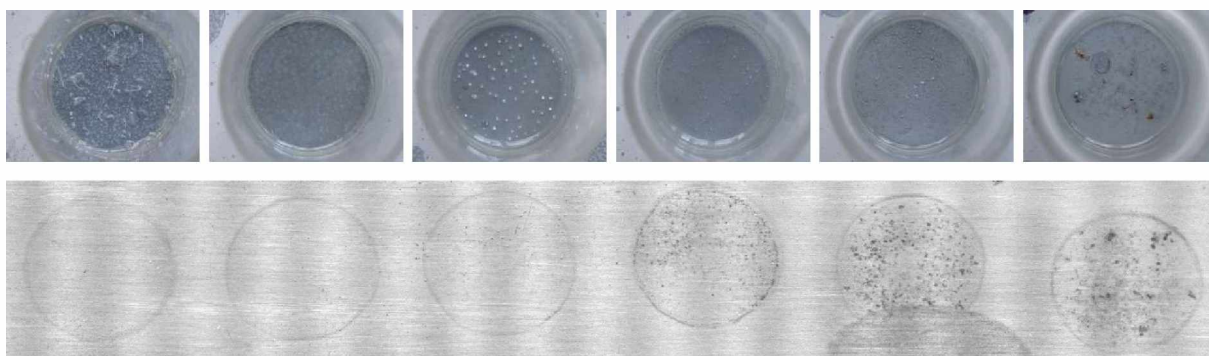
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PANI OKP = 1



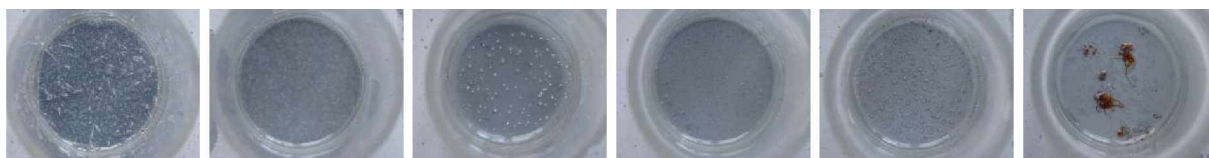
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PANI OKP = 3



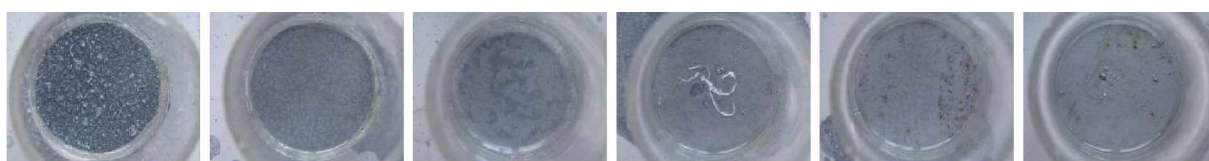
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PANI OKP = 5



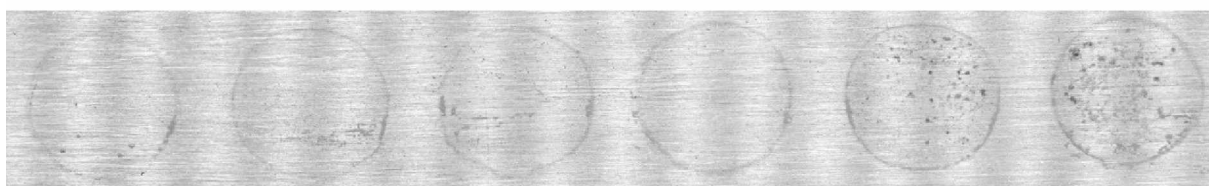
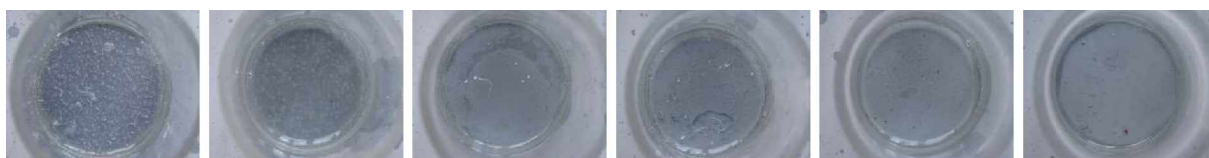
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PANI OKP = 10



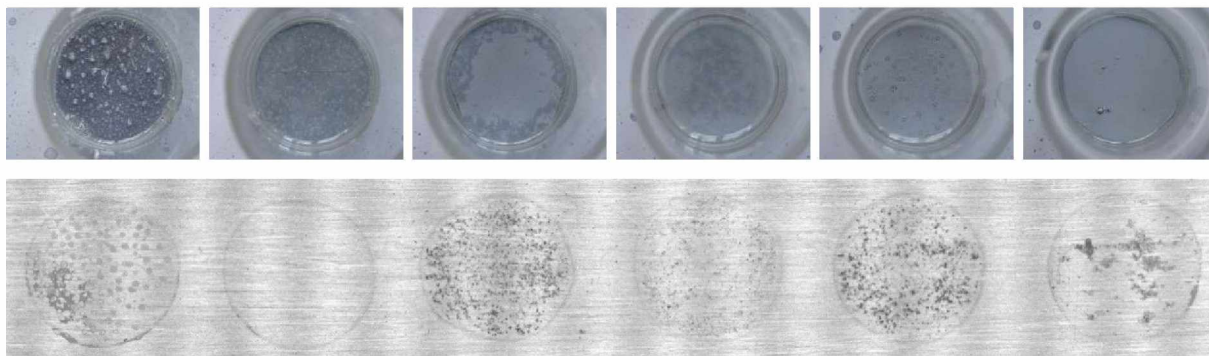
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

Litopon/PPY OKP = 1



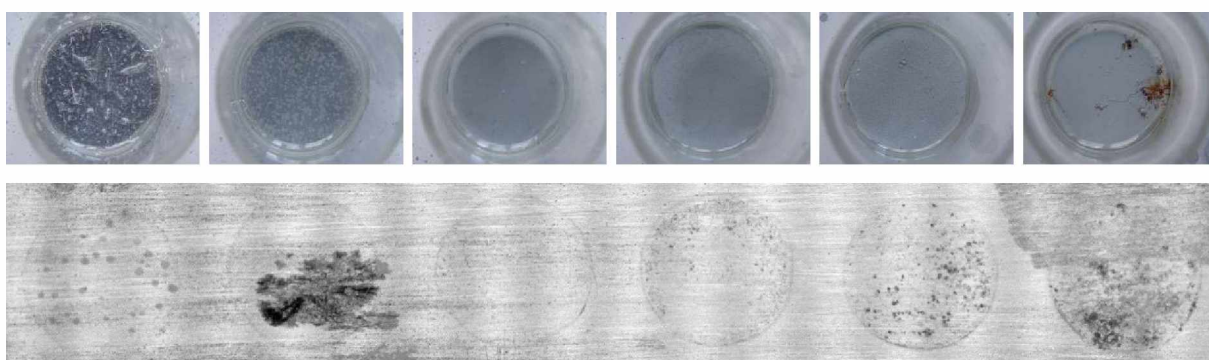
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PPY OKP = 3



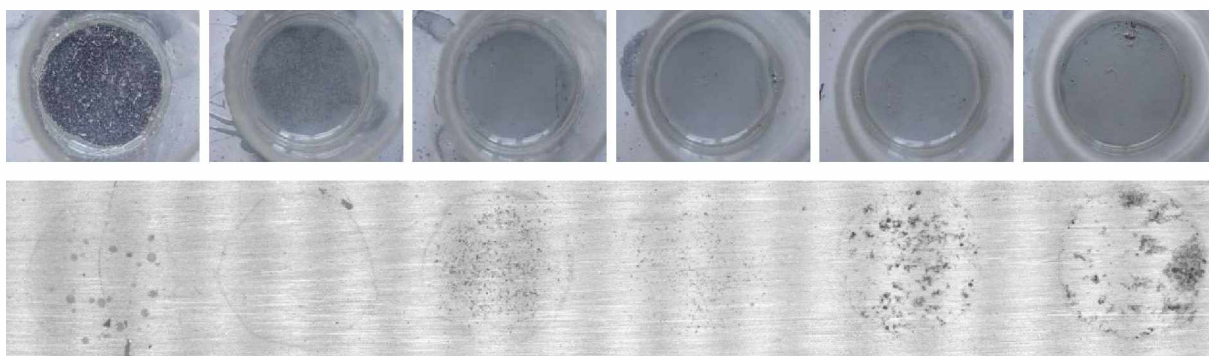
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PPY OKP = 5



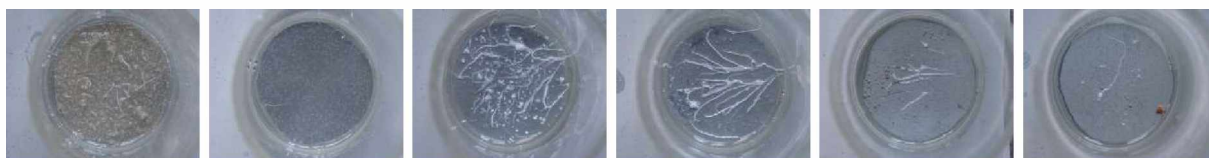
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Litopon/PPY OKP = 10



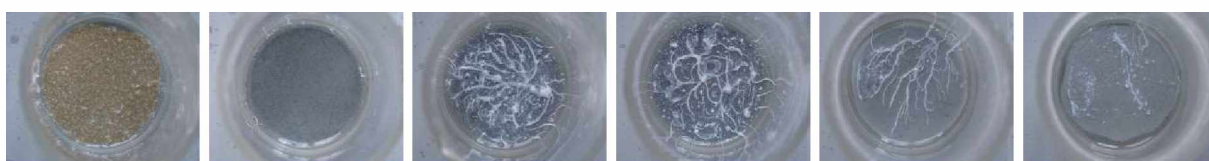
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄ OKP = 1



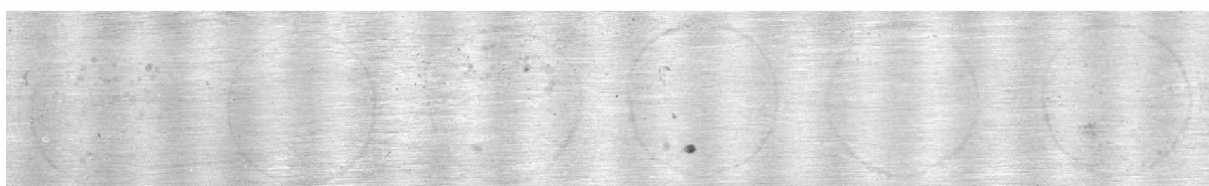
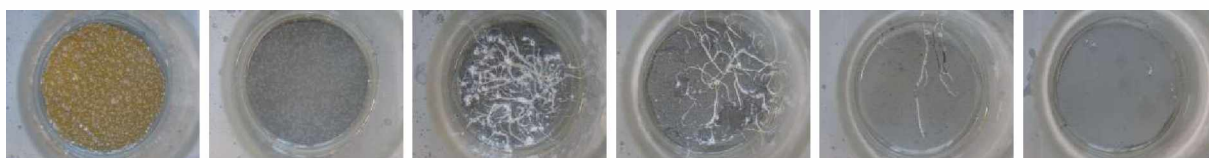
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄ OKP = 3



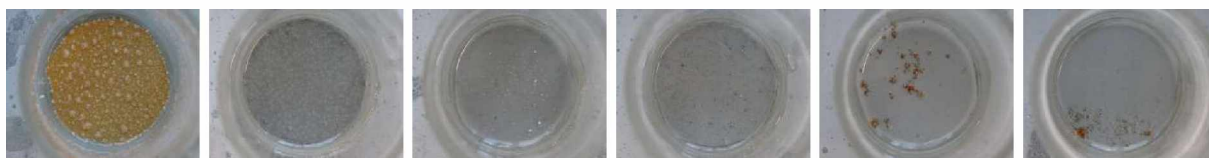
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄ OKP = 5



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄ OKP = 10



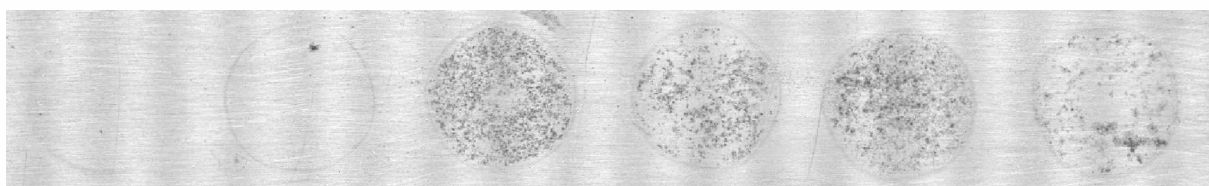
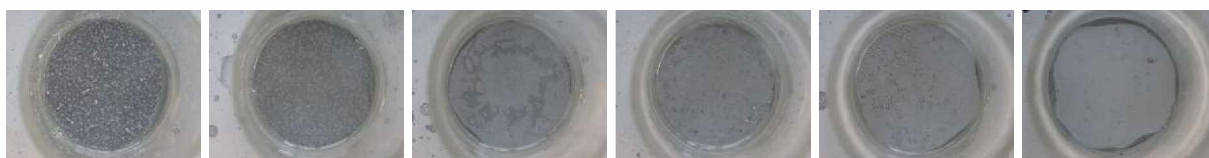
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PANI OKP = 1



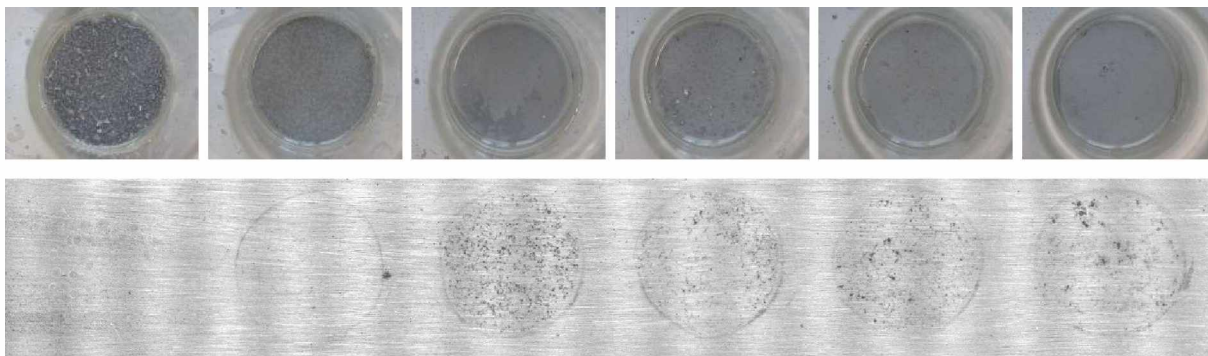
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PANI OKP = 3



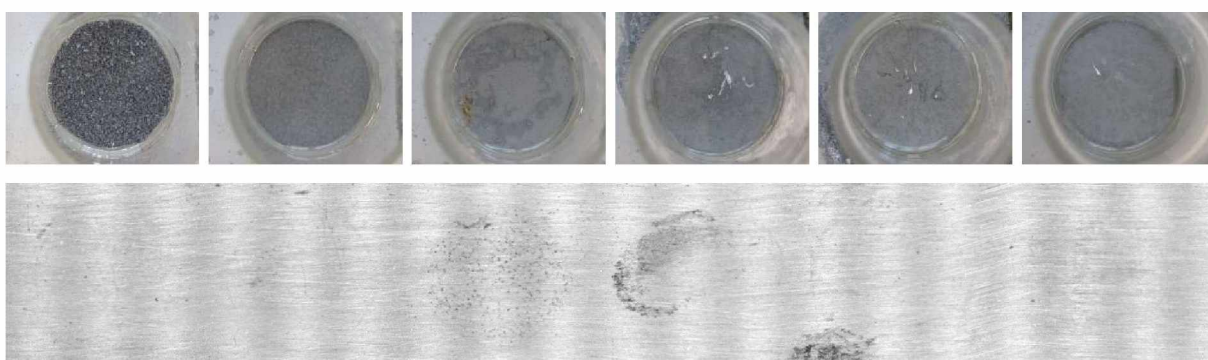
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PANI OKP = 5



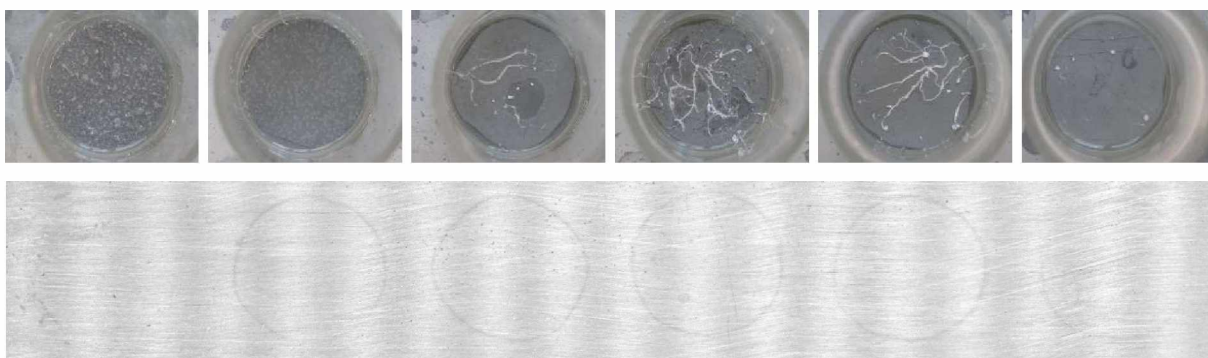
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PANI OKP = 10



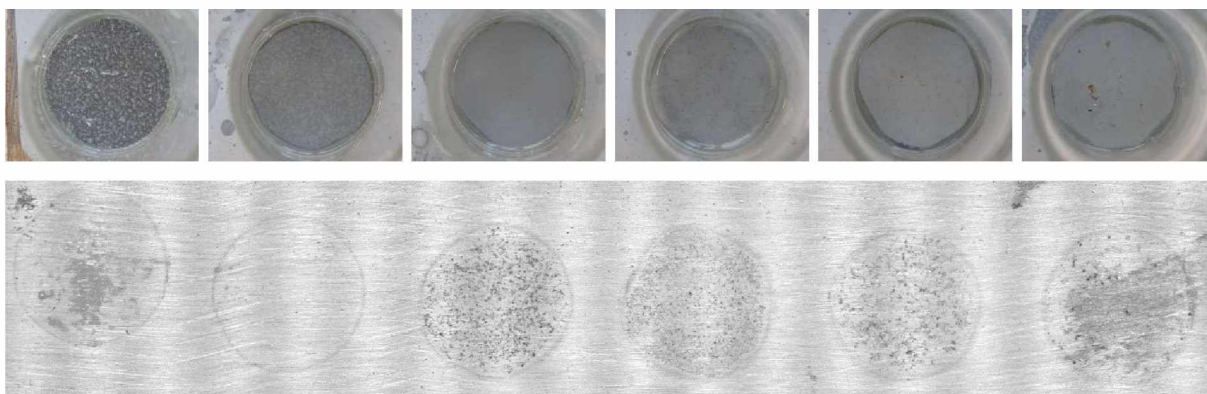
Po expozici 720 hodin, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PPY OKP = 1



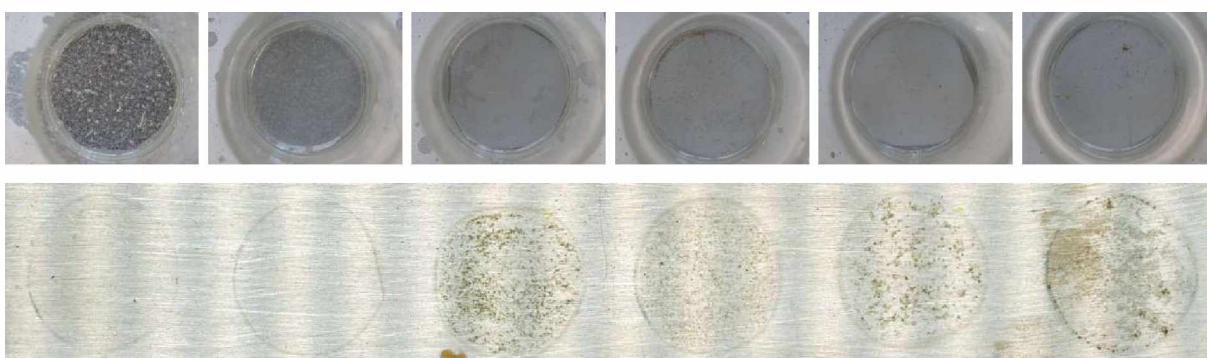
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PPY OKP = 3



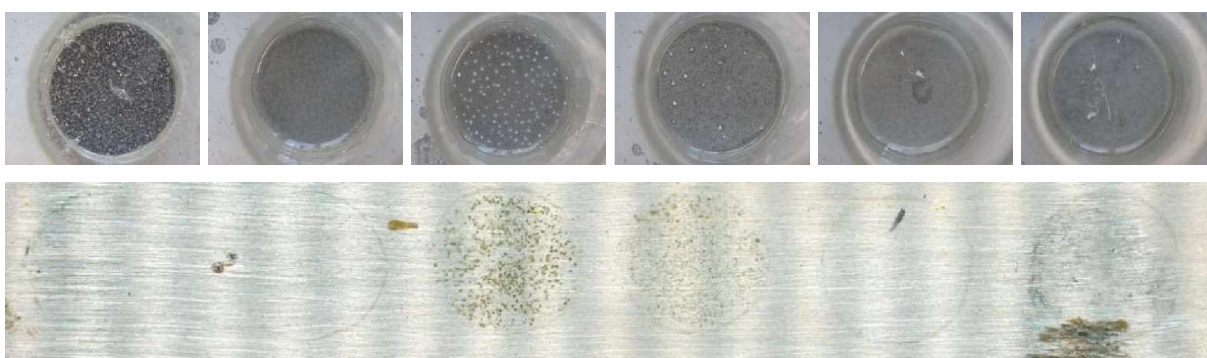
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PPY OKP = 5



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ZnFe₂O₄/PPY OKP = 10



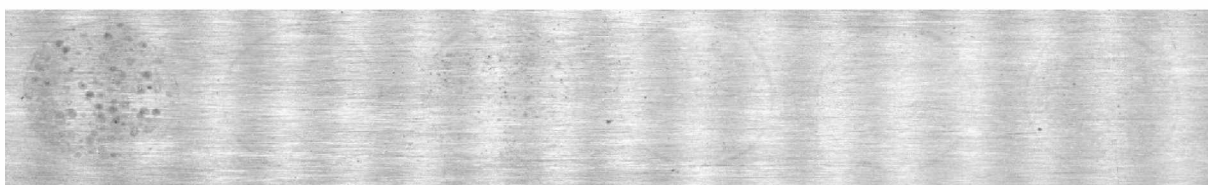
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂ OKP = 1



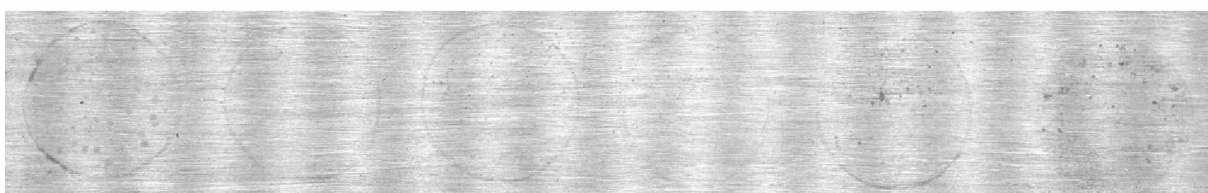
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂ OKP = 3



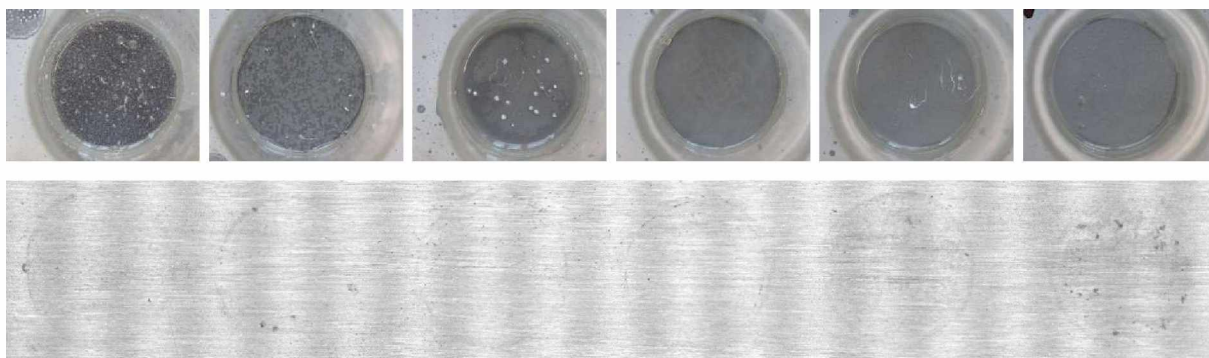
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂ OKP = 5



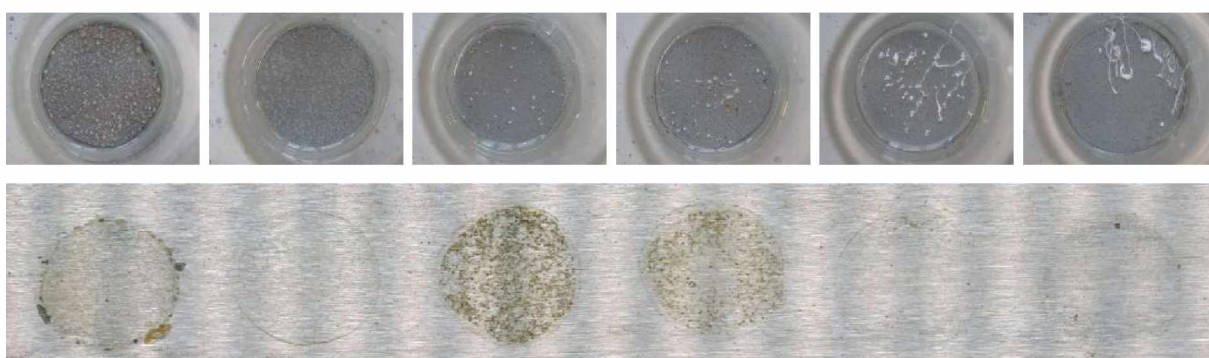
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂ OKP = 10



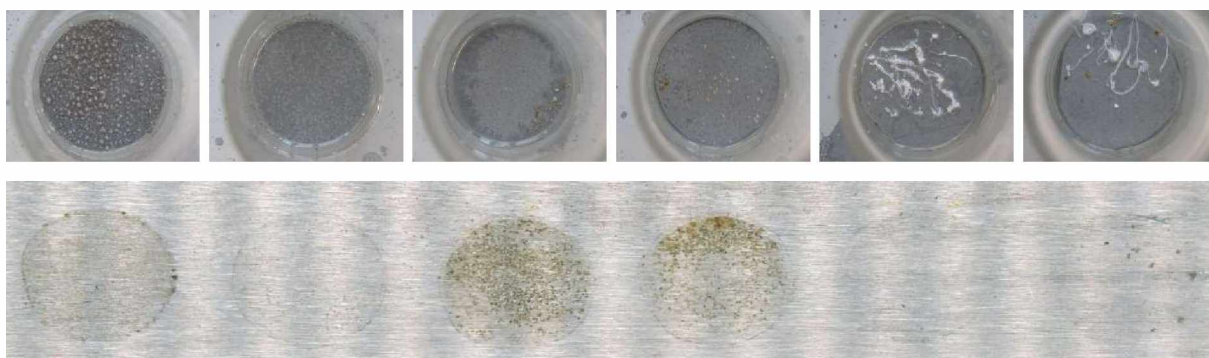
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PANI OKP = 1



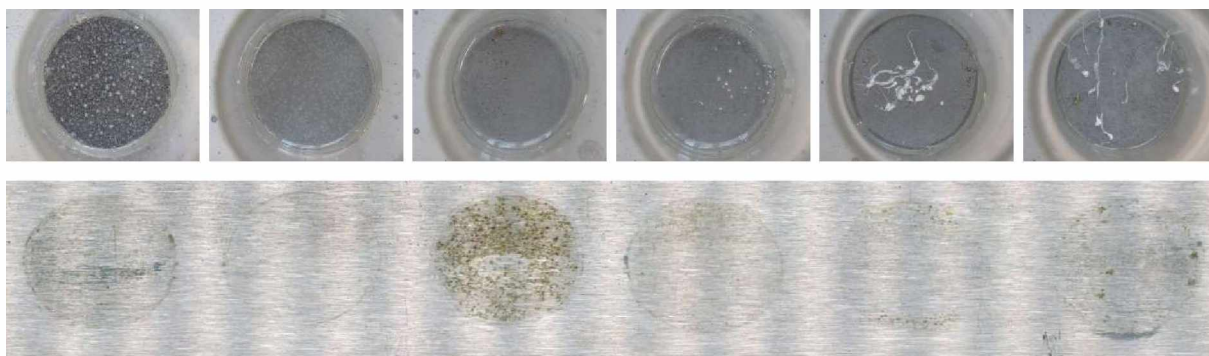
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PANI OKP = 3



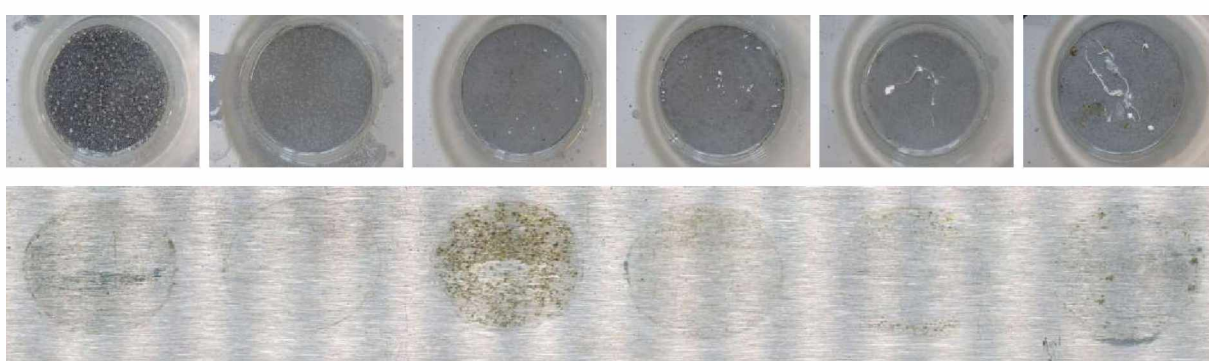
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PANI OKP = 5



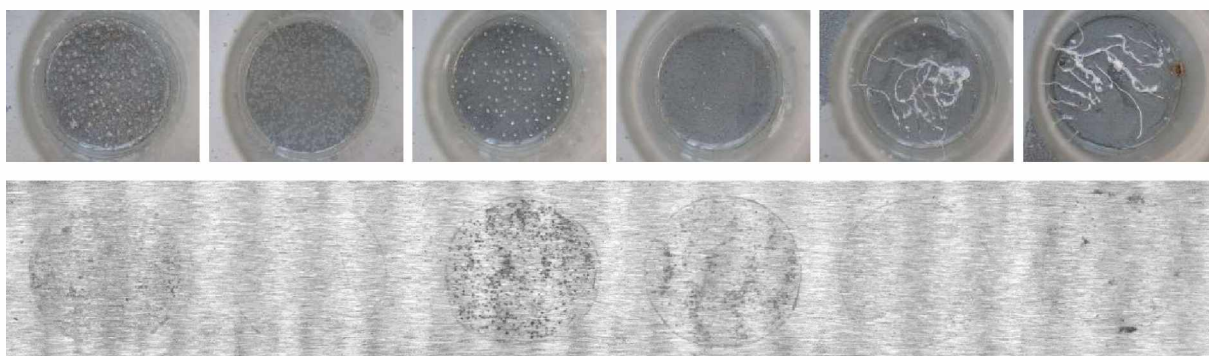
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PANI OKP = 10



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PPY OKP = 1



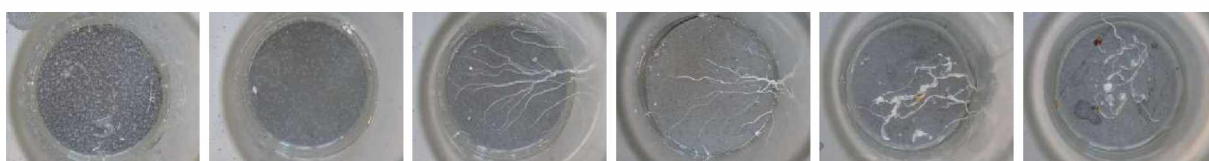
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PPY OKP = 3



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PPY OKP = 5



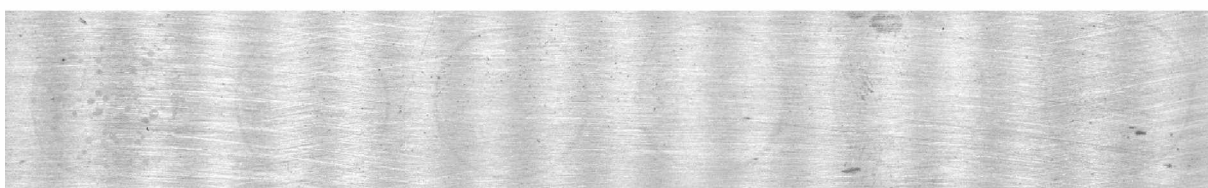
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

MoS₂/PPY OKP = 10



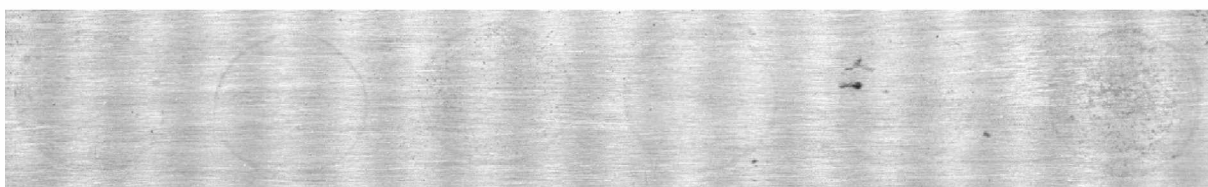
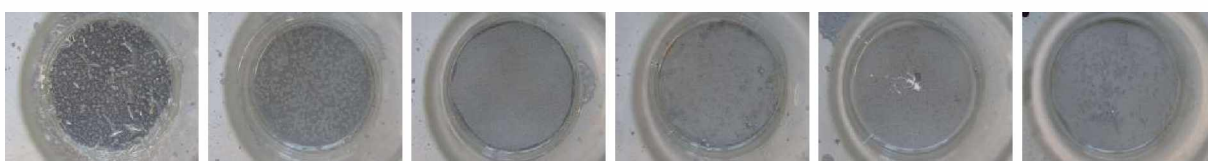
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂ OKP = 1



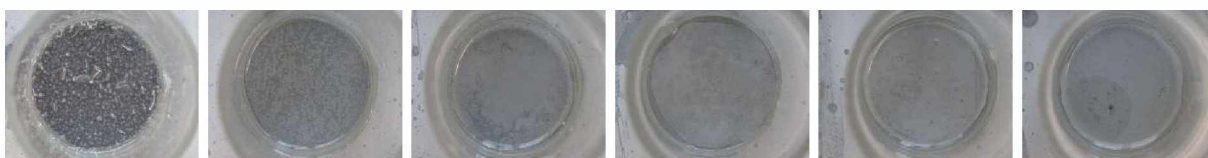
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂ OKP = 3



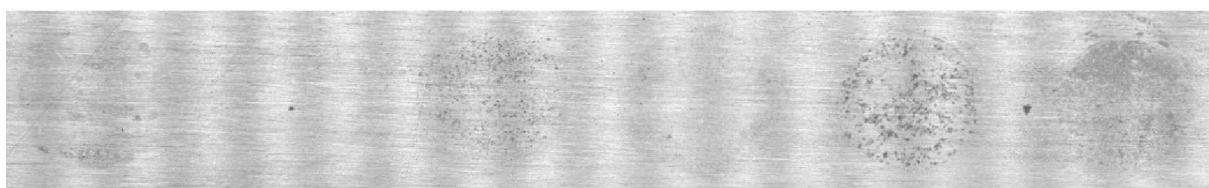
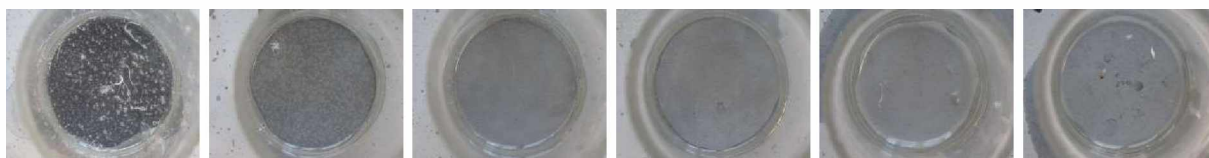
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂ OKP = 5



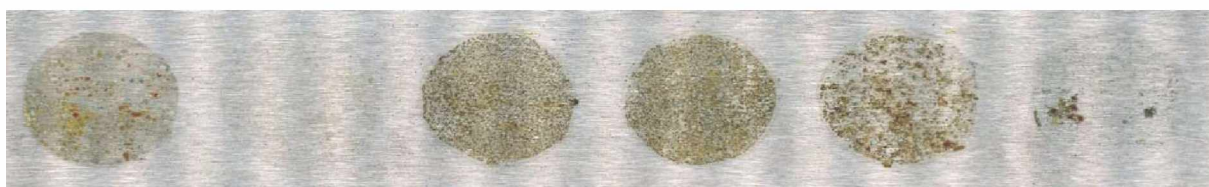
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂ OKP = 10



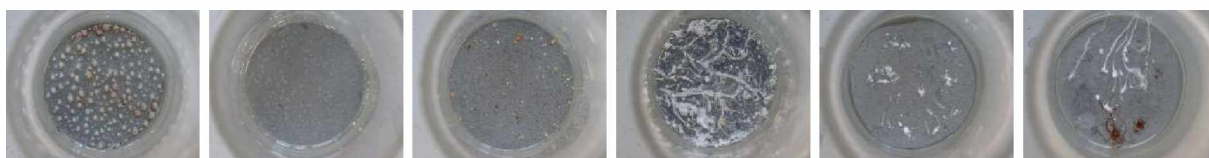
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PANI OKP = 1



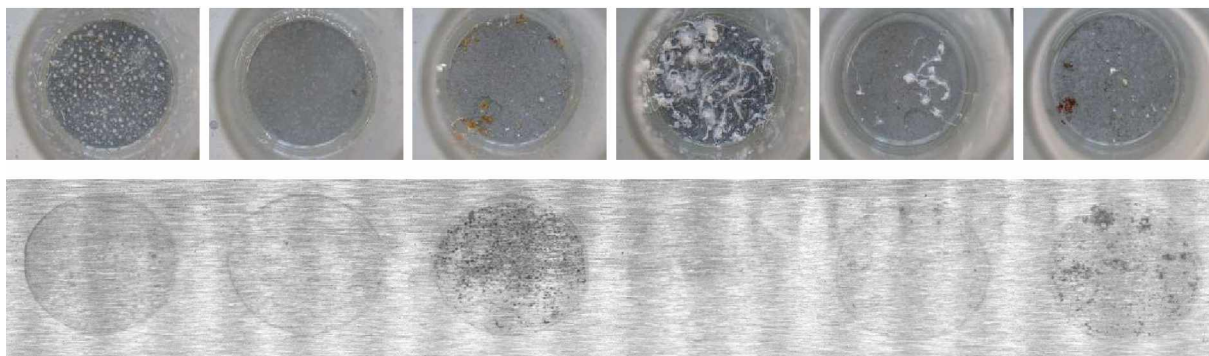
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PANI OKP = 3



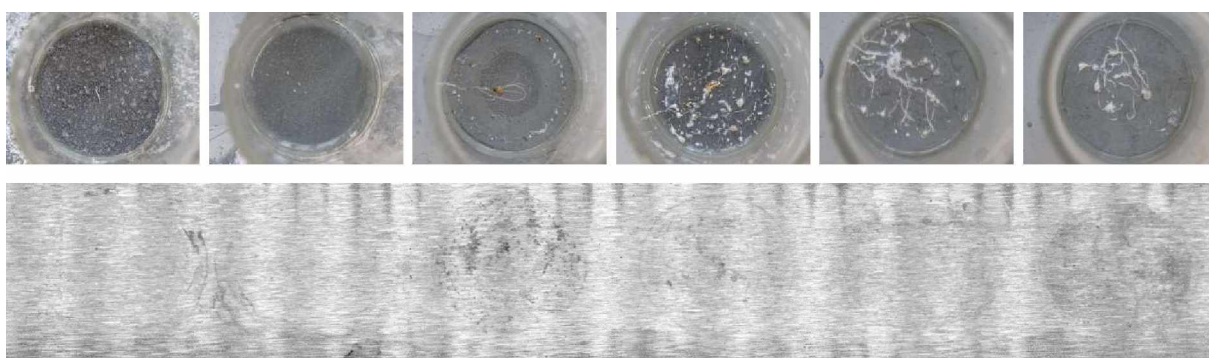
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PANI OKP = 5



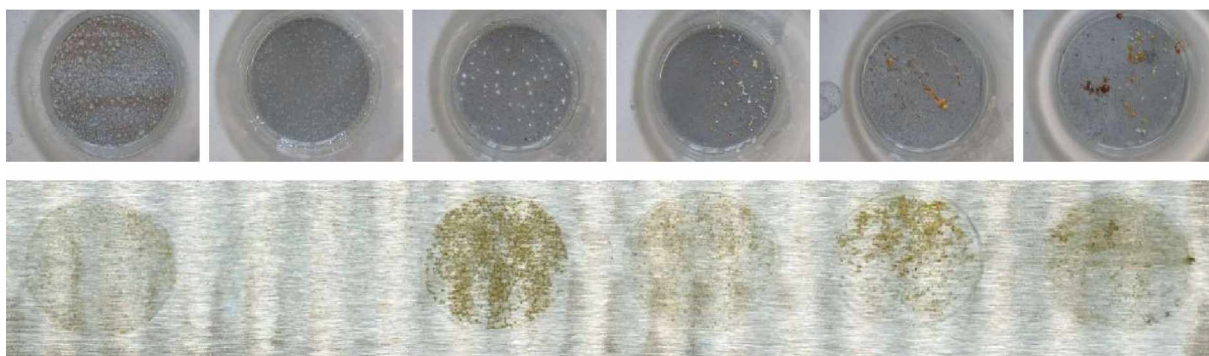
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PANI OKP = 10



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PPY OKP = 1



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PPY OKP = 3



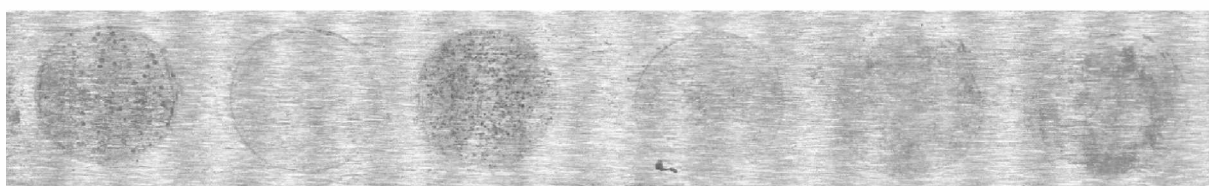
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PPY OKP = 5



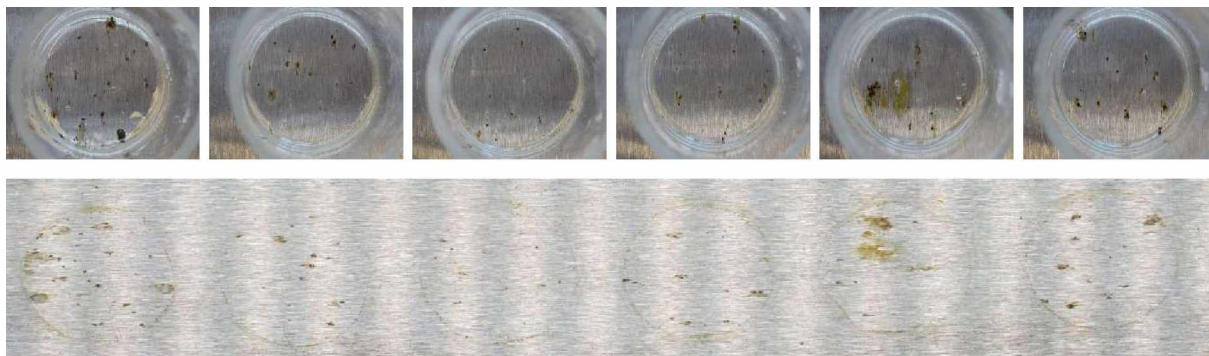
Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

WS₂/PPY OKP = 10



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

Worléé Dur 46



Po expozici 720 hodinách, po odstranění nátěru

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce:	Korozní odolnost Zn pigmentovaných nátěrových hmot v závislosti na koncentraci a složení pigmentu sulfid/vodivý polymer
Autor práce:	Bc. Markéta Hašková
Obor:	Organické povlaky a nátěrové hmoty
Rok obhajoby:	2019
Vedoucí práce:	prof. Ing. Andréa Kalendová, Ph.D.
Anotace:	
Klíčová slova:	

