

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek
Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků

Studium vlastností organických povlaků pigmentovaných anorganickými i
organickými pigmenty s obsahem Mg kationtu

Bc. Karolína Bošíková

Diplomová práce

2022

Univerzita Pardubice
Faculty of Chemical Technology
Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials
Department of Paints and Organic Coatings

Study of properties of organic coatings pigmented with inorganic and organic pigments containing Mg cation

Bc. Karolína Boščíková

Thesis
2022

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Karolína Boštíková**
Osobní číslo: **C18452**
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Organické povlaky a nátěrové hmoty**
Téma práce: **Studium vlastností organických povlaků pigmentovaných anorganickými i organickými pigmenty s obsahem Mg kationtu**
Zadávací katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Zásady pro vypracování

1. Provedte literární rešerši na dané téma.
2. Charakterizujte anorganické i organické pigmenty s obsahem Mg kationtu. Stanovte jejich fyzikálně-chemické vlastnosti a parametry používané v oboru nátěrových hmot (hustota, spotřeba oleje, výpočet kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP) a další parametry kterými jsou (pH a měrná el. vodivost vodných výluhu, dále strukturu a složení studovaných pigmentů).
3. Připravte modelové nátěrové hmoty s obsahem studovaných pigmentů při hodnotách $OKP_{pigment} = 1, 3, 5$ a 10%, a tyto modelové nátěrové hmoty doplňte sférickým zinkem na $OKP/KOKP = konst.$
4. Připravte modelové nátěrové hmoty s obsahem vybraných studovaných pigmentů při hodnotě $OKP = 3\%$, s obsahem plniva na bázi křemičitanu při $OKP = 5\%$ a tyto modelové nátěrové hmoty doplňte dále plnivem ($CaCO_3$ či Fe_2O_3) na $OKP/KOKP = konst.$
5. Připravte zkušební vzorky organických povlaků aplikací připravených modelových nátěrových hmot na skleněné a ocelové panely.
6. Stanovte mechanickou odolnost připravených organických povlaků (odolnost vůči hloubení, ohybu, úderu a přilnavost testovaných filmů). Tyto testy provedte dle příslušných ČSN EN ISO norem.
7. Provedte cyklické korozní zkoušky pro studium antikoročních vlastností testovaných organických povlaků. Jako zkušební korozní prostředí použijte atmosféru o obsahu SO_2 , atmosféru s obsahem 5% neutrální solné mlhy, popř. další typy cyklických korozních zkoušek.
8. Na základě normy ASTM a její stupnice vyjádřete pro jednotlivé projevy koroze odolnost jednotlivých pigmentovaných nátěrů. Korozní projevy zhodnoťte podle obsahu testovaného pigmentu v nátěrovém filmu. Stanovte optimální OKP tohoto speciálního pigmentu pro zajištění vysoké antikoroční účinnosti.
9. Antikoroční účinnost studovaných organických povlaků studujte pomocí elektrochemické techniky lineární polarizace a výsledky této elektrochemické techniky porovnejte s výsledky provedených cyklických korozních zkoušek.
10. Stručně popište nové poznatky, závěry a přínosy práce pro vědu a praxi. Závěrem doporučte, do jakého typu prostředí a pro jaké aplikace lze nátěry doporučit.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miroslav Kohl, Ph.D.**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant diplomové práce: **prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání diplomové práce: **17. prosince 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

doc. Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 22. února 2022

Prohlašuji: 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. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Bc. Karolína Boštíková

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 vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především svému vedoucímu diplomové práce Ing. Miroslavu Kohlovi, Ph.D. a paní prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. za odborné vedení, pomoc, cenné rady a ochotu při zpracování této práce. Velké poděkování patří také mé rodině za veškerou podporu a pomoc během celého studia.

ANOTACE:

Práce pojednává o možnostech využití nových i stávajících antikoročních pigmentů s obsahem hořčíku v nátěrových hmotách plněných sférickým zinkem na bázi epoxyesterové pryskyřice. Byly formulovány a připraveny modelové řady nátěrových hmot s obsahem kovového Zn a pigmenty organického a anorganického charakteru obsahující Mg (0, 2⁺). Organické povlaky s obsahem Zn⁰/Mg⁰/Mg²⁺, při OKP/KOKP=konst. byly podrobeny korozním zkouškám v simulovaných korozních atmosférách. Korozní odolnost byla hodnocena také metodou lineární polarizace. Bylo provedeno časové a elektrochemické vyhodnocení stacionárního působení elektrolytu na organický povlak v závislosti na pH elektrolytu (2–12). Vlastnosti organických povlaků byly testovány i pomocí dalších normovaných a odvozených korozních testů. Cílem práce byla snaha o hledání případné synergické účinnosti Zn-Mg, ve prospěch zlepšení mechanických, antikoročních a chemických vlastností povlaků pigmentovaných sférickým zinkem a testovanými antikoročními pigmenty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Antikoroční pigment, zinek, organický povlak, synergický efekt, korozní odolnost

Abstract

The thesis discusses the possibilities of using new and existing anti-corrosion pigments containing magnesium in coatings filled with spherical zinc based on epoxyester resin. Model series of coatings containing metallic Zn and organic and inorganic pigments containing Mg (0 2⁺). Organic coatings containing Zn⁰/Mg⁰/Mg²⁺, at PVC/CPVC=const. were subjected to corrosion tests in simulated corrosion atmospheres. Corrosion resistance was also evaluated by linear polarization. A time and electrochemical evaluation of the stationary effect of the electrolyte on the organic coating was performed depending on the pH of the electrolyte (2-12). The properties of organic coatings have also been tested using other standardised and derived corrosion tests. The aim of the work was to seek possible synergistic efficiency of Zn-Mg, in favour of improving the mechanical, anti-corrosion and chemical properties of coatings pigmented with spherical zinc and tested anti-corrosion pigments.

KEY WORDS

Anticorrosive pigment, zinc, organic coating, synergistic effect, corrosion resistance

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem Zn při Q = 60 % a organických pigmentů.....	59
Tabulka 2: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem Zn při Q = 60 % a dalších pigmentů.....	60
Tabulka 3: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem TiO ₂ při Q = 50 % a organických a anorganických pigmentů.....	60
Tabulka 4: Formulace standardů epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem Zn a TiO ₂	61
Tabulka 5: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem organických pigmentů při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO ₃ při Q = 40 %.....	61
Tabulka 6: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem organických pigmentů při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe ₂ O ₃ při OKP = 40 %.....	61
Tabulka 7: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem organických a dalších pigmentů při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe ₂ O ₃ při OKP = 40 %.....	61
Tabulka 8: Jednotlivé Q panely – bližší specifikace.....	62
Tabulka 9: Typy lesků pod jednotlivými úhly a vzhled povrchu.....	64
Tabulka 10: Hodnocení MEK testu.....	65
Tabulka 11: Klasifikace stupňů přilnavosti.....	66
Tabulka 12: Hodnocení lomů – norma ČSN EN ISO 4624.....	68
Tabulka 13: Příprava pufry pro oblast pH = 2–12, poměry jednotlivých látek.....	71
Tabulka 14: Hodnocení koroze v řezu dle normy ASTM D 1654-92.....	72
Tabulka 15: Určení stupně korozní agresivity atmosféry norma ČSN EN ISO 12944-2.....	75
Tabulka 16: Určení stupně korozní agresivity prostředí pro organický povlak.....	75
Tabulka 17: Přehled použitých antikoročních pigmentů a plniv.....	79
Tabulka 18: Hodnoty stanovení sušiny a hustoty epoxyesterové pryskyřice.....	79
Tabulka 19: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty a s obsahem Zn při Q = 60 %.....	80
Tabulka 20: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %.....	81
Tabulka 21: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků s organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO ₂ při Q = 50 %.....	81
Tabulka 22: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO ₃ při Q = 40 % v závislosti na čase.....	82

- Tabulka 23:** Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase..... **82**
- Tabulka 24:** Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase.... **82**
- Tabulka 25:** Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů..... **83**
- Tabulka 26:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase. DFT = 50 ± 10μm..... **84**
- Tabulka 27:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase. DFT = 50 ± 10μm.....**85**
- Tabulka 28:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 60 % v závislosti na čase. DFT = 50 ± 10μm..... **85**
- Tabulka 29:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10μm.....**86**
- Tabulka 30:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10μm.....**86**
- Tabulka 31:** Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10μm..... **86**
- Tabulka 32:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm..... **87**
- Tabulka 33:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm..... **89**
- Tabulka 34:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 50 %. DFT = 50 ± 10μm..... **91**
- Tabulka 35:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm..... **92**
- Tabulka 36:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP= 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm..... **92**
- Tabulka 37:** Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm..... **93**
- Tabulka 38:** Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm..... **94**
- Tabulka 39:** Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm..... **95**

Tabulka 40: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO ₂ při Q = 50 %. DFT = 50 ± 10μm.....	95
Tabulka 41: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO ₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm.....	96
Tabulka 42: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe ₂ O ₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm.....	96
Tabulka 43: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO ₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm.....	96
Tabulka 44: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO ₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10μm.....	97
Tabulka 45: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe ₂ O ₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10μm.....	97
Tabulka 46: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe ₂ O ₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10μm.....	97
Tabulka 47: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %, DFT = 50 ± 10μm.....	98
Tabulka 48: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %, DFT = 50 ± 10μm.....	99
Tabulka 49: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO ₂ při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm.....	99
Tabulka 50: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO ₃ při Q = 40 %.....	100
Tabulka 51: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe ₂ O ₃ při Q = 40 %.....	100
Tabulka 52: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe ₂ O ₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm.....	100
Tabulka 53: Hodnoty přilnavosti a odtrhů nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm.....	101
Tabulka 54: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10μm.....	102
Tabulka 55: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO ₂ při Q = 50 %. DFT = 50 ± 10μm.....	102

- Tabulka 56:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm..... **103**
- Tabulka 57:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm..... **103**
- Tabulka 58:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10μm **103**
- Tabulka 59:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 90 ± 10μm..... **104**
- Tabulka 60:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 90 ± 10μm..... **105**
- Tabulka 61:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 50 % po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 90 ± 10μm..... **105**
- Tabulka 62:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl..... **106**
- Tabulka 63:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 130 ± 10μm..... **107**
- Tabulka 64:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při Q = 50 % po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 130 ± 10μm..... **107**
- Tabulka 65:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **108**
- Tabulka 66:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **109**
- Tabulka 67:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při Q = 50 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **109**
- Tabulka 68:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **110**
- Tabulka 69:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **110**
- Tabulka 70:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm..... **110**

- Tabulka 71:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1581hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm..... 111
- Tabulka 72:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1581hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm..... 112
- Tabulka 73:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a s obsahem TiO₂ při Q = 50 % po 1581hodinové expozici v NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm..... 112
- Tabulka 74:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm.....113
- Tabulka 75:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm.....113
- Tabulka 76:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm.....113
- Tabulka 77:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1656hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄/QUV. DFT = 100 ± 10μm..... 114
- Tabulka 78:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % po 1656hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm..... 115
- Tabulka 79:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při Q = 50 % po expozici v NaCl/(NH₄)₂SO₄/ QUV. DFT = 100 ± 10μm..... 115
- Tabulka 80:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10μm..... 116
- Tabulka 81:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10μm..... 116
- Tabulka 82:** Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10μm..... 116
- Tabulka 83:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl..... 117
- Tabulka 84:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. DFT = 90 ± 10μm..... 118

- Tabulka 85:** Hodnoty korozní odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO_2 při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **118**
- Tabulka 86:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. DFT = $130 \pm 10\mu\text{m}$ **119**
- Tabulka 87:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. DFT = $130 \pm 10\mu\text{m}$ **120**
- Tabulka 88:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO_2 při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. DFT = $130 \pm 10\mu\text{m}$ **120**
- Tabulka 89:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **121**
- Tabulka 90:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **122**
- Tabulka 91:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a anorganickými pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO_2 při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **122**
- Tabulka 92:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **123**
- Tabulka 93:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **123**
- Tabulka 94:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **123**
- Tabulka 95:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **124**
- Tabulka 96:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **124**
- Tabulka 97:** Hodnoty korozní odolnosti u organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40\%$ v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$ **124**
- Tabulka 98:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. DFT = $100 \pm 10\mu\text{m}$ **125**

- Tabulka 99:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm.....**126**
- Tabulka 100:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 50 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm.....**126**
- Tabulka 101:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm.....**127**
- Tabulka 102:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm..... **127**
- Tabulka 103:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm**127**
- Tabulka 104:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm.....**128**
- Tabulka 105:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v atmosféře QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm.....**129**
- Tabulka 106:** Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 50 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10μm..... **129**
- Tabulka 107:** Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 %. DFT = 50 ± 5μm..... **130**
- Tabulka 108:** Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 50 ± 5μm.....**131**
- Tabulka 109:** Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 50 ± 5μm.....**131**
- Tabulka 113:** Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = 50 ± 5μm..... **133**
- Tabulka 114:** Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a s obsahem Zn při Q = 60 % v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = 50 ± 5μm.....**134**
- Tabulka 115:** Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při Q = 50 % v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = 50 ± 5μm.....**134**

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Chemické vzorce kyseliny akrylové, metakrylové a jejich esterů [19].....	30
Obrázek 2: Ester kyseliny polyaspartové AAE [36].....	38
Obrázek 3: Struktura epoxy-siloxanu [2].....	40
Obrázek 4: Sférické částice zinku a lamelární částice zinku [39].....	42
Obrázek 5: Elektrochemická fáze působení částic zinku v organickém povlaku [40].....	43
Obrázek 6: Chemický vzorec diiminů perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny [56].....	49
Obrázek 7: Obecný vzorec soli perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny, kde M je kov II A nebo II B skupiny periodické tabulky prvků. [53].....	50
Obrázek 8: Lineární oblast polarizační křivky v těsném okolí korozního potenciálu.....	70
Obrázek 9: Hodnocení koroze v ploše panelu.....	73
Obrázek 10: Hodnocení puchýřů v ploše.....	74
Obrázek 11: Organický pigment $C_{12}H_6MgO_4$	76
Obrázek 12: Organický pigment $C_{14}H_4Mg_2O_8$	76
Obrázek 13: Organický pigment $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$	77
Obrázek 14: Organický pigment $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$	77
Obrázek 15: Organický pigment $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$	78
Obrázek 16: Organický pigment $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$	78
Obrázek 17: Organický pigment $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$	79
Obrázek 18: Stanovení hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů s obsahem $CaCO_3$ (červený), Plastoritu (žlutý) a ZnO (šedý) a daných pigmentů.....	137
Obrázek 19: Stanovení hmotnostní korozní úbytky z vodných suspenzí pigmentů.....	138
Obrázek 20: Organické povlaky s obsahem $CaCO_3$ a pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$ (a), $C_{34}H_{26}Mg_2N_8O_6$ (b), $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ (c) a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ (d) po zkoušce hloubení.....	143
Obrázek 21: Organické povlaky a) s obsahem $CaCO_3$ a pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$, b) s obsahem Fe_2O_3 , Plastoritu a pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$ c) s obsahem $CaCO_3$ a pigmentem $C_{34}H_{26}Mg_2N_8O_6$, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ d) a s obsahem Fe_2O_3 , Plastoritu a po zkoušce úderem.....	144
Obrázek 22: Mřížky nátěrových filmů s obsahem $CaCO_3$ a pigmenty $C_{34}H_{26}Mg_2N_8O_6$ (a), $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ (b), $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ (c), $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ (d) hodnocené stupněm přilnavosti 0.....	145
Obrázek 23: Lomové plochy organických povlaků. a) Organický povlak s obsahem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, kde při všech hodnotách OKP došlo k lomu typu B, a to z více jak 90 %. b) Organický povlak s obsahem pigmentu $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$, kde opět došlo při všech hodnotách OKP k lomu typ.....	146
Obrázek 24: Přilnavosti organických povlaků po 1680hodinové expozici v solné mlze. a–b) Organické povlaky se sférickým zinkem s nejvyšší přilnavostí, c-d) organické povlaky s TiO_2 s nejnižší přilnavostí. a) $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 1 %, b) $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 10 %.....	148

- Obrázek 25:** Fotografický záznam organických povlaků se sférickým zinkem. a) povlak s pigmentem Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 10 % s nejvyšší odtrhovou pevností (1,814MPa). b) povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 1 % s nejnižší odtrhovou pevností (0,202 MPa).....**149**
- Obrázek 26:** Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků s obsahem sférického zinku po 1848.hodinové expozici v solné mlze. a) MgO při OKP = 1 %, b) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 1 %, c) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 5 %, d) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10 %..... **151**
- Obrázek 27:** Fotografický záznam organických povlaků se sférickým zinkem s vysokou odtrhovou pevností. a) povlak s pigmentem C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 3 % (0,893 MPa). b) povlak s pigmentem C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 10 % (0,852 MPa).....**151**
- Obrázek 28:** Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků s obsahem sférického zinku po 1548hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO₂. a) Mg při OKP = 5 %, b) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 10 %, c) Mg + TiO₂ při OKP = 3 %, d) MgO + TiO₂ při OKP = 3 %.....**153**
- Obrázek 29:** Fotografický záznam organických povlaků. a) povlak s pigmentem Mg při OKP = 5 % a sférickým Zn s nejvyšší odtrhovou pevností 1,367 MPa. b) povlak s pigmentem MgO při OKP = 1 % a TiO₂ s nejnižší odtrhovou pevností 0,194 MPa.....**154**
- Obrázek 30:** Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací.a)C₁₂H₆MgO₄ s obsahem CaCO₃, b)C₃₄H₂₆MgN₈O₆ s obsahem CaCO₃ c) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ s obsahem CaCO₃ d) C₁₂H₆MgO₄ s obsahem Fe₂O₃ a Plastoritu.....**156**
- Obrázek 31:** Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků po 1581hodinové expozici v atmosféře (NH₄)₂SO₄/NaCl. a) ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)n- PO₄ při OKP = 10 %, b)C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 1 %, c) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 %, d) Ca-Mg-HPO₄ s TiO₂**157**
- Obrázek 32:** Fotografický záznam organických povlaků. a) povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a TiO₂ s nejvyšší odtrhovou pevností 3,21 MPa. b) povlak s pigmentem Mg a TiO₂ s nejnižší odtrhovou pevností 0,37 MPa.....**158**
- Obrázek 33:** Fotografický záznam organických povlaků. a) povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 10 % a sférickým Zn s nejvyšší odtrhovou pevností 2,05 MPa. b) povlak s pigmentem Mg a TiO₂ s nejnižší odtrhovou pevností 0,46 MPa.....**161**
- Obrázek 34:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku s nejvyšší korozní odolností po 1680hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 1%, b) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 3 %, c) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 5 %, d) C₃₄H₂₆MgN₈O.....**163**
- Obrázek 35:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů s nejvyšší korozní odolností po 1680hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) MgO při OKP = 1%, b) MgO při OKP = 3 %, c) MgO při OKP = 5 %, d) MgO při OKP.....**164**
- Obrázek 36:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a vrchním nátěrem s nejvyšší korozní odolností po 1848hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 3 %, b) MgO při OKP = 1 %, c) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 3 %..... **167**

- Obrázek 37:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a s nejvyšší korozní odolností po 1248hodinové expozici v atmosféře SO₂. a) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 3 %, b) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 %, c) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 10 %, d) C₂₆H₁₉MgN₃O₅.....**169**
- Obrázek 38:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a s nejvyšší korozní odolností po 1248hodinové expozici v atmosféře SO₂. a) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 3 %, b) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 5 %, c) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10 %**170**
- Obrázek 39:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem CaCO₃ a s nejvyšší korozní odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře SO₂. a) C₁₂H₆MgO₄, b) C₁₄H₄Mg₂O₈, c) C₃₄H₂₆MgN₈O₆, d) C₂₆H₁₉MgN₃O₅, e) C₁₇H₁₀MgN₂O₃.....**171**
- Obrázek 40:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem CaCO₃ a s nejvyšší korozní odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře SO₂. a) C₁₂H₆MgO₄, b) C₁₄H₄Mg₂O₈, c) C₂₆H₁₉MgN₃O₅, d) C₁₇H₁₀MgN₂O₃. e) povlak s obsahem ZnO a Ca-Mg-HPO₄.....**173**
- Obrázek 41:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického Zn s nejvyšší korozní odolností po 1581hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. a) C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10%, b) C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 5 %, c) C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 1 %**175**
- Obrázek 42:** Fotografický záznam organických povlaků s nejvyšší korozní odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. a) C₁₂H₆MgO₄ s obsahem CaCO₃ b) C₁₄H₄Mg₂O₈ s obsahem CaCO₃, c) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ s obsahem CaCO₃.....**176**
- Obrázek 43:** Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku s nejvyšší korozní odolností po 1656hodinové expozici v atmosféře QUV/(NH₄)₂SO₄/NaCl. a) C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 3 %, b) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 5 %, c) Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 5 %**179**
- Obrázek 44:** Fotografický záznam organického povlaku se sférickým zinkem a pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 3 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodného elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění**184**
- Obrázek 45:** Fotografický záznam organického povlaku se sférickým zinkem a pigmentem MgO při OKP = 10 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodného elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění nátěrového filmu.....**184**
- Obrázek 46:** Fotografický záznam organického povlaku se sférickým zinkem a pigmentem MgFe₂O₄ při OKP = 10 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodného elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění nátěrového filmu.....**185**

SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1: Syntéza alkydových pryskyřic monoglyceridovým procesem [9].....	27
Rovnice 2: Reakce Zn se silanolovými skupinami hydrolyzovaného ethyl-silikátu.[23].....	32
Rovnice 3: Mechanismus hydrolýzy alkyl-křemičitanů. [23].....	32
Rovnice 4: Výroba epoxidové pryskyřice [24].....	34
Rovnice 5: Výroba epoxyesterové pryskyřice [29].....	35
Rovnice 6: Syntéza polysiloxanů [40].....	39
Rovnice 7: Diazotace anthranilové kyseliny [55].....	47
Rovnice 8: Kopulace na 5-methyl-2fenyl-3-pyrazolon [55]	48
Rovnice 9: Rovnice 9: Tvorba Mg soli [55].....	48
Rovnice 10: Výpočet olejového čísla.....	56
Rovnice 11: Výpočet KOKP.....	56
Rovnice 12: Stanovení hmotnostního korozního úbytku.....	58
Rovnice 13: Stanovení obsahu sušiny.....	58
Rovnice 14: Výpočet relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu.....	63
Rovnice 15: Výpočet odolnosti vůči odtrhu.....	67
Rovnice 16: Stanovení korozní proudové hustoty.....	70
Rovnice 17: Stanovení Stern-Grearyho koeficientu.....	70
Rovnice 18: Stanovení korozní rychlosti.....	71

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Vysvětlení
AAE	ester kyseliny polyaspartové
A/B	adhezní lom mezi podkladem a 1. nátěrem
B	kohezní lom 1. nátěru
β_a, β_c	tafelové směrnice [mV]
C_R	korozní rychlost [mm/rok]
CPP	koordinační polymerní částice
D	(density) husté pokrytí puchýřků
DFT	tloušťka suchého nátěru
σ	odtrhová pevnost [MPa]
EIS	elektrochemická impedanční spektroskopie
E_{kor}	korozní potenciál [mV]
EP- ES	epoxyesterová pryskyřice
F	(few) nízká hustota puchýřků
I_{kor}	korozní proudové hustoty [μA]
K_m	hmotnostní korozní úbytek vztažený na jednotku plochy [$g \cdot m^{-2}$]
KOKP	kritická objemová koncentrace pigmentu
LOFA	mastná kyselina lněného oleje
m	hmotnost [g]
M	(medium) střední hustota puchýřků
MD	(medium density) střední husté pokrytí puchýřků
MK	mastná kyselina
OKP	objemová koncentrace pigmentu
PANI	Polyanilin
ρ	hustota [$g \cdot cm^{-3}$]
Q	kvocient nátěrové hmoty
R_p	polarizační odpor [Ω]
S	plocha [cm^2]
δ	měrná elektrická vodivost [$\mu S/cm$]
SOFA	mastná kyselina sójového oleje
St	stupeň hodnocení
τ	relativní povrchová tvrdost
TOFA	mastná kyselina talového oleje
V	objem [ml]
VOC	těkavá organická látka
X_H	hmotnostní úbytek vztažený k destilované vodě [%]
-/Y	adhezní lom mezi posledním nátěrem a lepidlem
Y/Z	adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem

OBSAH

OBSAH	21
1. Úvod	25
2. Teoretická část	26
2.1. Protikoroziční ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy	26
2.1.1. Alkydové nátěry	27
2.1.2. Akrylátové nátěry	30
2.1.3. Ethylsilikátové nátěry	31
2.1.4. Nátěry na bázi epoxidů	33
2.1.5. Nátěry na bázi polyuretanů	36
2.1.6. Nátěry na bázi polyaspartanů	38
2.1.7. Nátěry na bázi polysiloxanů	39
2.2. Anorganické antikoroziční pigmenty	41
2.2.1. Zinek.....	42
2.2.2. Molybdenany	44
2.3.2. Hořčík	44
2.4. Organické antikoroziční pigmenty	46
2.4.1. Kovokomplexní organické pigmenty	47
2.4.2. Koordinační polymerní pigmenty.....	49
2.4.3. Organické pigmenty na bázi taninů	50
3. Experimentální část	51
3.1. Cíl Práce	51
3.2. Přehled a specifikace surovin	52
3.2.1. Organické pigmenty s obsahem hořčíku	52
3.2.2. Další pigmenty a plniva.....	53
3.2.3 Další použité chemikálie	54
3.3. Přístroje a vybavení	55
3.3.1. Přístroje sloužící k přípravě a charakterizaci částic pigmentů a plniv.....	55
3.3.2. Přístroje a pomůcky sloužící k přípravě a zhotovení nátěrových hmot	55
3.3.3. Přístroje pro stanovení fyzikálních vlastností a mechanické odolnosti nátěrových filmů... ..	55
3.3.4. Přístroje a zařízení ke stanovení koroziční odolnosti nátěrových filmů.....	55
3.4. Specifikace vlastností pigmentů na základě fyzikálně-chemických veličin	55
3.4.1. Stanovení hustoty pigmentů	55
3.4.2. Stanovení spotřeby oleje a kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)	56
3.5. Metody pro hodnocení vlastností pigmentů	57
3.5.1. Stanovení pH vodných výluhů pigmentů	57
3.5.2. Stanovení měrné elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentů.....	57
3.5.3 Stanovení korozičních úbytků ve vodných výlužích pigmentů.....	57

3.6. Stanovení obsahu netěkavých složek v pojivové složce	58
3.7. Příprava modelových nátěrových hmot	59
3.7.1 Formulace modelových nátěrových hmot	59
3.7.2 Příprava nátěrových hmot.....	62
3.8. Příprava zkušebních vzorků.....	62
3.8.1 Příprava zkušebních vzorků na ocelové a skleněné panely	62
3.9. Metody hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na skleněných panelech.....	63
3.9.1. Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu	63
3.9.2. Stanovení lesku nátěrového filmu	64
3.9.3 Buchholzova vrypová zkouška.....	64
3.9.4 MEK test.....	64
3.10. Metody hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na ocelových panelech.....	65
3.10.1 Měření suché tloušťky nátěrového filmu.....	65
3.10.2 Stanovení odolnosti nátěrového filmu padajícím závažím.....	65
3.10.3. Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči ohybu	66
3.10.4. Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči hloubení	66
3.10.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkovou metodou.....	66
3.10.6. Stanovení odolnosti nátěru vůči odtrhu	67
3.11. Zrychlené korozní zkoušky.....	68
3.11.1. Stanovení odolnosti v neutrální solné mlze	68
3.11.2. Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám obsahem SO ₂	68
3.11.3. Zrychlená korozní zkouška v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací.....	69
3.11.4. Kombinovaná korozní zkouška QUV/ solný elektrolyt.....	69
3.11.5. Kombinovaná korozní zkouška v prostředí (NH ₄) ₂ SO ₄ a NaCl.....	69
3.12. Nepřímé korozní zkoušky	69
3.12.1 Elektrochemické měření lineární polarizace	69
3.12.2 Stanovení odolnosti vodnému roztoku elektrolytu v závislosti na pH	71
3.13. Hodnocení korozních zkoušek.....	72
3.13.1. Hodnocení koroze v okolí zkušebního řezu	72
3.13.2. Hodnocení stupně koroze v ploše panelu	72
3.13.3 Hodnocení tvorby puchýřů	74
3.14. Hodnocení životnosti organických povlaků	75
4. Výsledky a hodnocení.....	76
4.1 Charakterizace antikoročních pigmentů a plniv	76
4.1.1 Antikoroční organické pigmenty s obsahem hořčíku	76
4.1.2 Antikoroční anorganické pigmenty a plniva	79
4.2 Stanovení obsahu netěkavých složek v pojivové složce.....	79

4.3 Hodnocení vlastností organických a anorganických pigmentů.....	80
4.3.1 Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů	80
4.3.2 Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů.....	83
4.4 Hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na skleněných panelech	84
4.4.1 Stanovení relativní povrchové tvrdosti.....	84
4.4.2 Vyhodnocení lesku.....	87
4.4.3 Vyhodnocení Buchholtzovy vrypové zkoušky.....	94
4.4.4 Vyhodnocení MEK testu	97
4.5 Hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na ocelových panelech	98
4.5.1. Hodnocení odolnosti vůči hloubení, ohybu a padajícímu závaží	98
4.5.2 Hodnocení přilnavosti nátěru a odolnosti nátěru vůči odtrhu.....	101
4.6 Hodnocení zrychlených korozních zkoušek	117
4.6.1 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s obsahem NaCl	117
4.6.2 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s obsahem SO ₂	121
4.6.3 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s povšechnou kondenzací....	124
4.6.4 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře solného elektrolytu NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄	125
4.6.5 Hodnocení korozní odolnosti v atmosféře QUV/ solný elektrolyt	128
4.7. Hodnocení nepřímých korozních zkoušek	130
4.7.1 Hodnocení elektrochemické lineární polarizace.....	130
4.7.3 Hodnocení odolnosti nátěrového filmu vůči působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH	133
5. Diskuze k výsledkům.....	135
5.1 Diskuze ke stanovení fyzikálně – chemických vlastností pigmentů a vlastností pojiva.....	135
5.2. Diskuze k vlastnostem organických a anorganických antikorozních pigmentů.....	135
5.2.1 Diskuze k vyhodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů	135
5.2.1 Diskuze k vyhodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů.....	137
5.3 Diskuze k fyzikálně – mechanickým vlastnostem nátěrových filmů na skleněných panelech	139
5.3.1 Relativní povrchová tvrdost	139
5.3.2 Hodnocení lesku	140
5.3.3 Buchholzova vrypová zkouška.....	141
5.3.4 Hodnocení MEK testu	142
5.4 Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek organických povlaků na ocelových panelech	143
5.4.1 Stanovení odolnosti vůči ohybu, hloubení a pádu tělesa.....	143

5.4.2 Diskuze k výsledkům odthové zkoušky a přilnavosti na ocelových panelech	145
5.5 Diskuze k výsledkům zrychlených korozních zkoušek	162
5.5.1 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v neutrální solné mlze.....	162
5.5.2 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky organických povlaků s TOPCOAT v neutrální solné mlze	166
5.5.2 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře s obsahem SO ₂	169
5.5.3 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře s povšechnou kondenzací.....	173
5.5.4 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře solného elektrolytu NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄	174
5.5.5 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky QUV/solný elektrolyt NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄	178
5.6. Diskuze k výsledkům nepřímých korozních zkoušek.....	180
5.6.1 Diskuze k výsledkům elektrochemické lineární polarizace.....	180
5.6.2 Diskuze k výsledkům odolnosti nátěrového filmu vůči působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH	183
5.7. Určení stupně korozní agresivity prostředí.....	187
6. Přínosy diplomové práce.....	188
7. Závěr.....	196
8. Použitá literatura.....	197
9. Obrázková příloha	201

1. Úvod

Z oblasti ochrany kovů a slitin proti korozi organickými povlaky lze tvrdit, že problematika ochrany ocelových povrchů za pomoci vypalovacích nátěrových systémů je relativně dobře zvládnuta. Jedná se zejména o povrchovou úpravu karosérií aut, domácích spotřebičů – praček a ledniček či jiných strojírenských výrobků. Zcela opačná situace je však v oblasti ochrany ocelových mostních, stožárových a dalších konstrukcí, vystavených přírodním vlivům na vzduchu zasychajícími nátěrovými systémy. [1]

Ještě do 70. let minulého století se vůbec ani neočekávaly žádné problémy. Ocelové konstrukce byly chráněny nátěrovými systémy na bázi pojiv z upravených přírodních materiálů jako byly oleje, alkydy či později epoxyesterové pryskyřice a jako antikorozi složky se používaly zejména olovnaté sloučeniny (suřík Pb_3O_4) nebo chromanové sloučeniny (zinková žluť $4ZnO \cdot 4CrO_3 \cdot K_2O \cdot 3H_2O$). Tloušťka klasického nátěrového filmu byla kolem $150\mu m$. [1]

Těžké kovy jako je např. olovo, kadmium, chrom byly hlavními složkami celé řady antikorozi pigmentů, obsažených ve vysoce účinných průmyslových nátěrových hmotách. S postupem času se ukázalo, že tyto sloučeniny mají značně negativní vliv na lidské zdraví a životní prostředí, a bylo tedy nutné začít hledat jiné látky, kterými by mohly být nahrazeny a zároveň měly srovnatelnou antikorozi účinnost, a navíc byly i zdravotně nezávadné. [2]

Do roku 2004 měl největší význam pro aplikace v antikorozi nátěrových hmotách fosforečnan zinečnatý, který se svými vlastnostmi nejvíce přibližoval inhibičně účinkujícím chromanovým pigmentům. V současné době jsou dle směrnice komise EU 2004/73/EC klasifikovány „N“ jako nebezpečné životnímu prostředí tyto látky: fosforečnan zinečnatý, oxid zinečnatý, mnohé sloučeniny kadmia a jisté organicko-cínicité sloučeniny. [1,2]

Soudobý vývoj nových typů nátěrových hmot už není zaměřen pouze na aspekty technické a ekonomické, které jsou vždy spojeny a navzájem se ovlivňují, ale i aspekty ekologické. [3] Legislativní tlak Evropské Unie na aplikace ekologicky příznivějších nátěrových systémů s nižším obsahem těkavých organických látek (VOC), donutil výrobce nátěrových hmot zaměřit svou pozornost na výrobu nátěrových hmot s výrazně nižším množstvím VOC. Mezi možnostmi, jak snížit množství organických rozpouštědel v nátěrových systémech je přechod k výrobě vodou ředitelných nátěrových hmot a výroba nátěrových hmot s vyšším podílem sušiny. [4,5]

2. Teoretická část

2.1. Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

Milióny metrů čtverečních povrchů ocelových konstrukcí opatřených organickými povlaky vystavených atmosférickým podmínkám vyžadují po určité době údržbu nebo celkovou obnovu nátěrového systému. Pro obnovu ocelových konstrukcí se až do cca 50. let 20. století s výhodou používaly nátěrové systémy z obnovitelných olejových pojiv a jako účinné antikorozi složky sloužily i kromě suříku také pigmenty obsahující chromanový anion. Nátěrové systémy vykazovaly dlouhodobý ochranný účinek a tloušťky nátěrů málo kdy přesáhly hodnotu 150 μm . Ekologické tlaky si vynutily odstranění těchto účinných, avšak toxických složek z nátěru a záhy byly nabídnuty nové netoxické antikorozi pigmenty. Velmi brzy se ovšem ukázalo, že tyto nové materiály nemohou poskytnout ocelovému povrchu dlouhodobou protikorozi ochranu, při tloušťce nátěrového systému, která byla vlastní klasickým materiálům. Z technického hlediska byl problém vyřešen tak, že se začaly používat nátěrové systémy o tloušťkách 200 μm do korozního prostředí C3 a pro korozní prostředí C5 tloušek kolem 300–400 μm , podle druhu nátěru. [6]

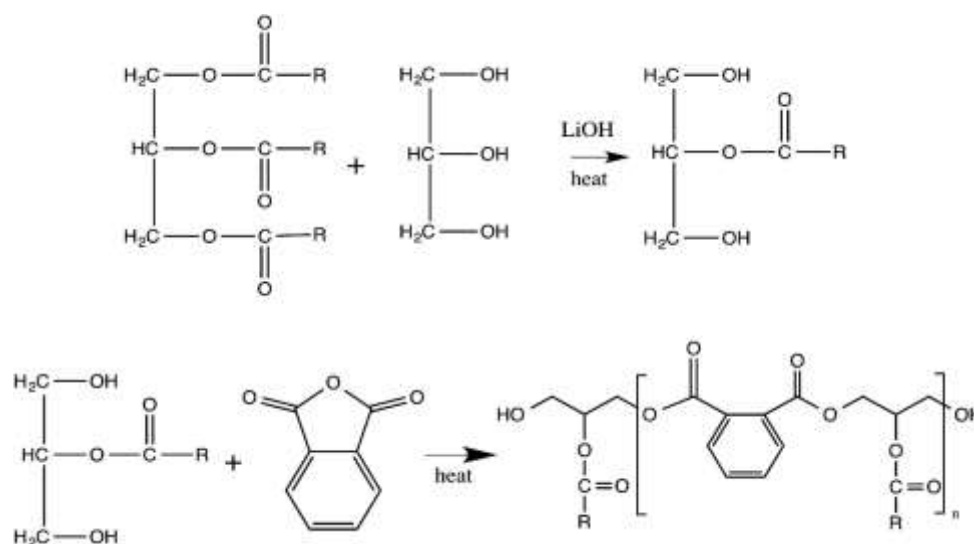
Po odstranění účinných, ale toxických pigmentů zůstaly v oblasti nátěrových hmot ještě dvě velmi účinné složky – zinkový prach a molybdenany. Mezitím co zinkový prach je široce využíván, molybdenanové pigmenty už nedosáhly takového uplatnění zejména pro jejich vysokou cenu a též kvůli jejich využití v metalurgii pro výrobu vysoce korozivzdorné oceli. [6]

Vzhledem ke kategoriím korozního prostředí se pro ochranu ocelových konstrukcí používají nejrůznější nátěrové systémy podle jejich očekávané odolnosti a známých vlastností. Mezi nátěrové hmoty používané na uhlíkatou ocel patří alkydové, akrylátové a ethylsilikátové nátěry, a nátěry na bázi epoxidů, polyuretanů, polyaspartátů a polysiloxanů. Nátěrové systémy se skládají ze základního nátěru, mezivrstev a vrchního nátěru. Úkolem základního nátěru je zajistit dostatečnou přilnavost nejen k zdrsněnému a vyčištěnému kovu, ale i k dalším vrstvám nátěru. Jako základní se používají nátěry s vysokým obsahem zinkového prachu. [7] Nátěry obsahující zinkový prach mají široké využití jak samotné, tak i v kombinaci s vrchními vrstvami. V první fázi chrání zinkový nátěr ocelový povrch před účinky korozního prostředí zejména elektrochemicky – katodickou ochranou. Částice zinku vlivem korozního prostředí korodují, čímž dochází ke vzniku korozních produktů, které utěsní póry v nátěru. V další fázi je již ocelový povrch chráněn bariérovým mechanismem ochrany. [6]

Mezivrstevné nátěry se používají v nátěrových systémech s třemi a více nátěry mezi základním a vrchním nátěrem a slouží jako bariéra pro korozní prostředí. Vrchní nátěr, jakožto poslední nátěr nátěrového systému pak určuje vzhled ocelové konstrukce. K dosažení co nejlepších antikoročních a mechanických výsledků nátěrového systému je žádoucí, je-li to možné, aby většina či případně celý nátěrový systém byl nanesen v dílně, a to zejména pro snadnější řízení nanášení, řízenou teplotu, řízenou vlhkost, snadnější provedení oprav a zjednodušení řízení odpadu a znečištění. Aplikace nátěrového systému v místě stavby, je pak silně ovlivněna počasím, které tak ovlivňuje očekávanou životnost nátěru. [7]

2.1.1. Alkydové nátěry

Alkydové pryskyřice jsou polymery připravené kondenzační reakcí z dvojsytných kyselin, vícesytných alkoholů a mastných kyselin. Název alkyd pochází z jeho složek – alkoholů a kyselin. Jedná se o polyestery modifikované jednosytnými mastnými kyselinami. [8] Alkydy se typicky syntetizují ve dvoustupňovém „monoglyceridovém procesu“ tak, že se nejprve vytvoří monoglycerid transesterifikací triglyceridového oleje s glycerolem. Monoglycerid poté podléhá postupnému růstu a polymerizuje se s dvojsytnými kyselinami za vzniku polyesterové kostry alkydu. Přidaná mastná kyselina se podílí na autooxidačním zesítnění, které pomalu převádí alkyd z kapalného stavu na pevný film. Tento autooxidační proces je typicky katalyzován sikativy kovů.[9]



Rovnice 1: Syntéza alkydových pryskyřic monoglyceridovým procesem [9]

Alkydová pryskyřice jakožto speciální druh polyesteru na biologické bázi se používá jako nátěrový materiál už více než 100 let. Celosvětová spotřeba alkydové pryskyřice je přibližně 1 mil. tun za rok. Přestože již alkydová pryskyřice nepatří mezi nejvíce využívaná pojiva v nátěrových systémech, je stále více využívána. V současné době roste zájem o alkydové pryskyřice zejména z toho důvodu, že většina surovin pro jejich výrobu jsou mastné kyseliny ze sójového oleje a glycerolu, které pochází z obnovitelných zdrojů a nejsou závislé na ropě (alkydové pryskyřice obsahují více než 50 % biologických materiálů), čímž znovu přitahují pozornost lidí. [10] Alkydové pryskyřice tak představují ideální základ pro výrobu hodnotných nátěrových hmot pro průmyslové a dekorativní aplikace s vysokými požadavky na jejich konečné vlastnosti, jejichž surovinová základna není spojena s petrochemickým průmyslem. [11,12] Oproti jiným pryskyřicím mají řadu výhod např. nízkou cenu, relativně snadnou aplikaci, dobrou přilnavost, vynikající lesk, a odolnost vůči rozpouštědlům. Mají ale i určité nevýhody, a to zejména omezenou odolnost vůči vodě, dlouhou dobu sušení a nízkou tvrdost povrchu. [10]

Nemodifikované alkydy jsou pouze omezeně rozpustné a mají často nedostatečné filmotvorné vlastnosti. Modifikací mastnými kyselinami s dlouhými alifatickými řetězci lze dosáhnout dobré rozpustnosti v běžných lakařských rozpouštědlech a zároveň využít výborné filmotvornosti rostlinných olejů se síťující schopností alkydů. Vlastnosti alkydového nátěrového filmu jsou ovlivněny typem použité mastné kyseliny nebo oleje použitého při výrobě alkydové pryskyřice. Nenasycené mastné kyseliny ovlivňují především dobu zasychání. K výrobě alkydů se používá široké množství mastných kyselin. Mezi nejčastější patří mastné kyseliny talového oleje (TOFA), sójového oleje (SOFA), či lněného oleje (LOFA). [13]

Alkydové pryskyřice jsou díky svému ekologickému charakteru, snížené viskozitě, nízké molekulové hmotnosti, jedinečné hydrofobní povaze a vysoké soudržnosti široce používány k ochraně kovových podkladů. Bariérové vlastnosti nátěrového filmu jsou základním faktorem ochrany kovu proti korozi. Ovšem alkydové pryskyřice jsou propustné pro látky z prostředí, což může vést ke korozi podkladu. Možnou cestou pro průnik korozivních iontů mohou být vyskytující se defekty v alkydové pryskyřici, které pak vedou k nevyhnutelné korozi. Bariérové vlastnosti alkydové pryskyřice je proto možné zlepšit vhodnými antikorozními pigmenty, které zvýší vlastnosti alkydového povlaku, jako je odolnost proti korozi, oděru či poškrábání. [14]

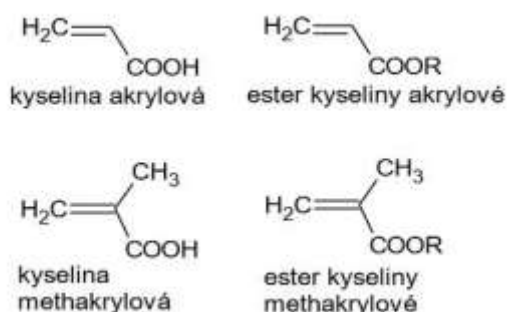
Důležitou vlastností alkydových pryskyřic je jejich vytvrzovací schopnost, která je podmíněná přítomností nenasycených vazeb v řetězcích mastných kyselin, ale také přítomností volných funkčních skupin (karboxylových a hydroxylových). Distribuce a počet hydroxylových skupin v polyolech je rozhodující pro vlastnosti zasychání pryskyřice, pro strukturu získaného polymeru, a tedy také pro vlastnosti dané pryskyřice. Estery alkoholů se čtyřmi a více hydroxylovými skupinami poskytují povlaky s dobrými výkonnostními vlastnostmi. Například pryskyřice získané z pentaerythritolu poskytují mnohem lepší potahovací vlastnosti než pryskyřice získané z glycerolu. Rychleji zasychají, jsou tvrdší a odolnější vůči vlhkosti. Na druhé straně glycerol je levná a snadno dostupná obnovitelná surovina, která se proto běžně používá k výrobě povlaků. [15]

Povlaky standardních konvenčních alkydů jsou pryskyřice, které se ředí organickými rozpouštědly jako je toluen, xylen, lakový benzín či jejich směsí. Emise toxických těkavých organických sloučenin (VOC) během aplikace a vytvrzování alkydových pryskyřic způsobuje řadu ekologických problémů. [8] Legislativní předpisy a nařízení tak nutí výrobce nátěrových hmot orientovat se na vývoj vysokosušivých nátěrových hmot, i přesto, že nejsou tak účinné jako tradiční alkydy s vyšším obsahem VOC. Vysokosušivé alkydové pryskyřice tak nachází uplatnění jako pojiva pro formulace ekologicky příznivých nátěrových hmot. K tradičním způsobům, jak zvýšit obsah sušiny v alkydových nátěrových hmotách je v první řadě snížení molekulové hmotnosti a tím i viskozity pojiva. Nejjednodušší způsob, jak zvýšit obsah sušiny, je zvýšení olejové délky. To ale není výhodné, protože to může vést ke vzniku pryskyřice s nevyhovujícími vlastnostmi jako je např. dlouhá doba zasychání. Další možností je užší distribuce molekulových hmotností či snížení teploty skelného přechodu. Alternativou je též omezení počtu karboxylových, esterových a hydroxylových funkčních skupin, jejichž interakcí obvykle dochází ke zvýšení viskozity. Nejnovějším přístupem je návrh alkydových pryskyřic s vysoce rozvětvenou strukturou polymerního řetězce prostřednictvím vícefunkčních monomerů. Vysoce rozvětvené alkydové pryskyřice poskytují flexibilní nátěrový film s vynikajícím leskem, dobrou chemickou odolností, a především kratší dobou chemického zasychání. [16]

2.1.2. Akrylátové nátěry

Akrylátové pryskyřice jsou polymery na bázi kyseliny akrylové a metakrylové známé již od roku 1930 a v současné době se řadí mezi nejrozšířenější typ pojiv pro průmyslové nátěrové hmoty. V menší míře mohou akrylátová pojiva obsahovat i další nenasycené monomery jako jsou např. vinyltoluen nebo styren. Název čisté akryláty se používá pro kopolymery připravené výhradně z akrylátů nebo ve směsi s methakryláty. Kombinací s různými dalšími monomery tak dochází k úpravě fyzikálních a chemických vlastností výsledného polymeru, jako jsou hydrofobnost a hydrofilita. Kyselost či zásaditost těchto polymerů je dána přítomností nejrůznějších funkčních skupin, jako jsou epoxidové, hydroxylové, izokyanátové či aminové. Mezi jejich hlavní výhody se řadí zejména jejich vysoká odolnost proti působení světla, dobrá mechanická a chemická odolnost, krátká doba zasychání, nízký zápach a snadná omyvatelnost vodou. Další výhodou polyakrylátových systémů je, že neabsorbují vlnové délky nad 300 nm, díky čemuž u nich nedochází k degradaci vlivem UV záření. Tato výhoda ovšem platí pouze pro pojiva bez obsahu styrenu či jemu podobným látkám. [17,18]

Akrylátové pryskyřice mohou být ve formě pevné látky, rozpuštěny v organickém rozpouštědle, ale také ve formě emulzí a disperzí. Akrylátové disperze se vyrábí emulzní polymerací základních monomerů esterů kyseliny akrylové nebo esterů kyseliny metakrylové. U akrylátových pojiv lze vhodným výběrem monomerů získat široké spektrum fyzikálních a chemických vlastností výsledného polymeru. Např. methakryláty zvyšují povětrnostní odolnost, světlostálost, tvrdost a lesk. Styren zvyšuje tvrdost, zvyšuje odolnost proti vodě, odolnost proti chemikáliím a solné mlze, ale naopak snižuje světlostálost a schopnost zachovat si lesk. Alkylakryláty a alkyl-methakryláty zlepšují flexibilitu a hydrofobicitu. Kyselina akrylová a metakrylová zase zvyšují adhezi na kovové substráty. [18]



Obrázek 1: Chemické vzorce kyseliny akrylové, metakrylové a jejich esterů [19].

Kyselina akrylová

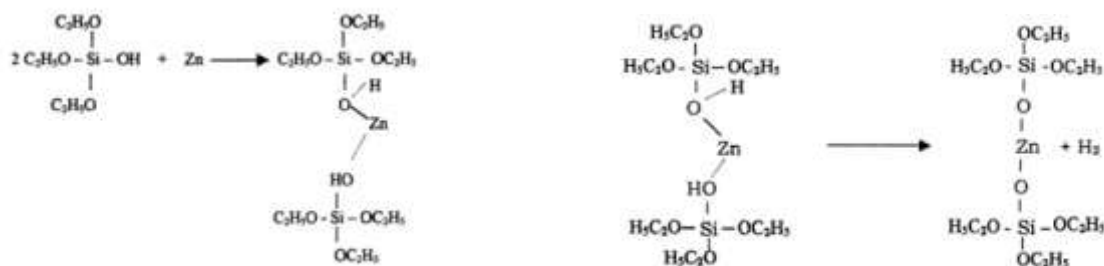
Kyselina akrylová je nejjednodušší nenasycená karboxylová kyselina. Vyrábí se z propylenu, který je vedlejším produktem při výrobě ethylenu a benzínu. Každý rok se jí vyrobí více než milión tun. Používá se při výrobě plastů, laků a jiných výrobků, ale také jako chemický meziprodukt. Kyselina akrylová je korozivní kapalina, charakteristického zápachu, která je mísitelná s vodou, alkoholy, ethery a chloroformem. Její soli a estery jsou známé jako akryláty. Mezi nejvýznamnější alkylestery kyseliny akrylové patří methyl, butyl, ethyl a 2-ethylhexylakrylát. Kyselina akrylová a její estery spolu velmi ochotně reagují za vzniku polyakrylátů. Ochotně ovšem reagují i s jinými monomery (akrylamidem, akrylonitrilem) reakcí na jejich dvojných vazbách. [20,21]

Kyselina metakrylová

Kyselina metakrylová je alifatická nenasycená karboxylová kyselina. Jedná se o bezbarvou kapalinu či tuhou látku nízkého bodu tání a ostrého zápachu, která je žíravinou pro kovy a tkáň. Více než samotná kyselina jsou známé její estery, z nich nejvýznamnější je jednoduše polymerující methylester, monomer celé řady technicky významných polymethylmetakrylátových materiálů, kterými jsou například organická skla a reaktivní pryskyřice. [22]

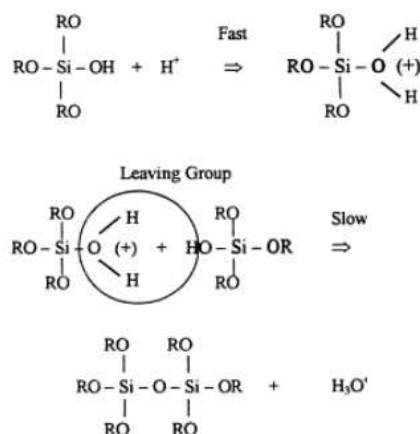
2.1.3. Ethylsilikátové nátěry

Ačkoliv většina nátěrových hmot se řadí do skupiny organických nátěrových hmot, nátěrové hmoty na bázi pojiv ethyl-silikátů se řadí do kategorie anorganických nátěrových hmot. Anorganické povlaky na bázi ethyl-silikátů bohatých na zinek jsou ve velkém množství používány na protikorozní ochranu ocelových konstrukcí vystavených těžkým korozním prostředím jako jsou podzemí, mořská voda, průmyslové atmosféry a jaderné elektrárny. Tyto povlaky poskytují nenahraditelnou protikorozní ochranu ocelovým konstrukcím vystavených působení vysokých teplot a výborně odolávají povětrnostním vlivům. Navíc díky tvorbě vodivé matrice z pojiva nabízejí povlaky na bázi ethyl-silikátů bohaté na zinek vynikající katodickou ochranu. Ethyl-silikáty chemicky reagují s částicemi zinku v nátěrovém filmu a vytvoří kolem částic zinku matici křemičitanu zinečnatého, která je elektricky vodivá a chemicky inertní. [23]



Rovnice 2: Reakce Zn se silanolovými skupinami hydrolyzovaného ethyl-silikátu.[23]

Alkyl-křemičitany jako jsou ethyl-silikáty a methyl-silikáty se používají jako pojiva pro přípravu rozpouštědlových nátěrových hmot a jako takové nemají žádnou vazebnou schopnost. Aby se zavedla schopnost vazby je nutné ethyl-silikát hydrolyzovat přesně vypočítaným množstvím vody a za přítomnosti kyselého či alkalického katalyzátoru. Tímto způsobem vznikne gel, který je pak skutečným pojivem. Alkyl-křemičitany nejsou ve vodě rozpustné, a proto je k jejich hydrolyzování zapotřebí vzájemného rozpouštědla, nejčastěji ethylalkoholu a isopropylalkoholu. Hydrolyza se tak provádí ve formě roztoku alkyl-křemičitanů a mechanismus pak odpovídá elektrofilní substituci. Hydrolyza za alkalických podmínek vede k poměrně rychlé gelaci a tento postup se upřednostňuje má-li být vyrobena nátěrová hmota odolávající vysokým teplotám. Pro výrobu běžných nátěrových hmot se používají postupy kyselé hydrolyzy ethyl-silikátů.[23]

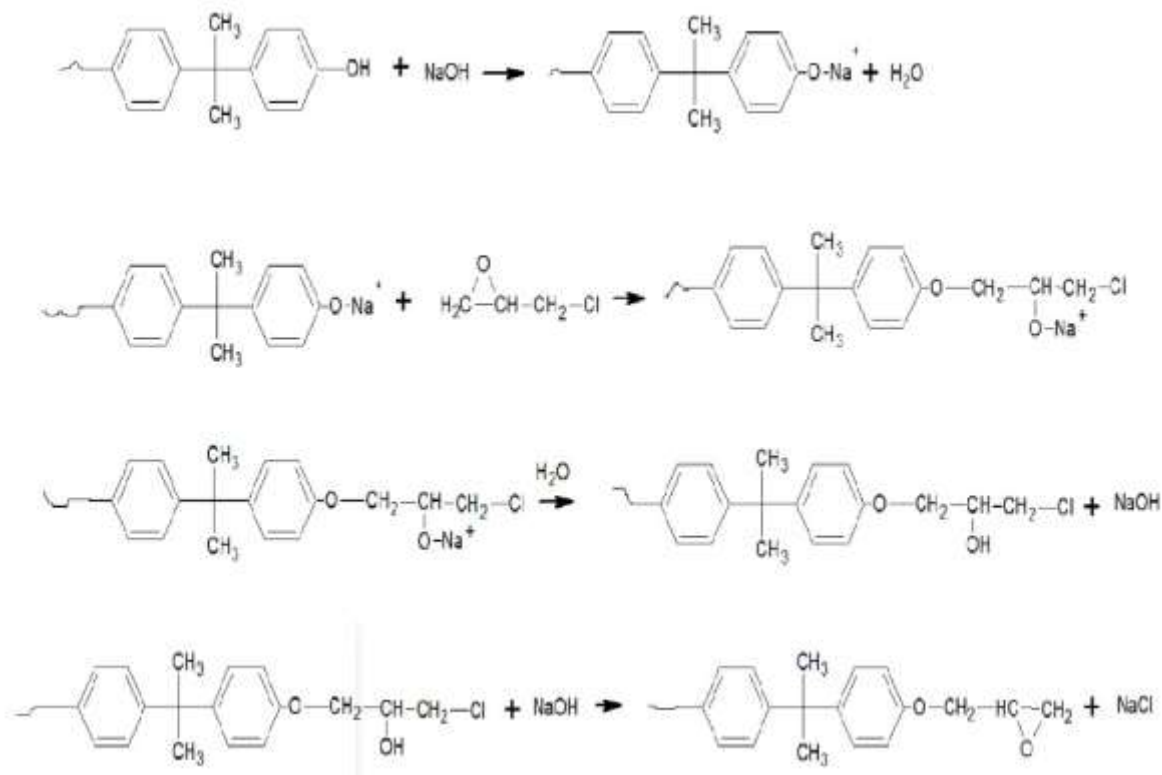


Rovnice 3: Mechanismus hydrolyzy alkyl-křemičitanů. [23]

Obecně lze říct, že k vytvrzení ethyl-slikátů dochází ve dvou krocích. První krok zahrnuje reverzibilní hydrolytickou reakci a druhý pak vlastní polykondenzační reakci. Nátěrové filmy mají samo vytvrzující charakter za pokojové teploty a dostatečné atmosférické vlhkosti. Vysušené nátěrové filmy se pak skládají převážně z oxidu křemičitého a zinku, proto se anorganické nátěry na bázi křemičitanů považují z hlediska životního prostředí za lepší než organické nátěry, které bez výjimky produkují povlaky složené z organických polymerů. Nátěrové filmy na bázi křemičitanů jsou navíc odolné vůči teplotě do 400 °C, kde většina organických povlaků již selže. Tyto nátěry chrání ocelový substrát mnohem účinnější katodickou ochranou, než jakou poskytují organické povlaky bohaté na zinek. Kromě toho dovedou chemicky reagovat s ocelovým substrátem, což vede k vynikající adhezi a odolnosti proti otěru.[23]

2.1.4. Nátěry na bázi epoxidů

Epoxidové pryskyřice jsou látky, které mají ve své molekule více než 1 oxiránovou skupinou, jenž se vyznačuje vysokou reaktivitou a díky níž je možné získat zesítený makromolekulární produkt. Díky velkému počtu hydroxylových skupin v řetězci mají výborné adhezni vlastnosti, kterých se využívá pro výrobu nátěrových hmot na skla, keramiku, dřevo a kovy, ale také po výrobu lepidel. [25] Vyznačují se též i vysokou odolností proti působení vody, kyselin, zásad a rozpouštědlům, díky čemuž nachází uplatnění pro povrchové úpravy automobilů a v lodním průmyslu. [26] Epoxidové pryskyřice jsou vysoce viskózní kapaliny nebo pevné látky bezbarvé až nažloutlé barvy. Nízkomolekulární epoxidové pryskyřice je možné rozpouštět v aromatických uhlovodících, vysokomolekulární pak pouze v ketonech, esterech nebo směsi xylen-butanol. Nevýhodou organických epoxidových povlaků je, že nemají takovou odolnost vůči povětrnosti jako např. alkydové pryskyřice a nevykazují stálost mechanických vlastností a ochranné účinnosti při dlouhodobějším tepelném zatížení do 100°C. [27]

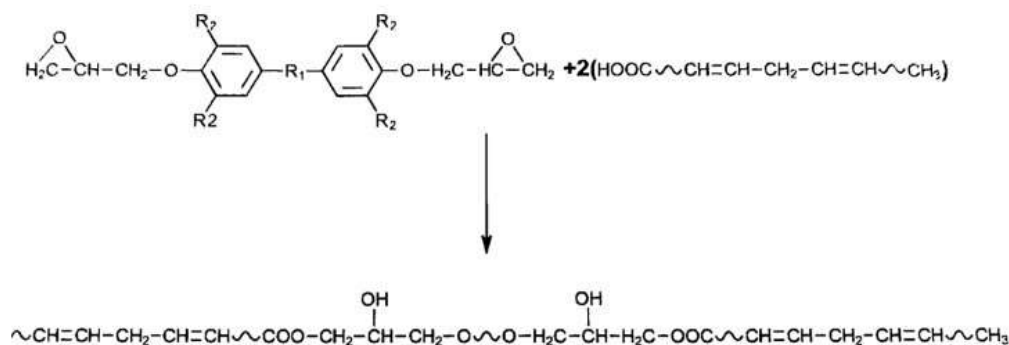


Rovnice 4: Výroba epoxidové pryskyřice [24]

Z 90 % se vyrábí epoxidové pryskyřice bisfenolového typu, kdy spolu během kondenzační reakce reaguje bisfenol A (2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propan) a epichlorhydrin. Dalším krokem reakce je přidavek NaOH, čímž dojde k odstranění chloridových aniontů z řetězce za vzniku epoxidové skupiny. Molekulová hmotnost dané pryskyřice je pak dána poměrem výchozích látek. [27,28] Pro dosažení potřebných vlastností je třeba epoxidovou pryskyřici vytvrdit. K vytvrzování může dojít buď polymerací epoxidových skupin, polykondenzační reakcí na hydroxylových skupinách či za použití tvrdidla, které spojí řetězce pryskyřice do trojrozměrné sítě, čímž celý materiál výrazně zpevní. Jako tvrdidla se nejčastěji používají alifatické a aromatické polyaminy, anhydridy dikarboxylových kyselin a aminoamidová tvrdidla. [29]

Jak již bylo zmíněno většina epoxidových pryskyřic je glycidového typu. Existují však i další druhy pryskyřic jako jsou epoxynovolaky, epoxyakryláty či epoxyestery. Epoxynovolaky se vyrábí reakcí nízkomolekulárního novolaku s epichlorhydrinem. Tento druh pryskyřic se vyznačuje zvýšenou tepelnou odolností a nachází tak uplatnění zejména v elektroizolačních materiálech. Významnou skupinou jsou zde epoxyesterové pryskyřice, které se vyrábí reakcí epoxidové pryskyřice glycidového typu s vyšší mastnou kyselinou. Reaguje-li epoxidová

pryskyřice s 3 a více funkční karboxylovou kyselinou, vzniká tak poměrně rozsáhlá polymerní síť vedoucí k vytvrzené struktuře. K vytvrzování dochází oxopolymeračním mechanismem za přítomnosti vzdušného kyslíku. Epoxyesterové pryskyřice se nachází jak v rozpouštědlových, tak i vodouředitelných systémech a využívají se v nátěrových hmotách, lepidlech a tiskařských inkoustech. [29]



Rovnice 5: Výroba epoxyesterové pryskyřice [29]

Pro výše uvedené epoxidové pryskyřice se používají jako rozpouštědla xylen či směs xylen-butanol. S rozvojem emulzní polymerace v 70. letech 20. století začalo být zkoumáno, zda nelze připravit i epoxidovou emulzi, což představovalo přelom ve výrobě epoxidových pryskyřic. [30] Pro průmysl tak byly postupně vyvinuty tři generace vodou ředitelných nátěrových hmot. První generace těchto nátěrových hmot našla uplatnění zejména ve stavebnictví, druhou generaci již šlo využít k ochraně kovových substrátů a třetí generaci bylo možné využít pro vysoce účinné průmyslové nátěrové hmoty, které kombinují vysokou odolnost proti korozi s nízkou hodnotou VOC. [31,32]

První generace vodou ředitelných epoxidů využívala tekutých epoxidových pryskyřic na bázi diglycidyletheru – bisfenolu A a vodou rozpustného aminového tvrdidla, které současně fungovalo i jako emulzifikátor. Na tomto základě se připravily nátěrové hmoty využitelné zejména pro beton, zdiva a jako základní nátěry do mírných průmyslových oblastí. Jejich výhodou ve srovnání s rozpouštědlovými systémy byly zejména nízké hodnoty VOC, zkrácení doby nanášení, lepší přilnavost na vlhký beton a vyšší účinnost vůči otěru a úderu. Nevýhodou ovšem zůstávalo, že je nebylo možné aplikovat na kovové substráty, zejména díky špatné odolnosti vůči korozi. [31,32]

Během 80.let 20.století byla vyvinuta druhá generace vodou ředitelných epoxidů, která vznikla za účelem odstranění nedostatků první generace vodou ředitelných epoxidů, aby je bylo možné aplikovat na kovové substráty. Tyto systémy byly založeny na vodných disperzích pevných vysokomolekulárních pryskyřic, které byly vytvrzovány aminy. Díky vyšší molekulové hmotnosti tyto systémy rychleji zasychaly a výrazně se zkrátila i doba zpracování. Vzhledem k tomu, že pojiva byly ve formě disperze, nebylo již zapotřebí, aby tvrdidlo účinkovalo i jako emulzifikátor. Díky tomu tyto vodou ředitelné systémy obsahovaly hydrofobní tvrdidla, díky nimž byly tyto systémy více odolné proti korozi a působení vody. [31,32]

Mezi lety 1980–1990 byla navržena třetí generace vodou ředitelných epoxidů s cílem zlepšit stále nízkou korozní odolnost. Tyto systémy byly založeny na polyfunkčních epoxidových disperzích o střední molekulové hmotnosti v kombinaci s tvrdidly na bázi aminových aduktů. Díky kombinaci polyfunkční epoxidové pryskyřice s polyfunkčním tvrdidlem, došlo k větší hustotě zesílení a tím i vyšší odolnosti daného nátěrového filmu, čímž bylo docíleno toho, aby tyto systémy bylo možno aplikovat na kovové substráty a zároveň aby korozní odolnost byla přibližně srovnatelná s rozpouštědlovými systémy. [31,32]

2.1.5. Nátěry na bázi polyuretanů

Polyuretanové nátěrové hmoty se skládají ze dvou složek. První složku představují izokyanáty, které obsahují aktivní izokyanátovou skupinu, která velmi dobře reaguje s látkami obsahujícími aktivní vodík ve druhé složce, což jsou nejčastěji rozvětvené polyestery. Smícháním obou nízkomolekulárních složek dochází k vzájemné reakci, která vede k zesílení daného polymeru. Polyuretanové nátěrové hmoty mohou být i jednosložkové a k vytvrzování tak dochází vlivem vzdušné vlhkosti. Molekuly vody obsažené ve vzduchu reagují s volnými izokyanátovými skupinami, a tím se nátěr vytvrzuje. [27]

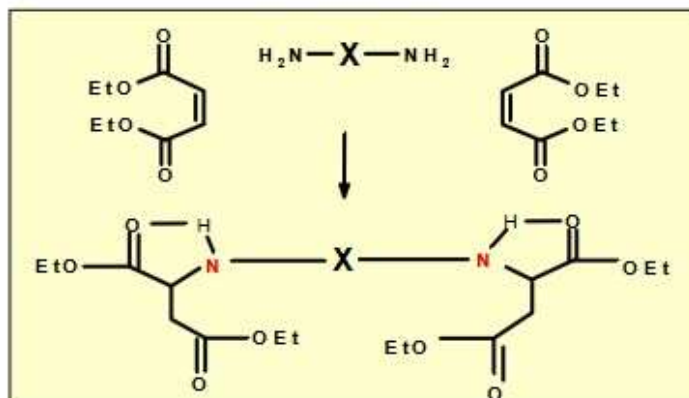
Obecně lze říct, že polyuretanové nátěry vykazují vysokou adhezi ke kovovému podkladu a dobře odolávají nejrůznějším chemickým prostředím. Polyuretanové nátěrové hmoty na bázi alifatických či alicyklických izokyanátů navíc velmi dobře odolávají slunečnímu záření. Naopak nátěry s izokyanátovou skupinou vázanou na aromatická jádra odolávají účinkům atmosféry již podstatně méně. Zabudujeme-li do izokyanátové složky fluor, výrazným způsobem tak zvýšíme tepelnou odolnost polyuretanového nátěru. Nátěry toho typu si zachovávají až 30 % původní pevnosti při dlouhodobém působení teploty 250 °C, zatímco běžné polyuretanové nátěry již zcela degradují při teplotě okolo 200 °C. [27]

V polymerních povlakových materiálech jsou polyuretany pro své vynikající fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti řazeny mezi jedny z nejdůležitějších polymerů nacházející širokou řadu aplikací jako jsou nátěry, lepidla, pěny, elastomery a kompozity. Polyuretanové nátěry jsou díky své vysoké odolnosti vůči korozi, oděru a zvětrávání i velmi často používány i jako antikoroziční nátěry v nejrůznějších průmyslových oblastech. Polyuretan je obvykle syntetizován polymerací polyolu a izokyanátu. V současné době je většina polyolů používaných v polyuretanech získávána z neobnovitelných ropných zdrojů. Vzhledem k rychlému čerpání neobnovitelných zdrojů ropy a rostoucím environmentálním požadavkům je věnováno úsilí ve vývoji biologických polyalkoholů a udržitelných polyuretanových antikorozičních povlaků z obnovitelných zdrojů biomasy a různých druhů obnovitelných materiálů. [33,34]

S ohledem na právní předpisy týkající se organických rozpouštědel byla průmyslová odvětví nucena vyvíjet nové výrobky – vodou ředitelné polyuretany, které jsou šetrnější k životnímu prostředí a které se široce používají jako nátěrové hmoty a lepidla. Vodou ředitelné polyuretanové disperze jsou vyráběny ve formě nereaktivních, fyzikálně zasychajících dvousložkových systémů, jejichž kostra může být tvořena nejrůznějšími materiály jako jsou polyestery, polyethery, polysiloxany a polykarbonáty, chemicky modifikovanými polyizokyanátovými síťovadly a disperzemi z vícemocných alkoholů.[35,36,37] Nejdůležitější rozdíl mezi dvousložkovými polyuretanovými nátěry na bázi rozpouštědel a na bázi vody je, že není možné vyrobit stabilní vodou ředitelný roztok tvrdidla nebo disperze, kvůli reakci izokyanátu a vody. K vytvoření dvousložkového nátěru se tak musí nejenom smíchat, ale i rozptýlit tvrdidlo do vodné fáze vícemocného alkoholu. Vícemocný alkohol je stabilní disperze, která usnadní emulgaci těchto dvou složek.[38] Ovšem přítomnost vnitřního emulgátoru použitého ke stabilizaci disperze, činí takovéto nátěrové filmy značně hydrofilními, což do určité míry omezuje jejich použití. Aby byl problém vyřešen, je třeba zvýšit hydrofobicitu dané disperze, což má ovšem za následek sníženou přilnavost k podkladu. [35,37]

2.1.6. Nátěry na bázi polyaspartanů

Využití polyaspartanů v průmyslu nátěrových hmot bylo poprvé použito okolo roku 1990. Polyaspartany jsou alifatické polymočoviny vznikající reakcí alifatického polyizokyanátu s alifatickým diaminem – esterem kyseliny polyaspartové (AAE).



Obrázek 2: Ester kyseliny polyaspartové AAE [36]

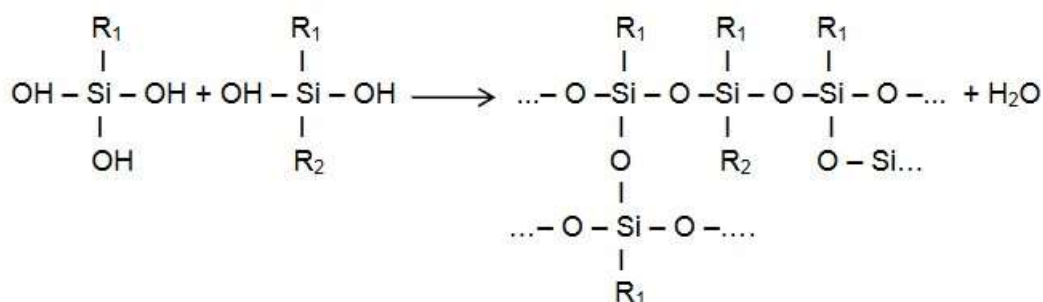
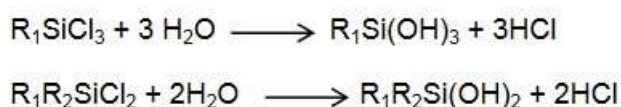
Na začátku byly využívány zejména ve formulacích konvenčních rozpouštědlových polyuretanových nátěrových hmotách z důvodu schopnosti esteru kyseliny polyaspartové (AAE) působit jako výborné reaktivní ředidlo pro vysokosušinnové polyuretanové nátěrové hmoty. Další vývoj polyaspartanové technologie se pak zaměřil na to, aby byly vytvořeny nátěrové hmoty s nízkým až téměř nulovým obsahem VOC, ve kterých by ester kyseliny polyaspartové představoval hlavní složku reagující s polyizokyanátem.

Nátěrové povlaky s obsahem AAE a běžných alifatických polyizokyanátových tvrdidel jsou tvrdé, odolné vůči otěru a povětrnosti s velmi dobrou korozní odolností. Díky vysoké tvrdosti, nízkému protažení a průměrné pevnosti v tahu jsou vhodné i pro aplikace v nízkých vrstvách. Jejich výhodou je i to, že na povětrnosti nežloutnou, proto se používají zejména jako vrchní nátěry. [2]

2.1.7. Nátěry na bázi polysiloxanů

Polysiloxany (silikony) jsou obecně polymerní látky, pro které je charakteristické opakování strukturní jednotky $R_1\text{-[Si-O]-}R_2$, kde R_1 a R_2 jsou organické substituenty (alkyly a aryly). Mezi hlavní výhody polysiloxanů patří odolnost vůči vysokým i nízkým teplotám, hydrofobní charakter, vysoká odolnost vůči povětrnosti a dobré elektroizolační vlastnosti. Vůči ostatním materiálům jsou zároveň netečné, nekorozivní a biologicky inertní. [38]

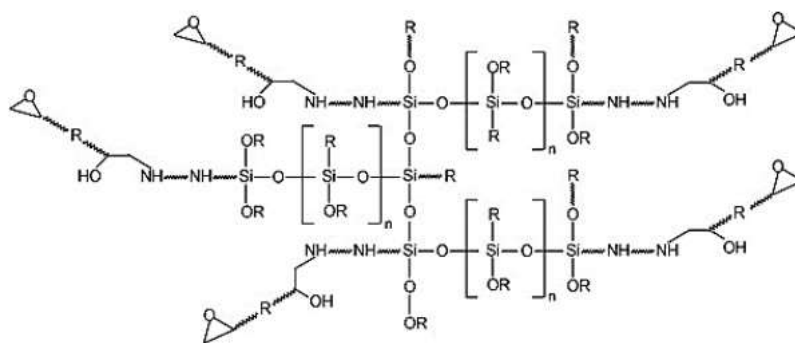
Silikonové pryskyřice jsou prostorově rozvětvené polysiloxany skládající se z dvojfunkčních a trojfunkčních monomerních jednotek. Výchozí látky pro výrobu silikonových pryskyřic jsou chlorsilany. Syntézu polysiloxanů pak lze popsat jako hydrolyzu směsi chlorsilanů, jež vede ke vzniku příslušných alkylsilanolů, které jsou nestabilní a navzájem kondenzují za vzniku rozvětveného siloxanového řetězce. Reakce probíhá ve dvou fázovém systému, kde odpadní HCl a voda přechází do vodné fáze a pryskyřice je po ukončení reakce rozpuštěna ve fázi toluenové či xylenové. Výsledkem syntézy je tedy roztok oligomerních prostorově zesíťovaných polysiloxanů v daném rozpouštědle. [38]



Rovnice 6: Syntéza polysiloxanů [40]

Takto připravené oligomery obsahují poměrně velké množství nezkondenzovaných OH skupin. Tyto reaktivní skupiny je možné využít při modifikaci s jinými organickými pryskyřicemi (epoxidovými, akrylátovými či alkydovými), se kterými je možné provést kondenzační reakci. [38]

Epoxy-siloxany jsou materiály kombinující výhody jak epoxidů, tak polysiloxanů za vzniku dvousložkových nátěrových hmot vytvrzovaných při okolní teplotě vyznačující se zejména odolností vůči povětrnosti, odolností proti záření a antikorozi odolností. Nátěry si zachovávají barevný odstín a lesk a díky vysokému podílu sušiny a nízkému obsahu VOC splňují i požadavky na životní prostředí. Díky těmto vlastnostem se používají jako náhrada běžných dvouvrstevných epoxy-uretanových systémů používaných v kombinaci se zinkovými primery. [2]



Obrázek 3: Struktura epoxy-siloxanu [2]

Akrylát-siloxany též kombinují výhody obou složek. Akryláty se vyznačují zejména vysokou odolností vůči UV záření, vysokým leskem a dobrou přilnavostí. Jsou chemicky stálé, mohou být formulovány s nízkou hodnotou VOC a jsou kompatibilní s nejrůznějšími typy pojiv. Kombinací akrylátů a siloxanů tak vznikají vysokosušinnové nátěrové systémy vhodné pro vysoce povětrnostně odolné vrchní nátěry. Nevýhodou je, že poskytují takovou protikorozi ochranu jako epoxy-siloxany. I přesto jsou tyto materiály ideální pro ekologicky přijatelnější vysoce účinné alternativy alifatických polyuretanů. [2]

Polysiloxany je též možné emulgovat ve vodném prostředí pro vodu ředitelné nátěrové systémy. Přídavkem silikonové emulze dojde v nátěrové hmotě ke dvěma významným změnám, a to nárůstu hydrofobity suchého nátěrového filmu a zvýšení difuzivity pro plyny. Průmyslově vyráběné silikonové emulze jsou dvojího typu, filmotvorné a nefilmotvorné. Filmotvorné emulze po odpaření vody vytváří suchý film. Druhý typ emulzí suchý film nevytváří a do nátěrových hmot se přidává za účelem výrazného zvýšení hydrofobního efektu. Výhodou těchto silikonových emulzí je zejména velmi nízký obsah těkavých organických látek. [38]

2.2. Anorganické antikorozi pigmenty

Mezi nejrozšířenější způsoby ochrany kovových materiálů proti korozi je aplikace organických povlaků s obsahem antikorozi pigmentů. Antikorozi pigmenty jsou látky, minimálně rozpustné v rozpouštědle. Jedná se převážně o soli kyslíkatých kyselin a dvoumocných kovů, které je možné rozdělit do pěti základních skupin. První skupiny tvoří rozpustné pigmenty, které mají schopnost uvolňovat pasivační ionty, které dokáží ovlivňovat činnost katodických a anodických míst koroziho článku na povrchu kovu (např. Cr^{6+} pigmenty). Do druhé skupiny patří nerozpustné pigmenty, jež reagují s pojivovou složkou na bázi olejů, čímž vznikají produkty, které na povrchu kovu inhibují korozi (např. suřík, ferity). Třetí skupina jsou kovové pigmenty fungující na principu katodické a elektrochemické ochrany kovu (např. zinek nebo hořčík). Čtvrtou skupinu tvoří komplexotvorné pigmenty, které váží ionty železa vznikající v důsledku koroziho reakcí na anodických místech koroziho článku do formy koordinačních sloučenin (např. molybdenany, fosforečnany). Do poslední páté skupiny pak patří zásadité pigmenty, jejichž přítomnost vede ke zvýšení koncentrace hydroxylových iontů v systému, které poté společně s vodou difundují k povrchu kovu (např. ZnO). [39]

Podle mechanismu působení je možné antikorozi pigmenty dále dělit na fyzikálně působící, chemicky působící a elektrochemicky působící.

Fyzikálně působící antikorozi pigmenty jsou též označovány jako neaktivní či pasivní. Jedná se o chemicky inertní látky, jejichž principem účinku je tvorba bariéry, která znemožňuje průnik iontů urychlujících korozi jako jsou např. O_2 či H_2O . Bariéru vytváří jednotlivé částice pigmentu dispergované v pojivu, které jsou v co nejvíce těsném kontaktu, čímž výrazně komplikují možnost průniku iontu ke kovovému podkladu. U lamelárních pigmentů je díky pravidelnému uspořádání částic tato antikorozi ochrana ještě zvýšena.

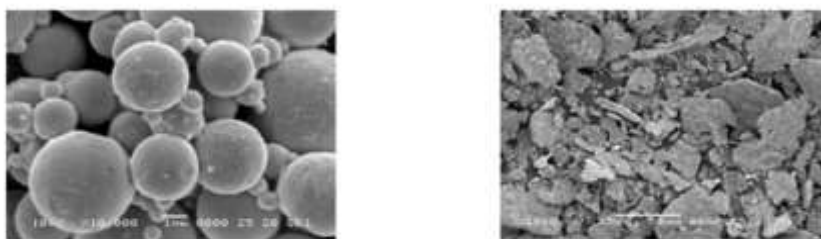
Chemicky působící antikorozi pigmenty, označující jako aktivní, obsahují rozpustné komponenty, které v organickém povlaku umožňují udržovat konstantní hodnotu pH. Principem této ochrany je reakce iontů s pojivem, kovovým podkladem či dalšími ionty v nátěrovém systému, při které může dojít i ke vzniku nových sloučenin, které následně v tomto systému fungují jako inhibitory. [39]

Elektrochemicky působící antikorozi pigmenty pak způsobují pasivaci kovového povrchu. Praktický význam ochrany kovů před korozi tímto mechanismem je zúžen na použití částic kovového práškového zinku. [39]

2.2.1. Zinek

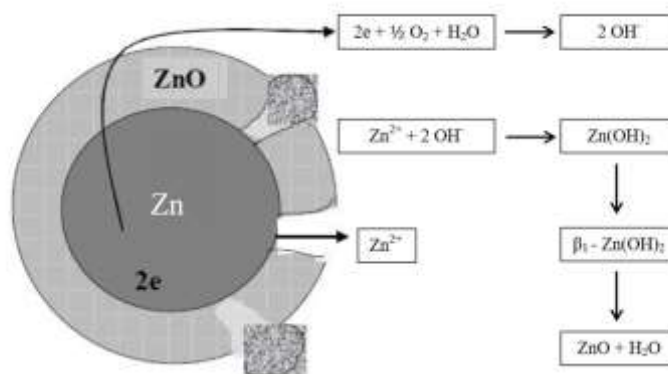
Částice kovového zinku se používají jako přísady do antikorozních nátěrových hmot již mnoho let. První použití zinku v nátěrových materiálech se datuje kolem roku 1840, kdy byly použity nátěrové hmoty obsahující zinek spíše s cílem využití vysoké krycí schopnosti zinkových částic než jejich elektrochemických vlastností vedoucích ke zlepšení antikorozních vlastností povlaku. [40]

Zinek se v nátěrových materiálech používá ve dvou formách částic – kulových a lamelárních. Výhodou lamelárních částic je, že mají nižší tendence k usazování a jsou schopny větší sorpce pojiva než částice sférického zinku. Navíc dokáží odrážet UV záření, což vede k ochraně pojivové složky před degradačními procesy a celkově zvyšuje mechanické vlastnosti organického povlaku. U sférických částic je důležitá jejich velikost. Menší částice totiž poskytují vyšší antikorozní ochranu. [40, 42]



Obrázek 4: Sférické částice zinku a lamelární částice zinku [39]

Vzhledem k tomu, že při kontaktu s železným substrátem zinek iniciuje elektrochemické reakce, je tak často přidáván do nátěrových hmot určených pro ochranu kovových materiálů, aby sloužil jako „obětovaná anoda“. Kovový zinek ovšem chrání ocelový povrch elektrochemicky (katodickou ochranou) pouze v první fázi jeho působení. Zinek totiž reaguje s kyslíkem, vodou a oxidem uhličitým přítomnými ve vzduchu, čímž dochází ke vzniku korozních produktů, jako jsou oxid zinečnatý, hydroxid zinečnatý a uhličitán zinečnatý. Tyto korozní produkty dokáží obalit částice zinku (čímž dochází ke snížení jeho vodivosti) a dokonale utěsní všechny póry v nátěrovém filmu. Vzniká tak velice kompaktní a dokonale přilnavá vrstva uplatňující bariérový mechanismus ochrany, která je odolná vůči běžným atmosférickým vlivům. Nátěrový film může obsahovat až 20 % oxidu zinečnatého, bez toho, aniž by jakkoliv došlo ke snížení jeho ochranné funkce. [6,40]



Obrázek 5: Elektrochemická fáze působení částic zinku v organickém povlaku [40]

Nátěrové hmoty obsahující částice kovového zinkového prachu poskytující vysokou ochranu kovovému podkladu se připravují při koncentracích velice blízkých hodnotě KOKP. Vysoká koncentrace pigmentu je nezbytná pro zajištění elektrické vodivosti mezi sousedními částicemi i mezi pigmentovými částicemi a kovovým substrátem. Vzniká tak vysoce porézní film schopný absorbovat pronikající roztoky. [40]

V nátěrových filmech nanesených na ocelových substrátech, vytvářejících vysoce zasítovaný polymerní povlak, je přítomné i pojivo, které musí nutně obalit částice kovového zinku. Vlivem toho dochází ke zvýšení odporu organického povlaku natolik, že elektrická vodivost klesne až pod svou kritickou hodnotu, pod níž již daný povlakový materiál neposkytuje elektrochemickou ochranu. Elektrická vodivost pigmentovaného nátěrového filmu proto souvisí s hodnotou OKP kovových zinkových částic v pojivové složce. Nejvyšší elektrické vodivosti dosahuje organický povlak při koncentraci kovových zinkových částic 92–95 % (hm.) a pojiva 5–8 % (hm.). Takto nízký obsah pojiva ovšem nestačí k tomu, aby organický povlak dosáhl požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností (vysoké adhezi, odolnosti proti hloubení a odolnosti proti úderu). Vlivem těchto zhoršených vlastností vysoce pigmentovaných zinkových nátěrových hmot dochází k problémům při jejich výrobě, použití i skladování. Vysoká hustota zinku ($7,14 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) způsobuje sedimentaci částic pigmentu v pojivu, což vede k problémům při skladování těchto nátěrových hmot a vysoká viskozita zhoršuje způsoby jejich aplikace (nanášení a špatný rozliv). [40,41]

Z finančních a ekologických důvodů existují snahy o snížení obsahu zinku v nátěrových hmotách jinými pigmenty, pomocí nichž by bylo dosaženo vysoké antikorozi ochrany. Soudobý vývoj se zaměřuje na kombinace zinku s vodivými polymery, anorganickými pigmenty i plnivými a pigmenty na bázi uhlíku a grafitu. [40]

2.2.2. Molybdenany

Molybdenany patří do skupiny ekologických a netoxických pigmentů vyznačujících se jasně bílou barvou a vysokou antikorozní účinností. Vzhledem k tomu, že se molybden nachází v periodické tabulce prvků ve stejné skupině jako chrom, má tedy i velmi podobné chemické vlastnosti, ale na rozdíl od chromu není toxický. Molybdenanový aniont se řadí do skupiny anodických inhibitorů účinných pouze za přítomnosti kyslíku, jehož účinnost se projevuje zejména při hodnotách pH nižších, než je 7. Jeho výhodou je, že na rozdíl od chromanového aniontu není citlivý na přítomnost síranů či chloridů. Mechanismus působení molybdenanů spočívá v konkurenční absorpci, kdy se kombinuje nepatrná rozpustnost ve vodném prostředí s vysokou antikorozní účinností. Pokud dochází ke korozi oceli v roztocích s obsahem Cl^- a SO_4^{2-} , pak molybdenanový aniont přednostně absorbuje na svém povrchu tyto ionty a dojde k tvorbě komplexní látky s Fe^{2+} . Oxidací tohoto komplexu na Fe^{3+} komplex vzniká vysoce účinná nerozpustná ochranná vrstva Fe^{3+} molybdenanu s vysokou adhezí k ocelovému substrátu, která je navíc nerozpustná jak v alkalickém, tak neutrálním prostředí. [2,43]

Do nátěrových hmot se používají zejména molybdenany zinečnaté, vápenaté a strontnaté. Molybdenan zinečnatý je vhodný v kombinaci s rozpouštědlovými systémy – epoxidy, epoxyestery, alkydy či polyuretany. Molybdenan vápenatý se doporučuje k použití v latexových systémech. [2]

2.3.2. Hořčík

Hořčík je stříbrolesklý, lehký kov bílé barvy. Přestože je sedmým nejhojnějším prvkem v zemské kůře, v přírodě se nikdy nevyskytuje samostatně. Lze jej extrahovat z minerálů dolomitu ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) a karnalitu ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ovšem nejčastěji se získává z mořské vody. První izolace hořčíku se v roce 1808 povedla anglickému chemikovi siru Humphry Davymu elektrolýzou směsi oxidu hořečnatého a oxidu rtuťaného. V současné době se vyrábí buď elektrolýzou taveniny bezvodého MgCl_2 či termickou redukcí kalcinovaného dolomitu. Vzhledem k tomu, že se jedná o nejlehčí kov, nachází uplatnění jako konstrukční materiál, zejména v kombinaci s hliníkem. Slitiny hliníku a hořčíku se používají tam, kde je zapotřebí lehkých a silných materiálů, jako je např. v leteckém průmyslu. [44]

K využití hořčíku jako pigmentu do nátěrových hmot vybízela potřeba chránit hliníkové slitiny používané především v leteckém průmyslu, protože původně používané chromanové pigmenty byly pro svoji toxicitu a neekologičnost zakázány. Problém ochrany těchto slitin spočíval zejména v pozici hliníku v Becketovově řadě kovů, kde se nachází na nejnižších místech. Nátěrové hmoty s práškovým zinkem z tohoto důvodu nebyly vhodné. Jako alternativa

se nabízel hořčík s analogií účinku jako mají zinkové pigmenty. Bylo však třeba vzít v úvahu dvě možná rizika. Prvním byla hořlavost hořčíku. Především u malých částic Mg byla obava, aby nedošlo k jejich vznícení. Toto riziko se ovšem eliminovalo tím, že částice hořčíkového prášku byly pokryty vrstvou oxidu hořečnatého (v poměru 96 % hořčíku ku 4 % MgO), která zabraňovala další oxidaci. Druhé riziko představoval vliv korozních produktů (oxidů, hydroxidů a uhličitánů) na změnu pH prostředí, které by mohlo vést až ke korozi hliníkového podkladu. Nakonec se však ukázalo, že tak vysokých hodnot pH, nejsou korozní produkty schopné dosáhnout. [45]

Když se dostanou do kontaktu s korozním prostředím dva kovy, tak ten méně ušlechtilý zkoroduje a poskytne tak „obětovanou“ ochranu tomu ušlechtilejšímu. Na tomto principu je již mnoho let aplikována ochrana oceli za pomoci nátěrů bohatých na zinek. Hořčík chrání kovové podklady na téměř principu, tj. katodickou ochranou, kde se chová jako „obětovaná anoda“. Pro zajištění dostatečné ochrany je třeba aby částice hořčíku byly v elektrickém kontaktu, a to nejen mezi sebou, ale i s kovovým podkladem. Na rozdíl od zinku, hořčík zůstává aktivní a nemá tendence k pasivaci ani při neutrálních hodnotách pH. Mechanismus působení probíhá ve dvou stupních. V prvním stupni se uplatňuje katodický způsob ochrany. V druhém stupni pak vlivem korozních produktů přechází na bariérový mechanismus účinku. V místech, kde dochází k odhalení kovového podkladu (vady na povrchu nátěrového filmu) se tvoří katodické oblasti, v nichž dochází k redukci vodíku. Když se ionty hořčíku dostanou do těchto oblastí, vysráží se jako $Mg(OH)_2$ a MgO a pH v těchto oblastech může být značně alkalické. Na povrchu tak vzniká porézní vrstva fungující na principu bariérového mechanismu ochrany. $Mg(OH)_2$ je jen málo rozpustný v alkalickém prostředí, proto je i hořčík v prostředí alkálií odolný proti korozi. V prostředí, kde je vysoká vzdušná vlhkost se navíc hydroxid hořečnatý může přeměnit na uhličitán hořečnatý, který antikorozi účinnost ještě zvýší. Naopak v kyselém prostředí vznikají korozní produkty, které korozi urychlují. [46,47,48]

Hořčíkové pigmenty jsou vyráběny i za účelem snížení produkce nátěrových hmot na bázi zinkového prachu, a to zejména z ekologických důvodů, neboť zinkový prach je toxický pro vodní organismy a jeho aplikace jsou tak částečně omezené. Významnou výhodou hořčíku je jeho hustota ($1,74 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), která je oproti zinku ($7,14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) výrazně nižší. Tato vlastnost je důležitá pro aplikace antikorozičních nátěrových hmot v automobilovém a leteckém průmyslu, neboť samotné nátěry o stejné koncentraci částic jsou tak výrazně lehčí. Podaří-li se eliminovat náchylnost hořčíku ke snadné reaktivitě jak s průmyslovým, tak i přírodním okolím, bude přínosem nejen ekologickým, ale i ekonomickým. [45,49]

2.4. Organické antikoroziční pigmenty

Pod pojmem organický pigment se rozumí uměle syntetizovaný materiál vyrobený z organických sloučenin s pigmentovými vlastnostmi. Původní cíl jejich syntézy spočíval v náhradě toxických antikorozičních pigmentů na bázi olova a chromanů. Mezi běžné organické pigmenty patří ftalokyaninové pigmenty, chinakridonové pigmenty, azo pigmenty, zinečnatá sůl kyseliny nitroisofthalové, zásaditá sůl N-benzosulfonylanthranilové kyseliny či zink-merkaptobenzthiazol. Na rozdíl od anorganických pigmentů mají menší hustotu, větší povrch, hezčí barevné odstíny a jsou samozřejmě i dražší. Ve velké míře jsou vyráběny v barviřském průmyslu, neboť proces výroby, meziprodukty i vybavením jsou obecně postaveny na stejném principu jako u přípravy organických barviv. Nicméně organické pigmenty se liší od organických barev tím, že nemají žádnou afinitu k barevné látce (organická barviva vykazují afinitu k substrátu). K povrchu jsou proto poutány buď lepidlem nebo filmotvornou látkou. [50, 52,53]

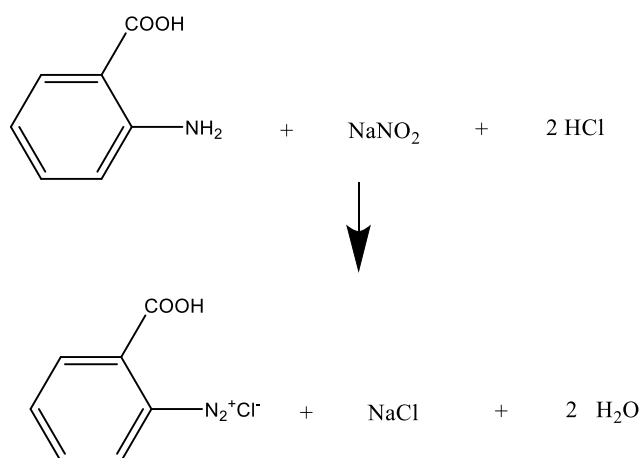
Organické pigmenty jsou látky s výraznými barevnými odstíny, téměř nerozpustné ve vodě, organických rozpouštědlech ani jiných druzích médií. Mezi jejich vlastnosti patří vysoká odolnost vůči působení kyselin, alkálií a organických rozpouštědel, odolnost proti UV záření a tepelná odolnost. Uplatnění nachází především při barvení inkoustů, barev, pryžových a plastových výrobků. V největší míře se připravují konverzí vodou rozpustných organických barviv na nerozpustné organické pigmenty. Pigmenty vznikají buď odstraněním solubilizačních skupin (-COOH, -PO₃H₂, -SO₃H) z molekuly organického barviva či vytvořením nerozpustné sole záměnou rozpustných kovových iontů za méně rozpustné. [50,53]

Organické pigmenty prostupují disperzím prostředím ve formě krystalických částic. Vlastnosti a chování pigmentů tedy nezávisí pouze na jejich molekulové struktuře, ale hlavně na jejich krystalické struktuře. Struktury hybridních materiálů vzniklých kombinací organických barviv s anorganickými substráty byly předmětem výzkumu, zejména z důvodu jejich výborných optických vlastností (jako je fluorescence a jas), chemické a tepelné odolnosti a světlostalosti. Důležitým parametrem pro výrobu nových organických pigmentů je jejich rozpustnost. Během přípravy pigmentu je snaha, aby daný pigment byl ve vybarvovacím médiu minimálně rozpustný, neboť i částečná rozpustnost může způsobit následnou rekrystalizaci a tím i změnu jeho vlastností. Příkladem může být pigment Hansa žlutý, který se hojně využívá v kombinaci s alkydovými pryskyřicemi. Při vytvrzování na vzduchu za normální teploty tento pigment rozpustný není. Oproti tomu, ale za zvýšených teplot je Hansa žlutý velmi dobře rozpustná, a proto se při vytvrzování teplem nepoužívá. [51, 53]

2.4.1. Kovokomplexní organické pigmenty

Kovokomplexní pigmenty jsou obecně azosloučeniny tvořené vrstevnatou krystalovou strukturou, kde jsou jednotlivé vrstvy vázány prostřednictvím vodíkových vazeb nebo kovových iontů. Je zde zahrnuta velmi široká škála jak organických, tak anorganických sloučenin. Jeli součástí systému kov, například ve formě soli, můžeme tento kov nahradit jiným, nebo mohou do systému vstoupit jiné ionty, které v pozitivním či negativním smyslu ovlivní interakce dané sloučeniny. Z čistě praktických důvodů se upřednostňují takové sloučeniny, které jsou za běžných podmínek v pevném nebo kapalném stavu. [54]

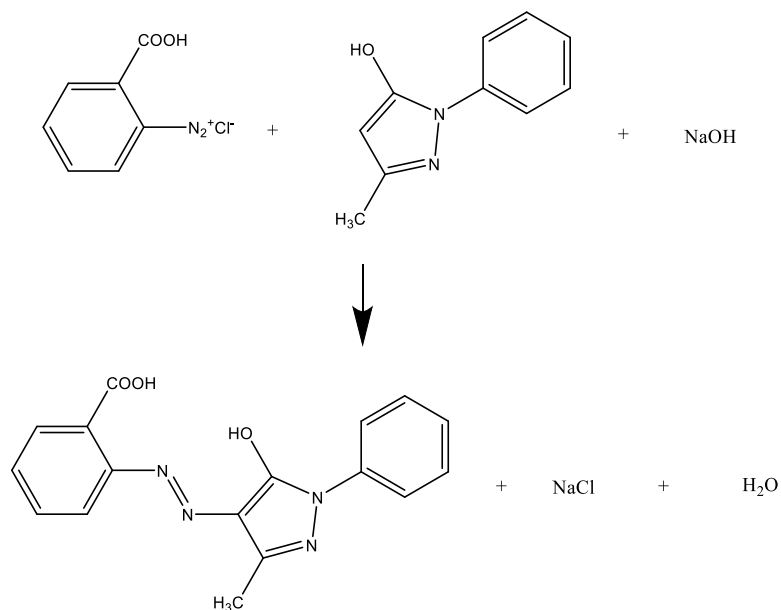
Příkladem takového druhu pigmentu může být PIGMENT Mg AA-I-Yellow (chem. vzorec $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$, azo, antikorozi) využívaný v dané diplomové práci, jehož způsob přípravy je popsán v následujícím postupu. 1) Pigment vzniká smísením anthranilové kyseliny s vodou a následným přidavkem kyseliny chlorovodíkové. Danou směs je třeba udržovat v teplotním rozmezí 0–5 °C. Poté je za stálého míchání k dané směsi přikapáván vodný roztok $NaNO_2$. Je důležité, aby teplota směsi nepřekročila 5 °C. Konec diazotace se určí testem na jodošrobový papírek. [55]



Rovnice 7: Diazotace anthranilové kyseliny [55]

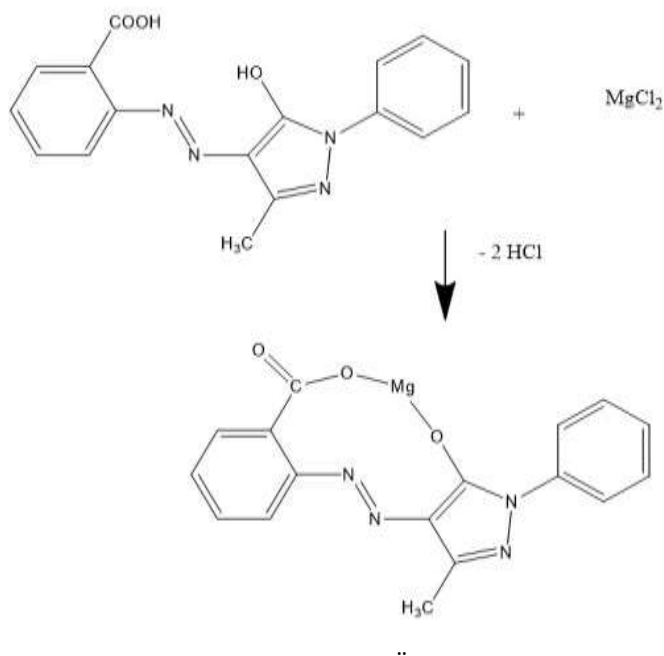
Druhým krokem je kopulace na 5-methyl-2fenyl-3-pyrazolon. 5-methyl-2fenyl-3-pyrazolon se smíchá s H_2O a $NaOH$. Roztok je třeba intenzivně chladit (za pomoci ledu a acetonu) na teplotu 0-5 °C. Za stálého míchání je k němu velmi pomalu přidáván diazoniový roztok. Je třeba udržet pH reakční směsi na hodnotě 8 (za použití $NaOH$) a teplotu v rozmezí 0-5 °C. Konec kopulace určí kapkový test na alkalický roztok H-kyseliny (vytvoří se modré

zbarvení). Po ukončení reakce je třeba upravit pH na hodnotu 1-2 za pomoci 30 % HCl. Výsledné žluté barvivo se odfiltruje, promyje vodou a následně suší. [55]



Rovnice 8: Kopulace na 5-methyl-2-fenyl-3-pyrazolon [55]

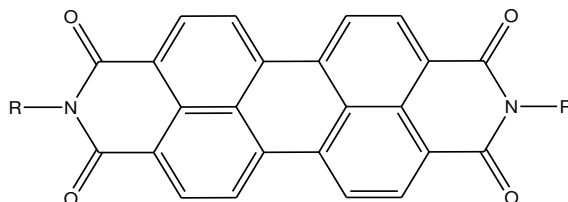
3) Tvorba hořečnaté soli.



Rovnice 9: Tvorba Mg soli [55]

2.4.2. Koordinační polymerní pigmenty

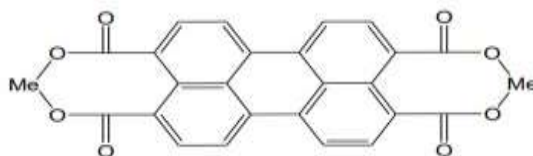
Významnou skupinou pigmentů jsou neustále se vyvíjející koordinační polymery s kovovými ionty či polynukleárními klastry. Kombinací kovových iontů s organickými polymery vzniká obrovská škála možností pro výrobu materiálů nejrůznějších struktur a aplikací od skladování plynů, optiky, fotoelektroniky až po katalýzu. Koordinační polymerní částice (CPP) mají vlastnosti závislé na velikosti a morfologii. Proto se pro výrobu CPP, používají pouze některé ligandy (kyselina tereftalová) a vybrané kovové ionty (ionty přechodných kovů Fe^{3+} , Zn^{2+} a Co^{2+}). Mezi významné pigmenty této skupiny patří perylen a jeho deriváty, odvozené od solí (Mg^{2+} , Zn^{2+} a Ca^{2+}) kyseliny perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové, vyznačující se vysokou tepelnou stabilitou a výbornými fotoelektrickými vlastnostmi. [56]



Obrázek 6: Chemický vzorec diiminů perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny [56]

Tyto pigmenty se vyrábí z diiminů perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny (znázorněném na obrázku 6), kde R je buď alifatický zbytek (např. $-\text{CH}_3$,) nebo aromatický zbytek (např. 2,4-dimethylfenyl). V principu se jedná o červené nebo černé pigmenty. Perylenové pigmenty se obvykle v reakční směsi vysráží jako tzv. surové pigmenty, které zpočátku nemají vhodný tvar ani velikost částic pro použití k barvení. Proto je třeba surové pigmenty podrobit následné „finalizaci“, kterou se převedou do správné krystalové modifikace a vhodného tvaru i velikosti částic. [53,56]

Perylenové pigmenty používané na trhu mají obecně výbornou odolnost proti světlu i povětrnosti, ale nemají žádné antikorozi vlastnosti. V praxi se tento problém řeší přidáním antikorozi aditiv do formulací nátěrových hmot a laků. Bohužel antikorozi aditiva mají jinou chemickou strukturu, než pigment (nosič barevného odstínu), a tak se často stává, že jsou vzájemně nekompatibilní. Tento problém je možné řešit využitím antikorozi činidel podobných vlastností jako mají dané pigmenty, např. použitím solí perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny s dvojmocnými kationty kovů skupiny II A či II B (Mg^{2+} , Zn^{2+}). [53]



Obrázek 7: Obecný vzorec soli perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny, kde *M* je kov II A nebo II B skupiny periodické tabulky prvků. [53]

Dihorečnaté či dizinečnaté soli kyseliny perylen-3,4,9,10-tetrakarboxylové kyseliny jsou překvapivě velmi účinné anodické inhibitory koroze ocelových a železných substrátů. Tyto inhibitory vytvoří na povrchu anody nerozpustný ochranný film a pasivují ji. Navíc díky přítomnosti π vazeb, je afinita k železu ještě zvýšena. Pigmenty vyznačené obecným chemickým vzorcem výše působí na principu komplexotvorných schopností na rozhraní kovový povrch-organický povlak-korozní prostředí. Hydrolýzou a „rekomplexací“ na molekulové úrovni vzniká oxid dvojmocného kovu, který reakcí s vodou přechází na hydroxid dvojmocného kovu. Vzniklý hydroxid následně neutralizuje případné kyseliny, které by zvyšovaly rychlost koroze a na povrchu oceli či železa vytvoří ochrannou vrstvu. Vzhledem k tomu, že jsou ve formulaci nátěrové hmoty tyto sloučeniny obsaženy jen v malém množství oproti obsahu „barvotvorného organického pigmentu“, nedochází k výraznému ovlivnění požadovaného barevného odstínu nátěru. [53]

2.4.3. Organické pigmenty na bázi taninů

Taniny jsou přírodní, netoxické polyfenoly rozpustné ve vodě přítomné v semenech, plodech, listech, větvích i kořenech různých druhů stromů, schopné odstraňovat rez a zbraňovat korozi. Pro jejich použití jako antikoročních pigmentů je nezbytné snížit jejich vysokou rozpustnost ve vodě. Jako antikoroční pigmenty se používají dva typy pigmentů na bázi taninů – tannát zinečnatý a tannát hořečnatý v kombinaci s epoxyesterovými pryskyřicemi. Korozní testy ukázaly, že tannát zinečnatý vykazuje výborné antikoroční vlastnosti v neutrálním solném prostředí, což z něj činí ekologicky přijatelný pigment vhodný do antikoročních povlaků.

Taniny samy o sobě jsou dobře rozpustné, naopak jejich kovové komplexy syntetizované v přítomnosti kyslíku jsou již rozpustné podstatně méně. Přídavkem komplexotvorných kovů (jako jsou Zn či Mg) k taninům lze výrazným způsobem zlepšit jejich antikoroční vlastnosti. [57]

3. Experimentální část

3.1. Cíl Práce

Předmětem této diplomové práce bylo studovat antikorozi účinnost organických povlaků s obsahem sférického práškového zinku či titanové běloby a organických pigmentů s obsahem hořčíku a antikorozi účinnost organických povlaků s obsahem dalších pigmentů (polyanilinová sůl, Mg, MgO, Ca-Mg-HPO₄ a MgFe₂O₄) a zjistit jejich případné synergické účinky, které by vedly ke zlepšení chemických, mechanických a antikorozi vlastností. Dále byl studován vliv chemické struktury a hodnoty OKP pigmentů s obsahem Mg na korozně-inhibiční účinnost epoxyesterových povlaků s obsahem kovového zinku.

Na začátku práce byla provedena charakterizace pigmentů a stanoven obsah sušiny epoxyesterové pryskyřice. Následně byly formulovány modelové nátěrové hmoty s obsahem testovaných pigmentů při hodnotách OKP 1, 3, 5 a 10 % s obsahem sférického Zn při Q = 60 % a modelové nátěrové hmoty s obsahem testovaných pigmentů při OKP 3 % a s obsahem TiO₂ při Q = 50 %.

Připravené nátěrové hmoty byly poté aplikovány na ocelové a skleněné panely a byly studovány jejich fyzikálně – mechanické vlastnosti a mechanická odolnost. Organické povlaky byly též podrobeny řadě cyklických korozních testů (v atmosférách NaCl, SO₂, NaCl/(NH₄)₂SO₄ a QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄). Korozní odolnost byla dále studována pomocí lineární polarizace. U organických povlaků bylo provedeno i časové vyhodnocení stacionárního působení elektrolytu v závislosti na pH elektrolytu (2–12).

Na základě výsledků korozních zkoušek byly poté formulovány tři nové modelové nátěrové řady s organickými hořčíkovými pigmenty a anorganickými pigmenty (MgO, MgFe₂O₄ a Ca-Mg-HPO₄), které v předchozích organických povlacích dosahovaly vysoké antikorozi účinnosti. Cílem formulace těchto nátěrových řad bylo studium účinku samotného antikorozi pigmentu v daném organickém povlaku.

Následné nátěrové hmoty byly opět aplikovány na skleněné a ocelové panely a podrobeny mechanickým testům a hodnocení vlastností jednotlivých pigmentů. Byla zkoumána jejich antikorozi účinnost pomocí řady cyklických korozních zkoušek a elektrochemických testů. V neposlední řadě byly dané povlaky vystaveny působení elektrolytu v závislosti na pH.

Závěrem práce bylo zhodnocení získaných výsledků a určení do jakého korozního prostředí by bylo možné dané organické povlaky použít a pro jaké aplikace.

3.2. Přehled a specifikace surovin

3.2.1. Organické pigmenty s obsahem hořčíku

Název: magnesium naphtalene-1,8-dicarboxylate

Vzorec: $C_{12}H_6MgO_4$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium naphtalene-1,4,5,8-tetracarboxylate

Vzorec: $C_{14}H_4Mg_2O_8$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium 5 -((dihydroxy-6-oxo-1,6-dihydropyrimidin-5-yl)diazenyl)-2-hydroxy-6-oxo-1,6-dihydropyrimidin-4-olate

Vzorec: $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium(E)-2-((5-hydroxy-3-methyl-1-phenyl-1H-pyrazol-4-yl)diazenyl)benzoate

Vzorec: $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium (E)-2-((3-ethoxyphenyl)carbamoyl)-2-oxidonaphtalen-1-yl)diazenyl)benzionate

Vzorec: $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium (E)-2-((2-oxidonaphtalen-1-yl)diazenyl)benzionate

Vzorec: $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

Název: magnesium(E)-3-((3-ethoxyphenyl)carbamoyl)-1-((4-nitro-2-oxidophenyl)diazenyl)naphthalen-2-olate

Vzorec: $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$

Původ: Vyrobeno na Ústavu organické chemie a technologie Univerzity Pardubice

3.2.2. Další pigmenty a plniva

Název: izolovaný magnesium ferit

Vzorec: izolovaný MgFe_2O_4

Původ: Oddělení organických povlaků a nátěrových hmot Univerzity Pardubice

Název: Polyanilin

Vzorec: $([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n$

Původ: Oddělení organických povlaků a nátěrových hmot Univerzity Pardubice

Název: nano oxid hořečnatý, VK-Mg30F

Vzorec: MgO

Původ: Sigma Aldrich s.r.o, USA

Název: Fosforečnan vápenato-hořečnatý (Calcium Magnesium orthoPhosphate pigment)

Vzorec: směs Ca-Mg-HPO_4

Původ: Heubach GmbH, Německo

Název: Magnesium powder – 325 mesh 99,8 % (práškový hořčík)

Vzorec: Mg

Původ: Alfa Aesar, Německo

Název: Zinc Metal 4P16, 99 % (sférický práškový zinek)

Vzorec: Zn

Původ: Dr. Hans Heubach GmbH, Německo

Název: Oxid titaničitý, RO-2 (rutilového typu)

Vzorec: TiO_2

Původ: Precheza a.s., Česká republika

Název: Oxid zinečnatý

Vzorec: ZnO

Původ: Slovvlak Košeca a.s., Slovensko

Název: Bayferrox – hematit – oxid železitý

Vzorec: Fe_2O_3

Původ: Lanxess GmbH, Německo

3.2.3 Další použité chemikálie

Pojivo Worlée Dur D46

Složení: epoxysterová pryskyřice (60g epoxid, 40% konjugované MK tungového oleje)

Rozpouštědlo: xylen

Hustota: $1,07 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Sušina: 60 %

Číslo kyselosti: 4,1 mg KOH

Původ: Worlée-Chemie GmbH, Německo

Sikativ: Nuodex combi APB

Složení: Sikativ s obsahem Co, Zr a Ca

Původ: Huntsman pigments and aditives, USA

Název: Kyselina fosforečná 85 %

Vzorec: H_3PO_4

Původ: Penta s.r.o., Praha, Česká republika

Název: Kyselina octová 99 % p.a.

Vzorec: CH_3COOH

Původ: Penta s.r.o., Praha, Česká republika

Název: Kyselina trihydrogen boritá

Vzorec: H_3BO_3

Původ: Lach-Ner s.r.o., Česká republika

Název: Hydroxid sodný, 98 %

Vzorec: NaOH

Původ: Lach-Ner s.r.o., Česká republika

3.3. Přístroje a vybavení

3.3.1. Přístroje sloužící k přípravě a charakterizaci částic pigmentů a plniv

Laboratorní váhy (Kern & Sohn GmbH, Německo), analytické váhy (OHAUS, Švýcarsko), laboratorní sušárna (typ Memmert, Německo), heliový pyknometr (Micromeritics AccuPyc II 1340, USA), přenosný pH metr (WTW 320, Německo), konduktometr (Handylab LF1, Schott, Německo)

3.3.2. Přístroje a pomůcky sloužící k přípravě a zhotovení nátěrových hmot

Dispergační zařízení Dispermat (Donventa AG, Švýcarsko), nanášecí krabicová pravítka se štěrbinou 150–300 μm (Česká republika), polyamidová tkanina Uhelon 45S, velikost oka 162 μm (Česká republika)

3.3.3. Přístroje pro stanovení fyzikálních vlastností a mechanické odolnosti nátěrových filmů

Tloušťkoměr (MINITEST 1100, ElektroPhysik, Německo), leskoměr (Pausch Messtechnik GmbH, Německo), optický mikroskop (NIKON Česká republika), kyvadlový přístroj (typ Persoz, Automatic 500, Belgie), přístroj na stanovení odolnosti úderem (Elcometr K1542, Impact tester, Velká Británie), Erichsenův přístroj (Erichsen, Německo), řezací nůž (Cross cut, Elcometr), odtrhový přístroj (COMTEST OP3P, Coming plus a. s., Praha), Bucholzův přístroj BYK (Gardner GmbH, Německo)

3.3.4. Přístroje a zařízení ke stanovení korozní odolnosti nátěrových filmů

Korozní komora s kondenzací solné mlhy (Liebisch, Německo), korozní komora obsahující oxid siřičitý, (KB-300 A, Liebisch, Německo), QUV (Accelerated Weathering Tester – model QUV/se, Q – panel Lab Products, USA), Potenciostat (VSP – 300 Biologic, Francie), Kondenzační komora (KB 400-MTR-K, Liebisch, Německo)

3.4. Specifikace vlastností pigmentů na základě fyzikálně-chemických veličin

3.4.1. Stanovení hustoty pigmentů

Stanovení hustoty pigmentů je důležitým ukazatelem jejich použitelnosti v nátěrových hmotách, ale slouží i pro posouzení druhu a čistoty daného pigmentu. Měrná hmotnost byla měřena pomocí plynového pyknometru na základě objemu plynu (helium), který je vytěsněn vzorkem pigmentu. Před použitím byl vždy pyknometr kalibrován za pomoci kalibračních kovových kuliček známého objemu. Na analytických vahách bylo poté zváženo konkrétní

množství pigmentu a na základě rozdílnosti objemů přístroj určil hodnotu hustoty jednotlivých pigmentů.

3.4.2. Stanovení spotřeby oleje a kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)

Stanovení spotřeby lněného oleje slouží k vyčíslení kritické objemové koncentrace pigmentů KOKP, jejíž znalost je nezbytná pro formulaci nátěrových hmot. Stanovení bylo provedeno metodou miska-tlouček dle nomy ČSN 670531. Do třecí misky bylo naváženo 1,5-5 g pigmentu. Za lehkého míchání tloučkem byl z byrety přikapáván lněný olej. Vždy po přikápnutí oleje byl pigment promíchán. Stanovení bylo prováděno do té chvíle, dokud veškerý pigment neulpěl na tloučku a třecí miska nezůstala čistá. V té chvíli byla z byrety odečtena spotřeba oleje v ml a následně bylo vypočítáno olejové číslo dle následující rovnice.

$$\text{Olejové číslo} = \frac{100 \cdot V_{\text{oleje}} \cdot \rho_{\text{oleje}}}{m_{\text{pigmentu}}}$$

Rovnice 10: Výpočet olejového čísla

Kde: V_{oleje} ... objem oleje [ml], m_{pigmentu} ... hmotnost [g], ρ_{oleje} ... hustota [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

KOKP je hodnota objemové koncentrace pigmentu, při které je prostor mezi dotýkajícími se částicemi pigmentu zcela zaplněn pojivem, a nad kterou se výrazně mění stanovené vlastnosti nátěrové hmoty. Mezi tyto vlastnosti patří například tvorba puchýřků, tvrdost, lesk či propustnost pro vodní páru. Výpočet hodnoty KOKP lze provést na základě znalostí hustoty jednotlivých pigmentů a výpočtu olejového čísla.

$$KOKP = \frac{\frac{10\,000}{\rho_{\text{pigm}}}}{\frac{100}{\rho_{\text{pigm}}} + \frac{\text{ol. číslo}}{\rho_{\text{ol}}}}$$

Rovnice 11: Výpočet KOKP

Kde: ρ_{ol} ... hustota lněného oleje [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$], ρ_{pigm} ... hustota lněného oleje [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

3.5. Metody pro hodnocení vlastností pigmentů

3.5.1. Stanovení pH vodných výluhů pigmentů

Dle normy ČSN EN ISO 787-9 byly změřeny hodnoty pH vodných suspenzí pigmentů a výluhů z vodných filmů. Určení pH vodných výluhů slouží k technologické kontrole promytí pigmentů, protože nedostatečné promytí může ovlivnit kvalitu následného nátěru. Hodnota pH vodných výluhů pigmentů poukazuje na přítomnost kyselých či zásaditých složek. Pro stanovení byly připraveny suspenze obsahující vždy 10 g pigmentu a 90 ml redestilované vody. Hodnoty pH byly změřeny pomocí pH metru se skleněnou elektrodou, který byl před měřením kalibrován za pomoci pufrů o známých hodnotách pH.

3.5.2. Stanovení měrné elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentů

Dle normy ČSN EN ISO 787-14 byla stanovena měrná elektrická vodivost. Hodnota měrné elektrické vodivosti závisí na množství vodou rozpustných látek v pigmentu a na jeho chemickém složení. Čím více vodou rozpustných látek daný pigment obsahuje, tím vyšší má měrnou elektrickou vodivost. Pro stanovení byly připraveny suspenze obsahující 10 g pigmentu a 90 ml redestilované vody. Měření bylo prováděno na konduktometru Handylab LF1.

3.5.3 Stanovení korozních úbytků ve vodných výluzích pigmentů

Stanovení korozních úbytků ve vodných výluzích pigmentů slouží ke zjištění hmotnostních a rozměrových změn na ocelových panelech a je tedy přímým ukazatelem plošné koroze. K měření byly použity vodné výluhy z měření pH a měrné elektrické vodivosti. Korozní úbytky byly stanovovány na ocelových plíščích, které byly nejprve přesně změřeny digitálním posuvným měřítkem, poté řádně odmaštěny chloroformem a zváženy na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Následně byly vloženy do vodných výluhů, u kterých bylo před vložením plíšku změřeno pH a měrná elektrická vodivost.

Po 6 dnech byly plíšky vyndány z výluhů vloženy do mořícího roztoku na 10 s, aby z jejich povrchu byly odstraněny korozní zplodiny, poté byly důkladně opláchnuty destilovanou vodou, odmaštěny chloroformem, osušeny a opět zváženy na analytických vahách. Z naměřených hodnot byl nakonec vypočítán hmotnostní korozní úbytek dle následující rovnice.

$$Km = 10^4 \frac{(m_1 - m_2)}{2 \cdot S}$$

Rovnice 12: Stanovení hmotnostního korozního úbytku

Kde: K_m ...Hmotnostní korozní úbytek vztažený na jednotku plochy [g/m^2], m_1 ... Hmotnost čistého plíšku [g], m_2 ... Hmotnost zkorodovaného plíšku [g], S ... Plocha korozního plíšku [cm^2]

3.6. Stanovení obsahu netěkavých složek v pojivové složce

Stanovení obsahu netěkavých látek z pojiva (epoxyesterová pryskyřice WorléDur D 46) bylo provedeno podle normy ČSN EN ISO 3251. Na předem zvážená kovová víčka obalená alobalem byly nanášeny tři vzorky pojiva. Víčka byla zvážena před a po nanášení epoxesterové pryskyřice na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Poté byla umístěna do sušárny vyhřáté na 60 °C do doby dosažení konstantní hmotnosti. Ze sušárny byla víčka s pojivem umístěna do exikátoru na zaschnutí a následně opět zvážena. Obsah netěkavých složek byl poté spočítán dle rovnice.

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

Rovnice 13: Stanovení obsahu sušiny

S ... sušina (neodpařitelný zbytek látky, který zůstal po zahřívání a odpařování), a ... hmotnost prázdného víčka [g], b ...hmotnost víčka se vzorkem před sušením [g], c ...hmotnost víčka se vzorkem po sušení [g]

3.7. Příprava modelových nátěrových hmot

3.7.1 Formulace modelových nátěrových hmot

Formulace nátěrových hmot byly stanoveny dle programu „Formul“. Celkem bylo připraveno 7 modelových nátěrových řad, v nichž jako pojivo byla využita epoxyesterová pryskyřice. V modelových nátěrových hmotách bylo použito 7 organických pigmentů s obsahem Mg, 5 antikoročních pigmentů (Mg, MgO, Ca-Mg-HPO₄, Mg-Fe₂O₄ a polyanilinová sůl), titanová běloba, sférický zinek, přírodní vápenec Omyacarb, červený pigment Bayferrox, plastorit a oxid zinečnatý. Jednotlivé formulace modelových nátěrových hmot jsou uvedeny v následujících 7 tabulkách.

Tabulka 1: Formulace epoxyesterových nátěrových hmot s obsahem Zn při $Q = 60\%$ a organických pigmentů.

Vzorek	OKP [%]	Zn sférický [hm %]	Pigment [hm %]	EP- ES [hm %]
C₁₂H₆MgO₄	1	72,61	0,19	27,20
	3	71,57	0,59	27,85
	5	70,13	1,15	28,72
	10	67,06	2,32	30,62
C₁₄H₄Mg₂O₈	1	72,57	0,30	27,13
	3	71,48	0,92	27,60
	5	70,29	1,60	28,11
	10	66,91	3,55	29,45
C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂	1	72,53	0,30	27,17
	3	71,63	0,83	27,55
	5	70,18	1,64	28,18
	10	66,61	3,65	29,74
C₃₄H₂₆MgN₈O₆	1	72,55	0,22	27,22
	3	71,75	0,55	27,70
	5	70,33	1,14	28,51
	10	66,54	2,72	30,75
C₂₆H₁₉MgN₃O₅	1	75,51	0,23	27,26
	3	71,24	0,71	28,05
	5	69,88	1,24	28,88
	10	65,65	2,87	31,49
C₁₇H₁₀MgN₂O₃	1	72,49	0,26	27,25
	3	71,34	0,80	27,87
	5	70,02	1,39	28,58
	10	66,09	3,17	30,74
C₂₅H₁₈MgN₄O₆	1	72,36	0,23	27,41
	3	70,86	0,74	28,40
	5	69,15	1,30	29,55
	10	63,72	3,09	33,19

Tabulka 2: Formulace epoxysterových nátěrových hmot s obsahem Zn při $Q = 60\%$ a dalších pigmentů.

Vzorek	OKP [%]	Zn sférický [hm %]	Pigment [hm %]	EP - ES [hm %]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	71,65	0,25	28,10
	3	68,31	0,85	30,84
	5	64,05	1,60	34,35
	10	45,58	4,88	49,54
MgFe ₂ O ₄	1	72,23	0,72	27,05
	3	70,39	2,22	27,39
	5	68,46	3,83	27,71
	10	62,90	8,38	28,72
Ca-Mg-HPO ₄	1	72,28	0,45	27,27
	3	70,51	1,40	28,09
	5	68,22	2,62	29,15
	10	62,55	5,70	31,75
Mg	1	72,47	0,29	27,24
	3	71,18	0,91	27,91
	5	69,71	1,60	28,69
	10	65,48	3,63	30,89
MgO	1	71,90	0,55	27,55
	3	69,32	1,74	28,94
	5	66,46	3,05	30,49
	10	57,34	7,27	35,39

Tabulka 3: Formulace epoxysterových nátěrových hmot s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ a organických a anorganických pigmentů.

Vzorek	TiO ₂ [hm %]	Pigment [hm %]	EP - ES [hm %]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	41,25	1,21	57,53
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	41,44	1,71	56,86
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	56,92	1,71	56,92
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	41,55	1,15	57,31
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	40,78	1,46	57,76
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	40,90	1,65	57,45
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	40,21	1,15	58,28
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	36,02	1,86	62,11
MgFe ₂ O ₄	39,88	4,51	55,61
Ca-Mg-HPO ₄	39,86	2,86	57,27
Mg	40,74	1,88	57,28
MgO	38,23	3,50	58,28
Top Coat – Cr ₂ O ₃	3,78	4,92	80,16

Tabulka 4: Formulace standardů epoxysterových nátěrových hmot s obsahem Zn a TiO₂.

Formulace NH	látka	hm [%]
Standard 1: Q=60 %	Zn	73,08
	EP - ES	26,92
Standard 2: Q=50 %	TiO ₂	43,50
	EP - ES	56,50

Tabulka 5: Formulace epoxysterových nátěrových hmot s obsahem organických pigmentů při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 %.

Vzorek	Pigment [hm %]	Plastorit [hm %]	CaCO ₃ [hm %]	EP – ES [hm %]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1,43	2,41	28,30	67,86
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	2,23	2,39	28,36	67,03
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1,72	2,41	28,12	67,70
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1,71	2,41	27,83	68,05
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1,93	2,40	27,96	67,70
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1,78	2,44	27,12	68,66

Tabulka 6: Formulace epoxysterových nátěrových hmot s obsahem organických pigmentů při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při OKP = 40 %.

Vzorek	Pigment [hm %]	Plastorit [hm %]	Fe ₂ O ₃ [hm %]	EP – ES [hm %]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1,31	2,20	34,64	61,85
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	2,03	2,18	34,66	61,13
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1,57	2,19	34,41	61,83
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1,57	2,20	34,11	62,13
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1,76	2,19	34,33	61,72
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1,63	2,23	33,39	62,76

Tabulka 7: Formulace epoxysterových nátěrových hmot s obsahem organických a dalších pigmentů při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při OKP = 40 %.

Vzorek	Pigment [hm %]	ZnO [hm %]	Fe ₂ O ₃ [hm %]	EP - ES [hm %]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	0,41	4,36	35,97	59,26
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	0,64	4,33	36,00	59,02
MgFe ₂ O ₄	1,56	4,31	35,56	58,58
Ca-Mg-HPO ₄	0,96	4,36	35,51	59,18
MgO	1,08	4,39	34,97	59,57

3.7.2 Příprava nátěrových hmot

Na laboratorních vahách bylo s přesností na $\pm 0,01$ g naváženo vysušený pigment dle formulace. Daný pigment byl v třecí misce smísen s dalším pigmentem tak, aby bylo dosaženo homogenní směsi. Podle formulace bylo následně odváženo přesné množství pojiva WorleéDur D 46 (epoxyesterové pryskyřice). Pojivo bylo umístěno do kovové nádoby pod dispergátor a při nízkých otáčkách (500ot/min) k němu byla postupně přidávána zhomogenizovaná směs pigmentů. V průběhu předdispergace se upravovala viskozita připravované nátěrové hmoty přidávkem xylenu. Poté byl zvýšen počet otáček na dispergátoru na 2000 ot/min. Při této rychlosti byl vzorek míchán po dobu 30 min. Po ukončení předdispergace bylo ke vzorku přidáno 50 g skleněných kuliček o průměru 3 mm a probíhala vlastní dispergace na dispergačním zařízení Dispermat Donventa AG po dobu dalších 30 min. Po ukončení dispergace byla výsledná nátěrová hmota zfiltrována přes polyamidovou tkaninu.

3.8. Příprava zkušebních vzorků

3.8.1 Příprava zkušebních vzorků na ocelové a skleněné panely

Pro nanášení nátěrových hmot jsou využívány skleněné a ocelové panely, které musí být před aplikací nátěrové hmoty řádně očištěny a odmaštěny chloroformem. Pro mechanické a korozní zkoušky byly nátěrové hmoty aplikovány na ocelové panely od firmy Q-LAB. Ocelové panely byly z třídy 11, vyhovující ISO 1514. Ke korozním zkouškám byly využity panely typu S36 a S46. Panely typu S mají jednu stranu zbrúšenou a druhou hladkou. Díky zbrúšenému povrchu dosahují tyto panely lepší adhezni účinnosti. K elektrochemickým zkouškám pak byly využity panely typu QD. Panely typu QD jsou na rozdíl od panelů S zcela hladké a jsou vhodné pro testování lesku barvy a k obecným aplikacím. Pro mechanické zkoušky byly využity za studena válcované ocelové panely DC01 s maximálním obsahem manganu 0,6 %, uhlíku 0,15 %, fosforu 0,03 % a síry 0,035 % Bližší specifikace o jednotlivých panelech jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 8: Jednotlivé Q panely – bližší specifikace

Panel	Velikost (v × š) [mm]	Tloušťka [mm]	ISO materiál. specifikace	Drsnost [μm]	Povrch
S36	76 × 152	0,81	3574 typ CR1	0,51 – 1,14	zdrsněný
S46	102 × 152	0,81	3574 typ CR1	0,51 – 1,14	zdrsněný
DC01	215 × 45	0,81	3574 typ CR1	0,51 – 1,14	zdrsněný
QD	51 × 102	0,51	3574 typ CR1	<0,51	hladký

Nanášení modelových nátěrových hmot bylo provedeno pomocí krabicového nanášecího pravítka se štěrbinou 250 μm . Na skleněné panely byla aplikována pouze 1 vrstva nátěrové hmoty za pomoci nanášecího pravítka se štěrbinou 200 μm . U ocelových panelů bylo pro dosažení potřebné tloušťky nátěrového filmu potřeba po 14 dnech od prvního nátahu aplikovat druhou vrstvu nátěru (stejná formulace jako u 1.vrstvy). Před aplikací druhé vrstvy byla u organických povlaků měřena tloušťka nátěru pomocí magnetického tloušťkoměru. Podle tloušťky vrstvy pak byly využity nanášecí pravítka se štěrbinou 150 μm nebo 200 μm . Přebývající nátěrová hmota byla nanášena na fólii a následně využita k dalšímu testování.

3.9. Metody hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na skleněných panelech

3.9.1. Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu

Dle normy ČSN EN ISO 1522 byla provedena zkouška stanovení tvrdosti nátěrového filmu. K testování byl použit Persozův kyvadlový přístroj, jeho principem je stanovení doby útlumu kyvadla spočívajícím na zkušebním nátěrovém filmu aplikovaném na skleněném panelu. Amplituda kyvadla se snižuje díky tření kuliček na testovaném nátěrovém filmu. Persozovým kyvadlem je možné měřit intenzitu amplitudy v rozmezí od 12° do 4°. Tímto typem přístroje se hodnotí spíše měkčí nátěry. Kyvadlové závaží má hmotnost 500 g a perioda oscilace je 1 sekunda. Naměřené výsledky se poté hodnotí ku výrobcem přiloženému skleněnému standardu. Z naměřených hodnot se nakonec vypočítá relativní povrchová tvrdost dle rovnice.

$$\tau = \frac{t_1}{t_2} 100$$

Rovnice 14: Výpočet relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu.

Kde: τ ... relativní povrchová tvrdost [%], t_1 ... počet kmitů vzorku t_2 ... počet kmitů standardu

3.9.2. Stanovení lesku nátěrového filmu

Dle normy ČSN 67 3063 bylo provedeno hodnocení lesku nátěrového filmu. Lesk je optická vlastnost povrchu, díky níž můžeme posoudit schopnost nátěrového filmu odrážet dopadající záření. Lesk je vizuální hodnocení, jehož výsledky záleží i na tom, při jakém osvětlení ho měříme a pod jakými úhly. K měření byl použit leskoměr, který byl nejprve kalibrován za pomoci černého standardu a následně bylo prováděno vlastní měření vždy na třech místech nátěrového filmu naneseného na skleněném panelu pod úhly 20°, 60° a 85°. Výsledná hodnota je udána v číslech lesku.

Tabulka 9: Typy lesků pod jednotlivými úhly a vzhled povrchu.

Povrch nátěru	Při měření pod úhlem 60°	Měřit pod úhlem
Vysoce lesklý	Nad 70 jednotek	20°
Středně lesklý	10–70 jednotek	60°
Matný	<10 jednotek	85°

3.9.3 Buchholzova vrypová zkouška

Dle normy ČSN EN ISO 2815 byla stanovena odolnost nátěrového filmu vůči vrypu. Vryp byl vytvářen za pomoci specifického zařízení – Buchholzova přístroje, skládajícího se z pravoúhlého kovového bloku, ostří ve tvaru kolečka se zaostřenou hrou, zvětšujícího zařízení, přídatného závaží o hmotnosti 500 g a dvou podstavných hrotů. Buchholzuv přístroj byl přiložen kolmo k nátěrovému filmu na 30 sekund, čímž způsobil deformaci nátěrového filmu vtlačení ostří do určité hloubky nátěru. K vyhodnocení délky vrypu bylo místo zvětšovacího zařízení využito optického mikroskopu.

3.9.4 MEK test

Dle normy ASTM D 4752-10 byla provedena zkouška chemické odolnosti nátěrového filmu vůči působení methylethylketonu. Vatovou tyčinkou s obsahem methylethylketonu byly prováděny tahy (1 tah nahoru a dolů za 1 sekundu) po povrchu nátěrového filmu po dobu maximálně 300 s. Pokud došlo k prodření nátěrového filmu, chemická odolnost daného povlaku byla hodnocena stupněm 0. V případě, že k prodření organického povlaku až na podklad nedošlo, byly nátěrové filmy hodnoceny dle následující tabulky. Díky této metody lze zjistit stupeň vytvrzení testovaného nátěrového filmu.

Tabulka 10: Hodnocení MEK testu.

Stupeň 0	Úplné obnažení podkladu.
Stupeň 1	Značné hluboké 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 není poškozený, pouze vyleštěný a nepatrné množství pigmentu uvolněného z nátěru je patrné na otěrové gáze.
Stupeň 5	Povrch nátěru není nijak poškozen, ani nejsou zbytky pigmentu na otěrové gáze.

3.10. Metody hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na ocelových panelech

Zkoušky mechanické odolnosti organických povlaků nám podávají důležité informace o pružnosti a pevnosti nátěrového filmu či degradaci pojiva, ke kterému může docházet při mechanickém namáhání a jsou nezbytným doplňkem korozních zkoušek. Díky nim a korozním zkouškám pak dostáváme komplexní informaci o mechanismu ochranného působení daného organického povlaku.

3.10.1 Měření suché tloušťky nátěrového filmu

Na ocelových panelech byla měřena suchá tloušťka nátěrového filmu (DFT) za pomoci magnetického tloušťkoměru podle normy ISO 2808. Jedná se o nedestruktivní metodu. Magnetický tloušťkoměr byl nejprve kalibrován na ocelovém standardu a poté byl kolmo přiložen na nátěrový film a provedlo se vlastní měření. Měření bylo prováděno na deseti různých místech nátěrového filmu a výsledná DFT byla statisticky vyhodnocena.

3.10.2 Stanovení odolnosti nátěrového filmu padajícím závažím

Dle normy ČSN EN ISO 6272 byla stanovena odolnost nátěrového filmu vůči praskání nebo odlupování od podkladu při jeho deformaci padajícím závažím. Do organického povlaku na ocelovém panelu byla zhotovena nožem s rozestupy 5×2 mm mřížka. Daný panel byl upevněn do základní desky přístroje lícem dolů. Poté na něj bylo spuštěno závaží o hmotnosti 1000 g z výšek 100, 60 a 20 cm. Měření bylo prováděno do té doby, dokud nedošlo k popraskání organického povlaku.

3.10.3. Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči ohybu

Dle normy ČSN ISO 1519 bylo provedeno stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci ohybem. Ocelový panel s povlakem byl připevněn blízko trnu o průměru 2 mm. Následně byl panel pákou ohnut o 180° a hodnotilo se jeho poškození metodou vyhovuje/nevyhovuje. Tato metoda se používá k zjištění přilnavosti nátěrového filmu a nepřímo k zjištění vláčnosti filmu.

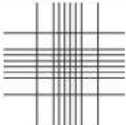
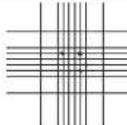
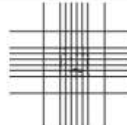
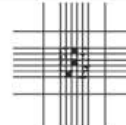
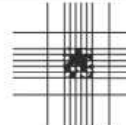
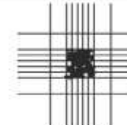
3.10.4. Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči hloubení

Dle normy ČSN EN ISO 1520 byla provedena zkouška odolnosti nátěru vůči hloubení. Zkouška byla měřena na Erichsenově přístroji. Principem této zkoušky je vtlačování ocelové kuličky o průměru 20 mm do ocelového panelu opatřeného nátěrovým filmem a měřily se mm prohloubení ocelového panelu, kdy poprvé došlo k poškození povlaku.

3.10.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkovou metodou

Podstatou této zkoušky je vytvoření řezu ve tvaru mřížky do nátěru za pomoci cross cut nože, a následné vizuální zhodnocení přilnavosti nátěrového filmu k podkladu dle stupnice. Metoda tedy určuje odolnost nátěrového filmu vůči oddělení od podkladu při proříznutí nátěru až k podkladu. Zkouška byla provedena dle normy ČSN ISO 2409 na ocelových panelech řezným nástrojem s šesti čepeli. Podle tloušťky nátěrového filmu byl zvolen nůž s potřebným množstvím hrotů a jejich rozestupů. Byly provedeny dva řezy ve tvaru kříže až na podklad, čímž se vytvořila požadovaná mřížka, která byla následně hodnocena podle následující tabulky.

Tabulka 11: Klasifikace stupňů přilnavosti.

Tabulka 4	Stupnice přilnavosti k podkladu a popis dle normy ČSN EN ISO 2409					
Vzhled povrchu mřížky						
Poškozená plocha	0 %	< 5 %	5 – 15 %	15 – 35 %	35 – 65 %	> 65 %
Klasifikace [st.]	0	1	2	3	4	5

3.10.6. Stanovení odolnosti nátěru vůči odtrhu

Odrhová zkouška se používá pro zjištění přilnavosti nátěru k podkladu změřením minimálního tažného napětí potřebného k odtržení nátěru kolmo od podkladu. Používá se ke stanovení kohezní a adhezní pevnosti dvou a vícevrstevných systémů. Provádí se podle normy ČSN EN ISO 4624. Výsledkem zkoušky je minimální tahové napětí, které je třeba vynaložit k oddělení nejslabší mezifáze (adhezního lomu) od nejslabší složky (kohezního lomu) zkušebního uspořádání. Tahové napětí musí působit kolmo k rovině podkladu s nátěrem a rovnoměrně vzrůstat rychlostí nepřesahující 1MPa/s a to tak, aby došlo k roztržení vzorku do 90 s. Výsledky mohou být ovlivněny nejen mechanickými vlastnostmi nátěru, ale také tím, jakým způsobem byl upravován podklad nátěru, způsobem nanášení nátěru, teplotou či vlhkostí vzduchu. Zkoušku lze provést na odlišných podkladových materiálech (plastech, kovech), ovšem platí zde odlišné postupy stanovení.

Ke zkoušce bylo zapotřebí přístroje CONTEST®OP3 pro tahově pevnostní zkoušky, zkušebních válečků z oceli o průměru 20 mm a řezného nástroje (ostrého nože), k proříznutí vytvrzeného lepidla a nátěru až k podkladu kolem zkušební válečku.

Na zkušební panel s dvěma vrstvami zaschlého nátěrového filmu byly pomocí lepidla Loctite EA 9466 přilepeny zkušební válečky „panenky“ dostatečné tloušťky. Lepidlo bylo nanášeno na zkušební váleček v souladu s postupem uvedeným výrobcem jen v minimálním množství tak, aby došlo k vytvoření souvislého a rovnoměrného spoje mezi válečkem a nátěrem. Po vytvrzení lepidla (cca 24h) byl váleček připevněn k přístroji, který jej zatěžoval, dokud nedošlo k odtržení, přičemž zkušební válečky musely být vyrovnány tak, aby došlo k rovnoměrnému přenášení tažné síly po celé zkušební ploše bez ohybového momentu. Naměřená odtrhová síla byla poté převedena na odtrhovou pevnost podle následující rovnice.

$$\sigma = \frac{4F}{\pi \cdot d^2}$$

Rovnice 15: Výpočet odolnosti vůči odtrhu.

Kde: F..... odtrhová síla [N], d..... průměr zkušební válečku [20 mm], σ odtrhová pevnost [MPa]

U vzorků byla také posuzována lomová plocha dle normy ČSN EN ISO 4624. Hodnocení jednotlivých lomů je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 12: Hodnocení lomů – norma ČSN EN ISO 4624.

Typ lomu	Symbol
Kohezní lom v podkladu	A
Adhezní lom mezi podkladem a 1. nátěrem	A/B
Kohezní lom 1. nátěru	B
Adhezní lom mezi 1. a 2. nátěrem	B/C
Kohezní lom 2. nátěru	C
Adhezní lom mezi posledním nátěrem a lepidlem	-/Y
Kohezní lom v lepidle	Y
Adhezní lom mezi lepidlem a zk. válečkem	Y/Z

3.11. Zrychlené korozní zkoušky

Cílem zrychlených korozních zkoušek je vystavit nátěr v laboratorních podmínkách zesíleným vlivům korozního prostředí jako jsou vysoká vlhkost vzduchu, teplota, UV záření či zvýšené koncentraci korozních látek (SO_2 či Cl^- ionty). Zvýšený obsah SO_2 představuje napodobení znečištěného prostředí průmyslových oblastí a zvýšený obsah chloridových iontů imituje prostředí v přímořských oblastech. Ke korozní zkoušce s UV zářením se využívá xenonového zdroje s fluorescenčními výbojkami s maximem při vlnové délce 340 nm, který emituje záření s vlnovými délkami nejvíce odpovídajícími slunečnímu záření.

3.11.1. Stanovení odolnosti v neutrální solné mlze

Zkouška byla provedena podle normy ČSN EN ISO 9227 při téměř 100 % relativní vlhkosti vzduchu a teplotě 38 °C s 5 % roztokem NaCl o neutrálním pH. Zkouška byla realizována ve 12 ti hodinových cyklech – 10hodin byly vzorky vystaveny expozici 5 % mlhy, 1 hodinu byly sušeny a 1 hodinu byly ponechány kondenzaci vlhkosti při teplotě 40°C. Po ukončení korozní zkoušky byly po určitých cyklech hodnoceny korozní změny. Touto zkouškou se simuluje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů, jako jsou přímořské oblasti, nebo zasolené silnice.

3.11.2. Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám obsahem SO_2

Zkouška byla provedena podle normy ČSN EN ISO 3231. Organické povlaky byly vystaveny vlhké atmosféře s obsahem SO_2 , kde díky téměř 100 % relativní vlhkosti atmosféry docházelo k postupné kondenzaci vody. Zkouška byla provedena po 24hodinových cyklech. V jednom cyklu byly vzorky vystaveny po dobu 8 hodin přítomnosti SO_2 a vlhkosti při teplotě 38 °C a zbylých 16 hodin byly vzorky sušeny při laboratorní teplotě a vlhkosti nižší než 75 %.

3.11.3. Zrychlená korozní zkouška v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

Urychlená korozní zkouška v kondenzační komoře byla provedena dle normy ČSN EN ISO 6270-2. Organické povlaky byly vystaveny 100 % relativní vlhkosti za teploty 38 ± 2 °C, vlivem čehož na nich docházelo ke kondenzaci destilované vody. Jednotlivé vzorky byly cyklicky vyhodnocovány. Cílem této zkoušky bylo zjistit odolnost nátěrového povlaku vůči působení vzdušné vlhkosti.

3.11.4. Kombinovaná korozní zkouška QUV/ solný elektrolyt

Zkouška byla odvozena dle normy ASTM D 5894-96. Principem této metody je vystavit organický povlak působení jak UV záření, tak i korozní expozici. Zkušební vzorky jsou vystaveny střídavým periodám trvajícím dva týdny v solné komoře a následující týden ve fluorescenční UV komoře. Fluorescenční UV cyklus je 8hodinové působení UV záření při 60 °C a 4hodinové působení 100 % vlhkosti při 50°C. Jako roztok v solné komoře se pak využívá vodný elektrolyt o složení 0,5 hm % NaCl + 0,35 hm % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_2$. Zkoušku je nejlépe zahájit expozicí vzorků UV záření, pro vytvoření rezivění, tvorby skvrn a rychlejší korozi.

3.11.5. Kombinovaná korozní zkouška v prostředí $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a NaCl

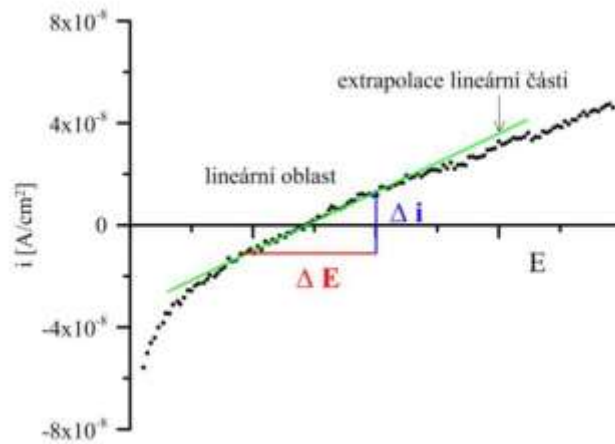
Zkouška byla odvozena z normy ASTM G85 A5. Principem této korozní zkoušky je vystavit zkušební vzorky působení mlhy solného roztoku elektrolytu o složení 0,5 hm % NaCl + 0,35 hm % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_2$. Tento roztok napodobuje dešťovou vodu a stimuluje korozní působení SO_4^{2-} , NH_4^+ a Cl^- iontů. Tato metoda představuje mírnější korozní prostředí oproti stanovení odolnosti v atmosféře s neutrální solnou mlhou.

3.12. Nepřímé korozní zkoušky

3.12.1 Elektrochemické měření lineární polarizace

Zkouška elektrochemické lineární polarizace se používá pro zjištění koroze kovů. Pomocí této techniky můžeme určit rychlost koroze organických povlaků na ocelových panelech, polarizační odpor a proudové hustoty. Pro měření bylo využito elektrochemické cely s roztokem 1M NaCl. Kovový panel QD 24 s rozměry 101×51 mm opatřený testovaným organickým povlakem byl použit jako pracovní elektroda. Jako referenční elektroda pak byla použita kalomelová elektroda a platinová elektroda jako pomocná. Cílem této metody bylo pro jednotlivé organické povlaky nanesené na panelech stanovit jejich samovolný korozní

potenciál E_{corr} , proudovou hustotu I_{corr} , tafelové směrnice β_a a β_c , polarizační odpor R_p a rychlost koroze. Korozní proudová hustota se vypočítá podle následujících dvou rovnic (rovnice 16 a rovnice 17). Z uvedených hodnot je pak možno stanovit korozní rychlost C_R [mm/rok] (rovnice 19).



Obrázek 8: Lineární oblast polarizační křivky v těsném okolí korozního potenciálu.

$$I_{corr} = \frac{B_k}{R_p}$$

Rovnice 16: Stanovení korozní proudové hustoty

Kde: I_{corr} ... Korozní proud. hustota [μA], B_k ... Stern – Gearyho koeficient, R_p ... Proudový odpor [Ω]

$$B_k = \frac{\beta_a \cdot \beta_c}{2,3 \cdot (\beta_a + \beta_c)}$$

Rovnice 17: Stanovení Stern-Grearyho koeficientu.

Kde: β_a a β_c ... Sklony tafelových oblastí [mV]

$$C_R = \frac{I_{corr} \cdot K \cdot EW}{\rho \cdot A}$$

Rovnice 18: Stanovení korozní rychlosti.

Kde: I_{corr} ... korozní proudová hustota [μA], K ... konstanta [3272 mm/A cm za rok], EW ... ekvivalentní hmotnost [g], A ... plocha vzorku [cm^2]

3.12.2 Stanovení odolnosti vodnému roztoku elektrolytu v závislosti na pH

Na ocelové panely typu DC01 s aplikovanými nátěrovými hmotami bylo epoxysterovou pryskyřicí přilepeno šest skleněných válečků. Válečky byly ponechány týden na zaschnutí. Poté byl do každého válečku zvlášť nadávkován pufr o hodnotě pH = 2, 4, 6, 8, 10 a 12 (přibližně 10ml pufru). Na přípravu pufru byly použity roztoky 0,04 M H_3PO_4 , 0,04M H_3BO_3 a 0,04M CH_3COOH , které byly podle příslušné tabulky smíšeny s 0,2M roztokem NaOH. Jednotlivé pufrы byly ponechány ve válečkách po dobu pěti dnů a následně byly z válečků vylity, aby se k nátěrům dostal kyslík. Každý 7.den po dobu 28 dní se hodnotilo množství puchýřů, prokorodování k podkladu a koroze v ploše. Dále byly připraveny stejné pufrы o stejných hodnotách pH, ale s přidavkem 2M NaCl. Vyhodnocování probíhalo stejným způsobem každý 7. den po dobu 28 dní.

Tabulka 13: Příprava pufru pro oblast pH = 2–12, poměry jednotlivých látek.

pH	0,04M roztok H_3BO_3 , H_3PO_4 a CH_3COOH [ml]	0,2 M NaOH [ml]
2	100	5
4		25
6		42,5
8		60
10		80
12		100

3.13. Hodnocení korozních zkoušek

V průběhu testování a po skončení korozních zkoušek byly na nátěrových filmech hodnoceny korozní projevy. Na testovaných vzorcích byla hodnocena koroze v okolí zkušebního řezu, koroze v ploše, množství puchýřů v ploše, množství puchýřů v řezu a následné prokorodování ocelového panelu. Po ukončení expozic byl organický povlak z ocelových panelů odstraněn roztokem NaOH a omyt vodou. Povrch panelů byl dočištěn odstraňovačem nátěrů a poté byl na čistý povrch aplikován transparentní lak pro zabránění další nežádoucí korozi.

3.13.1. Hodnocení koroze v okolí zkušebního řezu

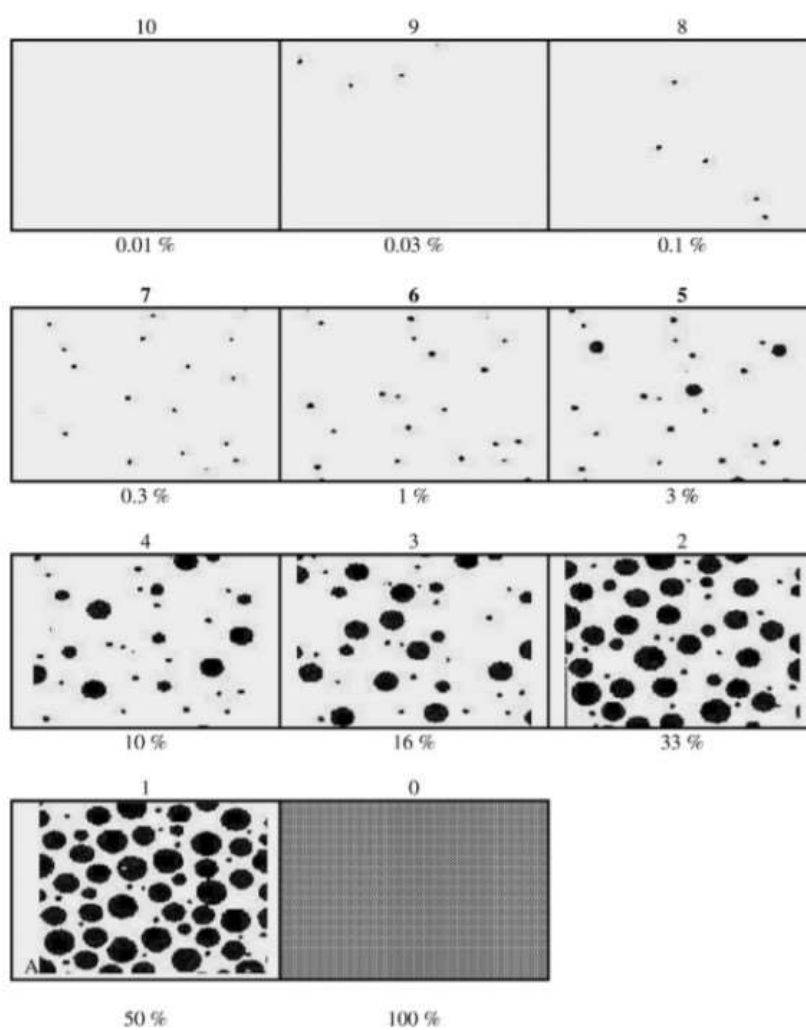
Dle normy ASTM D 1654-92 byla vyhodnocována koroze v řezu. Principem tohoto hodnocení je posouzení toho, jakým způsobem dokáže aktivní složka nátěru zabránit korozi v okolí lokálního poškození nátěru (řezu). Koroze v řezu byla měřena v mm na 10 ti místech nátěru a výsledná hodnota byla zprůměrována.

Tabulka 14: Hodnocení koroze v řezu dle normy ASTM D 1654-92.

Hodnocení [-]	Vzdálenost [mm]	Vzdálenost [palce]
10	0	0
9	0-0,5	0-1/64
8	0,5-1,0	1/64-1/32
7	1,0-2,0	1/32-1/16
6	2,0-3,0	1/16-1/8
5	3,0-5,0	1/8-3/16
4	5,0-7,0	3/16-1/4
3	7,0-10,0	1/4-3/8
2	10,0-13,0	3/8-1/2
1	13,0-16,0	1/2-5/8
0	> 16	> 5/8

3.13.2. Hodnocení stupně koroze v ploše panelu

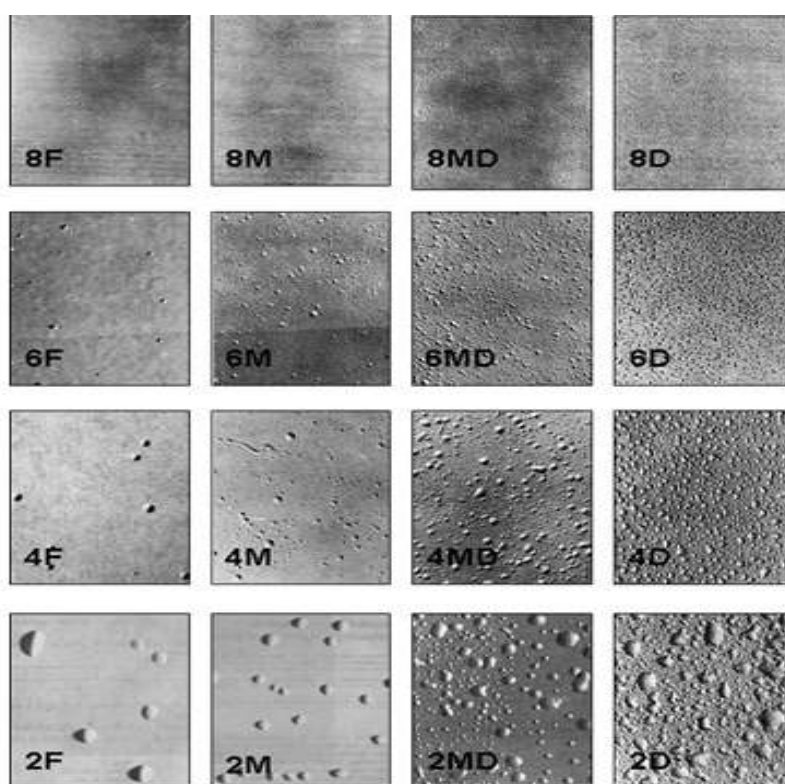
To, do jaké míry antikorozi pigment v ochranném systému elektrochemicky působí, lze určit pomocí normy ASTM D 610-85. Prokorodování lze pak definovat jako selhání ochranné funkce nátěrového filmu a rozšíření korozních produktů na povrchu nátěrového filmu. Z ocelového panelu byl odstraněn organický povlak a následně byla hodnocena jeho ochranná funkce, která se vyjadřuje stupněm koroze plochy podkladu v procentech. Vzorky byly porovnávány se standardy.



Obrázek 9: Hodnocení koroze v ploše panelu.

3.13.3 Hodnocení tvorby puchýřů

Toto hodnocení nám podává informaci o odolnosti organického povlaku vůči fyzikálně – chemickým pochodům, při nichž dochází k tvorbě defektů, jakožto důsledku difuze okolního prostředí k podkladu nátěrového filmu. Tvorbu puchýřků pak lze definovat jako porušení ochranné funkce povlaku, při nichž organický film ztratil adhezi k podkladu. Hodnocení puchýřů probíhalo dle normy ASTM D 714-87. Organické povlaky byly porovnávány se standardy. U puchýřů byla vyhodnocována jejich velikost čísly 8 velmi malé a 2 největší a také četnost písmeny F (nízká hustota), M (střední hustota) MD (středně husté pokrytí) a D (husté pokrytí). Pro extrémně malé puchýře bylo použito i hodnocení velikosti číslem 10.



Obrázek 10: Hodnocení puchýřů v ploše.

3.14. Hodnocení životnosti organických povlaků

Aby došlo ke korozi v přírodě, je k tomu nutná přítomnost vody a kyslíku. V průmyslových a městských oblastech k tomu přispívají i další negativní vlivy jako jsou SO₂, NO_x a další chemické látky. Abychom byly schopni určit, jaký nátěrový systém se do daného prostředí hodí, je třeba určit kvalitu prostředí, kterému má být daný nátěr vystaven.

Tabulka 15: Určení stupně korozní agresivity atmosféry norma ČSN EN ISO 12944-2.

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, venkovské prostředí	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské průmyslové atmosféry s mírným znečištěním SO ₂ ; přímořské prostředí	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výrobní potravin, pivovary, mlékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s nízkou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky na mořském pobřeží
C5 – velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
CX – extrémní	Přimořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

Tabulka 16: Určení stupně korozní agresivity prostředí norma ČSN EN ISO 12944-6

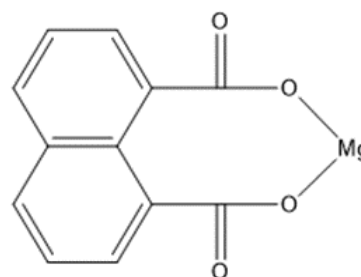
Stupně korozní agresivity	Životnost	ISO 6270 kondenzace vody [h]	ISO 9227 neutrální solná mlha [h]
C2 nízká	nízká	48	-
	střední	48	-
	vysoká	120	-
	velmi vysoká	240	480
C3 střední	nízká	48	120
	střední	120	240
	vysoká	240	480
	velmi vysoká	480	720
C4 vysoká	nízká	120	240
	střední	240	480
	vysoká	480	720
	velmi vysoká	720	1440
C5 velmi vysoká	nízká	240	480
	střední	480	720
	vysoká	720	1440
	velmi vysoká	-	-

4. Výsledky a hodnocení

4.1 Charakterizace antikoročních pigmentů a plniv

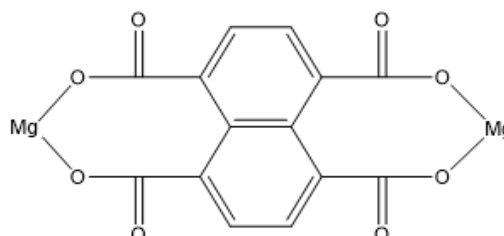
4.1.1 Antikorozní organické pigmenty s obsahem hořčíku

Magnesium naphtalene-1,8-dicarboxylate	
Chemický vzorec	$C_{12}H_6MgO_4$
Skutečná hmotnost	238,01 Da
Molekulová hmotnost	$238,48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,15 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	46,3 g/100 g pigmentu
KOKP	61



Obrázek 11: Organický pigment $C_{12}H_6MgO_4$.

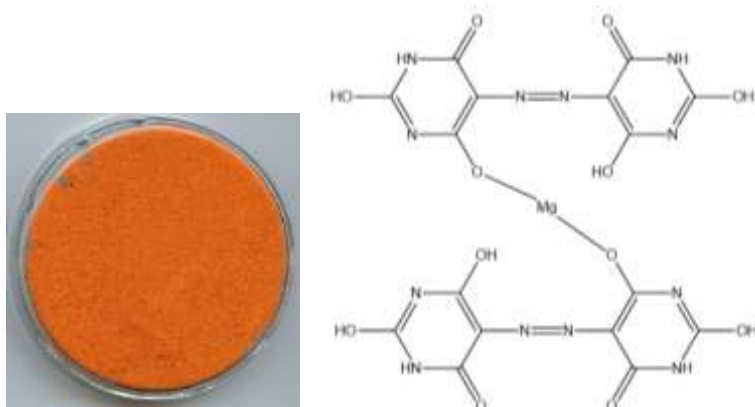
Magnesium naphtalene-1,4,5,8-tetracarboxylate	
Chemický vzorec	$C_{14}H_6Mg_2O_8$
Skutečná hmotnost	347,79 Da
Molekulová hmotnost	$347,96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,81 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	25,5 g/100 g pigmentu
KOKP	67



Obrázek 12: Organický pigment $C_{14}H_4Mg_2O_8$.

Magnesium 5-((dihydroxy-6-oxo-1,6-dihydropyrimidin-5-yl)diazenyl)hydroxy-6-oxo-1,6-dihydropyrimidin-4-olate

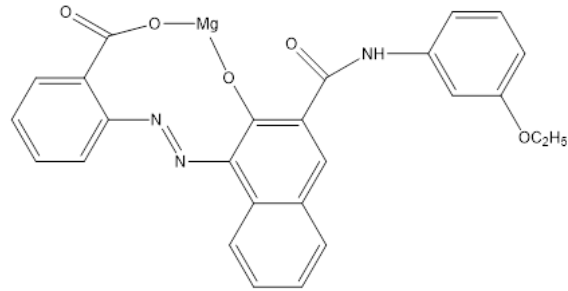
Chemický vzorec	$C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$
Skutečná hmotnost	586,04 Da
Molekulová hmotnost	$586,63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,85 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	25,6 g/100 g pigmentu
KOKP	65

Obrázek 13: Organický pigment $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ **Magnesium(E)-2-((5-hydroxy-3-methyl-1-phenyl-1H-pyrazol-4-yl)diazenyl)benzoate**

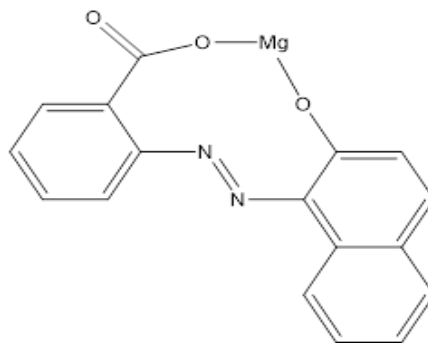
Chemický vzorec	$C_{34}H_{26}MgN_8O_6$
Skutečná hmotnost	666,2 Da
Molekulová hmotnost	$666,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,38 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	45,9 g/100 g pigmentu
KOKP	59

Obrázek 14: Organický pigment $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$

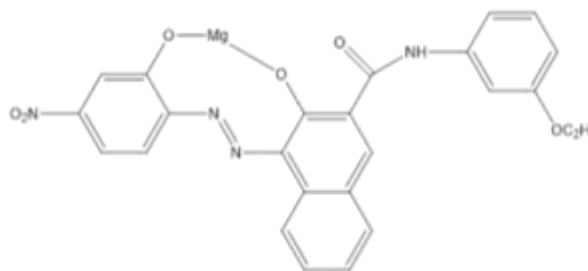
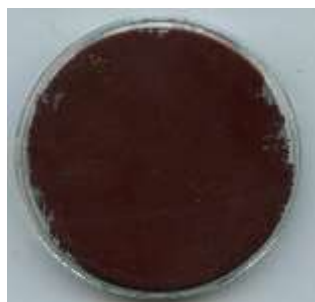
Magnesium (E)-2-((3-ethoxyphenyl)carbamoyl)-2-oxidonaphtalen-1yl)diazenyl)benzonate	
Chemický vzorec	$C_{26}H_{19}MgN_3O_5$
Skutečná hmotnost	447,12 Da
Molekulová hmotnost	$477,76 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,37 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	56,8 g/100 g pigmentu
KOKP	54

Obrázek 15: Organický pigment $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$

Magnesium (E)-2-((2-oxidonaphtalen-1-yl)diazenyl)benzonate	
Chemický vzorec	$C_{17}H_{10}MgN_2O_3$
Skutečná hmotnost	314,05 Da
Molekulová hmotnost	$314,58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Hustota	$1,55 \pm 0,02 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Olejové číslo	43,2 g/100 g pigmentu
KOKP	58

Obrázek 16: Organický pigment $C_{17}H_{10}MgN_2O$

Magnesium E-3-((3-ethoxyphenyl)carbamoyl)-((4-nitro 2-oxidophenyl)-diazenyl) naphthalen-2-olate	
Chemický vzorec	C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆
Skutečná hmotnost	494,11 Da
Molekulová hmotnost	494,75 g·mol ⁻¹
Hustota	1,41 ± 0,02 g·cm ⁻³
Olejové číslo	75,8 g/100 g pigmentu
KOKP	46



Obrázek 17: Organický pigment C₂₅H₁₈MgN₄O₆

4.1.2 Antikorozní anorganické pigmenty a plniva

Tabulka 17: Přehled použitých antikorozních pigmentů a plniv.

Pigment/Plnivo	Chemický vzorec	Hustota [g·cm⁻³]	Olejové číslo [g/100 g pigm.]	KOKP
Magnesium ferit	MgFe ₂ O ₄	4,42 ± 0,02	13,3	61
Hořčík	Mg	1,78 ± 0,02	40,5	56
Oxid hořečnatý	MgO	3,01 ± 0,02	48,1	36
Zinek	Zn	6,97 ± 0,02	66,0	66
Oxid titaničitý	TiO ₂	3,79 ± 0,02	22,7	51
Bayferrox – hematit	Fe ₂ O ₃	5,08 ± 0,02	17,8	50
Omyacarb – vápenec	CaCO ₃	3,79 ± 0,02	24,9	58
Plastorit	SiO ₂ , KAl ₂ (OH,F) ₂ AlSi ₃ O ₁₀	2,54 ± 0,02	26,4	57
Oxid zinečnatý	ZnO	4,30 ± 0,02	21,3	42
Polyanilinová sůl	([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ HN] ₂) _n - PO ₄	1,49 ± 0,02	198,5	24
Fosforečnan vápenato-hořečnatý	Ca-Mg-HPO ₄	2,72 ± 0,02	37,5	48

4.2 Stanovení obsahu netěkavých složek v pojivové složce

Tabulka 18: Hodnoty stanovení sušiny a hustoty epoxysterové pryskyřice.

Obsah sušiny [%]	Hustota [g·cm⁻³]
59,90	1,01

4.3 Hodnocení vlastností organických a anorganických pigmentů

V následující tabulkách jsou uvedeny hodnoty pH a měrné elektrické vodivosti před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů. Hmotnostní korozní úbytky byly měřeny 5. den po změření pH a měrné elektrické vodivosti. Po stanovení hmotnostních korozních úbytků byly hodnoty pH a měrné elektrické vodivosti změřeny též.

4.3.1 Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů

Tabulka 19: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60\%$.

Pigment	OKP [%]	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření $\pm 0,01$), měrná elektrická vodivost (odchylka měření $\pm 0,5\%$), korozní úbytky						
		pH (před)	pH (po)	δ (před) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	δ (po) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Δm [g]	K_m [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	X_H [%]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	6,22	6,00	68,0	97,9	0,003	1,682	109,13
	3	5,92	5,81	96,2	127,9	0,004	1,878	121,84
	5	5,46	5,40	94,7	133,7	0,004	1,986	128,83
	10	5,46	5,15	152,0	170,0	0,002	1,029	66,78
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	5,99	5,72	67,9	72,9	0,003	1,679	108,97
	3	6,13	6,06	80,6	94,5	0,004	1,784	115,78
	5	5,96	5,80	97,6	130,5	0,003	1,440	93,45
	10	5,83	5,85	100,0	125,9	0,003	1,385	89,85
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	5,87	5,42	84,0	98,8	0,003	1,684	109,26
	3	5,93	5,51	83,9	100,6	0,003	1,635	106,06
	5	6,71	5,98	105,6	116,0	0,002	0,943	61,17
	10	5,87	5,80	83,9	90,2	0,003	1,542	100,04
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	6,25	6,15	86,5	81,5	0,003	1,391	90,26
	3	6,10	6,20	86,5	99,9	0,004	2,188	141,94
	5	5,93	5,90	104,1	113,6	0,002	0,926	60,08
	10	5,62	5,45	125,8	98,4	0,002	0,988	64,12
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	6,35	6,03	76,7	88,4	0,005	0,961	62,38
	3	6,02	6,00	98,1	99,6	0,004	1,933	125,39
	5	6,35	5,92	73,2	91,1	0,002	0,894	58,00
	10	5,98	5,75	78,0	79,0	0,003	1,237	80,29
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	6,26	6,12	99,2	113,3	0,002	0,937	60,79
	3	5,65	5,70	109,2	92,8	0,003	1,435	93,11
	5	6,17	5,97	80,6	87,3	0,003	1,379	89,46
	10	5,93	5,59	73,2	83,5	0,002	1,134	73,61
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	6,27	6,03	90,0	115,0	0,004	1,784	115,74
	3	6,02	5,86	61,5	72,2	0,004	1,782	115,63
	5	5,31	5,54	92,2	79,5	0,003	1,380	89,55
	10	6,04	5,52	77,0	104,2	0,004	1,787	115,96

Tabulka 20: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$.

Pigment	OKP [%]	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření $\pm 0,01$), měrná elektrická vodivost (odchylka měření $\pm 0,5\%$), korozní úbytky						
		pH (před)	pH (po)	δ (před) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	δ (po) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Δm [g]	K_m [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	X_H [%]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	2,38	2,22	103,1	130,0	0,003	1,688	109,50
	3	2,99	2,48	139,5	180,0	0,003	1,286	83,47
	5	2,11	2,17	150,2	180,0	0,005	1,339	86,88
	10	2,16	2,11	220,0	250,0	0,002	1,191	77,30
Ca-Mg-HPO ₄	1	5,90	5,87	119,8	125,0	0,003	1,740	112,92
	3	6,22	5,99	98,3	128,1	0,004	1,990	129,13
	5	6,33	6,22	120,7	170,5	0,003	1,386	89,93
	10	6,52	6,47	151,2	176,6	0,004	1,840	119,38
MgFe ₂ O ₄	1	5,01	5,03	136,6	80,3	0,004	1,835	119,05
	3	5,35	5,10	88,3	92,8	0,004	1,833	118,90
	5	4,54	4,78	72,5	210,0	0,001	0,693	44,97
	10	4,99	4,92	111,8	164,1	0,003	1,240	80,44
Mg	1	7,06	7,02	200,0	160,0	0,003	1,441	93,53
	3	7,50	7,39	600,0	600,0	0,004	1,938	125,77
	5	7,67	7,35	430,0	460,0	0,004	2,027	135,68
	10	8,17	7,69	630,0	710,0	0,002	1,091	70,81
MgO	1	7,74	7,70	135,8	180,0	0,002	1,073	69,60
	3	7,50	7,28	126,8	130,0	0,005	2,288	148,42
	5	7,73	7,32	185,7	180,0	0,003	1,340	86,98
	10	7,73	7,45	510,0	530,0	0,002	1,078	69,95
Zn	-	6,41	6,33	110,0	141,5	0,003	1,541	100,00

Tabulka 21: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků s organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$.

Pigment	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření $\pm 0,01$), měrná elektrická vodivost (odchylka měření $\pm 0,5\%$), korozní úbytky						
	pH (před)	pH (po)	δ (před) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	δ (po) [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Δm [g]	K_m [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	X_H [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	5,76	5,52	150,3	250,0	0,003	1,438	84,80
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	6,23	6,10	168,5	230,0	0,002	0,842	49,68
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	5,93	5,81	141,9	240,0	0,002	1,034	61,02
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	6,21	6,04	158,8	250,0	0,002	0,892	52,61
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	6,93	6,66	173,6	182,6	0,002	1,190	70,22
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	5,59	5,48	97,6	126,7	0,005	2,376	140,11
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	5,70	5,45	106,3	124,0	0,003	1,391	82,07
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	2,70	2,41	200,0	260,0	0,003	1,582	93,34
Ca-Mg-HPO ₄	5,83	5,31	133,8	320,0	0,003	1,293	76,27
MgFe ₂ O ₄	5,51	5,50	168,0	250,8	0,002	0,890	52,51
Mg	7,75	8,01	870,0	870,0	0,002	1,188	70,05
MgO	7,90	7,85	870,0	910,0	0,004	2,179	128,52
TiO ₂	5,43	4,99	120,0	290,0	0,003	1,695	100,00

Tabulka 22: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase.

Pigment	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření ± 0,01), měrná elektrická vodivost (odchylka měření ± 0,5 %), korozní úbytky						
	pH ⁸	pH ²⁹	δ ⁸ [μS·cm ⁻¹]	δ ²⁹ [μS·cm ⁻¹]	Δm [g]	K _m [g·m ⁻²]	X _H [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	7,58	7,02	47,0	1175	0,002	0,944	34,56
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	7,67	7,46	37,9	737	0,003	1,489	54,51
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	7,88	7,69	29,2	624	0,005	2,384	87,28
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8,08	7,50	17,9	489	0,005	2,229	81,61
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	8,16	7,70	18,2	447	0,004	2,191	80,21
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	8,10	7,74	15,6	417	0,005	2,372	86,84

Tabulka 23: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase.

Pigment	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření ± 0,01), měrná elektrická vodivost (odchylka měření ± 0,5 %), korozní úbytky						
	pH ⁸	pH ²⁹	δ ⁸ [μS·cm ⁻¹]	δ ²⁹ [μS·cm ⁻¹]	Δm [g]	K _m [g·m ⁻²]	X _H [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	6,05	5,44	5,1	136	0,001	0,643	23,54
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	5,52	4,53	5,2	108	0,002	1,093	40,01
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	4,73	4,24	4,6	97	0,003	1,689	61,83
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	6,37	5,52	6,0	169	0,002	0,988	36,17
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	6,72	5,94	3,8	93	0,004	2,133	78,09
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	6,65	5,48	4,0	155	0,004	2,045	74,87

Tabulka 24: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase.

Pigment	Výluhy z volných filmů – pH (odchylka měření ± 0,01), měrná elektrická vodivost (odchylka měření ± 0,5 %), korozní úbytky						
	pH ⁸	pH ²⁹	δ ⁸ [μS·cm ⁻¹]	δ ²⁹ [μS·cm ⁻¹]	Δm [g]	K _m [g·m ⁻²]	X _H [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	5,86	5,25	5,1	90	0,003	1,292	47,30
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	5,97	5,17	4,7	100	0,003	1,384	50,67
MgFe ₂ O ₄	6,94	6,26	5,9	367	0,003	1,579	57,81
Ca-Mg-HPO ₄	6,14	5,82	6,3	125	0,004	1,887	69,08
MgO	6,69	6,46	3,9	328	0,004	1,839	67,33

4.3.2 Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty pH a měrné elektrické vodivosti před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů. Hmotnostní korozní úbytky byly měřeny 5. den po změření pH a měrné elektrické vodivosti. Po stanovení hmotnostních korozních úbytků byly hodnoty pH a měrné elektrické vodivosti změřeny též.

Tabulka 25: Stanovení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů.

Pigment	Suspenze pigmentů – pH (odchylka měření $\pm 0,01$), měrná elektrická vodivost (odchylka měření $\pm 0,5 \%$), korozní úbytky						
	pH (před)	pH (po)	δ (před) [mS·cm ⁻¹]	δ (po) [mS·cm ⁻¹]	Δm [g]	K_m [g·m ⁻²]	X_H [%]
C₁₂H₆MgO₄	6,98	6,45	1,10	1,13	0,011	1,343	49,19
C₁₂H₆MgO₄	8,42	8,24	1,47	1,49	0,001	0,595	21,78
C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂	7,92	7,82	0,52	0,55	0,049	2,036	74,54
C₃₄H₂₆MgN₈O₆	7,67	7,37	0,37	0,38	0,002	0,942	34,52
C₂₆H₁₉MgN₃O₅	7,49	6,99	0,80	0,80	0,001	0,694	25,43
C₁₇H₁₀MgN₂O₃	8,43	7,77	1,43	1,45	0,008	3,129	114,57
C₂₅H₁₈MgN₄O₆	8,48	8,24	8,04	8,11	0,006	3,124	114,40
[(C₆H₄NH)₂(C₆H₄N)₂]_n- PO₄	2,05	1,75	15,54	16,20	0,059	5,528	202,40
Ca-Mg-HPO₄	6,61	6,18	0,69	0,94	0,006	2,278	101,86
MgFe₂O₄	8,10	8,00	0,45	0,47	0,004	2,084	76,30
Mg	8,96	8,81	0,71	0,72	0,004	1,838	67,31
MgO	8,32	8,11	0,51	0,51	0,003	1,637	59,95
Zn	5,31	5,28	0,09	0,10	0,004	2,086	76,37
TiO₂	5,04	4,65	1,34	2,18	0,002	0,844	30,93
H₂O	7,18	7,09	0,76	0,69	0,005	2,731	100,00
Redestilovaná H₂O	6,89	6,44	0,0329	0,0413	0,004	2,140	78,36

4.4 Hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na skleněných panelech

4.4.1 Stanovení relativní povrchové tvrdosti

V kapitole 4.4.1 jsou uvedeny výsledky stanovení relativní povrchové tvrdosti, která byla měřena na skleněných panelech s nátěrovým filmem za pomoci kyvadlového přístroje typu Perzos každý sedmý den po dobu 29 dní a následně 60 den. Hodnoty relativní povrchové tvrdosti vztažené ke tvrdosti skleněného standardu (100 %) jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 26: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
		1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	18,69	32,06	37,13	39,73	38,84	43,33
	3	15,37	31,64	37,54	40,96	40,60	43,61
	5	22,50	36,54	39,18	40,25	39,96	40,72
	10	15,54	31,64	36,63	40,14	39,41	38,92
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	15,78	32,80	35,41	37,51	37,09	39,65
	3	16,99	31,30	35,08	37,92	37,49	40,13
	5	15,21	31,47	37,29	38,49	38,77	41,33
	10	16,92	34,71	38,27	41,71	41,17	43,25
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	14,73	29,64	32,55	35,87	35,00	39,17
	3	16,75	29,73	32,47	37,10	35,48	39,65
	5	14,89	30,47	33,69	36,36	36,76	39,65
	10	17,31	32,63	35,57	39,82	39,72	41,81
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	8,98	23,42	29,03	32,41	32,92	33,64
	3	9,80	27,32	32,96	36,69	36,84	39,65
	5	9,23	25,75	30,42	35,78	35,88	38,92
	10	8,58	10,63	23,72	30,27	31,48	37,49
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	7,36	7,80	7,85	8,64	8,73	10,57
	3	9,23	10,96	11,12	13,16	14,82	17,78
	5	9,87	11,96	12,76	15,55	17,22	22,83
	10	10,85	15,86	18,15	21,63	22,74	27,39
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	7,85	8,14	8,26	9,38	8,89	10,33
	3	9,06	10,54	11,04	12,92	13,86	18,26
	5	7,20	7,89	7,77	8,39	8,17	9,85
	10	8,25	8,97	8,75	9,70	9,21	10,57
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	7,77	9,88	11,37	13,58	15,94	23,55
	3	10,04	12,54	13,25	17,10	17,94	24,02
	5	8,01	9,96	10,88	12,66	12,98	16,58
	10	9,88	11,61	12,39	13,64	15,44	15,44

Tabulka 27: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
		1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	13,39	30,52	34,62	35,29	37,82	39,70
	3	17,58	35,74	37,27	37,33	39,20	40,67
	5	15,82	30,27	33,97	34,21	35,61	38,47
	10	9,96	10,36	11,48	11,65	12,66	16,42
Ca-Mg-HPO ₄	1	20,18	36,16	38,90	40,24	40,43	43,31
	3	15,73	32,35	36,19	37,51	37,91	39,02
	5	16,15	32,26	35,44	37,76	37,89	37,97
	10	15,48	33,25	36,92	38,26	38,71	38,88
MgFe ₂ O ₄	1	16,41	30,43	34,30	35,95	36,83	38,96
	3	16,49	31,10	34,95	36,52	37,97	40,67
	5	11,05	26,62	32,00	34,21	34,88	35,53
	10	16,49	31,84	34,62	36,93	37,41	39,94
Mg	1	13,48	31,67	35,03	36,12	38,47	40,18
	3	16,15	32,65	36,76	37,76	39,20	39,20
	5	16,83	32,67	36,60	38,30	38,83	40,91
	10	14,15	31,52	35,85	38,64	38,86	41,41
MgO	1	15,82	33,09	37,73	38,36	39,83	41,10
	3	17,33	33,92	37,33	39,83	40,11	43,73
	5	15,15	33,67	39,31	40,84	41,16	42,38
	10	13,81	31,18	37,42	39,17	39,77	40,37
Zn	-	10,76	23,55	25,48	29,69	31,87	34,27
TiO ₂	-	19,96	34,91	34,83	37,97	39,88	41,12

Tabulka 28: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 60\%$ v závislosti na čase. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
	1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	16,59	33,12	36,87	42,21	42,52	46,49
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	16,98	33,29	38,76	42,44	42,69	44,21
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	17,24	32,63	36,06	39,64	41,48	44,21
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	12,13	35,12	38,10	41,41	42,33	43,49
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	10,03	16,10	17,41	21,47	23,31	31,23
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	9,47	13,28	16,06	18,75	21,61	31,47
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10,04	14,59	18,71	20,58	24,18	27,68
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	15,23	31,59	34,38	37,85	39,61	39,94
Ca-Mg-HPO ₄	19,50	35,16	40,37	43,44	43,55	43,85
MgFe ₂ O ₄	21,10	36,24	40,86	42,56	42,64	46,31
Mg	18,66	35,50	41,93	42,72	43,29	45,58
MgO	16,41	33,67	40,45	42,38	42,48	42,96

Tabulka 29: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
	1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8,80	23,57	28,69	31,16	34,28	35,00
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	8,81	23,45	28,09	29,74	33,57	34,28
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	6,45	20,71	26,19	27,37	31,90	32,45
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	5,71	6,55	7,34	7,38	7,38	7,39
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	5,72	6,90	7,62	8,05	10,00	12,17
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	5,71	7,26	8,33	8,53	9,28	9,54

Tabulka 30: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
	1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	6,43	9,76	15,01	19,31	25,24	26,96
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	9,05	27,5	30,71	31,39	37,23	38,57
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	9,28	25,83	29,29	32,11	35,56	35,71
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	6,79	10,71	14,52	16,58	21,19	22,91
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	6,43	16,43	24,76	26,18	31,90	32,45
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	6,19	8,81	11,19	14,45	20,00	21,47

Tabulka 31: Hodnoty stanovení relativní povrchové tvrdosti organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Relativní povrchová tvrdost [%] (odchylka 0,5 %)					
	1. den	8. den	15. den	22. den	29. den	60. den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	10,23	31,07	35,47	37,05	40,71	42,24
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	6,90	9,76	15,71	19,43	21,19	24,58
Ca-Mg-HPO ₄	9,29	28,57	32,14	34,59	38,09	38,66
MgFe ₂ O ₄	9,40	30,59	34,28	36,01	39,76	40,57
MgO	8,21	27,26	30,24	32,11	36,19	37,23

4.4.2 Vyhodnocení lesku

V kapitole 4.4.2 jsou uvedeny hodnoty stupňů lesku jednotlivých nátěrových filmů při úhlech měření 20°, 60°, a 85°. Hodnoty byly měřeny každý sedmý den po dobu 29 dní a poté ještě 60 den. Výsledky jsou pak uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 32: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	úhel	Stupeň lesku					
			1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	20°	11,9	10,3	10,3	10,2	8,9	8,4
		60°	55,7	52,1	51,7	51,6	48,4	47,3
		85°	87,9	85,4	85,3	85,2	83,0	82,6
	3	20°	17,4	9,8	8,7	8,3	8,1	7,1
		60°	58,9	51,3	49,0	48,0	47,5	43,8
		85°	91,6	86,5	86,3	85,7	85,6	83,1
	5	20°	13,7	13,4	13,3	13,0	12,9	12,1
		60°	53,4	52,7	52,6	52,1	51,7	49,6
		85°	72,3	72,2	71,4	70,2	70,1	67,4
	10	20°	4,9	4,5	4,2	4,0	3,7	3,6
		60°	32,1	30,2	29,1	28,4	27,4	26,7
		85°	60,2	58,4	58,0	56,7	55,8	55,5
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	20°	14,0	13,9	13,0	13,0	12,2	10,0
		60°	59,7	58,8	57,6	56,3	55,8	50,9
		85°	88,7	87,2	86,0	85,7	83,6	83,4
	3	20°	10,1	9,6	8,6	8,6	7,9	7,0
		60°	49,6	48,4	45,7	46,4	44,2	41,8
		85°	80,5	79,7	79,0	78,1	77,1	75,1
	5	20°	6,7	6,4	6,3	6,1	6,0	5,0
		60°	41,3	41,1	40,4	38,9	38,9	35,3
		85°	78,5	78,5	77,1	74,8	74,7	73,5
	10	20°	5,9	5,1	5,1	4,8	4,8	4,2
		60°	36,6	34,4	34,4	33,2	33,1	30,2
		85°	67,7	66,6	66,3	65,5	65,3	63,5
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	20°	10,1	8,9	8,3	7,6	7,5	6,5
		60°	50,9	47,9	46,6	44,5	44,3	41,2
		85°	86,1	84,0	83,9	83,1	83,1	80,1
	3	20°	9,9	8,9	7,5	7,0	7,0	6,8
		60°	48,7	46,0	43,2	41,4	41,3	40,3
		85°	78,8	76,7	76,7	74,4	73,8	73,8
	5	20°	17,4	16,2	15,9	14,4	14,0	12,4
		60°	87,7	63,3	61,6	59,3	58,5	55,9
		85°	87,9	87,3	85,3	84,9	84,5	83,7
	10	20°	10,0	9,2	8,6	8,3	7,9	7,7
		60°	47,7	46,4	45,3	44,2	42,6	42,6
		85°	72,2	71,6	71,0	70,4	69,7	68,9

Pigment	OKP [%]	úhel	Stupeň lesku					
			1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$C_{34}H_{26}MgN_8O_6$	1	20°	10,3	9,7	9,5	9,1	8,8	8,0
		60°	50,4	49,2	48,2	47,4	46,7	44,3
		85°	84,0	82,7	81,5	81,3	80,9	79,2
	3	20°	9,1	8,4	7,7	7,5	7,5	6,7
		60°	48,7	46,7	44,6	43,9	43,9	41,7
		85°	86,3	84,4	82,8	82,7	82,6	81,7
	5	20°	8,8	7,6	7,6	7,6	6,3	5,9
		60°	46,3	43,6	43,3	43,2	40,0	38,5
		85°	83,1	81,8	81,7	80,4	79,8	77,8
	10	20°	6,0	6,0	5,9	5,9	5,5	5,1
		60°	38,5	38,4	38,3	36,8	38,5	35,3
		85°	79,6	78,4	78,3	77,4	75,8	74,8
$C_{26}H_{19}MgN_3O_5$	1	20°	50,0	49,8	49,5	49,2	47,7	46,5
		60°	88,8	88,5	88,2	88,0	87,8	86,9
		85°	100,4	100,3	100,2	99,3	98,0	96,7
	3	20°	40,7	39,7	39,5	38,3	37,4	36,6
		60°	89,0	86,2	85,1	83,8	83,2	82,7
		85°	96,2	99,0	98,0	95,9	95,8	94,6
	5	20°	31,6	31,3	31,2	31,0	29,2	28,5
		60°	79,7	78,0	77,6	77,5	76,8	75,7
		85°	96,5	96,4	95,7	95,7	94,9	93,3
	10	20°	12,0	11,6	11,1	10,9	12,0	11,6
		60°	55,5	54,3	53,2	53,0	54,4	54,0
		85°	91,4	90,7	89,7	88,3	89,6	87,7
$C_{17}H_{10}MgN_2O_3$	1	20°	46,2	38,9	33,1	32,7	32,3	32,1
		60°	23,9	17,2	13,3	9,2	6,5	5,7
		85°	96,5	79,9	26,9	19,1	14,3	12,9
	3	20°	20,3	12,7	8,5	8,7	7,0	6,7
		60°	42,3	41,6	41,6	41,7	39,4	38,1
		85°	84,6	76,8	68,8	67,5	66,2	66,5
	5	20°	30,0	27,8	19,0	16,8	13,2	5,7
		60°	74,0	72,2	64,1	61,7	55,7	37,4
		85°	87,9	87,8	81,3	79,6	72,7	52,4
	10	20°	7,7	10,6	7,0	4,7	3,8	2,1
		60°	36,3	41,6	35,6	29,1	25,4	17,4
		85°	46,8	51,0	47,3	42,1	38,7	28,5
$C_{25}H_{18}MgN_4O_6$	1	20°	30,7	29,8	29,2	26,7	27,2	26,1
		60°	78,5	77,6	77,3	74,3	75,1	73,4
		85°	95,8	94,5	94,6	91,7	92,7	91,2
	3	20°	17,1	14,0	13,8	13,7	12,5	12,7
		60°	55,4	55,3	57,1	53,7	52,5	52,7
		85°	81,0	80,1	78,2	76,3	77,9	76,8
	5	20°	41,7	41,6	40,8	40,4	38,9	37,2
		60°	87,9	84,2	83,5	83,0	81,6	80,1
		85°	95,6	95,3	93,7	93,2	82,2	91,0
	10	20°	53,1	50,7	51,2	49,7	49,2	42,3
		60°	87,0	86,0	86,3	85,5	84,7	78,5
		85°	92,4	92,0	90,9	89,9	90,0	86,8

Tabulka 33: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$. DFT = $50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Stupeň lesku						
		Úhel	1.den	8.den	15.den	22.den	29. den	60. den
$([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$	1	20°	7,4	6,3	6,0	5,8	5,3	4,8
		60°	42,7	39,4	38,1	38,1	35,7	34,0
		85°	78,3	76,3	76,1	75,2	73,9	73,5
	3	20°	4,2	4,2	4,1	4,0	3,8	3,8
		60°	26,8	26,1	26,0	25,7	25,5	23,8
		85°	41,7	41,0	40,7	39,9	38,6	37,7
	5	20°	6,8	6,5	6,3	6,5	5,4	5,3
		60°	38,9	37,9	37,0	36,9	33,7	33,7
		85°	65,7	65,4	64,3	64,1	62,3	61,8
	10	20°	2,0	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7
		60°	16,3	9,1	8,3	8,0	7,8	7,0
		85°	26,9	19,2	17,7	17,4	18,2	18,0
Ca-Mg-HPO ₄	1	20°	8,6	8,0	7,9	7,6	7,6	7,5
		60°	45,3	43,4	42,8	42,3	41,9	41,4
		85°	75,7	74,7	73,3	73,3	72,7	72,7
	3	20°	5,0	4,7	4,4	4,5	4,2	4,0
		60°	34,7	33,8	32,0	33,2	30,8	30,7
		85°	75,4	75,3	73,3	72,7	72,2	71,8
	5	20°	6,2	5,3	5,5	5,5	5,3	4,8
		60°	38,6	35,9	35,7	35,4	34,9	32,6
		85°	77,2	76,8	75,7	74,7	73,7	73,1
	10	20°	5,6	5,1	4,7	4,5	4,4	4,4
		60°	38,1	35,4	34,0	34,0	33,7	33,1
		85°	80,0	77,5	77,2	76,8	76,4	75,2
MgFe ₂ O ₄	1	20°	21,4	19,8	17,3	16,8	16,4	15,2
		60°	69,9	68,6	64,6	63,6	63,1	60,9
		85°	93,2	91,0	90,3	89,6	88,7	87,9
	3	20°	13,3	12,4	11,0	10,7	9,7	9,5
		60°	57,8	56,7	53,6	52,3	49,9	49,4
		85°	88,0	87,9	87,5	85,8	84,7	84,3
	5	20°	18,6	15,3	14,4	13,1	13,0	11,8
		60°	68,0	63,8	61,6	59,4	59,4	57,0
		85°	96,4	94,3	92,8	92,0	91,9	91,5
	10	20°	14,5	12,5	11,9	11,0	10,5	9,6
		60°	61,1	57,3	55,9	53,7	53,0	51,5
		85°	92,6	91,0	89,7	88,9	88,4	87,5

Tabulka 33: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$. DFT = $50 \pm 10\mu\text{m}$ (pokračování tabulky)

Pigment	OKP [%]	Stupeň lesku							
		Úhel	1.den	8.den	15.den	22.den	29. den	60. den	
Mg	1	20°	14,2	11,9	11,1	10,2	10,2	9,3	
		60°	60,7	56,2	54,6	52,5	52,2	50,8	
		85°	89,0	87,4	86,0	85,1	84,4	84,0	
	3	20°	8,9	7,2	7,2	6,7	6,5	6,4	
		60°	46,4	41,7	41,6	40,5	39,8	39,4	
		85°	73,7	70,2	70,2	69,2	69,1	68,6	
	5	20°	12,3	10,6	10,0	9,7	9,7	8,9	
		60°	52,2	48,7	46,9	46,8	46,2	44,6	
		85°	70,5	68,8	67,7	67,7	67,3	66,3	
	10	20°	8,7	7,6	7,1	6,7	6,5	6,2	
		60°	42,6	39,8	38,7	38,1	37,2	36,1	
		85°	56,3	54,4	53,6	53,3	53,0	51,7	
	MgO	1	20°	4,2	3,9	3,7	3,5	3,3	3,2
			60°	30,9	29,3	27,8	26,9	26,7	26,7
			85°	73,4	72,1	71,0	70,5	70,4	70,1
3		20°	7,4	6,6	6,3	6,0	5,1	4,9	
		60°	43,8	41,1	39,9	37,3	36,3	36,1	
		85°	83,2	79,8	79,3	78,6	78,0	78,0	
5		20°	7,6	5,9	5,4	5,3	4,7	3,9	
		60°	45,3	39,8	37,8	37,0	35,3	30,9	
		85°	86,8	84,3	83,1	82,0	81,6	77,7	
10		20°	12,7	9,9	9,6	9,3	9,2	9,1	
		60°	57,3	51,8	50,3	50,1	48,4	48,0	
		85°	91,1	89,4	88,2	88,5	87,4	87,2	
Zn		-	20°	20,3	20,0	19,7	19,4	17,4	15,1
			60°	69,8	68,5	68,3	67,6	65,0	61,2
			85°	94,1	93,5	93,1	92,8	90,3	89,7
TiO ₂	-	20°	8,0	7,5	6,3	7,2	7,0	5,5	
		60°	38,2	37,1	32,7	36,0	35,3	29,7	
		85°	42,6	40,8	40,2	39,6	38,5	33,0	

Tabulka 34: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO_2 při $Q = 50 \%$. $DFT = 50 \pm 10\mu m$

Pigment	úhel	Stupeň lesku					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$C_{12}H_6MgO_4$	20°	55,8	53,6	51,6	50,8	50,1	47,6
	60°	99,4	99,1	97,8	95,6	94,4	93,6
	85°	95,3	93,8	92,5	92,1	92,1	91,5
$C_{14}H_4Mg_2O_8$	20°	50,9	48,6	47,4	46,0	45,6	40,8
	60°	94,5	92,9	92,1	91,5	91,2	86,8
	85°	94,7	92,7	92,5	91,1	91,8	88,4
$C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$	20°	47,0	45,5	44,0	42,3	42,1	38,5
	60°	89,7	88,5	87,7	86,0	85,5	82,8
	85°	89,5	88,2	86,8	86,4	85,9	84,1
$C_{34}H_{26}MgN_8O_6$	20°	66,4	64,6	63,8	62,8	64,4	59,3
	60°	96,4	96,0	95,9	95,0	93,9	93,2
	85°	98,6	98,6	97,3	96,9	96,7	95,6
$C_{26}H_{19}MgN_3O_5$	20°	52,2	51,6	50,5	50,2	50,1	47,3
	60°	88,5	84,0	83,9	83,3	83,0	81,9
	85°	87,4	84,5	85,7	84,3	84,6	83,4
$C_{17}H_{10}MgN_2O_3$	20°	57,2	57,6	57,6	56,8	57,2	55,7
	60°	86,2	85,5	85,7	84,9	85,7	84,0
	85°	95,3	94,8	94,5	94,0	94,2	91,7
$C_{25}H_{18}MgN_4O_6$	20°	49,4	47,8	47,0	44,7	44,3	43,6
	60°	82,1	80,4	77,5	78,0	79,7	79,3
	85°	92,8	91,7	90,5	90,3	89,5	88,1
($[C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2$) _n - PO ₄	20°	25,0	23,9	23,7	23,0	22,5	21,8
	60°	11,0	9,9	9,9	8,8	8,3	7,9
	85°	75,0	73,8	73,5	72,9	72,9	18,5
Ca-Mg-HPO ₄	20°	23,0	20,1	20,0	19,4	19,7	18,1
	60°	67,9	63,7	63,7	63,4	62,7	60,3
	85°	76,8	74,3	73,7	73,7	73,0	67,6
MgFe ₂ O ₄	20°	23,9	22,8	21,3	20,4	21,3	21,0
	60°	68,9	67,6	65,1	63,7	65,7	63,3
	85°	72,3	71,8	70,5	69,8	69,6	68,6
Mg	20°	34,4	33,0	32,9	32,4	31,5	31,1
	60°	80,6	79,3	79,3	79,2	77,6	77,4
	85°	77,9	76,3	75,9	75,6	73,9	73,8
MgO	20°	42,6	39,4	37,4	36,5	36,0	32,6
	60°	87,4	83,6	80,9	80,9	79,9	76,3
	85°	91,4	88,3	87,2	87,0	86,7	82,4

Tabulka 35: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a CaCO₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Vzorek	úhel	Stupeň lesku					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	20°	18,0	15,1	14,9	14,3	13,5	13,3
	60°	63,0	59,9	59,7	57,9	56,7	56,6
	85°	87,1	85,2	79,6	82,0	75,9	75,1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	20°	34,2	28,4	28,1	26,7	25,9	25,3
	60°	78,2	73,8	73,2	72,7	71,9	70,7
	85°	92,9	91,9	89,9	89,0	88,0	87,0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	20°	56,0	52,6	52,4	48,9	49,8	46,0
	60°	87,4	86,2	85,9	83,9	84,7	77,5
	85°	94,5	93,4	91,7	91,3	88,4	79,9
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	20°	66,7	65,7	59,7	54,1	52,7	50,6
	60°	85,4	83,3	79,0	81,6	80,7	80,3
	85°	88,3	85,4	81,6	79,9	83,9	83,3
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	20°	78,1	78,1	74,9	65,1	65,9	65,2
	60°	92,3	92,2	88,9	87,6	88,6	87,1
	85°	92,4	90,0	89,7	92,7	90,8	90,0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	20°	78,6	78,1	71,7	67,4	65,1	65,0
	60°	92,3	92,2	88,9	90,1	89,6	79,6
	85°	90,0	92,4	89,7	89,6	87,6	72,0

Tabulka 36: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Vzorek	úhel	Stupeň lesku					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	20°	54,6	52,2	51,6	50,3	51,0	50,3
	60°	85,6	85,0	83,7	83,7	83,3	82,7
	85°	94,9	93,5	91,2	91,1	89,7	80,2
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	20°	58,2	51,6	52,1	47,1	51,4	33,9
	60°	86,3	85,2	85,0	83,8	83,4	81,1
	85°	93,1	83,3	87,7	82,8	81,7	80,9
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	20°	54,0	49,2	49,0	46,9	44,0	40,0
	60°	85,3	83,1	82,7	83,0	81,9	80,5
	85°	95,2	94,0	93,6	92,1	90,3	88,7
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	20°	92,9	92,6	92,5	92,1	91,6	89,8
	60°	96,9	96,8	96,6	96,8	96,3	95,6
	85°	98,8	97,4	95,6	95,3	93,6	92,4
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	20°	75,4	73,9	69,4	68,1	68,9	66,5
	60°	88,5	87,5	86,6	85,6	85,6	84,4
	85°	91,7	91,0	88,2	87,9	87,8	86,1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	20°	74,2	73,6	73,2	73,4	71,7	70,8
	60°	90,5	90,2	88,4	89,3	88,9	86,8
	85°	94,1	92,8	91,7	89,6	90,6	86,1

Tabulka 37: Hodnoty lesku nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 1 %, ZnO při OKP = 3 % a Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Vzorek	úhel	Stupeň lesku					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	20°	57,4	52,9	52,6	51,7	50,9	49,9
	60°	86,3	85,1	84,5	83,7	83,8	82,8
	85°	96,5	94,4	94,1	93,3	92,9	90,2
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	20°	80,6	80,2	79,1	76,7	77,0	76,5
	60°	91,6	90,9	90,5	90,4	88,2	84,1
	85°	96,6	95,5	94,6	93,4	92,9	88,8
MgFe ₂ O ₄	20°	71,0	63,0	62,3	62,5	62,2	60,5
	60°	89,7	86,6	84,4	83,0	83,4	82,1
	85°	97,9	97,2	94,6	94,5	93,0	93,0
Ca-Mg-HPO ₄	20°	65,6	64,0	59,7	58,2	58,8	57,5
	60°	88,5	87,0	84,8	84,8	84,3	83,7
	85°	96,4	95,9	95,7	94,1	93,5	93,0
MgO	20°	72,8	68,6	64,5	59,2	60,1	59,1
	60°	89,5	88,9	85,6	83,7	81,1	80,9
	85°	97,2	94,7	94,1	94,1	92,8	90,3

4.4.3 Vyhodnocení Buchholtzovy vrypové zkoušky

V kapitole 4.4.3 jsou uvedeny průměrné délky vrypů na jednotlivých nátěrových filmech. Hodnoty byly měřeny každý sedmý den po dobu 29 dní a poté ještě 60. den. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 38: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Průměrné délky vrypů [mm]					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	1,78	1,69	1,68	1,62	1,61	1,29
	3	1,68	1,61	1,61	1,53	1,40	1,36
	5	1,50	1,48	1,45	1,37	1,32	1,31
	10	1,75	1,58	1,55	1,47	1,24	1,34
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	2,24	1,69	1,56	1,46	1,40	1,30
	3	1,87	1,87	1,77	1,50	1,33	1,22
	5	2,11	1,87	1,78	1,27	1,23	1,19
	10	1,67	1,67	1,56	1,43	1,36	1,04
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	2,18	2,01	1,81	1,58	1,46	1,44
	3	1,60	1,51	1,44	1,37	1,35	1,34
	5	2,01	1,91	1,80	1,55	1,40	1,28
	10	1,72	1,62	1,60	1,59	1,42	1,26
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	2,27	2,01	1,83	1,77	1,48	1,47
	3	1,98	1,66	1,50	1,43	1,43	1,35
	5	2,30	2,27	1,64	1,63	1,57	1,17
	10	2,20	1,75	1,52	1,51	1,43	1,14
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	2,17	2,14	2,02	1,90	1,90	1,83
	3	1,91	1,91	1,90	1,81	1,80	1,80
	5	2,24	2,21	1,98	1,86	1,79	1,77
	10	2,27	2,20	2,02	1,91	1,80	1,79
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	2,50	2,17	2,16	1,93	1,91	1,57
	3	2,40	2,04	1,93	1,85	1,81	1,55
	5	2,83	2,21	2,14	1,94	1,94	1,87
	10	2,41	2,22	2,22	2,20	2,07	1,96
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	2,35	1,99	1,95	1,92	1,81	1,68
	3	2,14	1,85	1,81	1,78	1,71	1,40
	5	2,34	2,29	2,25	2,09	2,07	1,86
	10	2,20	2,25	1,95	1,94	1,84	1,82

Tabulka 39: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Průměrné délky vrypů [mm]					
		1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	1,94	1,68	1,66	1,49	1,46	1,31
	3	1,87	1,59	1,57	1,44	1,10	1,05
	5	1,95	1,76	1,69	1,53	1,30	1,30
	10	1,76	1,68	1,69	1,68	1,44	1,25
Ca-Mg-HPO ₄	1	1,61	1,45	1,48	1,39	1,13	1,03
	3	1,16	1,24	1,14	1,02	0,79	0,82
	5	1,96	1,63	1,33	1,15	1,02	1,01
	10	1,78	1,66	0,61	0,55	0,43	0,46
MgFe ₂ O ₄	1	2,12	1,85	1,68	1,41	1,50	1,29
	3	2,11	1,73	1,66	1,55	1,43	1,39
	5	2,24	1,92	1,81	1,85	1,68	1,55
	10	1,63	1,52	1,45	1,49	1,51	1,51
Mg	1	2,06	1,75	1,62	1,31	1,22	1,10
	3	1,77	1,70	1,75	1,53	1,37	0,99
	5	2,26	2,04	1,72	1,45	1,22	1,17
	10	1,83	1,70	1,60	1,57	1,32	0,48
MgO	1	1,96	1,86	1,71	1,62	1,42	1,07
	3	2,06	1,90	1,76	1,70	1,47	1,25
	5	2,33	2,06	1,64	1,00	0,58	0,44
	10	2,03	1,53	1,50	1,35	1,37	1,03
Zn	-	2,04	1,83	1,87	1,64	1,60	1,53
TiO ₂	-	1,91	1,85	1,75	1,85	1,19	0,82

Tabulka 40: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$. $DFT = 50 \pm 10\mu\text{m}$

Vzorek	Průměrné délky vrypů [mm]					
	1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	2,05	1,88	1,81	1,79	1,60	1,39
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	2,59	1,52	1,52	1,35	1,32	1,01
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1,99	1,91	1,64	1,59	1,47	1,38
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	2,00	1,69	1,61	1,46	1,39	1,31
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	2,19	1,90	1,79	1,55	1,47	0,45
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	2,75	1,82	1,82	1,55	1,37	1,28
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	2,04	1,76	1,64	1,58	1,53	1,53
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1,60	1,59	1,48	1,46	1,42	1,17
Ca-Mg-HPO ₄	1,95	1,73	1,58	1,47	1,46	1,32
MgFe ₂ O ₄	2,69	2,17	1,91	1,62	1,46	1,25
Mg	2,05	1,61	1,49	1,43	1,38	1,30
MgO	1,80	1,62	1,61	1,44	1,39	1,36

Tabulka 41: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40$ %. $\text{DFT} = 40 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Průměrné délky vrypů [mm]					
	1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	2,42	2,23	1,91	1,79	1,35	1,32
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	2,37	2,36	2,11	1,79	1,62	1,49
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	2,55	2,51	2,41	2,29	2,16	1,99
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	2,67	2,55	2,49	2,31	2,02	1,89
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	2,53	2,47	2,46	2,31	2,16	2,04
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	2,83	2,46	2,36	2,32	2,19	1,88

Tabulka 42: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40$ %. $\text{DFT} = 40 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Průměrné délky vrypů [mm]					
	1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	2,78	2,70	2,35	2,13	1,87	1,78
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	2,49	2,16	2,04	1,99	1,83	1,69
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	2,35	2,25	2,14	2,10	1,96	1,81
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	2,61	2,57	2,50	2,20	2,18	1,91
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	2,54	2,36	2,12	1,85	1,76	1,66
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	2,50	2,33	2,19	1,91	1,90	1,84

Tabulka 43: Hodnoty průměrných délek vrypů v nátěrových filmech pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40$ %. $\text{DFT} = 40 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Průměrné délky vrypů [mm]					
	1.den	8.den	15.den	22.den	29.den	60.den
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	2,33	2,22	2,01	1,92	1,78	1,55
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	2,37	2,29	2,00	1,96	1,84	1,75
MgFe_2O_4	2,28	2,21	1,99	1,87	1,85	1,54
Ca-Mg-HPO_4	2,56	2,31	2,30	2,06	1,90	1,78
MgO	2,46	2,40	2,10	2,03	1,90	1,77

4.4.4 Vyhodnocení MEK testu

V kapitole 4.4.3 jsou uvedeny výsledky chemické odolnosti nátěrových filmů za pomoci MEK testu. Hodnoty byly měřeny každý sedmý den po dobu 29 dní a poté ještě 60. den.

Tabulka 44: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	MEK test											
	1.den		8.den		15.den		22.den		29.den		60.den	
	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	55	0	81	0	102	0	133	0	135	0	143	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	56	0	95	0	101	0	129	0	132	0	151	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	40	0	126	0	137	0	141	0	167	0	177	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	21	0	30	0	36	0	37	0	42	0	49	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	20	0	25	0	35	0	65	0	85	0	98	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	15	0	28	0	30	0	40	0	94	0	109	0

Tabulka 1: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	MEK test											
	1.den		8.den		15.den		22.den		29.den		60.den	
	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	42	0	95	0	111	0	97	0	107	0	118	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	90	0	106	0	122	0	122	0	124	0	139	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	129	0	105	0	125	0	125	0	125	0	150	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	36	0	58	0	63	0	70	0	76	0	95	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	50	0	71	0	81	0	93	0	96	0	101	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	26	0	53	0	66	0	83	0	92	0	110	00

Tabulka 2: Hodnoty chemické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % vůči působení methylethylketonu. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	MEK test											
	1.den		8.den		15.den		22.den		29.den		60.den	
	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St	Čas [s]	St
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	101	0	110	0	116	0	120	0	120	0	135	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	27	0	34	0	42	0	50	0	75	0	105	0
MgFe ₂ O ₄	99	0	106	0	109	0	140	0	154	0	161	0
Ca-Mg-HPO ₄	34	0	80	0	96	0	99	0	95	0	98	0
MgO	60	0	117	0	149	0	132	0	135	0	148	0

4.5 Hodnocení fyzikálně – mechanických vlastností nátěrových filmů na ocelových panelech

4.5.1. Hodnocení odolnosti vůči hloubení, ohybu a padajícímu závaží

V kapitole 4.5.1 jsou uvedeny výsledky mechanických zkoušek provedených na ocelových panelech třídy DC01. Byla provedena zkouška hloubením, zkouška ohybem přes 2mm trh a zkouška pomocí padajícího závaží. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 47: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$, $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
		Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1

Tabulka 48: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$, $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
		Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
Ca-Mg-HPO ₄	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
MgFe ₂ O ₄	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
Mg	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
MgO	1	> 10	< 2	> 1
	3	> 10	< 2	> 1
	5	> 10	< 2	> 1
	10	> 10	< 2	> 1
Zn	-	> 10	< 2	> 1
TiO ₂	-	> 10	< 2	> 1

Tabulka 49: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 60 \%$, $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
	Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	> 10	< 2	> 1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	> 10	< 2	> 1
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	> 10	< 2	> 1
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	> 10	< 2	> 1
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	> 10	< 2	> 1
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	> 10	< 2	> 1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	> 10	< 2	> 1
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	> 10	< 2	> 1
Ca-Mg-HPO ₄	> 10	< 2	> 1
MgFe ₂ O ₄	> 10	< 2	> 1
Mg	> 10	< 2	> 1
MgO	> 10	< 2	> 1

Tabulka 50: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40$ %.

$DFT = 40 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
	Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	> 10	< 2	> 1

Tabulka 51: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40$ %.

$DFT = 40 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
	Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	> 10	< 2	> 1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	> 10	< 2	> 1

Tabulka 52: Hodnoty mechanické odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40$ %.

$DFT = 40 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Mechanické zkoušky na ocelových panelech		
	Hloubení [mm]	Ohyb [mm]	Úder [m]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	> 10	< 2	0,9
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	> 10	< 2	0,9
MgFe_2O_4	> 10	< 2	0,9
Ca-Mg-HPO_4	> 10	< 2	> 1
MgO	> 10	< 2	> 1

4.5.2 Hodnocení přilnavosti nátěru a odolnosti nátěru vůči odtrhu

V kapitole 4.5.2 jsou uvedeny výsledky cross cut testu a odtrhů provedených na ocelových panelech s nátěrovým filmem před expozicemi a poté po expozici v 5 % atmosféře NaCl, atmosféře SO₂, v atmosféře NaCl + (NH₄)₂SO₄, v atmosféře s povšechnou kondenzací vody a atmosféře QUV/ NaCl + (NH₄)₂SO₄.

4.5.2.1 Hodnocení odtrhů a přilnavosti

Tabulka 53: Hodnoty přilnavosti a odtrhů nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při Q = 60 %. DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1	890,6	775,5	2,83	65 % AB, 15 % B, 10 % -/Y	0
	3	836,7	772,4	2,67	92 % B, 8 % -/Y	0
	5	742,9	739,3	2,37	80 % AB, 15 % B, 5 % -/Y	0
	10	853,9	750,0	2,72	85 % AB, 15 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	1	546,6	625,0	1,74	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	625,9	679,7	2,00	85 % AB, 10 % B, 5 % -/Y	0
	5	699,7	760,0	2,22	85 % AB, 10 % B, 5 % Y/Z	0
	10	496,5	639,5	1,59	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1	620,8	720,9	1,98	98 % B, 2 % Y/Z	0
	3	585,8	668,9	1,86	95 % AB, 5 % -/Y	0
	5	637,9	686,4	2,03	25 % AB, 70 % B, 5 % -/Y	0
	10	713,5	663,7	2,28	75 % AB, 25 % -/Y	1
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1	805,2	767,5	2,56	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	797,5	751,0	2,54	5 % AB, 85 % B, 10 % -/Y	0
	5	683,9	701,8	2,17	95 % B, 5 % -/Y	0
	10	508,1	524,9	1,62	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1	628,0	669,8	2,00	100 % B	0
	3	512,6	640,6	1,63	80 % B, 20 % -/Y	0
	5	700,3	655,0	2,24	92 % B, 8 % -/Y	0
	10	550,3	587,4	1,75	92 % B, 8 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1	588,1	587,8	1,87	98 % B, 2 % -/Y	0
	3	500,4	534,2	1,60	80 % B, 20 % -/Y	0
	5	522,5	711,9	1,67	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	423,3	522,1	1,35	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1	419,5	515,2	1,34	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	653,0	762,1	2,08	95 % B, 5 % -/Y	0
	5	507,1	639,9	1,62	95 % B, 5 % -/Y	0
	10	542,5	643,6	1,73	95 % B, 5 % -/Y	0

Tabulka 54: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$. $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	700,4	719,7	2,24	30 % AB, 60 % B, 10% -/Y	0
	3	921,5	730,1	2,94	95 % AB, 5 % -/Y	0
	5	706,3	685,5	2,25	98 % AB, 2 % -/Y	0
	10	608,0	637,4	1,94	95 % B, 5 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	1	552,4	616,8	1,76	20 % AB, 70% B, 10% Y/Z	0
	3	675,7	641,4	2,15	90 % B, 10 % -/Y	0
	5	748,1	685,9	2,38	92 % B, 8 % -/Y	0
	10	711,4	573,1	2,27	85 % B, 15 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	1	722,3	671,5	2,30	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	752,2	726,8	2,40	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	631,1	684,8	2,01	75 % AB, 25 % -/Y	0
	10	743,7	748,8	2,37	95 % B, 5 % -/Y	0
Mg	1	727,5	739,1	2,32	90 % AB, 5 % B, 5 % Y/Z	0
	3	731,3	743,7	2,33	90 % AB, 7 % B, 3 % Y/Z	0
	5	790,0	784,6	2,51	90 % AB, 5 % B, 5 % -/Y	0
	10	782,8	678,9	2,49	2 % AB, 90 % B, 8 % -/Y	0
MgO	1	575,5	579,7	1,83	80 % B, 20 % -/Y	0
	3	692,5	686,8	2,20	85 % B, 15 % -/Y	0
	5	931,4	803,2	2,97	90 % B, 10 % -/Y	0
	10	733,1	677,7	2,34	95 % B, 5 % -/Y	0
Zn	-	567,8	567,2	1,81	15 % AB, 80 % B, 5 % Y/Z	0
TiO ₂	-	717,9	694,7	2,29	90 % AB, 10 % -/Y	0

Tabulka 55: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50 \%$. $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$

Vzorek	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	827,1	680,8	2,64	85 % AB, 15 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	582,0	650,1	1,85	75 % AB, 25 % -/Y	0
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	405,8	565,0	1,29	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	852,8	751,1	2,72	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	800,0	693,3	2,54	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	782,5	712,7	2,49	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	664,4	655,9	2,11	98 % B, 2 % -/Y	1
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	658,2	647,4	2,10	95 % AB, 5 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	458,7	531,2	1,46	95 % AB, 5 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	756,3	636,7	2,41	95 % AB, 5 % -/Y	0
Mg	452,2	652,2	1,44	95 % AB, 5 % -/Y	0
MgO	435,7	563,7	1,39	95 % AB, 5 % -/Y	0

Tabulka 56: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	733,0	564,7	2,33	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	856,5	719,4	2,73	90 % B, 10 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	629,5	539,3	2,00	92 % B, 8 % Y/Z	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	844,0	659,5	2,69	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	858,0	577,2	2,73	5 % AB, 85 % B, 10 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	624,5	587,9	1,99	92 % B, 8 % -/Y	0

Tabulka 57: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	795,3	614,7	2,53	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	600,6	544,4	1,91	30 % AB, 60 % B, 10 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	621,0	569,8	1,98	92 % B, 8 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	743,5	598,5	2,37	10 % AB, 85 % B, 5 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	774,0	682,8	2,46	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	832,5	649,1	2,65	98 % B, 2 % -/Y	0

Tabulka 58: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 %. DFT = 40 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti před expozicemi				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	897,0	664,5	2,86	10 % AB, 80 % B, 10 % Y/Z	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	801,3	595,7	2,55	10 % AB, 80 % B, 10 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	764,0	563,8	2,43	92 % B, 8 % Y/Z	0
Ca-Mg-HPO ₄	1017,0	754,8	3,24	90 % B, 10 % -/Y	0
MgO	908,0	713,2	2,92	90 % AB, 10 % Y/Z	0

4.5.2.1 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl

Tabulka 59: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 90 $\pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v atmosféře 5 % NaCl				
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	266,5	177,9	0,72	80 % B, 20 % -/Y	0
	3	251,5	171,0	0,80	90 % B, 10 % -/Y	1
	5	148,0	129,1	0,47	70 % B, 30 % -/Y	0
	10	233,0	103,6	0,74	20 % AB, 60 % B, 20 % -/Y	0
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	140,0	76,9	0,46	70 % AB, 30 % -/Y	0
	3	218,5	185,5	0,69	20 % AB, 60 % B, 20 % Y/Z	1
	5	172,5	102,6	0,54	55 % B, 45 % -/Y	0
	10	184,5	102,5	0,58	80 % B, 20 % -/Y	0
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	204,5	102,3	0,65	10 % AB, 70 % B, 20 % -/Y	0
	3	199,5	131,8	0,63	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	94,0	63,0	0,29	90 % AB, 10 % -/Y	0
	10	189,5	161,2	0,60	50 % AB, 50 % -/Y	0
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	211,5	194,5	0,67	20 % AB, 70 % B, 10 % -/Y	0
	3	173,0	192,8	0,55	90 % AB, 10 % -/Y	0
	5	244,0	238,3	0,77	90 % B, 10 % -/Y	0
	10	209,0	190,3	0,66	5 % AB, 90 % B, 5 % Y/Z	0
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	184,0	185,8	0,58	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	221,5	153,7	0,70	10 % AB, 50 % B, 40 % -/Y	0
	5	125,5	52,8	0,39	50 % AB, 35 % B, 15 % -/Y	2
	10	205,0	131,2	0,65	85 % AB, 15 % -/Y	1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	63,5	0,0	0,20	90 % B, 10 % -/Y	2
	3	90,5	0,0	0,28	10 % B, 90 % -/Y	2
	5	172,0	132,4	0,54	75 % B, 25 % -/Y	0
	10	140,0	213,9	0,44	90 % B, 10 % -/Y	3
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	303,5	205,5	0,96	80 % AB, 20 % Y/Z	1
	3	240,0	176,6	0,76	35 % AB, 35 % B, 30 % -/Y	0
	5	155,0	122,9	0,49	90 % AB, 10 % -/Y	2
	10	195,0	139,7	0,62	20 % AB, 50 % B, 30 % -/Y	2

Tabulka 60: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici NaCl				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	104,0	34,4	0,33	95 % AB, 5 % -/Y	0
	3	65,5	0,0	0,20	95 % AB, 5 % -/Y	0
	5	197,0	139,3	0,62	90 % AB, 10 % -/Y	0
	10	351,0	281,5	1,11	92 % AB, 8 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	1	224,5	185,6	0,71	98 % AB, 2 % Y/Z	0
	3	113,5	47,0	0,36	90 % B, 10 % -/Y	1
	5	100,0	0,0	0,31	95 % AB, 5 % -/Y	0
	10	569,5	286,4	1,81	80 % AB, 20 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	1	157,5	97,4	0,50	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	83,5	0,0	0,26	50 % AB, 50 % -/Y	1
	5	138,5	69,6	0,44	80 % AB, 10 % B, 10 % -/Y	0
	10	246,5	168,6	0,78	90 % B, 10 % -/Y	0
Mg	1	101,5	103,9	0,32	80 % AB, 20 % -/Y	0
	3	105,0	78,4	0,33	60 % B, 40 % -/Y	1
	5	124,5	117,5	0,39	60 % AB, 40 % -/Y	1
	10	98,5	0,0	0,31	50 % AB, 50 % -/Y	2
MgO	1	119,5	83,4	0,38	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	120,0	120,0	0,38	95 % B, 5 % -/Y	0
	5	181,5	121,6	0,57	90 % B, 10 % -/Y	0
	10	294,0	217,1	0,93	95 % B, 5 % -/Y	0
Zn	-	304,0	242,6	0,96	90 % B, 10 % -/Y	0
TiO ₂	-	88,5	58,2	0,28	98 % AB, 2 % Y/Z	1

Tabulka 61: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ po 1680hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$

Vzorek	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v NaCl				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	178,0	106,8	0,56	78 % AB, 22 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	112,0	64,8	0,35	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	189,0	136,6	0,60	98 % AB, 2 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	539,0	342,8	1,71	90 % AB, 5 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	258,5	218,7	0,82	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	347,5	294,3	1,10	60 % B, 40 % -/Y	5
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	75,4	0,0	0,23	98 % AB, 2 % -/Y	5
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	87,5	81,5	0,27	95 % AB, 5 % -/Y	2
Ca-Mg-HPO ₄	75,5	0,0	0,24	98 % AB, 2 % -/Y	2
MgFe ₂ O ₄	168,0	135,6	0,53	98 % AB, 2 % -/Y	0
Mg	193,5	143,8	0,61	90 % AB, 10 % -/Y	1
MgO	138,0	114,9	0,43	98 % AB/ 2 % -/Y	0

4.5.2.2 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v atmosféře s 5 % NaCl s TOPCOAT

Tabulka 62: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = 130 $\pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v NaCl s TOPCOAT				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	160,0	169,2	0,50	98 % B, 2 % -/Y	2
	3	280,5	195,8	0,89	97 % B, 3 % -/Y	1
	5	148,0	91,4	0,47	80 % B, 20 % -/Y	0
	10	200,0	109,0	0,63	20 % AB, 30 % B, 50 % -/Y	0
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	197,0	109,3	0,62	5 % AB, 65 % B, 30 % -/Y	1
	3	184,0	116,3	0,58	30 % AB, 45 % B, 25 % -/Y	0
	5	339,0	276,2	1,07	70 % B, 30 % -/Y	0
	10	247,5	179,4	0,78	30 % AB, 45 % B, 25 % -/Y	0
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	144,0	99,3	0,45	20 % B, 80 % -/Y	0
	3	230,1	197,7	0,73	65 % B, 35 % -/Y	0
	5	226,5	166,6	0,71	90 % B, 10 % -/Y	1
	10	232,0	164,0	0,73	95 % B, 5 % -/Y	0
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	177,5	116,2	0,56	92 % B, 5 % AB, 3 % -/Y	1
	3	130,0	80,7	0,47	40 % AB, 60 % -/Y	0
	5	218,5	280,9	0,69	65 % AB, 35 % -/Y	0
	10	267,5	182,6	0,85	85 % B, 15 % -/Y	0
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	70,5	71,3	0,22	85 % AB, 15 % Y/Z	5
	3	119,0	149,8	0,37	80 % AB, 5 % B, 15 % -/Y	1
	5	101,5	65,4	0,32	98 % AB, 2 % -/Y	5
	10	103,5	53,5	0,32	80 % AB, 20 % -/Y	1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	48,5	0,0	0,15	40 % AB, 15 % B, 45 % -/Y	5
	3	78,0	0,0	0,24	95 % AB, 5 % -/Y	5
	5	65,5	0,0	0,20	20 % AB, 50 % B, 30 % Y/Z	2
	10	193,0	318,1	0,61	65 % B, 35 % -/Y	1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	119,5	83,3	0,38	65 % AB, 35 % -/Y	5
	3	140,5	100,5	0,44	35 % AB, 65 % -/Y	5
	5	110,0	105,5	0,35	98 % B, 2 % -/Y	5
	10	147,0	159,3	0,46	50 % AB, 50 % -/Y	5

Tabulka 63: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$.

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici NaCl s TOPCOAT				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	86,5	69,4	0,27	85 % AB, 15 % -/Y	1
	3	151,5	109,3	0,48	35 % AB, 35 % B, 30 % -/Y	1
	5	142,0	132,0	0,45	80 % AB, 20 % -/Y	0
	10	241,0	203,7	0,76	35 % AB, 40 % B, 25 % -/Y	4
Ca-Mg-HPO ₄	1	123,0	78,5	0,39	70 % AB, 30 % -/Y	0
	3	146,0	86,8	0,32	95 % AB, 5 % -/Y	0
	5	157,5	158,6	0,75	5 % AB, 75 % B, 20 % -/Y	0
	10	242,0	193,3	0,77	75 % B, 25 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	1	168,0	178,1	0,53	15 % AB, 60 % B, 35 % Y/Z	1
	3	213,0	148,1	0,67	20 % AB, 80 % -/Y	0
	5	138,5	87,9	0,44	5 % AB, 65 % B, 30 % -/Y	0
	10	108,5	49,1	0,34	50 % AB, 50 % -/Y	0
Mg	1	224,5	194,5	0,71	75 % B, 25 % -/Y	0
	3	198,5	144,1	0,63	75 % B, 25 % -/Y	4
	5	119,0	205,4	0,37	35 % AB, 65 % -/Y	3
	10	87,5	0,0	0,27	65 % AB, 35 % -/Y	0
MgO	1	125,0	49,4	0,39	20 % B, 80 % -/Y	0
	3	95,0	38,2	0,30	85 % AB, 15 % -/Y	0
	5	85,5	81,5	0,27	5 % AB, 95 % -/Y	0
	10	104,5	53,5	0,33	70 % B, 30 % -/Y	0
Zn	-	201,0	198,4	0,64	5 % AB, 95 % B	0
TiO ₂	-	84,5	52,2	0,26	95 % AB, 5 % -/Y	2

Tabulka 64: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při $Q = 50 \%$ po 1848hodinové expozici v atmosféře NaCl. DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici NaCl s TOPCOAT				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	151,0	56,7	0,48	15 % AB, 85 % -/Y	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	77,5	0,0	0,24	98 % AB, 2 % -/Y	1
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	117,0	68,0	0,37	90 % AB, 10 % -/Y	1
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	94,0	49,3	0,29	92 % AB, 8 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	63,0	0,00	0,20	70 % AB, 10 % B, 20 % Y/Z	5
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	87,5	81,7	0,27	40 % AB, 60 % -/Y	5
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	68,0	0,0	0,21	10 % AB, 60 % B, 30 % -/Y	5
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	134,0	124,1	0,42	98 % AB, 2 % B	5
Ca-Mg-HPO ₄	77,0	0,0	0,24	98 % AB, 2 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	72,0	0,0	0,22	80 % AB, 20 % -/Y	0
Mg	122,5	88,3	0,39	45 % AB, 55 % -/Y	0
MgO	107	82,2	0,34	90 % B, 10 % -/Y	1

4.5.2.3 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂

Tabulka 65: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO ₂				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1	298,5	310,8	0,95	80 % B, 20 % -/Y	0
	3	304,0	285,2	0,96	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	555,5	387,4	1,17	70 % B, 30 % -/Y	0
	10	337,0	385,1	1,07	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	1	294,5	337,4	0,93	85 % B, 15 % -/Y	0
	3	296,5	314,0	0,94	80 % B, 20 % -/Y	0
	5	265,0	226,1	0,84	80 % B, 20 % -/Y	0
	10	319,0	350,6	1,01	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1	307,5	366,7	0,97	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	330,5	353,3	1,05	90 % B, 10 % -/Y	0
	5	329,0	350,0	1,04	92 % B, 8 % -/Y	0
	10	263,0	285,1	0,83	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1	282,0	176,3	0,89	80 % B, 10% AB, 15 % Y/Z	0
	3	240,0	160,3	0,76	40 % B, 60 % Y/Z	0
	5	278,0	183,9	0,88	15 % AB, 35 % B, 50% Y/Z	0
	10	271,5	189,8	0,86	90 % B, 10 % Y/Z	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1	317,5	333,3	1,01	75 % B, 25 % -/Y	0
	3	381,5	427,7	1,21	65 % B, 35 % -/Y	1
	5	269,0	291,7	0,80	55 % B, 45 % -/Y	3
	10	251,0	293,7	0,79	65 % B, 35 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1	196,0	194,9	0,62	98 % B, 2 % -/Y	2
	3	259,5	299,0	0,82	5 % AB 80 % B, 15 % Y/Z	1
	5	275,5	320,6	0,87	85 % B, 15 % Y/Z	0
	10	123,5	93,1	0,39	20 % AB, 40 % B, 40 % Y/Z	3
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1	496,0	450,6	1,57	75 % B, 25 % -/Y	0
	3	273,5	355,9	0,87	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	380,0	338,1	1,21	70 % B, 30 % -/Y	0
	10	165,5	194,1	0,53	55 % B, 45 % -/Y	0

Tabulka 66: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ po 1548hodinové expozici v atmosféře SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu m$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO_2				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	321,5	317,1	1,02	92 % B, 8 % -/Y	0
	3	408,0	399,3	1,29	92 % B, 8 % -/Y	0
	5	346,0	351,2	1,10	80 % B, 20 % -/Y	0
	10	704,0	669,2	2,24	70 % B, 30 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	1	390,5	423,3	1,24	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	326,5	359,3	1,03	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	300,5	369,7	0,95	55 % B, 45 % -/Y	0
	10	269,5	276,5	0,85	90 % B, 10 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	1	400,5	452,1	1,27	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	369,0	333,1	1,17	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	311,5	362,2	0,99	55 % B, 45 % -/Y	0
	10	354,5	412,5	1,12	90 % B, 10 % -/Y	0
Mg	1	270,5	344,0	0,86	55 % B, 45 % -/Y	0
	3	294,5	376,2	0,93	70 % B, 30 % -/Y	0
	5	429,5	398,5	1,36	80 % B, 20 % -/Y	0
	10	422,0	409,2	1,33	90 % B, 10 % -/Y	0
MgO	1	198,5	279,8	0,64	80 % B, 20 % -/Y	0
	3	116,5	295,4	0,37	80 % B, 20 % -/Y	0
	5	102,0	89,4	0,32	92 % B, 8 % -/Y	3
	10	118,5	136,4	0,37	20 % B, 80 % -/Y	4
Zn	-	335,0	324,5	1,06	75 % B, 25 % -/Y	0
TiO ₂	-	115,0	81,5	0,36	90 % AB, 10 % Y/Z	0

Tabulka 67: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ po 1548hodinové expozici v atmosféře SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu m$

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO_2				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	134,5	132,8	0,39	98 % AB, 2 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	153,0	154,6	0,48	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	132,5	122,9	0,42	70 % AB, 30 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	234,5	189,5	0,74	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	265,0	181,9	0,84	80 % AB, 20 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	100,0	58,3	0,32	80 % AB, 20 % -/Y	2
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	228,5	189,6	0,83	98 % AB, 2 % -/Y	0
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	338,5	266,2	1,07	90 % AB, 10 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	174,5	157,3	0,55	98 % AB, 2 % Y/Z	0
MgFe ₂ O ₄	128,5	136,0	0,40	95 % AB, 5 % Y/Z	0
Mg	92,0	173,2	0,29	90 % AB, 10 % -/Y	5
MgO	61,0	0,0	0,19	98 % AB, 2 % -/Y	5

Tabulka 68: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO ₂				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	724,0	527,5	2,31	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	677,5	593,4	2,16	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	525,0	516,7	1,67	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	217,5	176,2	0,69	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	308,0	278,7	0,98	80 % AB, 20 % -/Y	1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	360,0	307,3	1,15	75 B %, 25 % -/Y	0

Tabulka 69: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO ₂				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	628,0	575,7	2,00	60 % B, 40 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	727,5	581,6	2,32	10 %AB, 50 % B, 40 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	803,5	586,9	2,56	80 % B, 20 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	540,0	450,7	1,72	55 % AB, 45 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	614,0	553,8	1,96	95 % AB, 5 % -/Y	1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	576,0	402,2	1,83	30% AB, 50 % B, 20 % -/Y	1

Tabulka 70: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1548hodinové expozici v atmosféře SO₂. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v SO ₂				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	323,5	296,2	1,03	90 % B, 10 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	245,0	225,9	0,78	65 % B, 35 % -/Y	1
MgFe ₂ O ₄	451,5	415,6	1,44	90 % 10 % Y/Z	0
Ca-Mg-HPO ₄	140,0	92,0	0,45	95 % B, 5 % -/Y	0
MgO	93,0	52,0	0,30	98 % B, 2 % -/Y	0

4.5.2.4 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po 1581hodinové expozici v atmosféře solného elektrolytu

Tabulka 71: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60\%$ po 1581hodinové expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

$DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$.

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	629,0	287,5	2,00	80 % B, 20 % -/Y	0
	3	381,5	322,6	1,21	90 % B, 10 % -/Y	0
	5	326,5	298,7	1,04	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	460,5	441,8	1,46	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	235,0	190,8	0,75	40 % AB, 40 % B, 20 % -/Y	3
	3	410,0	380,4	1,31	95 % B, 5 % -/Y	0
	5	346,5	333,3	1,10	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	431,0	377,5	1,37	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	469,0	460,2	1,49	5 % AB, 90 % B, 5 % -/Y	0
	3	311,5	262,4	0,99	10 % AB, 80 % B, 10 % -/Y	0
	5	508,0	446,9	1,62	85 % B, 15 % -/Y	0
	10	450,0	406,9	1,43	95 % B, 5 % -/Y	0
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	494,5	441,3	1,57	100 % B	1
	3	443,5	439,5	1,41	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	444,5	409,6	1,42	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	500,0	435,5	1,59	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	179,5	166,8	0,57	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	515,0	504,9	1,64	100 % B	0
	5	444,5	399,9	1,42	90 % B, 10 % -/Y	0
	10	348,0	343,2	1,11	95 % B, 5 % -/Y	0
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	519,0	492,3	1,65	65 % B, 35 % Y/Z	0
	3	481,0	378,5	1,53	98 % B, 2 % -/Y	1
	5	527,5	501,2	1,68	95 % B, 2 % -/Y	1
	10	392,0	348,3	1,25	98 % B, 2 % -/Y	1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	734,5	645,5	2,34	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	469,0	410,0	1,49	100 % B	0
	5	340,0	322,2	1,08	70 % B, 30 % -/Y	0
	10	507,5	446,6	1,62	90 % B, 10 % -/Y	0

Tabulka 72: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ po 1581hodinové expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
$([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$	1	335,5	282,8	1,07	65 % B, 35 % -/Y	0
	3	373,3	362,6	1,19	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	460,0	464,8	1,46	95 % B, 5 % -/Y	0
	10	599,5	536,2	1,91	90 % B, 10 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	1	472,5	451,0	1,50	100 % B	0
	3	454,5	441,0	1,45	95 % B, 5 % -/Y	0
	5	540,1	532,0	1,72	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	449,5	404,6	1,43	98 % B, 2 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	1	314,5	309,7	1,00	92 % B, 8 % Y/Z	0
	3	189,0	138,2	0,61	5 % AB, 95 % B	0
	5	513,5	489,6	1,64	98 % B, 2 Y/Z	0
	10	297,5	216,4	0,95	80 % B, 20 % -/Y	0
Mg	1	173,0	210,9	0,55	98 % AB, 2 % Y/Z	1
	3	167,5	186,7	0,53	100 % AB	0
	5	398,0	382,4	1,27	95 % AB, 5 % Y/Z	1
	10	409,0	399,9	1,30	90 % AB, 10 % Y/Z	0
MgO	1	304,0	251,9	0,97	90 % B, 10 % -/Y	0
	3	316,5	294,4	1,01	5 % AB, 90 % B, 5 % -/Y	1
	5	252,0	196,6	0,80	90 % AB, 10 % Y/Z	2
	10	326,0	340,4	1,04	95 % B, 5 % -/Y	0
Zn	-	637,0	565,9	2,03	98 % B, 2 % -/Y	0
TiO ₂	-	260,5	240,2	0,83	98 % AB, 2 % -/Y	1

Tabulka 73: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a s obsahem TiO₂ při $Q = 50 \%$ po 1581hodinové expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	227,5	290,1	0,72	95 % AB, 5 % -/Y	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	315,0	329,8	1,00	98 % AB, 2 % Y/Z	4
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	370,0	353,1	1,18	98 % AB, 2 % Y/Z	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	505,0	420,0	1,61	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	847,5	591,3	2,70	98 % AB, 2 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1007,2	636,2	3,21	20 % AB, 70 % B, 10% -/Y	1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	826,5	559,4	2,63	20 % AB, 60 % B, 20% -/Y	1
$([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$	223,0	188,1	0,71	95 % AB, 5 % Y/Z	0
Ca-Mg-HPO ₄	181,5	126,0	0,58	95 % AB, 5 % Y/Z	5
MgFe ₂ O ₄	343,0	344,3	1,09	98 % AB, 2 % Y/Z	2
Mg	115,5	107,4	0,37	98 % AB, 2 % -/Y	2
MgO	119,0	105,2	0,38	98 % AB, 2 % -/Y	3

Tabulka 74: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	559,0	527,5	1,78	80 % B, 20 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	388,0	337,6	1,24	90 % B, 10 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	572,0	533,7	1,82	92 % B, 8 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	452,0	446,3	1,44	98 % B, 2 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	596,5	487,5	1,90	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	632,0	508,0	2,01	98 % B, 2 % -/Y	0

Tabulka 75: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	495,5	525,6	1,58	90 % B, 10 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	820,5	577,3	2,61	90 % AB, 10 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	620,5	583,9	1,98	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	903,5	724,4	2,88	85 % AB, 15 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	644,5	529,9	2,05	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	730,5	655,2	2,33	85 % B, 15 % -/Y	0

Tabulka 76: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	643,0	610,3	2,05	75 % AB, 25 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	869,0	590,1	2,77	25% AB, 50 % B, 25 % -/Y	1
MgFe ₂ O ₄	475,5	523,0	1,51	90 % AB, 10 % -/Y	1
Ca-Mg-HPO ₄	779,5	588,5	2,48	98 % AB, 2 % -/Y	0
MgO	187,5	158,6	0,60	85 % AB, 15 % -/Y	0

4.5.2.4 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po 1656hodinové expozici v atmosféře solného elektrolytu / QUV

Tabulka 77: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ po 1656hodinové expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{QUV}$. $\text{DFT} = 100 \pm 10 \mu\text{m}$.

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{QUV}$				
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	295,0	289,3	0,94	98 % B, 2 % -/Y	0
	3	322,5	291,2	1,03	95 % B, 5 % -/Y	1
	5	165,0	268,9	0,53	45 % AB, 55 % -/Y	0
	10	328,5	310,8	1,05	90 % B, 10 % -/Y	1
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	347,0	357,2	1,11	90 % B, 10 % -/Y	3
	3	451,5	459,2	1,44	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	355,0	365,2	1,13	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	420,5	428,6	1,34	98 % B, 2 % -/Y	1
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	357,0	362,6	1,17	80 % B, 20 % Y/Z	0
	3	258,5	238,6	0,82	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	386,5	358,0	1,23	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	312,5	376,8	0,99	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	331,5	284,2	1,05	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	377,0	429,0	1,20	100 % B	0
	5	375,0	359,9	1,19	90 % B, 10 % -/Y	0
	10	267,5	256,5	0,85	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	270,5	269,3	0,86	70 % B, 30 % -/Y	0
	3	290,5	244,2	0,93	100 % B	3
	5	424,0	397,7	1,35	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	296,5	308,1	0,94	85 % B, 15 % -/Y	0
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	464,5	500,8	1,48	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	436,0	405,3	1,39	98 % B, 2 % -/Y	2
	5	587,5	573,0	1,87	95 % B, 5 % -/Y	0
	10	645,0	522,1	2,05	90 % B, 10 % -/Y	1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	314,0	242,1	1,00	5 % AB, 95 % B	0
	3	358,0	370,5	1,14	90 % AB, 10 % -/Y	0
	5	274,5	320,1	0,87	90 % AB, 10 % -/Y	0
	10	209,0	144,2	0,66	85 % AB, 15 % -/Y	0

Tabulka 78: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ po 1656hodinové expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

$DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{QUV}$				Cross cut test 2 mm [st]
		Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
($[\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2$) _n - PO_4	1	334,5	350,1	1,07	80 % AB, 10 % B, 10 % -/Y	2
	3	281,5	285,6	0,90	98 % AB, 2 % Y/Z	0
	5	279,0	252,1	0,88	98 % AB, 2 % Y/Z	0
	10	626,5	548,4	2,00	80 % AB, 20 % -/Y	0
Ca-Mg- HPO_4	1	222,0	225,1	0,71	80 % AB, 20 % -/Y	1
	3	209,0	144,2	0,67	90 % AB, 10 % -/Y	2
	5	310,0	285,1	0,99	45 % AB, 55 % -/Y	0
	10	345,5	330,8	1,10	90 % B, 10 % -/Y	0
MgFe_2O_4	1	395,5	376,0	1,26	90 % B, 10 % -/Y	1
	3	492,5	481,7	1,57	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	439,0	431,6	1,40	98 % B, 2 % -/Y	0
	10	162,5	122,2	0,52	80 % AB, 20 % -/Y	3
Mg	1	348,0	313,5	1,11	95 % B, 5 % -/Y	0
	3	322,5	291,7	1,03	98 % B, 2 % -/Y	0
	5	446,0	378,9	1,42	95 % B, 5 % -/Y	0
	10	490,0	442,4	1,56	90 % B, 10 % -/Y	0
MgO	1	351,5	342,1	1,12	5 % AB, 95 % B	1
	3	310,0	249,5	0,99	90 % AB, 10 % -/Y	1
	5	248,5	200,3	0,79	90 % AB, 10 % -/Y	0
	10	242,0	247,1	0,77	85 % AB, 15 % -/Y	1
Zn	-	358,5	333,3	1,14	95 % B, 5 % -/Y	0
TiO_2	-	606,5	562,9	1,93	98 % AB, 2 % -/Y	0

Tabulka 79: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů s pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO_2 při $Q = 50 \%$ po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{QUV}$. $DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{QUV}$				Cross cut test 2 mm [st]
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	420,5	379,3	1,34	85 % B, 15 % Y/Z	1
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	421,0	447,2	1,34	98 % B, 2 % -/Y	1
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	279,5	306,1	0,89	98 % B, 2 % -/Y	0
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	381,5	377,6	1,21	85 % B, 15 % -/Y	0
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	622,5	433,7	1,98	95 % B, 5 % -/Y	0
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	638,5	529,2	2,03	80 % AB, 20 % Y/Z	0
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	191,0	142,8	0,61	95 % AB, 5 % -/Y	0
($[\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2$) _n - PO_4	171,0	135,0	0,54	98 % B, 2 % -/Y	0
Ca-Mg- HPO_4	310,5	331,0	0,99	98 % AB, 2 % -/Y	1
MgFe_2O_4	346,5	373,3	1,10	100 % AB	0
Mg	145,5	142,0	0,46	100 % AB	2
MgO	144,0	128,5	0,46	95 % AB, 5 % -/Y	3

4.5.2.4 Hodnocení odtrhů a přilnavosti po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací

Tabulka 80: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	775,0	591,6	2,47	92 % B, 8 % Y/Z	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	896,5	611,8	2,86	95 % B, 5 % Y/Z	1
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	213,0	193,4	0,68	98 % B, 2 % -/Y	1
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	475,5	403,8	1,51	95 % B, 5 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	451,5	355,2	1,44	85 % B, 15 % -/Y	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	473,0	438,5	1,51	90 % B, 10 % -/Y	0

Tabulka 81: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP = 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	605,5	543,9	1,93	95 % AB, 5 % -/Y	0
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	316,5	301,1	1,01	80 % AB, 20 % -/Y	0
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	297,5	277,7	0,95	45 % B, 55 % -/Y	0
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	454,5	460,2	1,45	80 % B, 20 % -/Y	0
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	369,0	394,5	1,18	95 % B, 5 % Y/Z	0
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	299,0	325,9	0,95	30% AB, 60 % B, 10 % -/Y	0

Tabulka 82: Hodnoty přilnavosti a odtrhů u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP = 3 %, ZnO při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Hodnocení odtrhů a přilnavosti po expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací				
	Odtrh. síla [N]	Prům. nárůst [N]	Odtrh. pevnost [MPa]	Typ lomu	Cross cut test 2 mm [st]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	126,5	108,1	0,40	10 % AB, 85 % B, 5 % -/Y	3
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	195,5	186,7	0,62	60 % B, 40 % -/Y	0
MgFe ₂ O ₄	215,5	255,6	0,69	30% AB, 60 % B, 10 % -/Y	0
Ca-Mg-HPO ₄	175	155,6	0,56	50 % B, 50 % -/Y	4
MgO	160	125,5	0,51	90 % B, 10 % -/Y	4

4.6 Hodnocení zrychlených korozních zkoušek

4.6.1 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s obsahem NaCl

V kapitole 4.6.1 jsou uvedeny výsledky zrychlených korozních zkoušek v atmosféře s obsahem NaCl provedených na ocelových panelech s nátěrovým filmem. Na každém vzorku byly hodnoceny puchýře ploše a v řezu a též koroze v ploše a v řezu. Po stažení nátěrového filmu byla hodnocena i míra podkorodování kovového podkladu. Stejně zkoušky byly provedeny i na ocelových panelech u nátěrů s vrchním topcoatem. Hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

Tabulka 83: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty s obsahem Zn při $Q = 60 \%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl.

DFT = $90 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy								
		Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1680 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1	8F	6F	-	3 – 3,5	8F	4M	-	3 – 3,5	10
	3	-	6M	-	3,5 – 4	-	4MD	-	5 – 5,5	3
	5	-	8F	-	4,5 – 5	-	6MD	-	7 – 7,5	3
	10	-	8F	-	3 – 3,5	-	4MD	-	5 – 5,5	0,03
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	1	-	4M	-	3 – 3,5	-	4M	-	6 – 6,5	0,03
	3	-	6MD	-	2 – 2,5	-	4MD	-	8 – 8,5	0,1
	5	-	6M	0,03	2,5 – 3	8F	4MD	0,1	5 – 5,5	1
	10	-	4M	0,03	2 – 2,5	-	4MD	0,3	5 – 5,5	10
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1	8F	4MD	-	4,5 – 5	8F	4MD	-	6 – 6,5	0,03
	3	8F	4MD	0,3	4,5 – 5	8F	4MD	0,3	7 – 7,5	50
	5	8F	2M	0,3	2,5 – 3	8F	2MD	0,3	6 – 6,5	10
	10	8F	4MD	-	2,5 – 3	8F	2D	-	6 – 6,5	10
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1	-	4M	-	3 – 3,5	6F	6M	-	3 – 3,5	10
	3	-	4M	-	2,5 – 3	-	6M	-	3 – 3,5	0,1
	5	-	6F	-	1,5 – 2	-	4M	-	2 – 2,5	0,03
	10	-	6F	-	1,5 – 2	-	4M	-	1,5 – 2	0,03
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1	-	6M	-	4 – 4,5	-	2MD	-	4,5 – 5	0,03
	3	-	6M	0,03	3 – 3,5	-	2MD	0,1	3,5 – 4	3
	5	8D	2D	3	4,5 – 5	8D	2D	16	4,5 – 5	100
	10	-	6M	-	4 – 4,5	-	4M	-	4,5 – 5	0,03
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1	6F	4MD	10	6 – 6,5	8MD	2MD	50	6 – 6,5	100
	3	8D	4M	33	9 – 9,5	8D	2D	50	9 – 9,5	100
	5	-	4M	0,1	3 – 3,5	-	2M	1	4 – 4,5	100
	10	-	4M	1	4 – 4,5	-	2M	10	4,5 – 5	50
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1	8M	4M	0,3	4 – 4,5	8M	4M	0,3	4 – 4,5	0,1
	3	-	2MD	-	5 – 5,5	-	2D	-	6 – 6,5	10
	5	-	2D	-	4,5 – 5	-	2D	-	6 – 6,5	16
	10	8F	4M	3	4 – 4,5	8M	4M	3	4 – 4,5	16

Tabulka 84: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl.

$DFT = 90 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OK P [%]	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy								
		Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1680 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	1	-	2M	-	2 – 2,5	-	2MD	0,03	4 – 4,5	10
	3	8F	2MD	0,1	3 – 3,5	8M	2D	0,1	8 – 8,5	100
	5	-	4M	-	1,5 – 2	-	2MD	-	5 – 5,5	3
	10	-	2D	-	5 – 5,5	-	2D	-	8 – 8,5	-
Ca-Mg-HPO ₄	1	-	4MD	-	4,5 – 5	-	4MD	-	4,5 – 5	3
	3	8F	4M	0,03	3 – 3,5	6F	4MD	0,03	4,5 – 5	50
	5	-	4M	-	4,5 – 5	-	4MD	-	5,5 – 6	50
	10	-	8F	-	2 – 2,5	-	2MD	-	6 – 6,5	0,1
MgFe ₂ O ₄	1	8F	2MD	0,1	4 – 4,5	8F	2D	10	7 – 7,5	16
	3	8M	2D	50	>25	8M	2D	100	>25	100
	5	-	2MD	0,1	5 – 5,5	-	2D	50	8 – 8,5	33
	10	-	2MD	0,3	5,5 – 6	-	2D	0,3	8 – 8,5	0,3
Mg	1	8D	6M	0,1	3,5 – 4	8D	4MD	1	5 – 5,5	100
	3	8D	2MD	0,1	3,5 – 4	8D	2MD	16	5 – 5,5	100
	5	8D	4F	10	5 – 5,5	8D	4M	50	5 – 5,5	100
	10	8D	6D	1	5,5 – 6	8D	6D	3	6 – 6,5	100
MgO	1	-	6M	-	1,5 – 2	-	4M	-	2 – 2,5	-
	3	8F	6M	0,03	1,5 – 2	8F	6M	0,03	2 – 2,5	0,01
	5	-	4F	-	1,5 – 2	-	4M	-	2 – 2,5	-
	10	-	8F	-	1,5 – 2	-	6M	-	2 – 2,5	-
Zn	-	-	2MD	0,03	5 – 5,5	-	2D	0,3	8 – 8,5	0,3
TiO ₂	-	8F	2D	1	1,5 – 2	6F	2D	1	2 – 2,5	33
Ep	-	8F	2M	10	3,5 – 4	8F	2M	16	3,5 – 4	16

Tabulka 85: Hodnoty korozní odolnosti nátěrových filmů pigmentovaných organickými anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. $DFT = 90 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy								
	Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1680 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	6F	0,1	3 – 3,5	6M	2D	0,3	4 – 4,5	3
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	8F	4M	0,1	2,5 – 3	6M	2D	33	4 – 4,5	0,03
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	8F	4D	0,1	2,5 – 3	8F	2D	1	3 – 3,5	3
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	6F	-	2 – 2,5	8F	2D	-	3,5 – 4	0,03
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	-	8MD	0,03	1 – 1,5	-	2M	0,3	1 – 1,5	16
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	8F	6F	0,03	1 – 1,5	6M	2D	0,3	1 – 1,5	16
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	-	6F	0,1	1,5 – 2	-	4M	1	1,5 – 2	10
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	8F	2D	0,03	1 – 1,5	8M	2D	33	2 – 2,5	33
Ca-Mg-HPO ₄	8F	2D	1	3,5 – 4	8M	2D	10	3,5 – 4	33
MgFe ₂ O ₄	8F	2D	0,03	2,5 – 3	8F	2D	0,1	2,5 – 3	10
Mg	8D	6M	0,1	2 – 2,5	8D	2D	1	2,5 – 3	-
MgO	8F	4M	0,1	2 – 2,5	8F	2D	0,1	2 – 2,5	-

Tabulka 86: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl.

$DFT = 130 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy s TOPCOAT								
		Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1848 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	8F	6MD	-	1 – 1,5	8F	4MD	16	1 – 1,5	3
	3	8F	6MD	-	1,5 – 2	6M	6D	0,3	1,5 – 2	1
	5	8F	4M	0,03	0,5 – 1	8M	4M	0,1	0,5 – 1	0,1
	10	8F	6MD	-	1,5 – 2	8M	2D	1	1,5 – 2	0,03
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	8F	4M	0,03	0,5 – 1	6M	2MD	0,1	0,5 – 1	0,1
	3	-	6M	0,1	0 – 0,5	8F	2M	0,3	0 – 0,5	-
	5	-	6M	-	1 – 1,5	6M	2M	0,3	1 – 1,5	0,03
	10	8F	4M	0,1	1,5 – 2	8M	4D	0,03	3 – 3,5	1
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	8F	4MD	0,03	0,5 – 1	8F	6D	0,03	1 – 1,5	0,03
	3	-	6D	0,03	0,5 – 1	8F	6D	0,1	0,5 – 1	0,03
	5	-	4D	0,1	2,5 – 3	6F	4D	1	3 – 3,5	1
	10	-	4MD	0,03	1,5 – 2	8M	2D	0,03	1,5 – 2	0,1
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	-	4M	0,03	1 – 1,5	8F	2D	0,03	1 – 1,5	0,1
	3	-	2M	-	1 – 1,5	8M	2D	0,03	1,5 – 2	0,03
	5	-	4MD	-	1 – 1,5	8F	2MD	0,03	1,5 – 2	-
	10	-	4M	0,1	1,5 – 2	8F	2MD	1	1,5 – 2	0,01
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	6MD	4MD	0,03	1 – 1,5	6MD	2D	1	1 – 1,5	0,03
	3	6MD	4M	0,03	1 – 1,5	6MD	2M	0,03	1 – 1,5	0,01
	5	6MD	4MD	-	0,5 – 1	6MD	4MD	0,03	0,5 – 1	3
	10	8M	4M	-	0 – 0,5	6MD	2M	0,03	0,5 – 1	-
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	6M	4M	0,1	0 – 0,5	8D	2D	3	0,5 – 1	50
	3	-	6M	0,03	1 – 1,5	8F	2MD	3	1 – 1,5	3
	5	6F	4D	-	0 – 0,5	6F	2D	3	0 – 0,5	3
	10	8F	8MD	0,03	0 – 0,5	8F	4D	3	0 – 0,5	10
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	6MD	4M	-	1 – 1,5	4MD	2D	0,3	1 – 1,5	-
	3	6MD	4M	-	0,5 – 1	6MD	4M	1	0,5 – 1	-
	5	6M	4M	-	1 – 1,5	6M	4M	0,03	1 – 1,5	0,03
	10	6M	8MD	-	0,5 – 1	4M	2D	0,1	0,5 – 1	0,03

Tabulka 87: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. $DFT = 130 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OK P [%]	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy s TOPCOAT								
		Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1848 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	1	8M	2D	-	1 – 1,5	6M	2D	0,3	1 – 1,5	1
	3	8M	4MD	-	0,5 – 1	8M	2MD	0,1	1 – 1,5	0,1
	5	-	2MD	-	1,5 – 2	6M	2D	1	1,5 – 2	0,03
	10	8F	6D	-	0,5 – 1	6M	2MD	1	1 – 1,5	33
Ca-Mg-HPO ₄	1	8F	2M	0,03	2 – 2,5	4F	4D	1	2 – 2,5	3
	3	8F	4MD	0,1	2 – 2,5	8F	4D	0,1	2 – 2,5	3
	5	6F	4MD	0,03	1 – 1,5	6F	2MD	0,1	1 – 1,5	0,3
	10	8F	4MD	-	1 – 1,5	8F	4MD	0,1	1 – 1,5	0,03
MgFe ₂ O ₄	1	-	6MD	-	0,5 – 1	8F	4D	0,03	0,5 – 1	0,03
	3	-	2D	-	0,5 – 1	8M	2D	3	0,5 – 1	3
	5	-	2MD	-	0,5 – 1	6F	2D	0,03	0,5 – 1	0,1
	10	8F	4M	-	0,5 – 1	6M	2MD	3	0,5 – 1	0,03
Mg	1	-	4MD	0,03	0 – 0,5	8F	2D	1	0 – 0,5	0,03
	3	8M	4MD	0,03	0 – 0,5	6M	2D	0,03	0 – 0,5	1
	5	8F	2D	-	1 – 1,5	8F	2D	3	1,5 – 2	3
	10	8M	2MD	-	0,5 – 1	6M	2D	1	0,5 – 1	0,03
MgO	1	8F	4M	-	1 – 1,5	8F	2M	-	1 – 1,5	-
	3	8MD	4M	0,03	1 – 1,5	8MD	4M	0,03	1 – 1,5	-
	5	8M	6MD	-	1 – 1,5	8MD	4MD	0,1	1,5 – 2	0,1
	10	6M	6M	-	0,5 – 1	8MD	4M	0,03	0,5 – 1	-
Zn	-	8M	4D	-	0,5 – 1	8M	2D	10	1 – 1,5	3
TiO ₂	-	6M	2MD	0,03	0 – 0,5	4F	2MD	0,1	1 – 1,5	0,1

Tabulka 88: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem 5 % NaCl. $DFT = 130 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem 5 % solné mlhy s TOPCOAT								
	Hodnocení po 1176 hodinách				Hodnocení po 1848 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	6M	2D	-	1 – 1,5	6M	2D	0,1	1 – 1,5	0,1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	6F	2D	-	2 – 2,5	6M	2D	3	2,5 – 3	0,03
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	6F	2D	-	1,5 – 2	6M	2D	3	3 – 3,5	0,1
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	2D	-	1,5 – 2	4M	2D	3	1,5 – 2	3
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	-	4D	-	0,5 – 1	6M	2D	10	2,5 – 3	100
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	-	2D	-	2,5 – 3	8MD	2D	10	2,5 – 3	16
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	-	2D	0,3	2,5 – 3	2M	2D	33	2,5 – 3	33
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	8M	2D	-	0,5 – 1	8M	2D	16	0,5 – 1	33
Ca-Mg-HPO ₄	8F	2M	-	0,5 – 1	6M	2D	1	1 – 1,5	-
MgFe ₂ O ₄	8MD	2D	3	0,5 – 1	6MD	2D	0,1	0,5 – 1	1
Mg	8F	2D	0,03	2,5 – 3	8F	2D	1	5 – 5,5	0,1
MgO	6F	2MD	0,03	2,5 – 3	8MD	2MD	0,03	2,5 – 3	-

4.6.2 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s obsahem SO₂

V kapitole 4.6.2 jsou uvedeny výsledky zrychlených korozních zkoušek v atmosféře s obsahem SO₂ provedených na ocelových panelech s nátěrovým filmem. Na každém panelu byly hodnoceny puchýře ploše a v řezu a též koroze v ploše a v řezu. Po stažení nátěrového filmu byla hodnocena i míra podkorodování kovového podkladu. Hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

Tabulka 89: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO₂. DFT = $90 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Expozice v atmosféře s obsahem SO ₂								
		Hodnocení po 840 hodinách				Hodnocení po 1536 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1	-	-	0,03	0,5 – 1	6M	6M	0,1	0,5 – 1	0,1
	3	-	8F	0,3	0 – 0,5	-	8F	1	0,5 – 1	0,03
	5	-	-	0,3	0 – 0,5	6M	6M	0,3	0 – 0,5	-
	10	-	-	-	0,5 – 1	6M	6F	0,1	0,5 – 1	-
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	1	-	-	0,1	0,5 – 1	-	8F	0,03	0,5 – 1	-
	3	-	-	0,1	0,5 – 1	-	8F	0,3	0,5 – 1	-
	5	-	8F	0,3	0,5 – 1	-	8F	0,3	0 – 0,5	0,03
	10	-	6F	0,1	0,5 – 1	-	6F	0,03	0,5 – 1	0,03
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1	-	8F	0,03	0,5 – 1	6MD	6F	0,03	0,5 – 1	-
	3	-	8F	0,3	0,5 – 1	6M	6F	0,3	0,5 – 1	-
	5	-	-	-	0 – 0,5	6M	8F	-	0 – 0,5	-
	10	-	8F	-	0 – 0,5	6M	6F	-	0,5 – 1	0,03
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1	-	4MD	0,1	3 – 3,5	8F	4D	1	3 – 3,5	3
	3	-	2D	0,1	3 – 3,5	6M	2D	1	3 – 3,5	0,03
	5	6F	2D	1	2 – 2,5	6F	2D	1	3 – 3,5	1
	10	-	4M	0,03	2 – 2,5	8F	4MD	0,03	2 – 2,5	0,1
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1	8MD	8F	0,1	0,5 – 1	8MD	8F	0,1	0,5 – 1	-
	3	8F	6F	-	0,5 – 1	8M	6M	-	0,5 – 1	0,03
	5	8MD	8MD	-	0 – 0,5	8D	2MD	-	0 – 0,5	-
	10	8M	8F	-	0 – 0,5	8MD	8F	0,03	0 – 0,5	-
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1	8MD	6MD	0,1	0 – 0,5	8MD	4MD	0,1	0 – 0,5	1
	3	-	-	1	0 – 0,5	-	8F	3	0 – 0,5	50
	5	-	6F	-	0 – 0,5	8M	4F	1	0 – 0,5	3
	10	-	-	-	0,5 – 1	6M	6M	0,1	0,5 – 1	10
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1	-	8F	0,03	0,5 – 1	6F	8F	0,03	0,5 – 1	3
	3	8F	-	-	1 – 1,5	6M	-	-	1 – 1,5	0,03
	5	-	-	-	0 – 0,5	6M	-	-	0 – 0,5	3
	10	8MD	8D	-	0 – 0,5	8D	8D	-	0 – 0,5	0,03

Tabulka 90: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu m$

Pigment	OK P [%]	Expozice v atmosféře s obsahem SO_2								
		Hodnocení po 840 hodinách				Hodnocení po 1536 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	1	-	8F	1	0,5 – 1	6MD	8F	1	0,5 – 1	0,03
	3	-	6M	-	1,5 – 2	8F	6M	0,03	1,5 – 2	0,1
	5	-	8F	-	0,5 – 1	4M	6M	-	0,5 – 1	1
	10	-	6F	-	0 – 0,5	8M	4F	-	0 – 0,5	0,1
Ca-Mg-HPO ₄	1	-	8F	1	0 – 0,5	6MD	8F	3	0 – 0,5	1
	3	-	8F	1	1 – 1,5	6M	6F	1	1 – 1,5	0,1
	5	-	8F	1	0,5 – 1	6M	6F	1	0,5 – 1	1
	10	-	6M	3	0,5 – 1	4F	6MD	3	0,5 – 1	0,1
MgFe ₂ O ₄	1	8F	8F	1	0,5 – 1	6M	8F	1	0,5 – 1	0,03
	3	8F	8F	0,03	0,5 – 1	4M	8F	0,1	1 – 1,5	3
	5	-	8F	0,03	0 – 0,5	6M	8F	0,1	0 – 0,5	0,1
	10	-	8F	-	0 – 0,5	4M	6M	-	0 – 0,5	1
Mg	1	-	8F	0,1	0,5 – 1	4M	6M	0,1	0,5 – 1	3
	3	-	6F	0,1	0,5 – 1	4F	6F	0,1	0,5 – 1	0,03
	5	-	6F	0,03	0,5 – 1	6M	6M	0,03	0,5 – 1	0,03
	10	-	8F	0,1	0 – 0,5	4F	8F	0,1	0,5 – 1	-
MgO	1	8F	-	0,03	1 – 1,5	8F	-	0,1	1 – 1,5	-
	3	8F	8F	1	0,5 – 1	8F	8F	1	0,5 – 1	-
	5	8D	8F	0,1	0,5 – 1	8D	8MD	0,1	0,5 – 1	0,1
	10	8D	8M	0,1	0,5 – 1	8D	8D	0,1	0,5 – 1	0,1
Zn	-	-	8F	0,3	1 – 1,5	4F	8F	0,3	1 – 1,5	3
TiO ₂	-	8D	4MD	0,03	0 – 0,5	8D	4MD	0,1	0 – 0,5	100
Ep	-	6MD	2D	16	3,5 – 4	6MD	2D	16	3,5 – 4	16

Tabulka 91: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a anorganickými pigmenty při OKP 3 % a obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO_2 . DFT = $90 \pm 10\mu m$

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem SO_2								
	Hodnocení po 840 hodinách				Hodnocení po 1536 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	4M	-	0,5 – 1	8F	4MD	-	0,5 – 1	100
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	-	6MD	-	0 – 0,5	-	6MD	-	0 – 0,5	100
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	8MD	4M	0,03	0 – 0,5	8MD	4M	0,1	0 – 0,5	100
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	6MD	0,03	0 – 0,5	8F	4MD	0,03	0 – 0,5	50
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	-	2M	-	1,5 – 2	-	2M	-	1,5 – 2	100
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	-	2D	-	1,5 – 2	8F	2D	0,03	1,5 – 2	50
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	8M	4M	0,03	0,5 – 1	8MD	4M	1	0,5 – 1	100
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	8F	2M	-	0 – 0,5	8F	6MD	-	0 – 0,5	100
Ca-Mg-HPO ₄	6M	4M	-	0 – 0,5	6M	4MD	0,03	0 – 0,5	100
MgFe ₂ O ₄	8F	6M	-	0 – 0,5	8MD	6M	0,03	0 – 0,5	33
Mg	8F	6MD	-	0,5 – 1	8M	6MD	0,03	0,5 – 1	16
MgO	8F	6MD	0,03	0 – 0,5	8F	6MD	0,03	0 – 0,5	3

Tabulka 92: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO₂. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem SO ₂								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	8F	0,03	0 – 0,5	8F	6M	0,03	0,5 – 1	-
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	-	8F	0,03	0 – 0,5	8F	8MD	0,03	0 – 0,5	-
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	6F	-	0 – 0,5	8M	6M	0,01	0 – 0,5	0,01
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8F	8M	-	0,5 – 1	8M	8MD	0,01	0,5 – 1	-
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	10D	8F	-	0 – 0,5	10D	8MD	-	0 – 0,5	0,01
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10MD	6M	-	0 – 0,5	10D	6MD	-	0,5 – 1	0,01

Tabulka 93: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO₂. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem SO ₂								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	6F	-	0 – 0,5	8MD	6MD	-	0,5 – 1	16
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	8F	8F	-	0 – 0,5	8M	6M	-	0 – 0,5	100
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	6F	0,01	0 – 0,5	8F	6MD	0,01	0 – 0,5	3
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	10M	8F	-	0 – 0,5	10M	6MD	-	0 – 0,5	0,01
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	10D	8F	-	0 – 0,5	8D	6M	0,01	0 – 0,5	-
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10D	8F	-	0 – 0,5	10D	8MD	0,01	0 – 0,5	0,01

Tabulka 94: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem SO₂. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem SO ₂								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	10M	8M	-	0 – 0,5	10M	6M	-	0 – 0,5	10
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	10M	8M	-	0 – 0,5	10D	6M	-	0 – 0,5	0,1
MgFe ₂ O ₄	8F	8M	-	0 – 0,5	6D	6M	-	0 – 0,5	3
Ca-Mg-HPO ₄	10M	8M	-	0 – 0,5	10M	8M	-	0 – 0,5	3
MgO	8D	-	-	0 – 0,5	6D	8F	-	0 – 0,5	0,01

4.6.3 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře s povšechnou kondenzací

V kapitole 4.6.3 jsou uvedeny výsledky zrychlených korozních zkoušek v atmosféře s povšechnou kondenzací provedených na ocelových panelech s nátěrovým filmem.

Tabulka 95: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	10MD	-	-	0 – 0,5	10D	-	0,01	0 – 0,5	0,01
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	8F	-	-	0 – 0,5	8F	-	0,01	0 – 0,5	-
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	10MD	-	0,03	0 – 0,5	10D	8F	0,01	0 – 0,5	0,03
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8F	8F	-	0 – 0,5	8M	8F	-	0 – 0,5	0,01
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	10M	-	-	0 – 0,5	10M	6F	-	0 – 0,5	0,1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10MD	6F	-	0 – 0,5	10MD	6F	-	0 – 0,5	0,03

Tabulka 96: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	-	6F	-	0 – 0,5	10MD	6M	0,01	0 – 0,5	16
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	-	8M	-	0 – 0,5	10D	6M	-	0 – 0,5	10
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	-	6M	-	0 – 0,5	10D	6MD	-	0 – 0,5	16
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	10D	6F	-	0 – 0,5	10D	6F	-	0 – 0,5	10
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	10D	8F	-	0 – 0,5	8D	8F	0,01	0 – 0,5	3
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10D	8F	-	0 – 0,5	10D	8F	0,01	0 – 0,5	50

Tabulka 97: Hodnoty korozní odolnosti u organických povlaků pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s povšechnou kondenzací. DFT = 90 ± 10 μm

Vzorek	Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	10MD	6F	-	0 – 0,5	10MD	6F	-	0 – 0,5	0,1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	10MD	8F	-	0 – 0,5	10D	8M	-	0 – 0,5	1
MgFe ₂ O ₄	6D	-	-	0 – 0,5	6D	8F	-	0 – 0,5	0,03
Ca-Mg-HPO ₄	10M	-	-	0 – 0,5	10M	-	-	0 – 0,5	0,1
MgO	6D	8F	-	0 – 0,5	6D	8F	0,01	0 – 0,5	0,1

4.6.4 Hodnocení korozní odolnosti nátěrového filmu v atmosféře solného elektrolytu NaCl/(NH₄)₂SO₄

V kapitole 4.6.3 jsou uvedeny výsledky zrychlených korozních zkoušek v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄ provedených na ocelových panelech s nátěrovým filmem. Na každém vzorku byly hodnoceny puchýře ploše a v řezu a též koroze v ploše a v řezu. Po stažení nátěrového filmu byla hodnocena i míra podkorodování kovového podkladu. Hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

Tabulka 98: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60 \%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	OKP [%]	Expozice v atmosféře solného elektrolytu NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
		Hodnocení po 408 hodinách				Hodnocení po 1581 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	1	-	8F	-	0 – 0,5	8F	8M	-	0 – 0,5	1
	3	-	8M	-	0,5 – 1	8F	6M	0,01	0 – 0,5	3
	5	8F	8M	-	0,5 – 1	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,03
	10	-	8F	-	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0 – 0,5	0,03
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	1	-	6F	-	0,5 – 1	6MD	6M	-	0,5 – 1	10
	3	-	6F	0,03	0 – 0,5	8M	6M	0,01	0,5 – 1	10
	5	-	6F	-	0,5 – 1	8M	6MD	0,01	0,5 – 1	0,03
	10	-	8F	-	0 – 0,5	8F	8MD	0,01	0,5 – 1	0,03
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	1	-	8F	-	0 – 0,5	-	6M	-	0,5 – 1	1
	3	-	6F	-	0,5 – 1	8M	6M	0,01	0,5 – 1	3
	5	-	6F	-	0,5 – 1	8M	6M	0,01	0,5 – 1	3
	10	-	6F	-	0,5 – 1	8F	6M	-	0,5 – 1	33
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	1	-	6F	-	0 – 0,5	8M	6M	-	0 – 0,5	3
	3	-	6F	-	0,5 – 1	8M	6M	0,01	0 – 0,5	0,03
	5	-	6F	-	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,1
	10	-	6F	-	0 – 0,5	8F	6M	-	0,5 – 1	0,1
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	1	-	6F	-	0 – 0,5	10D	6M	-	0 – 0,5	1
	3	8MD	6F	-	0,5 – 1	10D	6M	-	0,5 – 1	0,1
	5	8MD	6F	-	0,5 – 1	10MD	6M	0,01	0,5 – 1	0,03
	10	8M	8F	-	0 – 0,5	10MD	6M	-	0 – 0,5	0,1
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	1	-	6F	0,03	0,5 – 1	8F	6M	0,1	0,5 – 1	0,1
	3	-	8F	0,03	0,5 – 1	8F	6F	0,03	0,5 – 1	0,1
	5	-	8F	0,03	0,5 – 1	8F	8F	0,1	0 – 0,5	0,03
	10	-	8F	0,03	0,5 – 1	8F	6M	0,03	0,5 – 1	0,03
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	1	-	6M	-	0,5 – 1	6M	6M	-	0,5 – 1	0,1
	3	-	6M	0,03	0,5 – 1	6M	6F	0,03	0,5 – 1	3
	5	8F	6F	0,03	0,5 – 1	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,03
	10	8F	6F	0,03	0,5 – 1	-	6M	0,03	0,5 – 1	0,01

Tabulka 99: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60 \%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	OK P [%]	Expozice v atmosféře solného elektrolytu $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$								
		Hodnocení po 408 hodinách				Hodnocení po 1581 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
($[\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2$) _n - PO_4	1	8F	6M	-	0,5 – 1	8F	6M	-	0,5 – 1	0,03
	3	8F	6M	-	0 – 0,5	8F	6M	-	0 – 0,5	1
	5	-	6M	0,03	0 – 0,5	8F	6M	-	0 – 0,5	3
	10	6F	8MD	-	0,5 – 1	10MD	4M	-	0,5 – 1	3
Ca-Mg- HPO_4	1	-	6M	-	0,5 – 1	-	6F	0,01	0 – 0,5	1
	3	8F	8F	-	0,5 – 1	-	6F	-	0,5 – 1	0,1
	5	8F	6M	-	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,1
	10	8F	6M	0,03	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,1
Mg Fe_2O_4	1	8F	6M	0,1	0,5 – 1	8M	6M	0,03	0,5 – 1	0,1
	3	8M	6M	0,03	0,5 – 1	8MD	4M	1	0,5 – 1	16
	5	-	6M	0,1	0,5 – 1	8F	8M	0,03	0 – 0,5	1
	10	-	6F	0,03	0,5 – 1	8M	6M	0,01	0,5 – 1	1
Mg	1	-	6F	-	0 – 0,5	8D	6M	-	0,5 – 1	33
	3	-	8F	-	0 – 0,5	8M	6F	-	0 – 0,5	10
	5	-	8F	0,03	0 – 0,5	8M	6F	0,03	0 – 0,5	1
	10	-	8F	-	0 – 0,5	8M	8M	0,03	0 – 0,5	1
MgO	1	8D	6F	-	0 – 0,5	8D	6M	0,01	0,5 – 1	1
	3	8MD	-	-	0 – 0,5	8MD	6M	-	0,5 – 1	0,03
	5	8M	-	0,03	0 – 0,5	8D	8M	0,03	0 – 0,5	0,1
	10	8F	-	-	0 – 0,5	8F	6M	0,03	0 – 0,5	0,03
Zn	-	-	6M	0,03	0,5 – 1	8F	6M	0,03	0 – 0,5	0,1
TiO ₂	-	8D	2M	0,03	1 – 1,5	8M	2MD	1	0,5 – 1	10
Ep	-	4MD	4MD	3	1 – 1,5	4MD	4D	16	2,5 – 3	10

Tabulka 100: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO_2 při $Q = 50 \%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $DFT = 100 \pm 10\mu\text{m}$

Pigment	Expozice v atmosféře solného elektrolytu $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$								
	Hodnocení po 408 hodinách				Hodnocení po 1581 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	8F	6M	0,03	0 – 0,5	8M	4M	0,1	0 – 0,5	3
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	10MD	4MD	0,1	0 – 0,5	10MD	4MD	1	0,5 – 1	3
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	10M	4MD	0,03	0,5 – 1	10MD	2D	0,1	0,5 – 1	3
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	-	4MD	0,1	0 – 0,5	8F	4MD	0,1	0,5 – 1	1
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	-	4M	0,03	0 – 0,5	8F	4MD	1	0 – 0,5	0,1
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	8F	4M	0,03	0 – 0,5	8M	4M	0,03	0 – 0,5	0,1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	10D	4M	0,1	0,5 – 1	10D	4M	0,1	0,5 – 1	0,03
($[\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2$) _n - PO_4	10MD	6M	0,03	0 – 0,5	10MD	4MD	0,1	0,5 – 1	16
Ca-Mg- HPO_4	8MD	2M	0,03	1 – 1,5	8MD	2MD	0,1	0,5 – 1	10
Mg Fe_2O_4	8M	4M	1	1 – 1,5	8M	4M	3	0,5 – 1	10
Mg	6F	4M	0,1	0,5 – 1	10D	2D	0,1	0,5 – 1	33
MgO	6D	-	0,03	0 – 0,5	6D	6MD	3	0,5 – 1	1

Tabulka 101: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	-	6F	0,01	0 – 0,5	8F	4MD	0,03	0,5 – 1	0,01
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	-	8F	0,03	0 – 0,5	-	4MD	0,03	0 – 0,5	-
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	10M	4F	0,01	0 – 0,5	10M	4MD	0,01	0 – 0,5	0,03
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8F	6F	-	0 – 0,5	8F	4MD	-	0,5 – 1	0,01
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	8D	6F	-	0 – 0,5	8D	4MD	-	0,5 – 1	1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10MD	6M	-	0 – 0,5	10MD	4M	-	0 – 0,5	0,01

Tabulka 102: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	6F	-	0 – 0,5	8M	4F	-	0 – 0,5	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	8M	8F	-	0 – 0,5	8M	2M	-	0 – 0,5	10
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	10F	4F	-	0 – 0,5	10MD	2M	-	0,5 – 1	3
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8F	6F	-	0 – 0,5	8M	2M	0,03	0 – 0,5	0,01
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	10D	6F	-	0 – 0,5	10D	4M	-	0 – 0,5	-
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10D	6M	-	0 – 0,5	10D	4M	-	0 – 0,5	0,03

Tabulka 103: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 1 %, ZnO při OKP = 3 % a s obsahem Fe₂O₃ při Q = 40 % v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 90 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře s obsahem NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
	Hodnocení po 168 hodinách				Hodnocení po 1080 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	10F	8F	-	0 – 0,5	10M	4F	-	0 – 0,5	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	10M	4M	-	0 – 0,5	10M	4M	-	0 – 0,5	0,1
MgFe ₂ O ₄	8D	4F	-	0 – 0,5	6D	4M	-	0 – 0,5	0,03
Ca-Mg-HPO ₄	8M	8M	-	0 – 0,5	8M	4M	-	0 – 0,5	10
MgO	6MD	6F	0,01	0 – 0,5	6D	4F	0,01	0 – 0,5	0,1

4.6.5 Hodnocení korozní odolnosti v atmosféře QUV/ solný elektrolyt

V kapitole 4.6.4 jsou uvedeny výsledky kombinované zrychlené korozní zkoušky QUV/solný elektrolyt ($\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) provedené na ocelových panelech s nátěrovým filmem. Na každém vzorku byly hodnoceny puchýře ploše a v řezu a též koroze v ploše a v řezu. Po stažení nátěrového filmu byla hodnocena i míra podkorodování kovového podkladu. Hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

Tabulka 104: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a obsahem Zn při $Q = 60 \%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem QUV/ $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Expozice v atmosféře QUV/ $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$								
		Hodnocení po 576 hodinách				Hodnocení po 1656 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	-	8F	-	0,5 – 1	6M	6F	0,01	0,5 – 1	1
	3	-	8M	-	0 – 0,5	6F	6M	0,01	0,5 – 1	0,01
	5	8F	6M	-	0,5 – 1	8F	6M	0,03	0,5 – 1	0,01
	10	8F	8M	-	0 – 0,5	8F	6M	0,03	0,5 – 1	-
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	8F	6F	-	0,5 – 1	4F	6M	-	0 – 0,5	0,1
	3	-	6M	-	0,5 – 1	8F	6M	-	0,5 – 1	-
	5	-	6F	-	0,5 – 1	-	6MD	-	0,5 – 1	-
	10	-	8M	-	0 – 0,5	-	6M	0,01	0,5 – 1	0,01
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	-	8M	-	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	-
	3	-	8F	-	0,5 – 1	-	6M	0,03	0,5 – 1	-
	5	8F	6F	-	0,5 – 1	8F	4M	0,01	0 – 0,5	0,03
	10	-	8M	-	0,5 – 1	8F	6M	-	0,5 – 1	-
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	-	6F	-	0,5 – 1	8F	6M	0,01	0 – 0,5	0,01
	3	-	6M	-	0,5 – 1	8F	6F	-	0,5 – 1	-
	5	-	6F	-	0 – 0,5	8F	6M	-	0,5 – 1	-
	10	-	6M	-	0 – 0,5	-	6MD	0,01	0,5 – 1	0,01
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	-	8F	-	0 – 0,5	8M	6M	0,03	0 – 0,5	-
	3	8MD	6F	-	0,5 – 1	6MD	6M	0,01	0,5 – 1	-
	5	8MD	8M	-	0,5 – 1	6M	6M	-	0,5 – 1	-
	10	8MD	8M	-	0 – 0,5	-	6MD	0,01	0 – 0,5	-
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	-	6F	0,1	0,5 – 1	8MD	6M	0,1	0,5 – 1	-
	3	-	8F	0,1	0,5 – 1	8D	6M	0,1	0,5 – 1	-
	5	8M	8F	0,03	0 – 0,5	8F	6M	0,1	0,5 – 1	-
	10	-	6F	0,1	0,5 – 1	8F	6M	0,3	0 – 0,5	-
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	-	6F	-	0 – 0,5	6F	6F	0,01	0,5 – 1	1
	3	8M	6M	-	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,01
	5	8F	8M	-	0,5 – 1	8M	6M	0,03	0,5 – 1	0,03
	10	8F	8M	-	0,5 – 1	-	6M	-	0 – 0,5	-

Tabulka 105: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v atmosféře QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄.

DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	OK P [%]	Expozice v atmosféře QUV/ NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
		Hodnocení po 576 hodinách				Hodnocení po 1656 hodinách				
		Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
		Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	1	8F	6M	-	0,5 – 1	4F	8M	-	0,5 – 1	1
	3	8F	6M	-	0 – 0,5	6F	6MD	0,01	0,5 – 1	0,03
	5	-	6M	-	0 – 0,5	-	6MD	-	0,5 – 1	0,1
	10	8F	6F	-	0,5 – 1	8F	6M	0,01	0,5 – 1	0,01
Ca-Mg-HPO ₄	1	-	6F	0,03	0 – 0,5	8M	8M	-	0 – 0,5	-
	3	8F	6M	0,01	0 – 0,5	8F	6M	0,01	0,5 – 1	-
	5	-	6M	0,03	0 – 0,5	-	6M	0,01	0 – 0,5	-
	10	8F	6M	0,03	0 – 0,5	8F	6M	-	0 – 0,5	-
MgFe ₂ O ₄	1	-	6F	0,1	0 – 0,5	8F	6F	-	0,5 – 1	-
	3	-	6M	0,03	0,5 – 1	-	6M	0,01	0 – 0,5	-
	5	-	6F	0,1	0 – 0,5	-	6F	0,03	0 – 0,5	0,01
	10	-	8F	0,03	0,5 – 1	8F	8M	-	0 – 0,5	0,03
Mg	1	-	8F	-	0 – 0,5	8F	6F	-	0 – 0,5	0,01
	3	-	8F	-	0 – 0,5	8M	6F	-	0 – 0,5	-
	5	-	6F	0,03	0 – 0,5	8F	6F	0,01	0,5 – 1	0,03
	10	-	8F	0,03	0 – 0,5	-	6M	0,03	0,5 – 1	-
MgO	1	8MD	6F	-	0 – 0,5	8MD	6M	-	0,5 – 1	-
	3	8MD	8F	-	0 – 0,5	8MD	6M	-	0,5 – 1	-
	5	8MD	8F	0,01	0 – 0,5	8MD	8M	-	0 – 0,5	0,03
	10	8F	8F	0,03	0 – 0,5	8F	6MD	0,01	0 – 0,5	-
Zn	-	-	6F	0,01	0 – 0,5	8M	4M	0,01	0,5 – 1	0,01
TiO ₂	-	8M	2D	0,01	0,5 – 1	8M	2D	0,03	1 – 1,5	0,03
Ep	-	4M	4MD	3	1,5 – 2	4M	2D	100	2,5 – 3	100

Tabulka 106: Hodnoty korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄. DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Expozice v atmosféře QUV/ NaCl/(NH ₄) ₂ SO ₄								
	Hodnocení po 576 hodinách				Hodnocení po 1656 hodinách				
	Puchýře		Koroze		Puchýře		Koroze		
	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [st.]	Řez [st.]	Povlak [%]	Řez [mm]	Plocha [%]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	8F	6M	0,01	0 – 0,5	8F	2D	0,03	0,5 – 1	1
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	10MD	4MD	0,01	0 – 0,5	10MD	2D	0,03	1 – 1,5	-
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	10M	2MD	0,01	0,5 – 1	10M	2D	0,01	0,5 – 1	0,03
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	8F	4M	0,1	0,5 – 1	8F	4D	0,1	0,5 – 1	0,03
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	8F	4MD	0,01	0 – 0,5	8F	4MD	0,03	0,5 – 1	3
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	6F	4M	0,03	0 – 0,5	8MD	4MD	0,1	0,5 – 1	0,01
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	10D	4M	0,01	0,5 – 1	8D	6D	0,03	1 – 1,5	0,03
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n - PO ₄	8F	6M	0,01	0 – 0,5	8F	4MD	0,01	1 – 1,5	3
Ca-Mg-HPO ₄	8M	4M	0,1	0,5 – 1	8M	4D	0,1	0,5 – 1	3
MgFe ₂ O ₄	8MD	4M	0,1	0,5 – 1	8D	4M	0,1	0,5 – 1	10
Mg	10M	4M	0,03	0 – 0,5	8M	4MD	0,03	1 – 1,5	10
MgO	8D	8F	0,03	0 – 0,5	8D	4MD	0,03	0,5 – 1	0,01

4.7. Hodnocení nepřímých korozních zkoušek

4.7.1 Hodnocení elektrochemické lineární polarizace

V kapitole 4.6.5 jsou uvedeny výsledky měření elektrochemické lineární polarizace, měřené v 1M roztoku NaCl. V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty korozních potenciálů E_{kor} , korozní proudové hustoty I_{kor} , tafelových směrnic β_a a β_c , polarizačního odporu R_p a korozní rychlosti CR.

Tabulka 107: Hodnoty z měření lineární polarizace u organických povlaků pigmentovaných organickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60 \%$. $DFT = 50 \pm 5 \mu m$

Pigment	OKP [%]	Elektrochemická lineární polarizace					
		E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	CR [mm/rok]
$C_{12}H_6MgO_4$	1	-888	$3,56 \cdot 10^{-7}$	27,6	29,2	$1,73 \cdot 10^{10}$	$5,26 \cdot 10^{-9}$
	3	-876	$3,51 \cdot 10^{-7}$	28,3	29,1	$1,77 \cdot 10^{10}$	$5,19 \cdot 10^{-9}$
	5	-871	$3,42 \cdot 10^{-7}$	27,8	29,4	$1,81 \cdot 10^{10}$	$5,05 \cdot 10^{-9}$
	10	-873	$3,36 \cdot 10^{-7}$	27,4	28,5	$1,81 \cdot 10^{10}$	$4,96 \cdot 10^{-9}$
$C_{14}H_4Mg_2O_8$	1	-889	$5,78 \cdot 10^{-7}$	27,8	28,4	$1,06 \cdot 10^{10}$	$8,54 \cdot 10^{-9}$
	3	-887	$5,77 \cdot 10^{-7}$	28,7	28,4	$1,06 \cdot 10^{10}$	$8,52 \cdot 10^{-9}$
	5	-882	$5,12 \cdot 10^{-7}$	27,5	28,6	$1,19 \cdot 10^{10}$	$7,56 \cdot 10^{-9}$
	10	-882	$4,95 \cdot 10^{-7}$	26,5	26,4	$1,16 \cdot 10^{10}$	$7,31 \cdot 10^{-9}$
$C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$	1	-880	$7,99 \cdot 10^{-7}$	28,3	23,4	$6,96 \cdot 10^9$	$1,18 \cdot 10^{-8}$
	3	-881	$6,16 \cdot 10^{-7}$	27,2	28,6	$9,83 \cdot 10^9$	$9,10 \cdot 10^{-9}$
	5	-882	$6,89 \cdot 10^{-7}$	27,5	28,5	$8,82 \cdot 10^9$	$1,02 \cdot 10^{-8}$
	10	-878	$6,94 \cdot 10^{-7}$	26,7	27,7	$8,51 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^{-8}$
$C_{34}H_{26}MgN_8O_6$	1	-875	$2,98 \cdot 10^{-7}$	30,8	32,8	$2,31 \cdot 10^{10}$	$4,40 \cdot 10^{-9}$
	3	-875	$2,99 \cdot 10^{-7}$	31,2	32,8	$2,32 \cdot 10^{10}$	$4,42 \cdot 10^{-9}$
	5	-872	$2,78 \cdot 10^{-7}$	32,3	31,6	$2,49 \cdot 10^{10}$	$4,11 \cdot 10^{-9}$
	10	-872	$2,82 \cdot 10^{-7}$	32,3	32,5	$2,50 \cdot 10^{10}$	$4,17 \cdot 10^{-9}$
$C_{26}H_{19}MgN_3O_5$	1	-873	$5,70 \cdot 10^{-7}$	30,4	32,3	$1,19 \cdot 10^{10}$	$8,42 \cdot 10^{-9}$
	3	-874	$5,75 \cdot 10^{-7}$	30,5	30,4	$1,15 \cdot 10^{10}$	$8,49 \cdot 10^{-9}$
	5	-872	$5,89 \cdot 10^{-7}$	30,6	31,4	$1,14 \cdot 10^{10}$	$8,70 \cdot 10^{-9}$
	10	-871	$5,99 \cdot 10^{-7}$	31,6	32,8	$1,17 \cdot 10^{10}$	$8,85 \cdot 10^{-9}$
$C_{17}H_{10}MgN_2O_3$	1	-879	$4,96 \cdot 10^{-7}$	29,7	30,8	$1,32 \cdot 10^{10}$	$7,33 \cdot 10^{-9}$
	3	-878	$4,90 \cdot 10^{-7}$	29,8	30,7	$1,34 \cdot 10^{10}$	$7,24 \cdot 10^{-9}$
	5	-876	$3,43 \cdot 10^{-7}$	30,9	31,6	$1,98 \cdot 10^{10}$	$5,07 \cdot 10^{-9}$
	10	-874	$3,15 \cdot 10^{-7}$	31,4	32,5	$2,20 \cdot 10^{10}$	$4,65 \cdot 10^{-9}$
$C_{25}H_{18}MgN_4O_6$	1	-871	$7,51 \cdot 10^{-7}$	26,5	27,8	$7,84 \cdot 10^9$	$1,11 \cdot 10^{-8}$
	3	-875	$7,39 \cdot 10^{-7}$	26,5	26,8	$7,83 \cdot 10^9$	$1,09 \cdot 10^{-8}$
	5	-874	$7,32 \cdot 10^{-7}$	25,4	26,4	$7,68 \cdot 10^9$	$1,08 \cdot 10^{-8}$
	10	-877	$7,11 \cdot 10^{-7}$	26,3	27,2	$8,17 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^{-8}$

Tabulka 108: Hodnoty z měření lineární polarizace nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60 \%$. DFT = $50 \pm 5 \mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Elektrochemická lineární polarizace					
		E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	C_R [mm/rok]
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	1	-871	$1,26 \cdot 10^{-6}$	28,3	29,3	$4,96 \cdot 10^9$	$1,86 \cdot 10^{-8}$
	3	-878	$2,87 \cdot 10^{-5}$	29,2	30,2	$2,25 \cdot 10^8$	$4,24 \cdot 10^{-7}$
	5	-898	$3,94 \cdot 10^{-5}$	28,2	30,4	$1,61 \cdot 10^8$	$5,82 \cdot 10^{-7}$
	10	-899	$3,12 \cdot 10^{-5}$	27,8	29,2	$1,98 \cdot 10^8$	$4,61 \cdot 10^{-7}$
Ca-Mg-HPO ₄	1	-884	$2,87 \cdot 10^{-5}$	29,3	29,4	$2,22 \cdot 10^8$	$4,24 \cdot 10^{-7}$
	3	-887	$3,98 \cdot 10^{-5}$	29,4	30,9	$1,64 \cdot 10^8$	$5,88 \cdot 10^{-7}$
	5	-888	$4,45 \cdot 10^{-4}$	28,4	30,7	$1,44 \cdot 10^7$	$6,57 \cdot 10^{-6}$
	10	-883	$4,43 \cdot 10^{-4}$	27,7	30,4	$1,42 \cdot 10^7$	$6,54 \cdot 10^{-6}$
MgFe ₂ O ₄	1	-887	$8,99 \cdot 10^{-5}$	27,5	30,5	$6,98 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^{-6}$
	3	-887	$8,91 \cdot 10^{-5}$	28,6	29,8	$7,11 \cdot 10^7$	$1,32 \cdot 10^{-6}$
	5	-888	$7,45 \cdot 10^{-5}$	29,4	31,2	$8,82 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^{-6}$
	10	-889	$7,63 \cdot 10^{-5}$	29,7	31,4	$8,67 \cdot 10^7$	$1,13 \cdot 10^{-6}$
Mg	1	-874	$9,87 \cdot 10^{-6}$	28,2	32,4	$6,63 \cdot 10^8$	$1,46 \cdot 10^{-7}$
	3	-875	$9,75 \cdot 10^{-6}$	29,9	32,7	$6,96 \cdot 10^8$	$1,44 \cdot 10^{-7}$
	5	-877	$9,49 \cdot 10^{-6}$	29,7	32,9	$7,14 \cdot 10^8$	$1,40 \cdot 10^{-7}$
	10	-880	$9,31 \cdot 10^{-6}$	28,9	29,9	$7,18 \cdot 10^8$	$1,38 \cdot 10^{-7}$
MgO	1	-890	$3,01 \cdot 10^{-7}$	29,6	31,7	$2,21 \cdot 10^{10}$	$4,45 \cdot 10^{-9}$
	3	-892	$3,09 \cdot 10^{-7}$	29,2	31,9	$2,14 \cdot 10^{10}$	$4,56 \cdot 10^{-9}$
	5	-894	$3,24 \cdot 10^{-7}$	29,3	31,4	$2,03 \cdot 10^{10}$	$4,79 \cdot 10^{-9}$
	10	-899	$3,63 \cdot 10^{-7}$	29,4	30,9	$1,80 \cdot 10^{10}$	$5,36 \cdot 10^{-9}$
Zn	-	-889	$7,88 \cdot 10^{-7}$	30,1	32,4	$8,60 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^{-8}$
TiO ₂	-	-174	$1,99 \cdot 10^{-4}$	26,2	27,4	$2,92 \cdot 10^5$	$2,94 \cdot 10^{-4}$

Tabulka 109: Hodnoty z měření lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % a TiO₂ při $Q = 50 \%$. DFT = $50 \pm 5 \mu\text{m}$

Pigment	Elektrochemická lineární polarizace					
	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	C_R [mm/rok]
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	-221	$7,54 \cdot 10^{-5}$	27,8	28,4	$8,09 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^{-6}$
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	-212	$7,24 \cdot 10^{-5}$	26,6	25,5	$7,80 \cdot 10^7$	$7,81 \cdot 10^{-6}$
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	-213	$7,12 \cdot 10^{-5}$	26,2	26,5	$8,03 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^{-6}$
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	-210	$8,98 \cdot 10^{-5}$	25,8	25,7	$6,22 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^{-6}$
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	-207	$6,54 \cdot 10^{-4}$	26,7	25,8	$8,71 \cdot 10^6$	$9,66 \cdot 10^{-6}$
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	-214	$7,98 \cdot 10^{-5}$	25,1	25,7	$6,91 \cdot 10^7$	$1,18 \cdot 10^{-6}$
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	-216	$7,14 \cdot 10^{-4}$	26,2	25,9	$7,92 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^{-5}$
([C ₆ H ₄ NH] ₂ [C ₆ H ₄ N] ₂) _n -PO ₄	-180	$2,87 \cdot 10^{-5}$	26,1	28,8	$2,07 \cdot 10^8$	$4,24 \cdot 10^{-7}$
Ca-Mg-HPO ₄	-185	$2,44 \cdot 10^{-5}$	25,2	27,7	$2,35 \cdot 10^8$	$3,60 \cdot 10^{-7}$
MgFe ₂ O ₄	-184	$2,41 \cdot 10^{-5}$	23,7	26,5	$2,25 \cdot 10^8$	$3,56 \cdot 10^{-7}$
Mg	-181	$4,66 \cdot 10^{-4}$	25,2	28,7	$1,25 \cdot 10^7$	$6,88 \cdot 10^{-6}$
MgO	-185	$8,47 \cdot 10^{-6}$	32,2	34,2	$8,50 \cdot 10^8$	$1,25 \cdot 10^{-7}$

Tabulka 110: Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem CaCO_3 při $Q = 40$ %. $DFT = 50 \pm 5 \mu\text{m}$

Pigment	Elektrochemická lineární polarizace					
	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	C_R [mm/rok]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	-162	0,021	28,4	28,1	$2,92 \cdot 10^5$	$0,31 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	-164	0,018	28,2	27,8	$3,38 \cdot 10^5$	$0,27 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	-160	0,029	28,7	28,3	$2,13 \cdot 10^5$	$0,43 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	-165	0,024	28,3	27,9	$2,54 \cdot 10^5$	$0,36 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	-159	0,031	28,6	28,1	$1,98 \cdot 10^5$	$0,46 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	-158	0,033	28,4	28,3	$1,87 \cdot 10^5$	$0,49 \cdot 10^{-3}$

Tabulka 111: Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40$ %. $DFT = 50 \pm 5 \mu\text{m}$

Pigment	Elektrochemická lineární polarizace					
	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	C_R [mm/rok]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	-176	0,020	27,9	28,4	$3,06 \cdot 10^5$	$0,29 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	-172	0,021	27,8	28,2	$2,89 \cdot 10^5$	$0,31 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	-174	0,022	27,6	27,9	$2,76 \cdot 10^5$	$0,32 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	-174	0,017	28,1	28,7	$3,62 \cdot 10^5$	$0,25 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	-173	0,019	28,3	28,8	$3,26 \cdot 10^5$	$0,28 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	-175	0,017	28,4	28,5	$3,63 \cdot 10^5$	$0,25 \cdot 10^{-3}$

Tabulka 112: Hodnoty z měření elektrochemické lineární polarizace u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty při OKP 3 %, Plastoritem při OKP = 5 % a s obsahem Fe_2O_3 při $Q = 40$ %. $DFT = 50 \pm 5 \mu\text{m}$

Pigment	Elektrochemická lineární polarizace					
	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	C_R [mm/rok]
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	-178	0,015	29,2	29,6	$4,26 \cdot 10^5$	$0,22 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	-176	0,014	29,1	29,4	$4,53 \cdot 10^5$	$0,21 \cdot 10^{-3}$
MgFe_2O_4	-177	0,012	29,7	29,9	$5,39 \cdot 10^5$	$0,18 \cdot 10^{-3}$
Ca-Mg-HPO_4	-172	0,019	29,5	29,7	$3,38 \cdot 10^5$	$0,28 \cdot 10^{-3}$
MgO	-170	0,015	29,4	29,7	$4,42 \cdot 10^5$	$0,21 \cdot 10^{-3}$

4.7.3 Hodnocení odolnosti nátěrového filmu vůči působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH

V kapitole 4.7.3 jsou uvedeny výsledky odolnosti nátěrového filmu vůči působení pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12 v závislosti na čase. Každý sedmý den se hodnotila koroze v ploše a puchýře v ploše nátěru. Hodnocení bylo ukončeno po 10 týdnech.

Tabulka 113: Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = $50 \pm 5\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení korozní odolnosti v prostředí pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12											
		Puchýře v ploše [st] po 1200 hodinách						Podkorodování [%] po 1200 hodinách					
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$	1	2D	6D	8F	8M	6F	6M	100	100	3	10	16	33
	3	2D	6D	8F	8F	6MD	6MD	100	100	0,1	16	100	100
	5	2D	8D	8F	8F	6MD	6MD	100	100	50	10	100	33
	10	2D	8D	8F	8F	6D	6D	100	33	0,1	3	100	50
$\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$	1	2D	8M	8F	8MD	6M	8MD	100	50	-	100	33	100
	3	2D	6M	-	8M	6M	6M	100	33	0,1	50	100	50
	5	2D	8M	8F	8MD	6MD	6M	100	33	33	33	50	33
	10	2D	6F	-	8M	8MD	6MD	100	100	16	50	50	16
$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$	1	2D	8D	-	8M	8MD	8M	100	50	3	50	100	50
	3	2D	8D	-	8F	6D	8MD	100	50	0,1	10	100	50
	5	2D	8D	-	8F	6MD	6MD	100	50	0,1	10	100	50
	10	2D	8MD	-	8M	8MD	8MD	100	100	10	10	33	16
$\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$	1	2D	8D	-	-	8M	8M	100	50	3	0,1	100	50
	3	2D	6D	-	-	6MD	6MD	100	10	1	1	33	16
	5	2D	8M	-	-	6MD	6MD	100	50	3	10	100	50
	10	2D	8D	-	-	8MD	8MD	100	1	1	0,1	50	100
$\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$	1	2D	8MD	-	-	-	8F	100	10	0,1	1	3	3
	3	2D	8D	-	-	8M	8M	100	10	-	-	-	1
	5	2D	8D	-	-	-	-	100	10	1	-	-	1
	10	2D	8D	-	-	8D	8MD	100	16	-	-	-	-
$\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$	1	8F	8M	8F	-	8D	8MD	1	50	3	-	100	50
	3	2D	8MD	-	-	-	-	100	3	-	-	-	-
	5	2D	8D	-	-	-	-	100	1	0,1	-	-	-
	10	2D	4D	-	-	6F	8F	100	100	3	0,1	1	0,1
$\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$	1	2D	8D	-	-	-	-	100	100	-	-	0,1	3
	3	2D	8MD	-	-	-	8F	100	3	3	3	3	10
	5	2D	6M	-	-	-	-	100	100	-	-	0,1	-
	10	2D	6MD	8F	-	8F	8M	100	100	3	-	-	-

Tabulka 114: Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných anorganickými pigmenty a s obsahem Zn při $Q = 60\%$ v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = $50 \pm 5\mu\text{m}$

Pigment	OKP [%]	Hodnocení korozní odolnosti v prostředí pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12											
		Puchýře v ploše [st] po 1200 hodinách						Podkorodování [%] po 1200 hodinách					
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
[(C ₆ H ₄ NH) ₂ (C ₆ H ₄ N) ₂] _n -PO ₄	1	2D	8M	-	8F	6F	6F	100	10	1	0,1	16	16
	3	2D	8F	-	-	8F	8M	100	33	33	16	10	3
	5	2D	8M	-	-	6MD	6MD	100	10	3	0,1	50	50
	10	8D	8D	-	8F	8MD	8MD	50	33	3	1	1	-
Ca-Mg-HPO ₄	1	6D	8D	-	8M	8MD	8M	100	16	-	33	100	33
	3	2D	8D	-	8F	8F	8M	100	3	1	3	10	33
	5	2D	8M	-	-	8M	8M	100	10	-	1	33	33
	10	2D	8MD	-	-	8MD	8M	100	33	33	100	100	33
MgFe ₂ O ₄	1	2D	8MD	-	8F	8D	8MD	100	100	-	10	100	100
	3	2D	6M	-	8D	8MD	6MD	100	100	10	100	100	33
	5	2D	6D	6M	-	6MD	6MD	100	100	3	33	50	50
	10	2D	6D	8F	8MD	8MD	8MD	100	50	33	50	100	50
Mg	1	4D	8D	-	8M	8MD	6M	100	16	10	16	100	50
	3	2D	8D	8F	8F	6MD	6MD	100	100	100	3	100	50
	5	2D	8M	8M	8MD	6M	6M	100	100	33	33	50	16
	10	2D	8M	8M	-	6M	6M	100	100	50	3	16	16
MgO	1	2D	4M	-	8M	8MD	8MD	100	16	-	33	100	100
	3	2D	8M	-	8D	6D	6D	100	50	100	100	33	16
	5	2D	8F	8M	8MD	8MD	8MD	100	3	100	16	33	16
	10	2D	8M	-	-	-	8F	100	0,03	0,1	-	-	-
Zn	-	2D	6MD	-	-	6M	8F	10	50	-	10	100	100
TiO ₂	-	4D	8D	-	6D	6MD	6MD	100	100	50	10	100	100

Tabulka 115: Hodnocení korozní odolnosti u nátěrových filmů pigmentovaných organickými a anorganickými pigmenty při OKP 3 % s obsahem TiO₂ při $Q = 50\%$ v závislosti na čase v přítomnosti pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12. DFT = $50 \pm 5\mu\text{m}$

Pigment	Hodnocení korozní odolnosti OP v prostředí pufrů o pH 2, 4, 6, 8, 10 a 12											
	Puchýře v ploše [st] po 1200 hodinách						Podkorodování [%] po 1200 hodinách					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
C ₁₂ H ₆ MgO ₄	4MD	8F	8F	6F	6MD	6D	100	100	50	16	100	100
C ₁₄ H ₄ Mg ₂ O ₈	4D	8F	-	8F	8MD	8D	100	100	3	16	100	100
C ₁₆ H ₁₀ MgN ₁₂ O ₁₂	4MD	8D	-	-	8M	6D	50	100	3	3	3	16
C ₃₄ H ₂₆ MgN ₈ O ₆	4MD	8F	-	-	8MD	8D	50	100	3	10	16	50
C ₂₆ H ₁₉ MgN ₃ O ₅	6M	8M	-	-	-	-	33	16	-	-	1	0,1
C ₁₇ H ₁₀ MgN ₂ O ₃	4D	8D	-	-	-	-	100	100	-	3	1	0,1
C ₂₅ H ₁₈ MgN ₄ O ₆	8MD	8M	-	-	-	8MD	50	33	1	3	3	3
PANI	6MD	8F	-	-	-	6MD	100	50	3	3	16	10
Ca-Mg-HPO ₄	2D	6M	-	6MD	8MD	4MD	100	1	0,1	0,1	3	16
MgFe ₂ O ₄	4D	8F	-	-	8MD	8M	100	100	-	0,1	100	50
Mg	4D	4D	-	6F	8F	8M	100	100	50	50	100	100
MgO	4D	6MD	6M	6M	8MD	8MD	100	100	33	50	100	100

5. Diskuze k výsledkům

5.1 Diskuze ke stanovení fyzikálně – chemických vlastností pigmentů a vlastností pojiva

Na začátku dané práce byla nejprve provedena charakterizace studovaných pigmentů (stanovení olejového čísla a hustoty). Ze znalostí těchto veličin bylo poté možné vypočítat hodnotu KOKP (kritickou objemovou koncentrací pigmentu), která byla nezbytná pro sestavení formulací nátěrových hmot.

U organických pigmentů s obsahem Mg bylo stanoveno olejové číslo v rozmezí hodnot 25,5 – 75,8. Nejvyšší hodnota 75,8 g/100 g pigmentu byla zjištěna u pigmentu $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$. U tohoto pigmentu lze předpokládat relativně velkou pórovitost částic, a tedy i velký povrch schopný adsorpce. Hustoty nových organických pigmentů s obsahem Mg byly naměřeny v rozsahu 1,14 – 1,86 g·cm⁻³. Z naměřených hodnot spotřeby lněného oleje a hustoty byla poté vypočítána hodnota KOKP. Hodnoty KOKP rostly s klesajícím olejovým číslem v rozmezí 46–67. Nejvyšší hodnoty KOKP dosáhl pigment $C_{14}H_4Mg_2O_8$ a to 67.

U anorganických pigmentů a plniv se hodnoty olejového čísla pohybovaly v rozmezí 6,8 – 198,5 g/100 g pigmentu. Hodnota 198,5 g/100 g pigmentu stanovená u polianilinové soli byla zcela nejvyšší a lze tedy u ní předpokládat velkou pórovitost částic. Naopak velmi nízkou pórovitost lze očekávat u sférického zinku, kde hodnota olejového čísla byla pouze 6,8 g/100 g pigmentu. Na druhou stranu sférický zinek vykazoval nejvyšší hodnotu hustoty ze všech studovaných pigmentů 6,97 g·cm⁻³ a nejvyšší hodnotu KOKP (65).

U pojivové složky – epoxyesterové pryskyřice bylo stanoveno množství sušiny, která měla hodnotu 59,90 %, což koresponduje s hodnotou, jakou uvádí výrobce v technickém listě.

5.2. Diskuze k vlastnostem organických a anorganických antikoročních pigmentů

5.2.1 Diskuze k vyhodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů

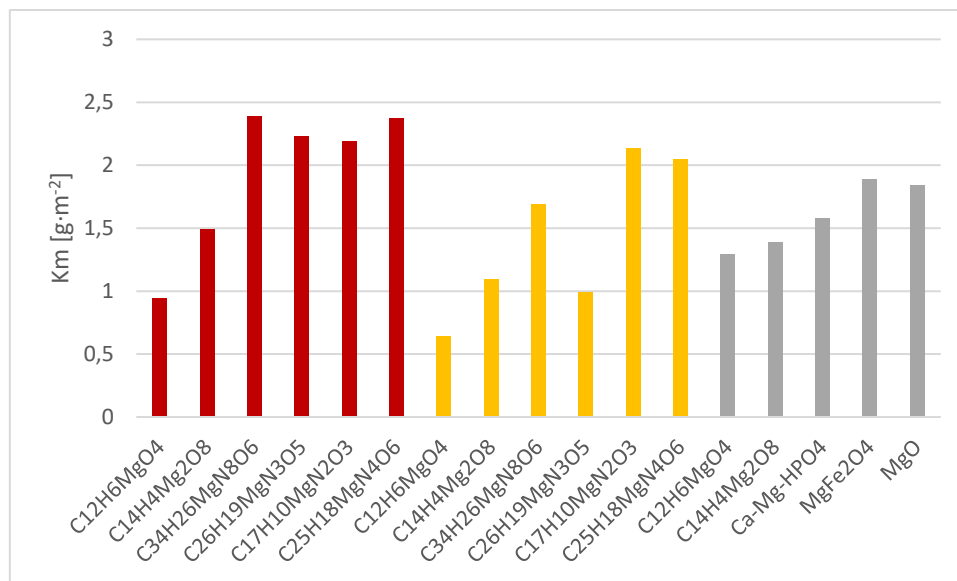
Podle postupu v kapitole 3.5. byly připraveny vodné výluhy z filmů, jejichž hodnoty pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků jsou uvedeny v tabulkách 19–24. Stanovení pH vodných výluhů je parametr sloužící k technologické kontrole vymytí pigmentu v procesu výroby, neboť nedostatečné vymytí by mohlo ovlivnit kvalitu nátěru. Hodnoty pH, měrné elektrické vodivosti byly pravidelně měřeny každý sedmý den po dobu 29 dní a též i před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků.

V tabulkách 19–21 jsou uvedeny hodnoty pH a měrné elektrické vodivosti před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků. Hodnoty pH u nových organických pigmentů s obsahem Mg se před vložením ocelových plíšků pohybovaly v rozmezí 5,31 – 6,35. Po vyhodnocení korozních úbytků na ocelových plíščích hodnoty pH mírně klesly do intervalu 5,15 – 6,20. Naopak hodnoty měrné elektrické vodivosti po vyhodnocení korozních úbytků vzrostly a pohybovaly se v rozmezí 72,2 – 130,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$. Hodnoty korozních úbytků na ocelových plíščích se u organických hořčkových pigmentů pohybovaly v rozmezí 0,894 – 2,188 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Nejnižší hodnota korozního úbytku 0,8942 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ byla zjištěna u pigmentu $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 5 %, který též vykazoval i nejnižší hodnotu měrné elektrické vodivosti (72,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$) a poměrně nízkou hodnotu pH (5,92).

U anorganických pigmentů se hodnoty pH pohybovaly v 2,11 – 7,70. Nejvyšší hodnotu (nejvíce kyselé pH) měla při všech hodnotách OKP polyanilinová sůl (2,11- 2,48), jež byla zapříčiněna deprotonací. Měrná elektrická vodivost po vyhodnocení korozních úbytků se pohybovala v rozmezí 92,8 – 600 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$. Hmotnostní korozní úbytky se pohybovaly v intervalu hodnot 1,073 – 2,288 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Nejvyšší hodnota 2,288 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ byla vypočítána u pigmentu Mg při OKP = 3 %, jež zároveň i vykazoval nejvyšší hodnotu měrné elektrické vodivosti (600 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$).

U výluhů z volných filmů s obsahem titanové běloby se hodnoty pH po provedení korozních úbytků mírně snížily a pohybovaly se v rozmezí 2,41 – 8,01, naopak hodnoty měrné elektrické vodivosti po vyndání ocelových plíšků mírně vzrostly a pohybovaly se v rozsahu 124–910 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$. Nejvyšší měrná elektrická vodivost byla naměřena u pigmentu MgO. U tohoto pigmentu byl vypočítán i nejvyšší hmotnostní korozní úbytek (2,179 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$). Vysoká hodnota korozního úbytku značí, že ve vodném výluhu došlo k rychlejšímu pohybu iontů, které zapříčinily rychlejší vznik korozních zplodin.

V tabulkách 22–24 jsou uvedeny též hodnoty pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků. Výsledky zde ale byly měřeny 8. den a 29. den a následně bylo provedeno stanovení korozních úbytků na ocelových plíščích. U všech testovaných výluhů bylo zjištěno, že s odstupem času klesala hodnota pH a naopak hodnota měrné elektrické vodivosti rostla. Hodnoty pH všech testovaných výluhů se po 28 dnech pohybovaly přibližně v neutrální oblasti v rozsahu 4,24 – 7,74 a hodnoty měrné elektrické vodivosti v rozmezí 90–1175 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$. Hodnoty korozních úbytků byly v intervalu 0,643 – 2,372 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$.



Obrázek 18: Stanovení hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů s obsahem CaCO₃ (červený), Plastoritu (žlutý) a ZnO (šedý) a daných pigmentů.

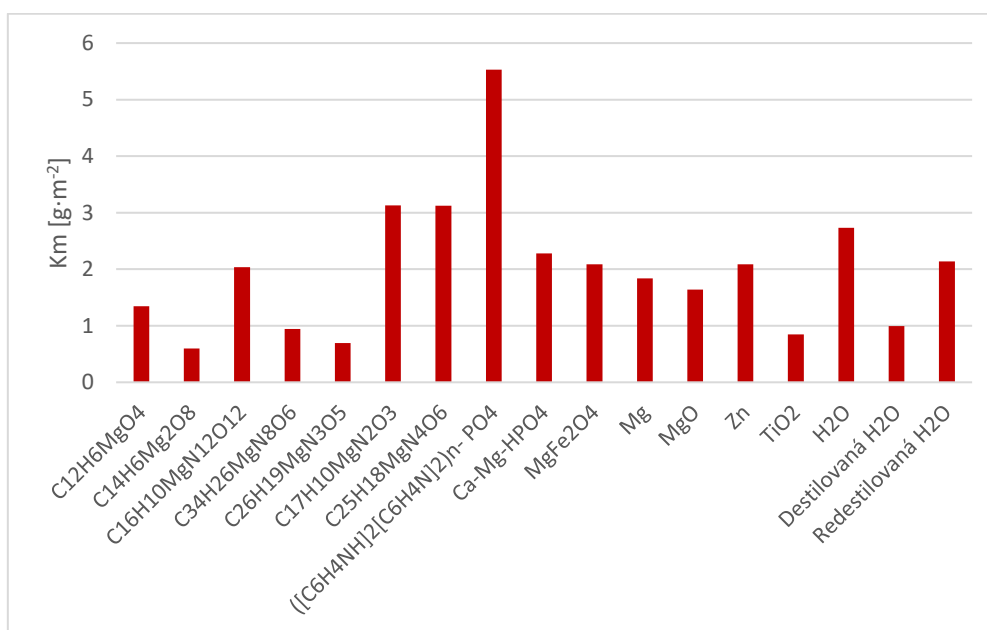
Závěry z výsledků hodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z výluhů volných filmů

- Hodnota pH u všech výluhů s odstupem času klesala (v rozsahu 5,15 – 6,20), naopak hodnota měrné elektrické vodivosti s přibývajícím časem rostla (v intervalu 72,2 – 130,5 μS·cm⁻³).
- Nejnižší hodnota pH (2,11) byla změřena u polyanilinové soli vlivem deprotonace.
- Hodnoty měrné elektrické vodivosti byly vyšší u výluhů z volných filmů s anorganickými pigmenty, než organickými pigmenty (v rozsahu 124–910 μS·cm⁻³).

5.2.1 Diskuze k vyhodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů

V tabulce 25 jsou uvedeny výsledky pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů. Jak pH, tak i měrná elektrická vodivost byla zde měřena před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků na ocelových plíšcích. Pro srovnání bylo měřeno pH, měrná elektrická vodivost a hmotnostní korozní úbytky i u redestilované vody. Opět se zde potvrdilo, že hodnota pH po stanovení korozních úbytků mírně klesala, a naopak vodivost rostla nebo zůstala stejná. Hodnoty pH výluhů pigmentů se pohybovaly v neutrální oblasti v rozmezí 4,65 – 8,24 a vodivost v rozsahu 0,1 – 8,11 mS·cm⁻³.

Výjimkou byla pouze polyanilinová sůl, která měla vlivem deprotonace pH rovno 1,75 a vodivost $16,20 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$. Redestilovaná voda dosáhla oproti výluhům z pigmentů výrazně nižší hodnoty měrné elektrické vodivosti ($0,041 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$) a vlivem stanovení korozních úbytků, u nich též došlo k mírnému snížení pH. Hodnoty hmotnostních korozních úbytků se pohybovaly v rozsahu $0,595 - 5,522 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Nejvyšší hmotnostní korozní úbytek $5,522 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ byl stanoven u polyanilinové soli, která měla ze všech výluhů z pigmentů zároveň i nejnižší hodnotu pH (1,75) a nejvyšší hodnotu měrné elektrické vodivosti ($16,20 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$).



Obrázek 19: Stanovení hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů.

Závěry z výsledků hodnocení pH, měrné elektrické vodivosti a hmotnostních korozních úbytků z vodných suspenzí pigmentů

- Hodnota pH u všech vodných suspenzí pigmentů s odstupem času klesala (v rozmezí 1,75 – 8,81), a naopak hodnota měrné elektrické vodivosti s přibývajícím časem rostla (v rozsahu $0,10 - 16,20 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$).
- Nejvyšší hmotnostní korozní úbytek $5,522 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ byl stanoven u polyanilinové soli, která měla ze všech výluhů z pigmentů zároveň i nejnižší hodnotu pH (1,75) a nejvyšší hodnotu měrné elektrické vodivosti ($16,20 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$).
- Nejnižší hmotnostní korozní úbytek $0,595 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ byl stanoven u pigmentu $\text{C}_{14}\text{H}_6\text{Mg}_2\text{O}_8$.

5.3 Diskuze k fyzikálně – mechanickým vlastnostem nátěrových filmů na skleněných panelech

5.3.1 Relativní povrchová tvrdost

Stanovení relativní povrchové tvrdosti organických povlaků na skleněných panelech bylo měřeno za pomoci Perzosova kyvadla. Měření bylo prováděno v pravidelných intervalech každý sedmý den po dobu 29 dní od nanesení organického povlaku na skleněné panely a následně pak ještě 60. den. Z naměřených hodnot vyplývá, že relativní povrchová tvrdost organických povlaků se s odstupem času zvyšovala a maximálních hodnot dosáhla po 60. den. Hodnoty relativní povrchové tvrdosti povlaků se zvyšovaly v důsledku vytvrzování pojivové složky zasychajícím oxypolymeračním mechanismem.

Povlaky s obsahem sférického zinku a organických hořčičkových pigmentů dosáhly všechny maxima relativní povrchové tvrdosti 60.den měření v rozsahu 9,85 - 43,61 %. U organických povlaků s obsahem pigmentů $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ bylo navíc zjištěno, že se zvyšující se hodnotou OKP rostla i relativní povrchová tvrdost. Nejnižší relativní povrchová tvrdost (9,85 %) způsobená pomalým zasycháním nátěrového filmu byla zjištěna u povlaku s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 5 % a naopak nejvyšší relativní povrchovou tvrdost (43,61 %) vykazoval nátěrový film s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %.

U organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů se hodnoty relativní povrchové tvrdosti po 60 dnech pohybovaly v rozmezí hodnot 35,5 – 43,73 %, což bylo vždy více než měl zinkový standard (34,27 %). Výjimku tvořil pouze povlak s obsahem $([C_6H_4HN]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 10 %, který měl hodnotu relativní povrchové tvrdosti pouze 16,42 %. Pokles relativní povrchové tvrdosti zde byl způsoben přítomností vodivého polymeru, který způsobil pomalejší zasychání nátěrového filmu.

U povlaků s obsahem titanové běloby se relativní povrchová tvrdost v závislosti na čase zvyšovala a maximální hodnoty dosáhla již 22. den. 29. den a 60. den nabývaly dané povlaky už velmi obdobných hodnot relativní povrchové tvrdosti jako 22. den. Stejný vývoj hodnot byl zaznamenán i u samotného TiO_2 standardu. Obecně organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly vyšší relativní povrchové tvrdosti, než povlaky s obsahem sférického Zn. Nejvyšší hodnota povrchové tvrdosti 46,49 % byla 60. den naměřena u organického povlaku s obsahem TiO_2 a pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$. Vysokých hodnot povrchové tvrdosti bylo dosaženo i u povlaků s obsahem kovového Mg (45,58 %) a $MgFe_2O_4$ (46,31 %). U TiO_2 standardu byla naměřena hodnota povrchové tvrdosti 41,12 %.

Organické povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO dosáhly nejvyšší relativní povrchové tvrdosti též 60. den pohybující se v rozmezí 7,39 – 42,24 %. Povlaky s obsahem ZnO , dosáhly obecně vyšší relativní povrchové tvrdosti, než povlaky s obsahem CaCO_3 či Fe_2O_3 . Nejnižší relativní povrchovou tvrdost (7,39 %) vykazoval po 60 dnech povlak s obsahem CaCO_3 a pigmentu $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, v důsledku pomalého zasychání nátěrového filmu. Podobně nízkou hodnotu (9,54 %) měl i povlak s obsahem CaCO_3 a pigmentu $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$. Naopak vysokých hodnot relativních povrchových tvrdostí dosahovaly po 60. dnech nátěrové filmy s obsahem ZnO a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ (42,24 %) a MgFe_2O_4 (40,57 %).

5.3.2 Hodnocení lesku

Měření čísla lesku organických povlaků o $\text{DFT} = 50 \pm 5 \mu\text{m}$ nanesených na skleněných panely bylo prováděno každý sedmý den po dobu 29 dní a následně pak 60. den. Lesk byl měřen pod úhly 20° , 60° a 85° . U všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke snižování lesku.

Povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčičkových pigmentů šlo zařadit do všech tří skupin – matné, středně lesklé i vysoce lesklé. Mezi matné nátěry po 60 dnech a při 60° patřil pouze jediný organický nátěr s pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při $\text{OKP} = 1\%$ s hodnotou lesku 5,7 jednotek. Mezi vysoce lesklé povlaky patřily po 60 dnech a při 60° organické povlaky s obsahem pigmentu $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při $\text{OKP} = 5\%$ (80,1 jednotek) a $\text{OKP} = 10\%$ (78,5 jednotek) a povlaky s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při $\text{OKP} = 1, 3$ a 5% , kde jednotky lesku byly vyšší než 70. Ostatní organické povlaky s obsahem organických hořčičkových pigmentů byly po 60 dnech a při 60° zařazeny mezi středně lesklé v rozmezí hodnot lesku mezi 10–70 jednotkami.

Organické povlaky s obsahem anorganických pigmentů byly po 60 dnech a při 60° ve směs zařazeny do skupiny středně lesklých nátěrů, kde se hodnoty lesku pohybovaly v rozmezí 10–70 jednotek. Jedinou výjimkou byl organický povlak s obsahem $([\text{C}_6\text{H}_4\text{HN}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$ při $\text{OKP} = 10\%$, který po 60 dnech a při 60° měl pouze 7 jednotek lesku a zařadil se tak mezi matné systémy.

Veškeré organické povlaky s obsahem TiO_2 a organických pigmentů ($\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$, $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ a $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$) vykazovaly po 60 dnech a při 60° hodnoty lesku vyšší než 70 jednotek, a tím pádem byly klasifikovány jako vysoce lesklé. Do skupiny vysoce lesklých nátěrů patřily i povlaky s anorganickými pigmenty Mg a MgO . Nejnižší hodnoty lesku byla po 60 dnech a

při 60° naměřena u organického povlaku s obsahem TiO₂ a ([C₆H₄HN]₂[C₆H₄N]₂)_n-PO₄, kde hodnota lesku byla pouze 7,9 a nátěr tak byl matný.

Organické povlaky s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO vykazovaly po 60. dnech a při 60 ° jednotky lesku vyšších než 70 a byly klasifikovány jako vysoce lesklé. Výjimku tvořil pouze povlak s obsahem CaCO₃ a pigmentem C₁₂H₆MgO₄, který měl při 60° po 60 dnech 56,6 jednotek lesku a zařadil se tak mezi středně lesklé systémy.

5.3.3 Buchholzova vrypová zkouška

Organické povlaky o DFT = 50 ± 5 μm aplikované na skleněné panely byly testovány na odolnost proti vrypu za pomoci Buchholzova vrypového zařízení. Délka vrypu v nátěrovém filmu byla měřena každý 7.den po dobu 29 dní a následně pak 60. den. Obecně lze říct, že u všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke snižování délky vrypu v důsledku postupného vytvrzování pojiva.

Organické povlaky s obsahem sférického zinku a organických hořčíkových pigmentů vykazovaly po 60 dnech hodnoty délek vrypů v rozmezí 1,04 – 1,96 mm. U povlaků s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂, C₃₄H₂₆MgN₈O₆ a C₂₆H₁₉MgN₃O₅ bylo možné pozorovat trend, že s rostoucí hodnotou OKP docházelo ke snižování délky vrypů. Nejvyšší odolnosti vůči vtisku dosáhl organický povlak s pigmentem C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 10 % (1,04mm), naopak povlak s obsahem pigmentu C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 10 % vykazoval nejnižší odolnost vůči vtisku (1,96 mm) a tedy i vyšší vláčnost nátěrového filmu. Povlaky s obsahem pigmentů C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ a C₃₄H₂₆MgN₈O měly po 60 dnech při všech hodnotách OKP délky vrypů menší než zinkový standard (1,53mm).

U organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů se délky vrypů pohybovaly v intervalu 0,44 - 1,55 mm a až na povlak s pigmentem MgFe₂O₄ při OKP = 5 % tak měly všechny délky vrypů nižší, než zinkový standard (1,53 mm). Nejvyšší odolnost vůči vrypu vykazovaly povlaky s obsahem pigmentů Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 10 % (0,46 mm) a MgO při OKP = 5 % (0,44 mm). Organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganickými pigmenty dosáhly obecně nižších délek vrypu, než organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů.

Organické povlaky s obsahem titanové běloby vykazovaly po 60 dnech délky vrypů v rozmezí 0,45– 1,53 mm. Až na povlak s pigmentem C₂₆H₁₉MgN₃O₅ (0,45 mm), tak měly všechny povlaky délky vrypů delší, než standard se samotnou titanovou bělobou (0,82 mm).

Organické povlaky s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO dosahovaly po 60 dnech výrazně delších délek vrypů, než povlaky s obsahem sférického zinku i titanové běloby, a tedy i vyšší

vláčnosti nátěrových filmů. Délky vrypů jednotlivých povlaků se pohybovaly v rozmezí 1,32 – 2,04 mm. Nejnižší odolnost vykazovaly nátěrové filmy s obsahem CaCO_3 a pigmentu $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ (2,04mm) a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}$ (1,99mm).

5.3.4 Hodnocení MEK testu

Organické povlaky o $\text{DFT} = 50 \pm 5 \mu\text{m}$ aplikované na skleněné panely byly testovány na chemickou odolnost vůči působení methyl(ethyl)ketonu. Měření probíhalo každý 7.den po dobu 29 dní a následně pak 60. den. U všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke zvýšení chemické odolnosti daného organického povlaku vůči působení methyl(ethyl)ketonu v důsledku postupného síťování pojiva.

U všech organických povlaků s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO došlo po určité době k úplnému prodření daného povlaku hodnocené stupněm 0. Nejnižší chemickou odolnost po 60 dnech vykazoval organický povlak s obsahem CaCO_3 , u něhož k úplnému prodření nátěru došlo již po 49s. Naopak relativně vysokou odolnost vykazoval nátěr s obsahem CaCO_3 a pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}$ (177s) a nátěr s obsahem ZnO a pigmentem MgFe_2O_4 (161s).

Závěry z hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrových filmů na skleněných panelech

- Relativní povrchová tvrdost u organických povlaků s obsahem sférického zinku s postupem času rostla v důsledku vytvrzování pojivové složky oxypolymeračním mechanismem.
- Nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a organických pigmentů $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ měly vyšší povrchovou tvrdost, než samotný zinkový standard (34,27 %) – vykazovaly se Zn synergický efekt.
- Po 60 dnech dosáhl nejvyšší hodnoty relativní povrchové tvrdosti 43,73 % povlak s obsahem sférického Zn a pigmentem MgO při $\text{OKP} = 3 \%$.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly vyšší relativní povrchové tvrdosti, než povlaky s obsahem sférického Zn
- U všech povlaků docházelo s postupem času ke snižování lesku daného nátěru.
- Organické nátěry s obsahem TiO_2 vykazovaly po 60 dnech při 60° hodnoty lesku vyšší než 70 jednotek, a patří tak mezi vysoce lesklé nátěry.
- Mezi matné nátěry patřily pouze dva, a to organický povlak s TiO_2 a $([\text{C}_6\text{H}_4\text{HN}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$, kde jednotka lesku byla pouze 7,4 a organický povlak

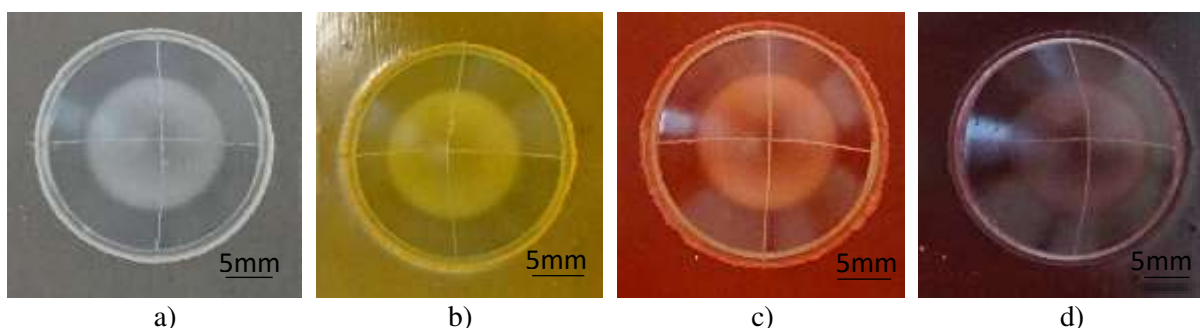
s obsahem Zn a $[\text{C}_6\text{H}_4\text{HN}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$ při OKP = 10 %, který po 60 dnech a při 60° měl pouze 7 jednotek lesku.

- Organické povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO vykazovaly po 60. dnech a při 60 ° jednotky lesku vyšších než 70 jednotek a byly klasifikovány jako vysoce lesklé.
- U všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke snižování délky vrypu v důsledku postupného vytvrzování pojiva.
- Organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganickými pigmenty dosáhly obecně nižších délek vrypu (v intervalu 0,44 – 1,55mm), než organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčičkových pigmentů.
- Nejvyšší odolnost vůči vrypu vykazovaly povlaky s obsahem Zn a pigmentů Ca-Mg- HPO_4 při OKP = 10 % (0,46 mm) a MgO při OKP = 5 % (0,44 mm).
- U všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke zvýšení chemické odolnosti vůči působení methyl(ethyl)ketonu v důsledku postupného síťování pojiva.

5.4 Diskuze k výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek organických povlaků na ocelových panelech

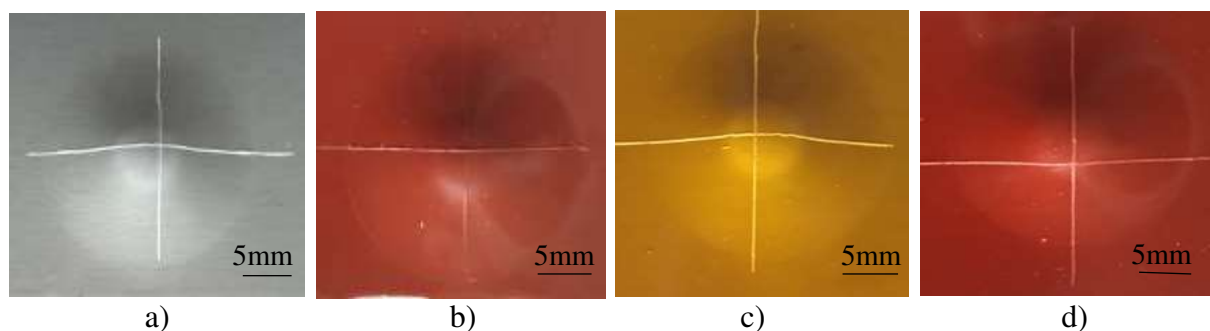
5.4.1 Stanovení odolnosti vůči ohybu, hloubení a pádu tělesa

Organické povlaky o DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$ aplikované na ocelové panely třídy DC01 byly podrobeny mechanickým zkouškám. Byla provedena zkouška ohybem přes 2mm trn, zkouška hloubením za pomoci Erichsenova přístroje a zkouška úderem pomocí padajícího 1000g závaží z výšky 1 m. Mechanické zkoušky byly provedeny po dosažení konstantních hodnot povrchových tvrdostí nátěrových filmů.



Obrázek 20: Organické povlaky s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ (a), $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{Mg}_2\text{N}_8\text{O}_6$ (b), $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ (c) a $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ (d) po zkoušce hloubením.

U zkoušky hloubení byl nejprve před použitím Erichsenova přístroje do nátěru zhotoven křížový řez za pomoci nože. Ze získaných výsledků bylo patrné, že veškeré organické povlaky vykazovaly vysokou odolnost vůči hloubení, neboť ani u jednoho povlaku nedošlo k popraskání nátěrového filmu při vtlačení ocelové kuličky o více než 10 mm. Vysokou odolnost vykazovaly organické povlaky i vůči ohybu přes 2mm trn, kde opět nedošlo ani v jednom případě k žádnému porušení povlaku.



Obrázek 21: Organické povlaky a) s obsahem CaCO_3 a pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, b) s obsahem Fe_2O_3 , Plastoritu a pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ c) s obsahem CaCO_3 a pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{Mg}_2\text{N}_8\text{O}_6$, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ d) a s obsahem Fe_2O_3 , Plastoritu a po zkoušce úderem.

Při zkoušce úderem pomocí padajícího závaží byl opět do nátěrových filmů nejprve zhotoven křížový řez. Zkouška byla provedena jak z lícové strany nátěrového filmu, tak i z rubu. Ve většině případů opět organické povlaky vykazovaly vysokou odolnost vůči úderu, neboť zde nedošlo k žádnému porušení z výšky 100 cm. Výjimkou byly pouze povlaky s obsahem ZnO a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ a MgFe_2O_4 , které odolaly úderu z výšky 90 cm.

Závěry z hodnocení mechanických zkoušek

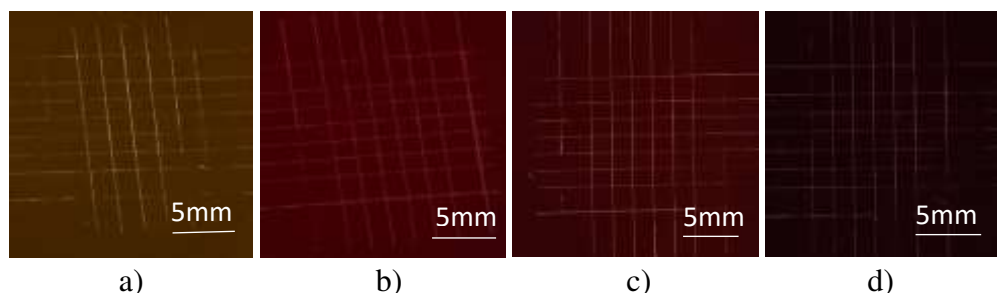
- Nátěrové filmy vykazovaly výbornou odolnost vůči mechanickému namáhání.
- Veškeré organické povlaky odolaly ohybu přes 2mm trn i hloubení ocelové kuličky do 10 mm za pomoci Erichsenova přístroje.
- Vysokou odolnost vykazovaly i vůči úderu 1000 g závažím z výšky 100 cm. Výjimkou byly pouze povlaky s obsahem ZnO a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ a MgFe_2O_4 , které odolaly úderu z výšky 90 cm.

5.4.2 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti na ocelových panelech

5.4.2.1 Odtrhová zkouška a zkouška přilnavosti před expozicemi v korozních komorách

Organické povlaky o DFT = 90 ± 10 μm aplikované na ocelové panely třídy DC01 byly podrobeny testu přilnavosti za pomoci mřížkové zkoušky a odolnosti vůči odtrhu. Při testování přilnavosti nátěrů za pomoci cross cut testu byl použit speciální řezací nůž s rozstupem čepelí 2 mm. Nátěry byly též podrobeny i odtrhové zkoušce. Nejprve bylo třeba na jejich povrch přilepit terčíky o průměru 20 mm. Následující den po vytvrzení dvousložkového lepidla byla provedena vlastní odtrhová zkouška za pomoci odtrhového přístroje. Odtrhový přístroj nám poskytl výsledky odtrhové síly, která byla následně přepočítána na odtrhovou pevnost. U testovaných povlaků byla hodnocena i plocha lomu.

Většina organických povlaků vykazovala při mřížkové zkoušce vysokou odolnost vůči praskání i odlupování hodnocenou stupněm 0. Nátěrové systémy pevně držely k ocelovému podkladu. Výjimkou byly pouze povlaky s obsahem sférického Zn a pigmentu $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ při OKP = 10 % a povlak s obsahem TiO_2 a pigmentem $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$, kde poškození nepřesáhlo 5 % plochy a nátěr tak byl hodnocen stupněm přilnavosti 1.

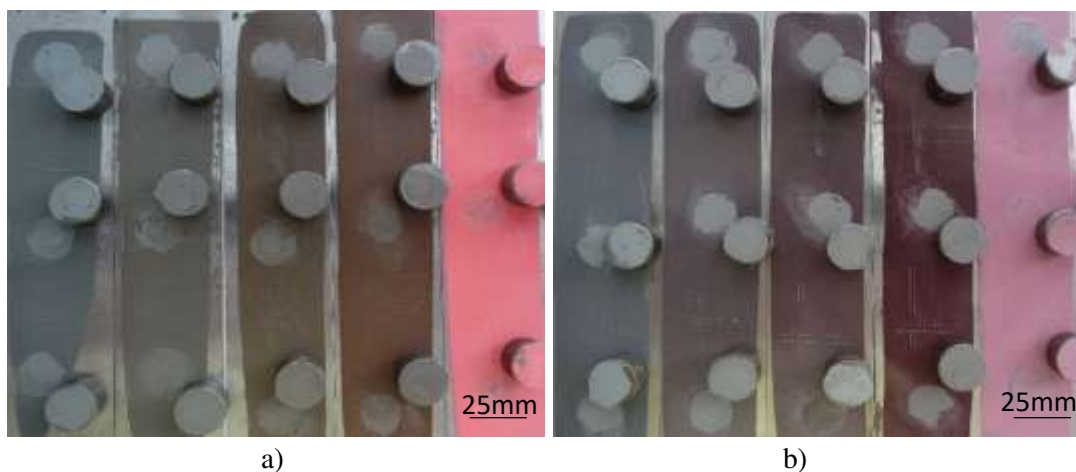


Obrázek 22: Mřížky nátěrových filmů s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{Mg}_2\text{N}_8\text{O}_6$ (a), $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ (b), $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ (c), $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ (d) hodnocené stupněm přilnavosti 0.

Organické povlaky s obsahem sférického zinku a organických hořčíkových pigmentů vykazovaly odtrhovou pevnost v rozmezí hodnot 1,34 – 2,83 MPa. Až na výjimky bylo ve většině případů dosaženo vyšší odtrhové pevnosti, než jakou vykazoval nátěr se standardním zinkem (1,81 MPa). Nejvyšší odtrhové síly k odtržení terčíku od nátěrového filmu bylo třeba vynaložit u povlaku s pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ při OKP = 1 % (890,6 N) a při OKP = 10 % (853,9 N). Naopak nejnižší odtrhové síly bylo zapotřebí u povlaků s pigmentem $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 1 % (419,5 N). Nátěrové filmy s obsahem pigmentů $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{Mg}_2\text{N}_8\text{O}_6$, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ a $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ vykazovaly při všech hodnotách OKP lom typu B, tedy kohezní lom ve vrstvě organického povlaku, a to vždy z více jak 90 %.

U organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů bylo ve všech případech dosaženo vyšší odtrhové pevnosti, než které dosahoval standardní zinkový povlak (1,81 MPa). Nejvyšší odtrhovou pevnost vykazoval nátěr s obsahem MgO při OKP = 5 % (2,97 MPa), naopak nejnižší odtrhová pevnost byla zapotřebí u povlaku s pigmentem Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1 % (1,76 MPa).

Organické povlaky s obsahem TiO₂ vykazovaly odtrhové pevnosti v rozmezí hodnot 1,29 – 2,72 MPa. Nátěry s obsahem pigmentů C₁₂H₆MgO₄, C₃₄H₂₆MgN₈O₆, C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a MgFe₂O₄ dosahovaly odtrhové pevnosti vyšší, než měl povlak se standardem TiO₂ (2,29 MPa). Nejvyšší odtrhová síla byla naměřena u povlaku s obsahem C₃₄H₂₆MgN₈O₆ (852,8 N), naopak nejnižší hodnota (405,8 N) byla naměřena u povlaku s pigmentem C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂. Organické povlaky s obsahem TiO₂ a anorganickými pigmenty vykazovaly ve všech případech typ lomu A/B, tedy adhezni lom mezi podkladem a testovaným povlakem, a to z více jak 94 %.



Obrázek 23: Lomové plochy organických povlaků. a) Organický povlak s obsahem C₁₇H₁₀MgN₂O₃, kde při všech hodnotách OKP došlo k lomu typu B, a to z více jak 90 %. b) Organický povlak s obsahem pigmentu C₂₅H₁₈MgN₄O₆, kde opět došlo při všech hodnotách OKP k lomu typu B z více jak 94 %.

Organické povlaky s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO vykazovaly v porovnání se zinkem plněnými povlaky vyšší hodnoty odtrhové pevnosti v rozmezí 1,91 – 3,24 MPa. U většiny povlaků byl zároveň zaznamenán i kohezní lom B z více jak 80 %, výjimkou byl pouze povlak s obsahem ZnO a pigmentem MgO, kde došlo k adhezni lomu A/B z 90 %. Zcela nejvyšší odtrhové pevnosti dosáhl organický povlak s obsahem ZnO a pigmentem Ca-Mg-

HPO₄ (3,24 MPa). Naopak nejnižší odtrhová pevnost (1,91MPa) byla spočítána u povlaku s obsahem Plastoritu při OKP = 5 % a pigmentem C₁₄H₄MgN₈O₆.

Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a přilnavosti před expozicemi

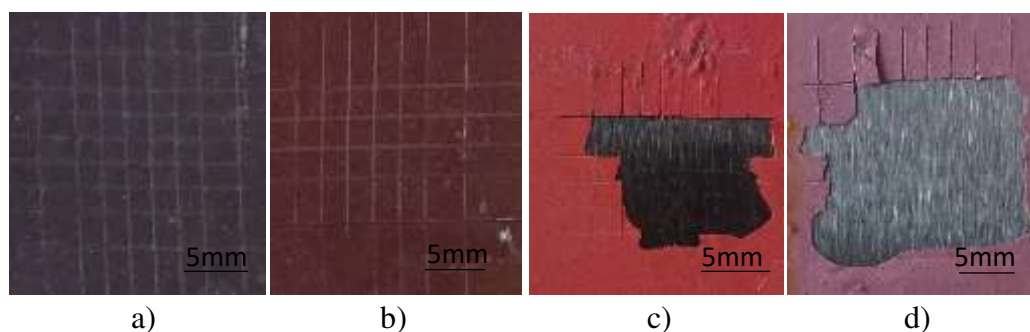
- Většina organických povlaků vykazovala při mřížkové zkoušce maximální odolnost vůči praskání i odlupování hodnocenou stupněm 0.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly odtrhovou pevnost v rozmezí hodnot 1,34 – 2,83MPa. Ve většině případů bylo dosaženo vyšší odtrhové pevnosti, než jakou vykazoval nátěr se standardním zinkem (1,81 MPa).
- Nátěrové filmy s obsahem pigmentů C₃₄H₂₆MgN₈O₆, C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ vykazovaly při všech hodnotách OKP lom typu B, tedy kohezní lom ve vrstvě organického povlaku, a to vždy z více jak 90 %.
- U organických povlaků s obsahem anorganických a dalších pigmentů bylo ve všech případech dosaženo vyšší odtrhové pevnosti, než které dosahoval standardní zinkový povlak (1,81 MPa).
- Organické povlaky s obsahem TiO₂ a anorganickými pigmenty vykazovaly ve všech případech typ lomu A/B, tedy adhezní lom mezi podkladem a testovaným povlakem, a to z více jak 94 %.
- Organické povlaky s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO vykazovaly v porovnání se zinkem plněnými povlaky vyšší hodnoty odtrhové pevnosti v rozmezí 1,91 – 3,24 MPa.
- Zcela nejvyšší odtrhové pevnosti dosáhl organický povlak s obsahem ZnO a pigmentem Ca-Mg-HPO₄ (3,24 MPa).

5.4.2.2 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici v solné mlze

Organické povlaky o DFT = 90 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1680hodinové expozici v 5 % atmosféře NaCl. U všech testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru. Přilnavost nátěrového filmu byla opět měřena mřížkovou metodou za pomoci řezného nože s rozestupem čepelí 2 mm.

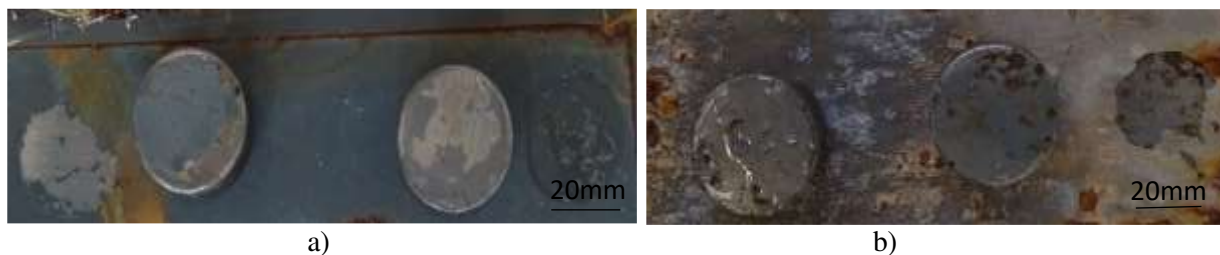
U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů došlo v některých případech ke snížení přilnavosti nátěru než před expozicí. K nepatrnému poškození v místech křížení hodnoceným stupněm 1 došlo u nátěrových filmů s pigmenty

$C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 3 %, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 10 % a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1 %. Stupněm přilnavosti 2 byly hodnoceny povlaky s pigmenty $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 1 a 3 % a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 5 a 10 %. K výraznějšímu snížení přilnavosti nátěru hodnocené stupněm 3 došlo u nátěru s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 10 %. Nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů dosahovaly vesměs vysoké přilnavosti. Nejnižší přilnavost měl organický povlak s pigmentem Mg při OKP = 10 % (stupeň přilnavosti 2). U organických povlaků s obsahem TiO_2 byla přilnavost ve většině případů hodnocena stupněm 0. Nižšího stupně přilnavosti 2 bylo získáno u povlaků s pigmenty Ca-Mg-HPO₄ a $[(C_6H_4HN)_2(C_6H_4N)_2]_n-PO_4$. Zcela nejnižší přilnavosti k ocelovému podkladu bylo dosaženo u povlaků s pigmenty $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, kde došlo k úplnému poškození mřížky, hodnocené stupněm 5.



Obrázek 24: Přilnavosti organických povlaků po 1680hodinové expozici v solné mlze. a–b) Organické povlaky se sférickým zinkem s nejvyšší přilnavostí, c-d) organické povlaky s TiO_2 s nejnižší přilnavostí. a) $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 1 %, b) $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 10 % c) $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 3 %, d) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 %.

U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů došlo k výraznému snížení odtrhové pevnosti zejména vlivem velkého množství osmotických puchýrků. Z velké části zde navíc doházelo k adhezivnímu lomu mezi kovovým podkladem a nátěrovým filmem, který značil sníženou přilnavost k ocelovému podkladu. Všechny organické nátěry s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů vykazovaly nižší odtrhovou pevnost, než měl povlak se zinkem (0,968 MPa). Hodnoty odtrhové pevnosti se pohybovaly v rozmezí 0,202 – 0,967 MPa. Nejvyšší odolnosti vůči odtrhu bylo dosaženo u nátěru s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1 % (0,967 MPa).



Obrázek 25: Fotografický záznam organických povlaků se sférickým zinkem. a) povlak s pigmentem Ca-Mg-HPO_4 při $\text{OKP} = 10\%$ s nejvyšší odtrhovou pevností (1,814MPa). b) povlak s pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při $\text{OKP} = 1\%$ s nejnižší odtrhovou pevností (0,202 MPa).

Organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů též ve většině případů vykazovaly adhezní lom A/B mezi podkladem a nátěrovým filmem. Až na dvě výjimky, hodnoty odtrhové pevnosti opět nepřesahovaly hodnotu odtrhové pevnosti povlaku se standardním zinkem. Vyšší hodnoty odtrhové pevnosti byly získány u organického povlaku s obsahem pigmentu Ca-Mg-HPO_4 (1,814MPa). Tato hodnota byla zároveň i zcela nejvyšší ze všech testovaných nátěrů. Vysokou odtrhovou pevnost měl i povlak s pigmentem $[\text{C}_6\text{H}_4\text{HN}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2\text{-PO}_4$ při $\text{OKP} = 10\%$ (1,117MPa).

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly odtrhové pevnosti v rozmezí hodnot 0,237 – 1,716 MPa. Až na výjimky měla většina nátěrových filmů vyšší odtrhovou pevnost, než měl povlak se standardem TiO_2 (0,281MPa). U většiny povlaků s obsahem TiO_2 došlo k adheznímu lomu z více jak 90 %. Nejvyšší odtrhovou pevnost vykazoval nátěrový film s pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ (1,716 MPa). Vysoké pevnosti bylo dosaženo i u organického povlaku s pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ (1,107 MPa).

Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a přilnavosti po expozici v atmosféře 5 % NaCl.

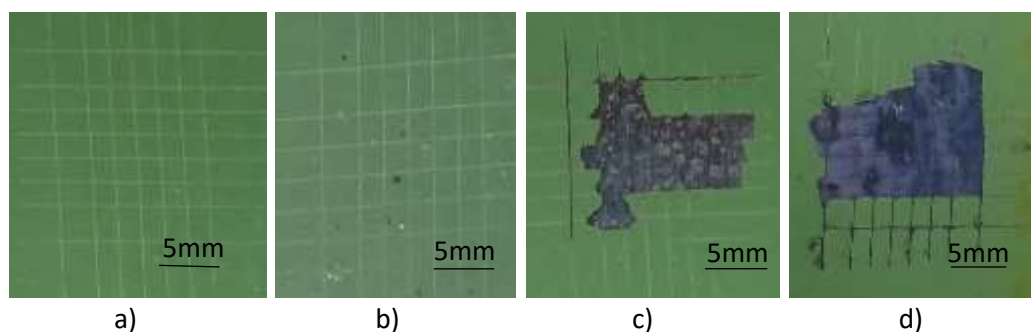
- U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických pigmentů došlo k mírnému snížení přilnavosti nátěru než před expozicí.
- Nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů a nátěrové filmy s obsahem TiO_2 dosahovaly vesměs vysoké přilnavosti.
- K úplnému poškození mřížky, hodnocené stupněm 5 došlo pouze u povlaků s obsahem TiO_2 a pigmenty $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ a $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$.
- U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických pigmentů došlo k výraznému snížení odtrhové pevnosti zejména vlivem velkého množství osmotických puchýřků.

- Všechny povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly nižší odtrhovou pevnost, než měl povlak se zinkem (0,968 MPa).
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganickými pigmenty ve většině případů vykazovaly adhezní lom A/B mezi podkladem a nátěrovým filmem. Až na dvě výjimky, odtrhové pevnosti opět nepřesahovaly hodnotu odtrhové pevnosti povlaku se zinkem.
- Nejvyšší hodnotu odtrhové pevnosti měl povlak s obsahem sférického Zn a pigmentu Ca-Mg-HPO₄ (1,814MPa).
- Organické povlaky s obsahem TiO₂ dosahovaly odtrhové pevnosti v rozmezí hodnot 0,237 – 1,716 MPa, a u většiny povlaků s obsahem TiO₂ došlo k adheznímu lomu z více jak 90 %.

5.4.2.3 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici v solné mlze u organických povlaků s TOPCOAT

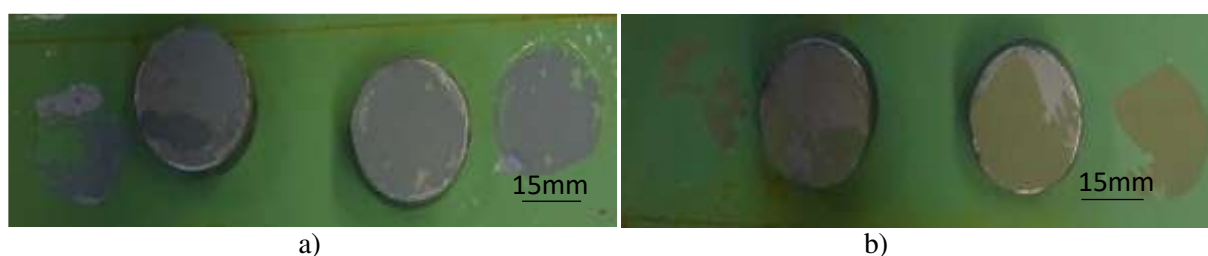
Organické povlaky o DFT = 130 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1848hodinové expozici v 5 % atmosféře NaCl. U všech testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru.

U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů došlo v některých případech k výraznému snížení přilnavosti nátěru než před expozicí. K mírnějšímu poškození v místech křížení hodnocených stupněm přilnavosti 2 došlo u nátěrových filmů s pigmentem C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 1 % a pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 5 %. Naopak k úplnému zničení mřížky došlo u povlaků s pigmentem C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 1 a 5 %, u povlaků s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 1 a 3 % a povlaku s pigmentem C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při vše hodnotách OKP. Nátěrové filmy s obsahem anorganických pigmentů též dosahovaly nižších hodnot přilnavostí. Výjimkou byly pouze povlaky s pigmentem MgO, které byly při všech hodnotách OKP hodnoceny stupněm 0. Naopak k výraznému poškození mřížek hodnoceným stupněm 4 došlo u povlaků s pigmentem ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)_n-PO₄ při OKP = 10 % a pigmentem Mg při OKP = 3 %. U organických povlaků s obsahem TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆ a ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)_n-PO₄ došlo k úplnému poškození mřížek. Ostatní nátěrové filmy s obsahem TiO₂ vykazovaly naopak vysokou přilnavost hodnocenou stupněm 0 nebo 1.



Obrázek 26: Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků s obsahem sférického zinku po 1848.hodinové expozici v solné mlze. a) MgO při $OKP = 1 \%$, b) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při $OKP = 1 \%$, c) $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při $OKP = 5 \%$, d) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při $OKP = 10 \%$.

U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčičkových pigmentů došlo k výraznému snížení odtrhové pevnosti zejména vlivem přítomnosti osmotických puchýřků a korozních produktů. Hodnoty odtrhové pevnosti se pohybovaly v rozmezí 0,154 – 1,079 MPa. Nejnižší odtrhovou pevnost vykazoval organický povlak s pigmentem $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při $OKP = 1 \%$ (0,154 MPa), u kterého zároveň došlo k úplnému zničení mřížky. Organické povlaky s pigmenty $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$, $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ měly při všech hodnotách OKP odtrhovou pevnost nižší než zinkový standard (0,641 MPa). Všechny tyto povlaky navíc vykazovaly adhezní lomy a ve většině případů zde došlo i k úplnému zničení mřížky hodnocené stupněm přilnavosti 5. Naopak vysokou odolnost vůči odtrhu dosahoval povlak s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při $OKP = 5 \%$, který měl zároveň kohezní lom ve vrstvě nátěru z 70 %.



Obrázek 27: Fotografický záznam organických povlaků se sférickým zinkem s vysokou odtrhovou pevností. a) povlak s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$ při $OKP = 3 \%$ (0,893 MPa). b) povlak s pigmentem $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při $OKP = 10 \%$ (0,852 MPa).

Organické povlaky s anorganickými pigmenty měly odtrhové pevnosti v rozmezí 0,272 – 0,771 MPa. Vysoké odtrhové pevnosti bylo dosaženo u povlaků s pigmentem Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 5 % (0,759MPa) a OKP = 10 % (0,771MPa). Naopak nízkou odtrhovou pevnost vykazoval povlak s pigmentem MgO, kde veškeré naměřené hodnoty odtrhových pevností byly nižší, než měl zinkový standard.

U organických povlaků s obsahem TiO₂ byly hodnoty odtrhových pevností nižší v porovnání se zinkovými povlaky v rozmezí hodnot 0,201 – 0,481 MPa. Většina těchto povlaků navíc měla adhezní lom mezi povlakem a ocelovým podkladem značící nízkou přilnavost. Odtrhová pevnost povlaku se standardem byla též velmi nízká (0,269 MPa) a nátěr zde dosáhl adhezního lomu z 95 %. Nejnižší hodnoty odtrhové pevnosti měly povlaky s pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅ (0,201 MPa) a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ (0,217 MPa), u nichž zároveň došlo k úplnému zničení mřížky hodnocené stupněm přilnavosti 5.

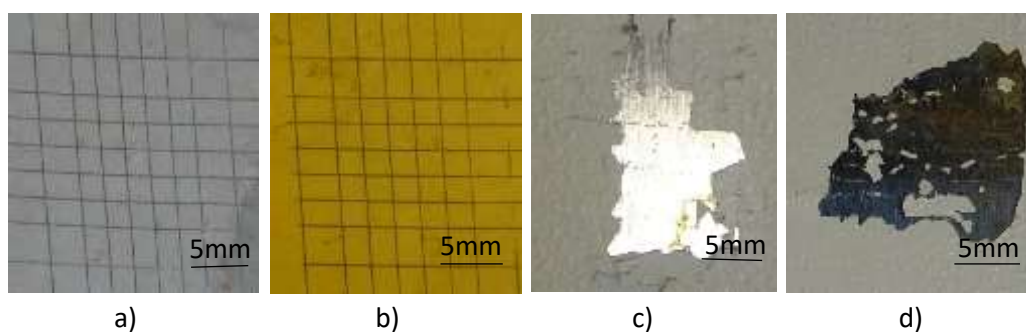
Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a přilnavosti po expozici organických povlaků s TOPCOAT v atmosféře 5 % NaCl.

- Nátěrové filmy s obsahem sférického Zn a organických i anorganických pigmentů dosahovaly nižších hodnot přilnavosti v porovnání s povlaky před expozicí.
- K úplnému zničení mřížky došlo u organických povlaků s obsahem sférického Zn a pigmentů C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 1 a 5 %, C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 1 a 3 %, C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při vše hodnotách OKP a povlaků s TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆ a ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)_n-PO₄.
- U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických pigmentů došlo k výraznému snížení odtrhové pevnosti zejména vlivem přítomnosti osmotických puchýrků a korozních produktů. Hodnoty odtrhové pevnosti se pohybovaly v rozmezí 0,154 – 1,079 MPa.
- U organických povlaků s obsahem TiO₂ byly hodnoty odtrhových pevností nižší v porovnání se zinkovými povlaky v rozmezí hodnot 0,201 – 0,481 MPa. Většina těchto povlaků navíc dosahovala adhezního lomu mezi povlakem a ocelovým podkladem značícím o jejich nízké přilnavosti.

5.4.2.4 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici v atmosféře SO₂

Organické povlaky o DFT = 90 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1548hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO₂. U většiny testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru. V testu přilnavosti ovšem dosáhly ve většině případů hodnocení stupněm 0.

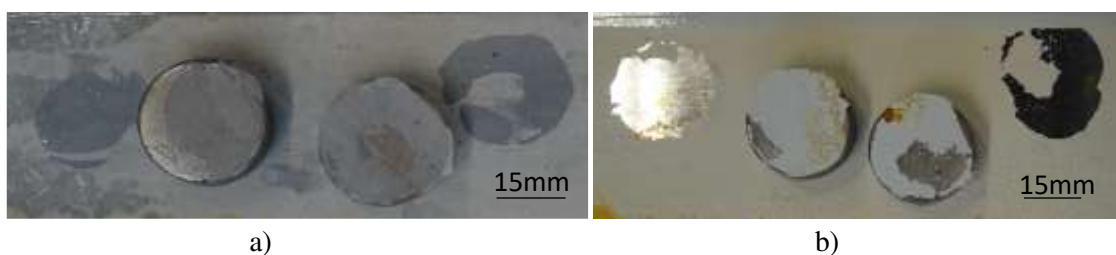
Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly ve většině případů vysokou odolnost vůči odlupování či praskání a pevně držely k ocelovému podkladu. K mírnému poškození hodnoceným stupněm přilnavosti 1 došlo u povlaků s pigmentem C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 3 % a C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 3 %. K většímu poškození mřížek v rozích a odlupování hodnoceném stupněm přilnavosti 3 nastalo u povlaků s pigmentem C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 5 % a C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 10 %. U nátěrových filmů s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů došlo k poškození mřížky pouze u dvou povlaků s pigmentem MgO při OKP = 5 % (hodnocené stupněm 3) a při OKP = 10 % (hodnocené stupněm přilnavosti 4). Vysokou přilnavost měly i nátěrové filmy s obsahem TiO₂, kde k poškození hodnocené stupněm 2 dosáhl pouze povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a úplnému zničení mřížky došlo u povlaků s pigmenty Mg a MgO. Nátěrové filmy s obsahem CaCO₃, Plastoritem a ZnO vykazovaly ve většině případů vysokou přilnavost k ocelovému podkladu hodnocenou stupněm 0. K nepatrnému poškození hodnoceném stupněm přilnavosti 1 došlo u nátěrů s Plastoritem při OKP = 3 % a pigmenty C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ a povlaku se ZnO při OKP = 5 % a pigmentem C₁₄H₄Mg₂O₈.



Obrázek 28: Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků s obsahem sférického zinku po 1548hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO₂. a) Mg při OKP = 5 %, b) C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 10 %, c) Mg + TiO₂ při OKP = 3 %, d) MgO + TiO₂ při OKP = 3 %.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů dosáhly hodnot odtrhové pevnosti v rozmezí 0,393 – 1,215 MPa. Povlaky s pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ měly při všech hodnotách OKP odtrhovou pevnost nižší, než měl zinkový standard (1,066 MPa). Nejnížší hodnotu odtrhové pevnosti (0,393 MPa) měl nátěrový film s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 10 %, u něhož zároveň došlo k výraznějšímu poškození mřížky hodnoceným stupněm 3. Naopak vysokou odolnost vůči odtrhu vykazovaly povlaky s pigmentem $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 3 % (1,215 MPa) a pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 5 % (1,211 MPa). Všechny povlaky se sférickým zinkem a organickými pigmenty navíc vykazovaly kohezní lom ve vrstvě nátěru.

Nátěrové filmy se sférickým zinkem a anorganickými pigmenty vykazovaly ve všech případech kohezní lom ve vrstvě nátěru. Odtrhové pevnosti nabývaly hodnot od 0,324 – 2,242 MPa. Nejvyšší odtrhová pevnost byla spočítána pro povlak s pigmentem $[(C_6H_4NH)_2(C_6H_4N)_2]_n- PO_4$ při OKP = 10 % (2,242 MPa).



Obrázek 29: Fotografický záznam organických povlaků. A) povlak s pigmentem Mg při OKP = 5 % a sférickým Zn s nejvyšší odtrhovou pevností 1,367 MPa. B) povlak s pigmentem MgO při OKP = 1 % a TiO_2 s nejnížší odtrhovou pevností 0,194 MPa.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly odtrhových hodnot v rozmezí 0,194 – 1,078 MPa a u všech povlaků byl zároveň vyhodnocen adhezní lom mezi nátěrem a ocelovým podkladem z více jak 70 %. Nejnížší hodnoty odtrhové pevnosti měly nátěry s pigmenty Mg (0,292 MPa) a MgO (0,194 MPa), u nichž zároveň došlo k úplnému porušení mřížky hodnoceném stupněm přilnavosti 5 a adheznímu lomu z více jak 90 %. Vyšší odtrhovou pevnost vykazoval pouze povlak s pigmentem $[(C_6H_4NH)_2(C_6H_4N)_2]_n- PO_4$ (1,078 MPa).

Organické povlaky s obsahem $CaCO_3$, Platoritu a ZnO měly hodnoty odtrhových pevností v rozmezí 0,30 – 2,56 MPa. Nátěry s obsahem $CaCO_3$ a Platoritu vykazovaly vyšší odtrhové pevnosti než povlaky se ZnO. Nejnížší odtrhové pevnosti dosáhly povlaky s obsahem ZnO a pigmentů Ca-Mg- HPO_4 (0,45 MPa) a MgO (0,30 MPa) vlivem velkého množství osmotických puchýřků v ploše nátěru. Naopak zcela nejvyšší odtrhové pevnosti ze všech

studovaných povlaků dosáhl nátěrový film s obsahem Plastoritu při OKP = 5 % a pigmentu $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ (2,56 MPa).

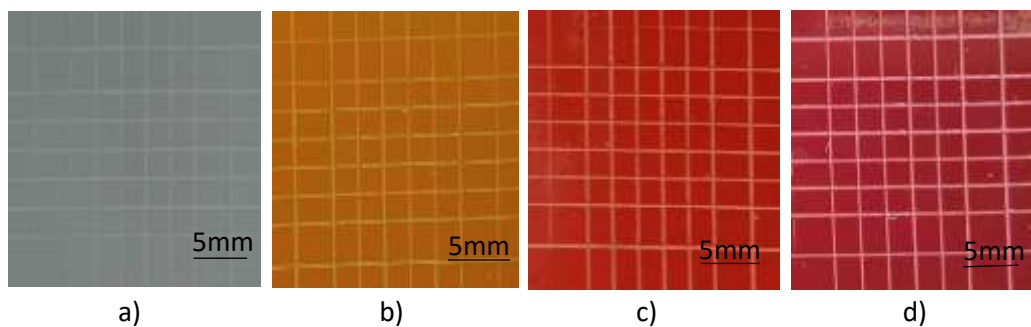
Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a přilnavosti po expozici v atmosféře SO₂

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn, i TiO₂ vykazovaly ve většině případů vysokou odolnost vůči odlupování či praskání a pevně držely k ocelovému podkladu.
- K úplnému zničení mřížky hodnoceným stupněm 5 došlo pouze u povlaků s obsahem TiO₂ a pigmenty Mg a MgO.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosáhly hodnot odtrhové pevnosti v rozmezí 0,393 – 1,215 MPa.
- Povlaky s pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ měly při všech hodnotách OKP odtrhovou pevnost nižší, než měl zinkový standard (1,066 MPa).
- Nátěrové filmy se sférickým Zn a anorganickými pigmenty vykazovaly ve všech případech kohezní lom ve vrstvě nátěru a odtrhové pevnosti nabývaly hodnot od 0,324 – 2,242 MPa.
- Organické povlaky s obsahem TiO₂ dosahovaly odtrhových hodnot v rozmezí 0,194 – 1,078 MPa, a u všech povlaků byl zároveň vyhodnocen adhezní lom mezi nátěrem a ocelovým podkladem z více jak 70 %.
- Zcela nejvyšší odtrhové pevnosti dosáhl nátěrový film s obsahem Fe₂O₃ a Plastoritu při OKP = 5 % a pigmentu $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ (2,56 MPa).

5.4.2.7 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací.

Organické povlaky o DFT = 90 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. U většiny testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru.

Organické povlaky s obsahem CaCO₃ a pigmentů $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$, $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ vysoké přilnavosti hodnocené stupněm 0. Nátěrové filmy s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ stupně přilnavosti 1. Hodnoty odtrhových pevností se pohybovaly v rozmezí 0,68 – 2,86 MPa. Nejvyšší odtrhovou pevnost ze všech měl organický povlak s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ (2,86 MPa).



Obrázek 30: Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. a) $C_{12}H_6MgO_4$ s obsahem $CaCO_3$, b) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ s obsahem $CaCO_3$ c) $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ s obsahem $CaCO_3$ d) $C_{12}H_6MgO_4$ s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu.

Povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu vykazovaly ve všech případech vysokou přilnavost hodnocenou stupněm 0. Odtrhové pevnosti se pohybovaly v rozmezí 0,95 – 1, 93 MPa.

Nátěrové filmy s obsahem ZnO vykazovaly oproti organickým povlakům s $CaCO_3$ a Plastoritem výrazně nižších hodnot odtrhových pevností v rozmezí 0,40 – 0, 69 MPa v důsledku velkého množství osmotických puchýřků v ploše nátěru. Tyto povlaky měly i nižší hodnocení přilnavosti. Organický povlak s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$ dosahoval výraznějšího poškození v místech křížení hodnocených stupněm přilnavosti 3 a povlaky s pigmenty Ca-Mg- HPO_4 a MgO stupně přilnavosti 4.

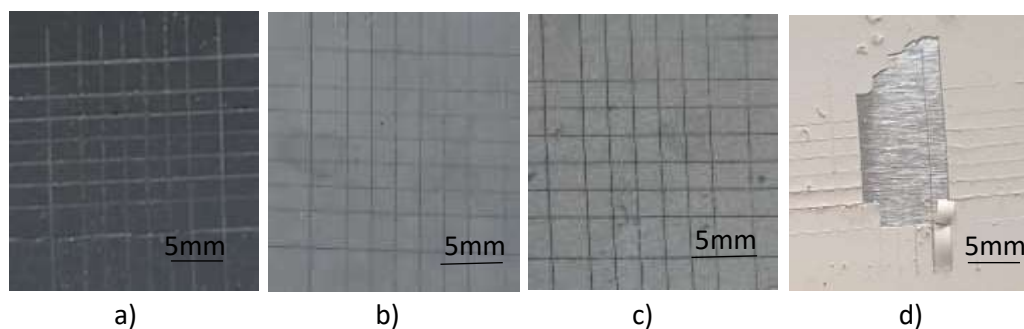
Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a zkoušek přilnavosti po expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací

- U většiny testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru
- Nejvyšší odtrhovou pevnost ze všech měl organický povlak s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ (2,86 MPa).
- Organické povlaky s obsahem Plastoritu při OKP = 5 % vykazovaly ve všech případech vysokou přilnavost hodnocenou stupněm 0.
- Nátěrové filmy s obsahem ZnO vykazovaly oproti organickým povlakům s $CaCO_3$ a Plastoritem výrazně nižších hodnot odtrhových pevností v rozmezí 0,40 – 0, 69 MPa v důsledku velkého množství osmotických puchýřků v ploše nátěru.

5.4.2.5 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$

Organické povlaky o DFT = 100 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1581hodinové expozici v atmosféře $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčičkových pigmentů vykazovaly vysokou přilnavost k ocelovému podkladu, z velké části hodnocenou stupněm přilnavosti 0. K nepatrnému poškození v místech křížení mřížky hodnocených stupněm 1, došlo u povlaků s pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 1 % a u povlaků s pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při OKP = 3, 5 a 10 %. K výraznějšímu odlupování hodnoceným stupněm 3 došlo pouze u povlaku $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ při OKP = 1 %. Organické povlaky s anorganickými a dalšími pigmenty $([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n^- \text{PO}_4$, Ca-Mg-HPO₄ a MgFe₂O₄ byly při všech hodnotách OKP hodnoceny stupněm 0. U nátěrových filmů s pigmentem Mg došlo k nepatrnému poškození (stupeň 1) při OKP = 1 a 3 % a u organických povlaků s pigmentem MgO při OKP = 3 % (stupeň 1) a OKP = 5 % (stupeň 2). Povlaky s obsahem TiO₂ dosahovaly nižší přilnavosti než povlaky se sférickým zinkem. K poškození v rozích mřížky hodnocených stupněm 2 došlo u povlaků s pigmenty MgFe₂O₄ a Mg. Výraznější odlupování hodnocené stupněm 3 vykazoval povlak s pigmentem MgO a povlak s pigmentem $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{MgO}_8$ byl hodnocen stupněm přilnavosti 4. K úplnému poškození mřížky pak došlo u organického povlaku s pigmentem Ca-Mg-HPO₄. Naopak nátěrové filmy s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO měly ve všech případech výbornou přilnavost hodnocenou stupněm 0.

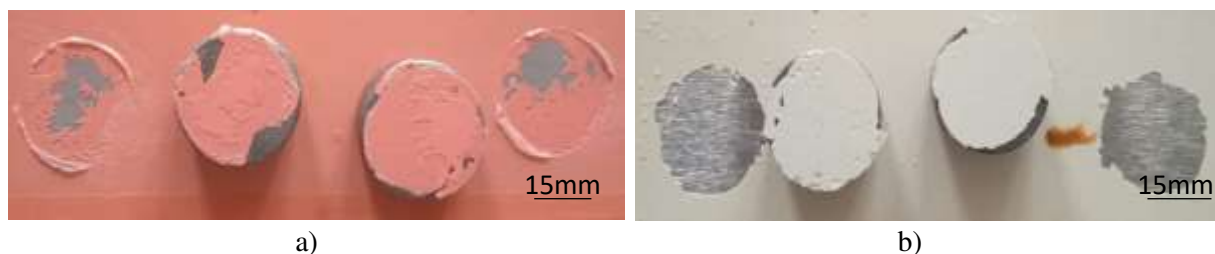


Obrázek 31: Fotografický záznam přilnavosti organických povlaků po 1581hodinové expozici v atmosféře $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$. a) $([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n^- \text{PO}_4$ při OKP = 10 %, b) $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ při OKP = 1 %, c) $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ při OKP = 5 %, d) Ca-Mg-HPO₄ s TiO₂.

U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů byly hodnoty odtrhových pevností v rozmezí hodnot 0,75 – 2,00 MPa, což bylo vždy nižší, než jakou měl povlak se zinkovým standardem (2,03 MPa). Jedinou výjimkou byl nátěrový film s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1 %, který měl hodnotu odtrhové pevnosti vyšší (2,34 MPa). U všech daných povlaků navíc docházelo ke koheznímu lomu ve vrstvě nátěru, u povlaků s pigmenty $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1 %, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 3 % a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 % byl kohezní lom B = 100 %.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů měly hodnoty odtrhové pevnosti vždy nižší, než měl zinkový standard v rozsahu 0,53 – 1,91 MPa. Povlaky s pigmenty $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$, Ca-Mg- HPO_4 a $MgFe_2O_4$ vykazovaly vždy kohezní lom ve vrstvě nátěru ve většině případů z více jak 90 %. Výjimkou byly povlaky s pigmentem Mg, kde při všech hodnotách OKP docházelo k adheznímu lomu mezi nátěrem a ocelovým podkladem z více jak 90 %. O nízké přilnavosti těchto povlaků s Mg svědčily i nízké hodnoty odtrhových pevností.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly odtrhových pevností v rozmezí 0,37 – 3,21 MPa. Až na tři povlaky s pigmenty $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ vykazovaly všechny nátěrové filmy adhezní lom mezi nátěrem a ocelovým podkladem z více jak 95 %. Zcela nejvyšší hodnoty odtrhové pevnosti bylo dosaženo u povlaku s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ (3,21 MPa), což byla zároveň i nejvyšší naměřená hodnota z daných povlaků. Naopak velmi nízké hodnoty odtrhových pevností byly zjištěny u povlaků s pigmentem Mg (0,37 MPa) a MgO (0,38 MPa), u kterých zároveň vyšel i adhezní lom mezi podkladem a nátěrem z 98 % a i porušení mřížky hodnocené stupněm přilnavosti 2 a 3, svědčící o jejich nízké přilnavosti.



Obrázek 32: Fotografický záznam organických povlaků. a) povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ a TiO_2 s nejvyšší odtrhovou pevností 3,21 MPa. b) povlak s pigmentem Mg a TiO_2 s nejnižší odtrhovou pevností 0,37 MPa.

Organické povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO měly hodnoty odtrhové pevnosti v rozmezí 0,60 – 2,88 MPa. U Povlaků s obsahem CaCO_3 vyšel vždy kohezní lom B ve vrstvě nátěru z více jak 80 %. Naopak povlaky s obsahem ZnO vykazovaly ve všech případech adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem z více jak 75 %. Nejvyšší odtrhovou sílu (903,5 N) bylo třeba vynaložit u nátěru s obsahem Plastoritu při OKP = 5 % a pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$. Naopak nejnižší odtrhovou sílu (187,5 N) bylo třeba vynaložit na povlak s obsahem ZnO při OKP = 5 % a pigmentem MgO , díky velkému množství osmotických puchýřků v ploše nátěru.

Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a přilnavosti po expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

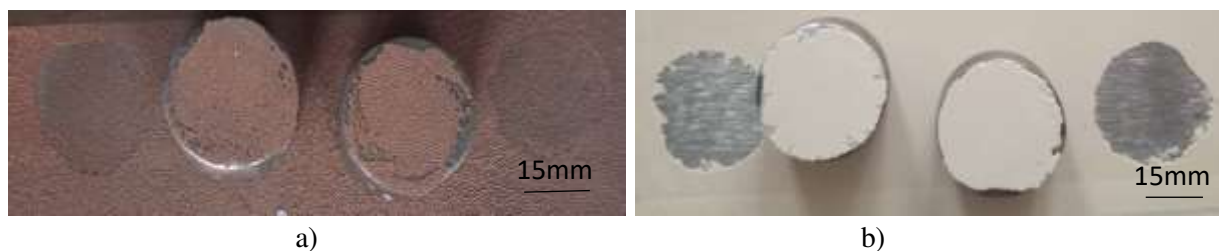
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn , CaCO_3 , Plastoritu a ZnO vykazovaly vysokou pevnost k ocelovému podkladu z velké části hodnocenou stupněm 0.
- Povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly nižší přilnavosti, než povlaky se sférickým Zn .
- K úplnému poškození mřížky došlo pouze u organického povlaku s obsahem TiO_2 a pigmentem Ca-Mg-HPO_4 .
- U organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických i anorganických pigmentů byly hodnoty odtrhových pevností vždy nižší, než jakou měl povlak se zinkovým standardem (2,03 MPa).
- Výjimkou byl nátěrový film s pigmentem $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 1 %, který měl hodnotu odtrhové pevnosti vyšší než zinkový standard (2,34 MPa).
- U povlaků se sférickým Zn a pigmenty $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 1 %, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 3 % a $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 3 % byl kohezní lom B ve vrstvě nátěru ze 100 %.
- Zcela nejvyšší hodnoty odtrhové pevnosti bylo dosaženo u povlaku s obsahem TiO_2 a pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ (3,21 MPa), což byla zároveň i nejvyšší naměřená hodnota u daných povlaků po expozicích.

5.4.2.6 Diskuze k výsledkům odtrhové zkoušky a přilnavosti po expozici QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄

Organické povlaky o DFT = 100 ± 10 μm aplikované na ocelové panely byly podrobeny testu přilnavosti a odolnosti proti odrthu po 1656hodinové expozici v atmosféře QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄. U většiny testovaných povlaků došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degračních procesů v nátěru.

Organické povlaky s obsahem organických pigmentů C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂, C₃₄H₂₆MgN₈O₆ a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ dosáhly při všech hodnotách OKP stupně přilnavosti 0. Nátěrový film s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 3 % vykazoval poškození v místech křížení mřížky hodnocené stupněm 2. K výraznějšímu odlupování došlo u povlaků s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 1 % a C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 3 % hodnocené stupněm 3. U povlaků s anorganickými pigmenty nedošlo k žádnému poškození pouze u povlaků s pigmentem Mg. Nátěrové filmy s pigmenty ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)_n- PO₄ při OKP = 1 % a Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 3 % vykazovaly odlupování v rozích hodnocené stupněm 2. Nejnižší přilnavost hodnocenou stupněm 3, měl povlak s pigmentem MgFe₂O₄ při OKP = 10 %. Organické povlaky s obsahem TiO₂ dosahovaly srovnatelné přilnavosti, jako povlaky s obsahem sférického zinku. K výraznějšímu poškození hodnoceného stupněm 2 a 3 došlo pouze u povlaků s pigmenty Mg a MgO.

Organické povlaky s obsahem organických pigmentů dosahovaly odtrhových pevností v rozmezí hodnot 0,53 – 2,05 MPa. U povlaků s pigmenty C₁₂H₆MgO₄ a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ byla odtrhová pevnost při všech hodnotách OKP nižší, než u zinkového standardu (1,14 MPa). U povlaků s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂, C₃₄H₂₆MgN₈O₆, C₂₆H₁₉MgN₃O₅ a C₁₇H₁₀MgN₂O₃ došlo při všech hodnotách OKP ke koheznímu lomu B ve vrstvě nátěru z více jak 80 %. Nejvyšší odtrhovou pevnost (2,05 MPa) měl povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 10 %, naopak nejnižší odtrhové pevnosti (0,53 MPa) dosáhl povlak s pigmentem C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 5 %.



Obrázek 33: Fotografický záznam organických povlaků. a) povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 10 % a sférickým Zn s nejvyšší odtrhovou pevností 2,05 MPa. b) povlak s pigmentem Mg a TiO_2 s nejnižší odtrhovou pevností 0,46 MPa.

Organické povlaky s obsahem anorganických pigmentů dosahovaly odtrhových pevností v rozmezí 0,67 – 2,00 MPa. Nátěrové filmy s pigmenty Ca-Mg- HPO_4 a MgO při všech hodnotách OKP vykazovaly nižší odtrhové pevnosti, než měl zinkový standard (1,14 MPa). Nejnižší odtrhovou pevnost měl povlak s pigmentem $MgFe_2O_4$ při OKP = 10 % (0,52 MPa), o jehož nízké přilnavosti svědčilo i hodnocení přilnavosti stupněm 3.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly ve většině případů nižší odtrhové pevnosti, než jakou měl standard TiO_2 (1,93 MPa). Vyšší odtrhovou pevnost měly pouze povlaky s pigmenty $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ (1,98 MPa) a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ (2,03 MPa). Naopak nejnižší odtrhovou pevnost vykazovaly povlaky s pigmenty Mg a MgO (0,46 MPa), u nichž zároveň došlo ke snížení přilnavosti hodnocené stupněm 2 a 3 a adheznímu lomu AB z více jak 95 %. U nátěrových filmů s obsahem TiO_2 a organických pigmentů došlo ke koheznímu lomu B ve vrstvě nátěru z více jak 80 %, naopak u povlaků s TiO_2 a anorganickými pigmenty došlo až na povlak s $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ ve všech případech k adheznímu lomu AB mezi ocelovým podkladem a nátěrovým filmem z více jak 95 %.

Závěry z hodnocení odtrhových zkoušek a zkoušek přilnavosti po expozici v atmosféře QUV/NaCl/ $(NH_4)_2SO_4$

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$, $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ a Mg dosáhly při všech hodnotách OKP stupně přilnavosti 0.
- K výraznějšímu odlupování hodnoceném stupněm 3 došlo u povlaků s obsahem sférického Zn a pigmentů $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1 % a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 3 %, $MgFe_2O_4$ při OKP = 10 % a povlaku s obsahem TiO_2 a pigmentu MgO.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly odtrhových pevností v rozmezí hodnot 0,53 – 2,05 MPa

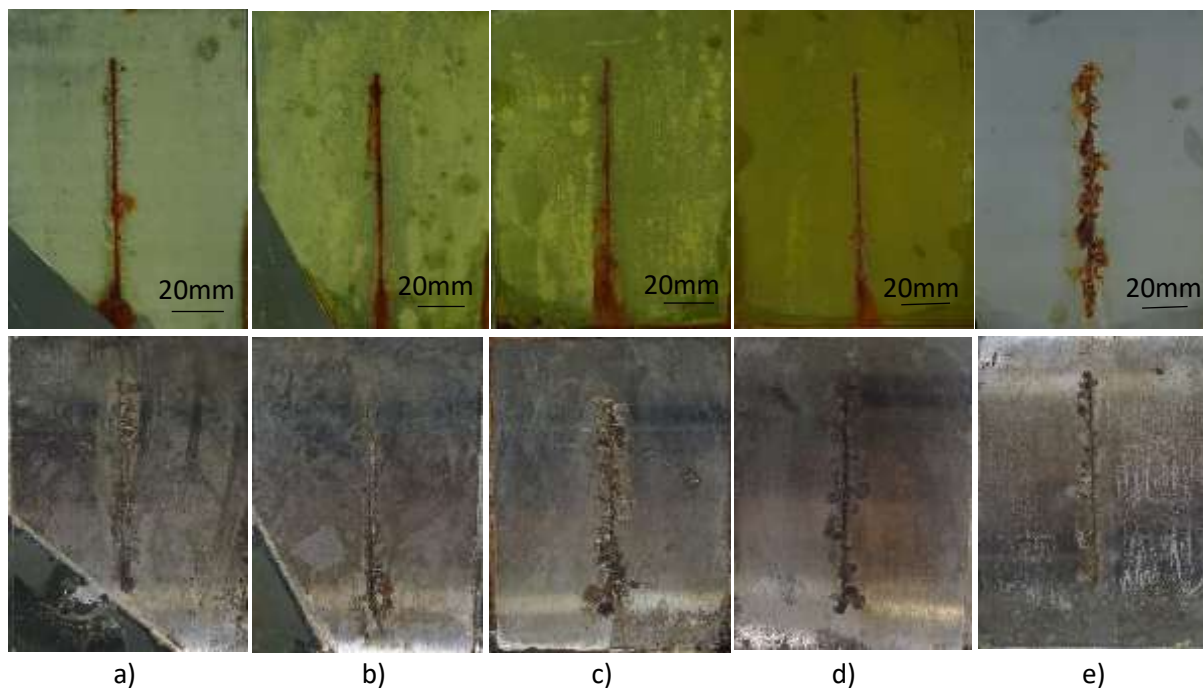
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly ve většině případů nižší odtrhové pevnosti, než jakou měl standard TiO_2 (1,93 MPa).
- U povlaků s pigmenty $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$, $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ a $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ došlo při všech hodnotách OKP ke koheznímu lomu B ve vrstvě nátěru z více jak 80 %.

5.5 Diskuze k výsledkům zrychlených korozních zkoušek

5.5.1 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v neutrální solné mlze

Na ocelových panelech s organickým povlakem o $\text{DFT} = 90 \pm 10 \mu\text{m}$ byly hodnoceny korozní změny vlivem působení prostředí neutrální solné mlhy. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1680 hodinách. V průběhu byly hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu (tabulka 83–85).

Z organických povlaků plněných sférickým zinkem a organickými pigmenty s obsahem hořčíku dosáhly nejvyšší antikorozi účinnosti povlaky s pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$. Tyto povlaky při všech hodnotách OKP nevykazovaly žádné prorezivění povlaku a puchýře v ploše se nacházely po 1680 hodinách pouze při hodnotě OKP = 1 % (6F). Zároveň ze všech povlaků vykazovaly nejnižší míru koroze v místě zkušebního řezu (1,5 – 3,5 mm). Puchýře v řezu dosahovaly při hodnotách OKP = 1 a 3 % hodnocení 6M a při OKP = 5 a 10 % hodnocení 4M. Organické povlaky s pigmentem $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při hodnotách OKP = 3, 5 a 10 % navíc dosahovaly jen velmi malé míry podkorodování ocelového panelu, která se snižovala s rostoucí hodnotou OKP (v rozmezí 0,03 - 0,1 %).

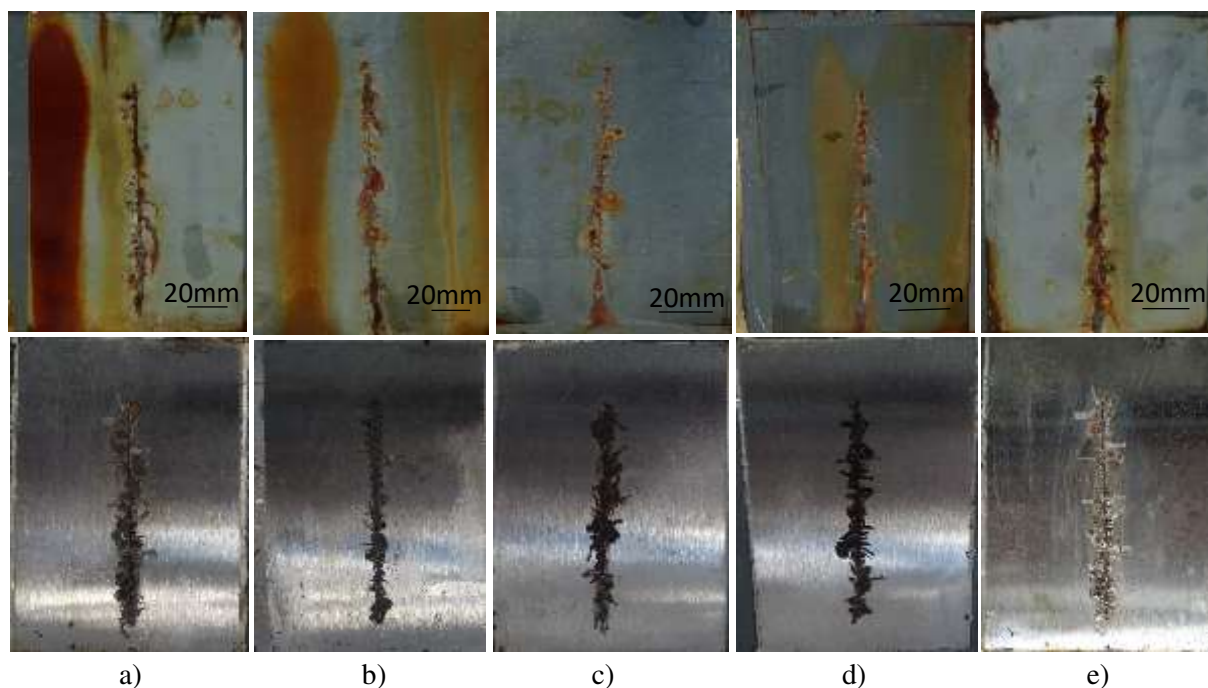


Obrázek 34: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku s nejvyšší korozní odolností po 1680hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1 %, b) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 3 %, c) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %, d) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 10 % a e) $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 1 %.

Podobné antikoroziční účinnosti dosáhly i organické povlaky s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$, kde při všech hodnotách OKP nedošlo k výskytu koroze povlaku a puchýře v ploše byly pouze při hodnotě OKP = 1 % (8F). A zároveň i míra podkorodování kovových podkladů byla nízká (0,03 – 10 %). Naopak nejnižší antikoroziční účinnost bylo dosaženo u povlaků s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$. Při hodnotách OKP = 1 a 3 % vykazovaly tyto organické povlaky koroze povlaku až 50 % a velkého množství puchýřků na povlaku (8MD a 8D) i v řezu (2MD a 2D). Pod těmito povlaky navíc došlo k podkorodování ocelového panelu ze 100 %. Velmi nízké korozní ochrany dosáhl i povlak s obsahem pigmentu $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 5 %, kde bylo po 1680 hodinách velké množství puchýřů jak v ploše (8D), tak i v řezu (2D). Koroze povlaku dosahovala 16 % a ocelový podklad byl ze 100 % podkorodován. Většina organických pigmentů s obsahem organických hořčikových pigmentů dosahovala vyšší korozní ochrany v okolí zkušebního řezu než zinkem plněný standard.

Z organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů dosáhly zcela nejvyšší účinnosti povlaky s obsahem MgO. Tyto povlaky při hodnotách OKP = 1, 5 a 10 % nevykazovaly žádné prorezivění povlaku ani žádné osmotické puchýře na povlaku. Ze všech organických povlaků měly tyto nátěrové filmy s obsahem MgO zcela nejnižší míru koroze

v řezu, a při hodnotách OKP 1, 3 a 10 % navíc nedošlo k žádnému podkorodování ocelového panelu. Naopak velmi nízké korozní odolnosti dosahovaly povlaky s obsahem Mg, kde se již po 336 hodinách začaly objevovat osmotické puchýře jak v ploše, tak v řezu hodnocené stupni 8MD až 8D a s odstupem času se jejich množství i velikost zvětšovaly. Po 1680 hodinách měly všechny povlaky s obsahem Mg množství puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8D a v řezu stupněm 2D, a došlo u nich ke kompletnímu podkorodování ocelového podkladu. U povlaku s obsahem Mg při OKP = 5 % byla navíc i míra prorezivění povlaku až 50 %. Nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se standardním zinkovým povlakem dosáhly i povlaky s obsahem MgFe_2O_4 . U těchto povlaků bylo při všech hodnotách OKP množství puchýřů v řezu hodnoceno stupněm 2D. Puchýře v ploše se nacházely pouze při hodnotách OKP = 1 a 3 % (8M a 8F) Při hodnotě OKP = 3 % nicméně došlo k zcela nejvyššímu hodnocení koroze v řezu, a to z více než 25mm. Zároveň u tohoto nátěrového filmu došlo k úplnému prorezivění jak povlaku, tak i podkorodování ocelového panelu. Velké míry prorezivění (50 %) a podkorodování podkladu (33 %) bylo dosaženo i při hodnotě OKP = 5 %. Ostatní organické povlaky s obsahem anorganických pigmentů dosahovaly spíše vyšší či srovnatelné antikoroziční účinnosti jako zinkem plněný standard.



Obrázek 35: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů s nejvyšší korozní odolností po 1680hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) MgO při OKP = 1%, b) MgO při OKP = 3 %, c) MgO při OKP = 5 %, d) MgO při OKP = 10 % a e) Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1 %.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 a anorganických i organických pigmentů dosahovaly podobné antikoroziční účinnosti jako povlak se standardem TiO_2 . Oproti povlakům se sférickým zinkem měly tyto povlaky výrazně nižší hodnocení koroze v okolí zkušebního řezu (v rozmezí 1 – 4,5 mm), ale až na povlak s obsahem $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ vykazovaly velké množství osmotických puchýřů v řezu hodnocené stupněm 2D. Nejvyšší antikoroziční účinnosti dosáhl povlak s pigmentem MgO , který měl po 1680hodinách množství puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8F a zároveň u něj nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu. Nulového podkorodování podkladu dosáhl ještě organický povlak s obsahem kovového Mg, ale tento povlak vykazoval velké množství osmotických puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8D. Naopak nízké koroziční účinnosti dosáhl povlak s obsahem polyanilinové soli, který měl prorezivění nátěru z 33 % a i podkorodování ocelového panelu z 33 %.

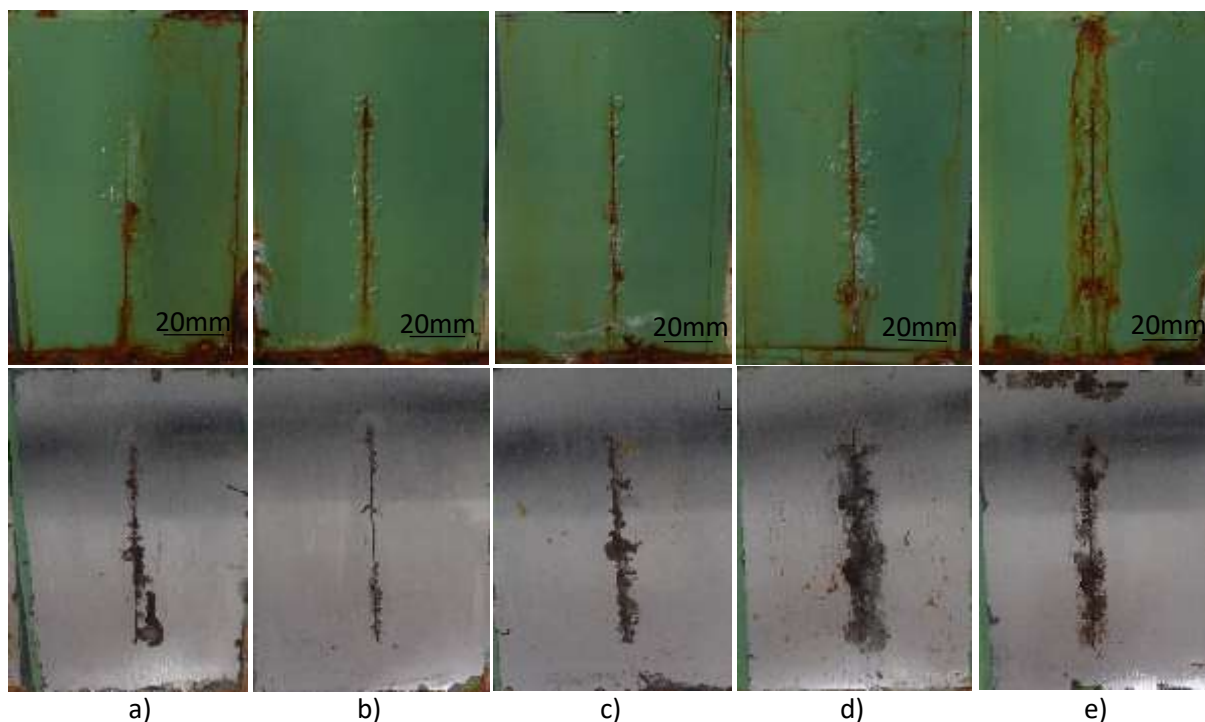
Závěry z hodnocení koroziční odolnosti OP v prostředí neutrální solné mlhy

- Nejvyšší antikoroziční účinnosti organických povlaků plněných zinkem dosáhly organické povlaky s obsahem pigmentu $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při všech hodnotách OKP.
- Naopak nejnižší antikoroziční odolnosti dosáhly organické povlaky s obsahem pigmentu $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při všech hodnotách OKP a povlak s obsahem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 5 %.
- Většina organických povlaků s obsahem organických hořčíkových pigmentů dosáhla vyšší antikoroziční účinnosti než zinkem plněný standard.
- Zcela nejvyšší antikoroziční účinnosti měly organické povlaky s obsahem MgO při všech hodnotách OKP. Tyto povlaky vykazovaly nulovou míru podkorodování ocelových panelů, a až na povlak při OKP = 3 % neměly po 1680hodinách expozice žádné puchýře v ploše ani žádné prorezivění nátěrového filmu.
- Nižší koroziční odolnosti v porovnání se zinkovým povlakem dosáhly organické povlaky s obsahem kovového Mg při všech hodnotách OKP a povlak s obsahem MgFe_2O_4 při OKP = 5 %. Tento povlak navíc vykazoval zcela největší míru koroze v okolí zkušebního řezu.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly srovnatelnou antikoroziční účinnost s TiO_2 standardem. Nejvyšší účinnosti dosáhl povlak s obsahem MgO .

5.5.2 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky organických povlaků s TOPCOAT v neutrální solné mlze

Na ocelových panelech s organickým povlakem o DFT = 130 ± 10 byly hodnoceny korozní změny vlivem působení prostředí neutrální solné mlhy. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1848 hodinách. V průběhu byly hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu (tabulka 86–88). Obecně nátěrové filmy s topcoat vykazovaly do expozici v neutrální solné mlze výrazně vyšší odolnost než nátěrové filmy bez topcoat.

Z organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů dosáhl vysoké antikorozi účinnosti nátěrový film s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, u něhož se po 1176hodinové expozici nevyskytovaly žádné puchýře v ploše, a po 1848hodinové expozici byly puchýře v ploše hodnoceny stupněm 8F a koroze v řezu 0 – 0,5 mm. Po stažení nátěrového filmu nedošlo k podkorodování ocelového panelu. Podobně vysoké účinnosti dosáhl i organický povlak s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 5 %, kde koroze v řezu byla 0,5 – 1 mm a puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 8M. K podkorodování ocelového podkladu zde došlo pouze z 0,1 %. Dobrou antikorozi účinnost vykazoval i povlak s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 %, kde koroze v řezu byla v rozmezí 0,5 – 1 mm a puchýře v řezu hodnoceny stupněm 4M. Daný povlak opět nevykazoval žádnou korozi ocelového podkladu. Nulové míry podkorodování ocelového podkladu po 1848hodinové expozici dosáhly i nátěrové filmy s obsahem Zn a pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 10 % a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1 a 3 %. U všech povlaků se koroze v řezu pohybovala v rozmezí 0 – 3,5 mm. Nejnižší koroze v řezu dosáhly povlaky s pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 % a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 5 a 10 %, kde koroze v řezu po 1848 hodinách nepřesáhla 0 – 0,5 mm. Naopak nízkou antikorozi účinnost vykazoval povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, při OKP = 1 %, kde bylo velké množství puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8D a puchýřů v řezu hodnocené stupněm 2D. Daný povlak dosáhl i nejvyšší míry podkorodování ocelového podkladu ze zinkem plněných povlaků (50 %).



Obrázek 36: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a vrchním nátěrem s nejvyšší korozní odolností po 1848hodinové expozici v neutrální solné mlze. a) $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, b) MgO při OKP = 1 %, c) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 %, d) $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 5 % e) Mg při OKP = 1 %.

Z organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů dosáhly vysoké antikoroziční účinnosti povlaky s pigmentem $MgFe_2O_4$, které při OKP 1, 3 a 5 %, u nichž se ani po 1176 hodinách se nevytvořily žádné puchýře v ploše ani nedošlo k prorezivění povlaku. Po 1848hodinové expozici dosahovaly povlaky s pigmentem $MgFe_2O_4$ při OKP = 1 a 3 % množství puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8F a 6F i velmi malého prorezivění (0,03%) a koroze v řezu v rozmezí 0,5 – 1 mm. Po stažení nátěru u nich došlo k podkorodování pouze z 0,03 % (při OKP 1 %) a 0,1 % (při OKP 3 %). Vysoké účinnosti dosáhl i povlak s pigmentem MgO při OKP = 1 %, kde po 1848 hodinách bylo množství puchýřů v ploše hodnoceno stupněm 8F, koroze v řezu v rozmezí 1 – 1,5 mm, nedošlo u něj k žádnému prorezivění povlaku a po stažení k žádnému podkorodování ocelového podkladu. Povlak s pigmentem Mg při OKP = 1 %, dosahoval též vysoké antikoroziční účinnosti, kde puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 8F, koroze v řezu v rozmezí 0-0,5 mm a po stažení nátěru došlo k podkorodování ocelového panelu pouze z 0,03 %. Nulovou míru podkorodování vykazovaly i povlaky s MgO při OKP = 3 a 10 %. Většina povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosahovala vyšší antikoroziční účinnosti než zinkem plněný standard.

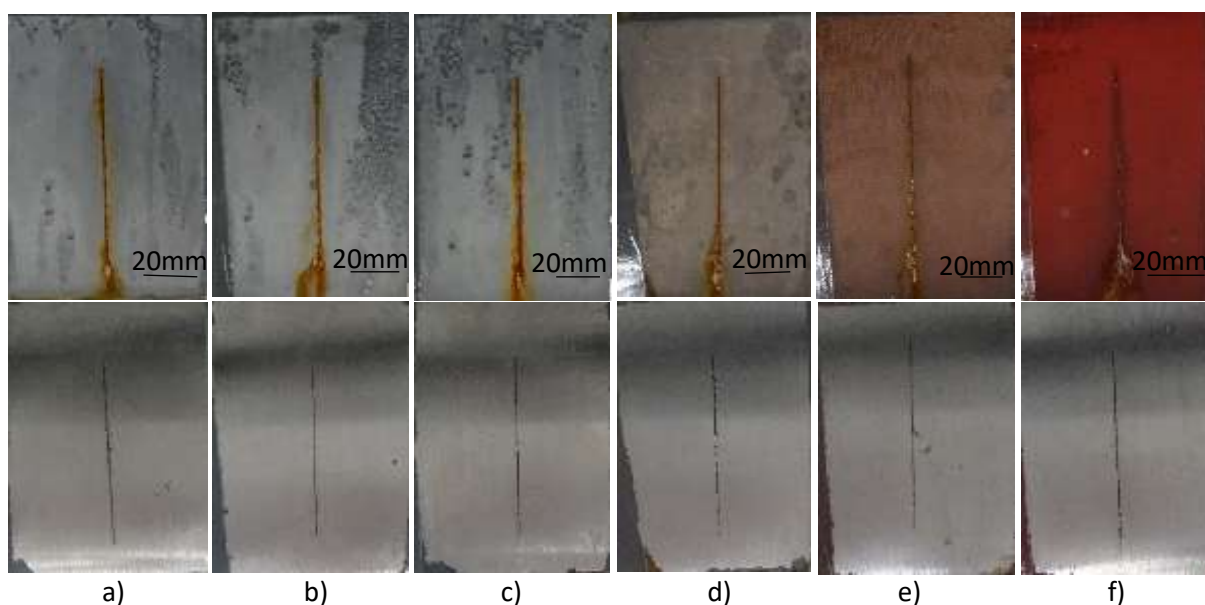
Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly po 1848 expozici vyšší míru prorezivění povlaků i podkorodování ocelových panelů v porovnání s povlaky s obsahem sférického Zn. Až na povlak s pigmentem MgO měly všechny povlaky puchýře v řezu hodnocené stupněm 2D. K výraznému prorezivění povlaku (10 - 33 %) i podkorodování (16 - 33 %) došlo u povlaků s pigmenty $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ a $([\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2)_n\text{-PO}_4$. U organického povlaku s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ byl ocelový podklad podkorodován ze 100 %. Naopak nulovou míru podkorodování vykazovaly povlaky s pigmenty MgO a Ca-Mg- HPO_4 . Až na nátěrový film s pigmentem MgO dosáhly všechny organické povlaky nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se standardem TiO_2 .

Závěry z hodnocení korozní odolnosti OP s topcoat v prostředí neutrální solné mlhy

- Vysoké antikoroziční účinnosti dosáhl nátěrový film s obsahem pigmentu $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ při OKP = 3 %, u něhož po 1848hodinové expozici byly puchýře v ploše hodnoceny stupněm 8F, koroze v řezu 0 – 0,5 mm a po stažení nátěrového filmu nedošlo k podkorodování ocelového panelu. Podobně vysoké účinnosti dosáhl i organický povlak s pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ při OKP = 5 %, kde koroze v řezu byla 0,5 – 1 mm a puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 8M.
- Nulové míry podkorodování ocelového podkladu dosáhly nátěrové filmy s obsahem Zn a pigmenty $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ při OKP = 3 %, $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 5 %, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 10 %, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 1 a 3 % a MgO při OKP = 1, 3 a 10 % a s obsahem TiO_2 a pigmenty MgO a Ca-Mg- HPO_4 .
- Většina povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosahovala vyšší antikoroziční účinnosti než zinkem plněný standard.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly po 1848hodinové expozici vyšší míru prorezivění povlaků i pokorodování ocelových panelů v porovnání s povlaky s obsahem sférického Zn.

5.5.2 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře s obsahem SO₂

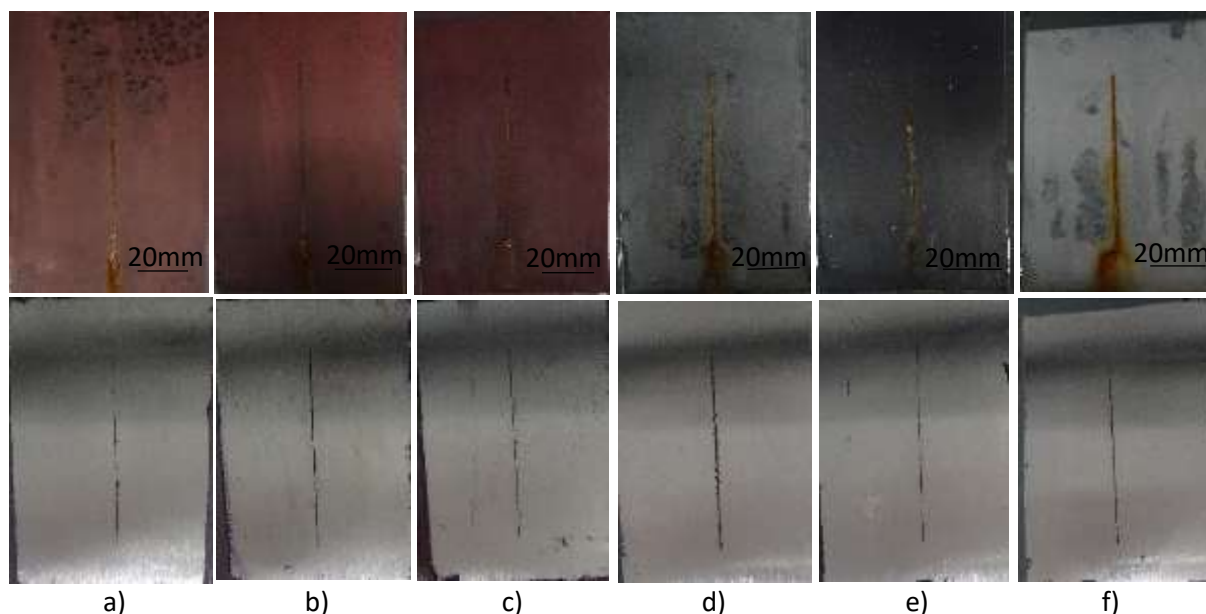
Na ocelových panelech s organickým povlakem o DFT = 90 ± 10 μm byly hodnoceny korozní změny vlivem působení prostředí SO₂. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1536 hodinách. V průběhu byly hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu (tabulka 89-91). Obecně nátěrové filmy vykazovaly do expozici v atmosféře SO₂ dobrou antikorozi odolnost. U všech povlaků došlo po 1536hodinové expozici k snížení tloušťky nátěrového filmu o cca 15 ± 5 μm vlivem degradačních procesů.



Obrázek 37: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku s nejvyšší korozní odolností po 1248hodinové expozici v atmosféře SO₂. a) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 3 %, b) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 %, c) C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 10 %, d) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 1 % e) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 3 %, f) C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 10 %.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly ve většině případů vyšší antikorozi účinnost v porovnání se zinkovým standardem. Nejlepších výsledků dosáhly povlaky s pigmentem C₁₄H₄Mg₂O₈, kde při všech hodnotách OKP nedošlo k výskytu osmotických puchýřů v povlaku a puchýře v řezu byly hodnoceny stupni 8F a 6F, k prorezivění povlaku došlo pouze v rozmezí 0,03 – 0,3 %. Povlaky při OKP 1 a 3 % neměly ani žádné podkorodování ocelového podkladu. Nulovou míru podkorodování ocelového panelu vykazovaly i nátěrové filmy s pigmenty C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 5 a 10 %, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 1, 3 a 5 % a C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 1, 5 a 10 %. Naopak k výraznému

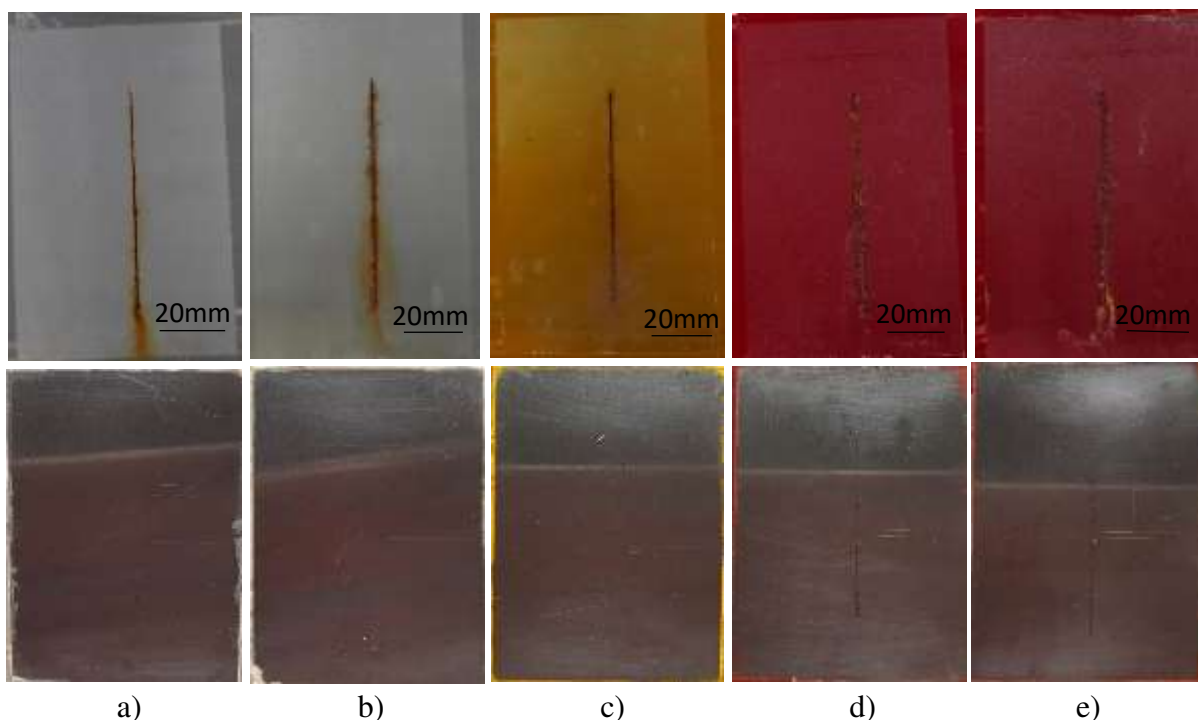
podkorodování ocelového panelu (z 50 %) došlo u organického povlaku s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 3 %. Velmi dobrých výsledků dosáhly též i organické povlaky s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 a 5 %, kde nedošlo k výskytu osmotických puchýřů v řezu ani žádnému prorezivění nátěrového filmu. Puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 6M a podkorodování ocelového panelu činilo 0,03 % (pro OKP = 3 %) a 3 % (pro OKP = 5 %).



Obrázek 38: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku a s nejvyšší korozní odolností po 1248hodinové expozici v atmosféře SO_2 . a) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 3 %, b) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 5 %, c) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 10 %, d) PANI při OKP = 5 % e) PANI při OKP = 10 %, f) Mg při OKP = 10 %.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosáhly obecně nižší či srovnatelné antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem. Vysoké antikoroziční účinnosti v této skupině dosáhly povlaky s pigmentem MgO při OKP = 1 a 3 %, kde osmotické puchýře v ploše nátěru byly hodnoceny stupněm 8F a zároveň u těchto nátěrů nedošlo k žádnému podkorodování ocelových podkladů a prorezivění nátěru se pohybovalo v rozmezí 0,1 – 1 %. Nulovou míru podkorodování vykazoval i organický povlak s Mg při OKP = 10 %. Tento povlak dosahoval i velmi malé míry rezivění (0,1 %) a puchýře v řezu byly hodnoceny stupněm 8F. Vysokou odolnost měly i povlaky s pigmentem $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 5 a 10 %, u nichž nedošlo k žádnému prorezivění nátěrového filmu a podkorodování se pohybovalo v rozmezí 0,1 – 1 %.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly výrazně nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkem plněnými povlaky. Veškeré povlaky vykazovaly velké množství osmotických puchýřků v řezu a k podkorodování ocelového panelu ze 100 % došlo u více než poloviny všech vzorků. Velmi nízké účinnosti dosáhl i samotný TiO_2 standard. Výjimkou byl pouze povlak s MgO , kde puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 8F, v řezu 6MD, koroze v řezu v rozmezí 0 – 0,5mm a k podkorodování ocelového podkladu došlo pouze ze 3 %.



Obrázek 39: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem CaCO_3 a s nejvyšší koroziční odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře SO_2 . a) $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, b) $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, c) $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$, d) $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, e) $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$.

Poslední skupinu tvoří povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO , které byly vystaveny působení SO_2 po dobu 1080 hodin. Veškeré tyto nátěrové filmy vykazovaly nižší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neb již po 168 hodinách se u všech povlaků začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času zvětšovaly a jejich množství rostlo. Povlaky s obsahem CaCO_3 dosáhly nejlepších výsledků, co se týče míry podkorodování ocelového podkladu (0 – 0,01 %). Nejvyšší účinnost zde měl povlak s pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, který vykazoval puchýře v ploše hodnocené stupněm 8F a v řezu 6M a k prorezivění zde došlo pouze z 0,03 %. U nátěrových filmů s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu při OKP = 5 % došlo k vyšší míře podkorodování ocelových podkladů i větší míře

puchýřů v ploše i v řezu. Úplné podkorodování (ze 100 %) vykazoval povlak s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$. Povlaky s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % nevykazovaly žádné prorezivění nátěrového filmu, nicméně obsahovaly velké množství osmotických puchýřků v ploše. U povlaků s pigmenty $MgFe_2O_4$ a MgO dosahovaly puchýřky hodnocení 6D. K vyšší míře podkorodování ocelového panelu (z 10 %) došlo pouze u povlaku s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$.

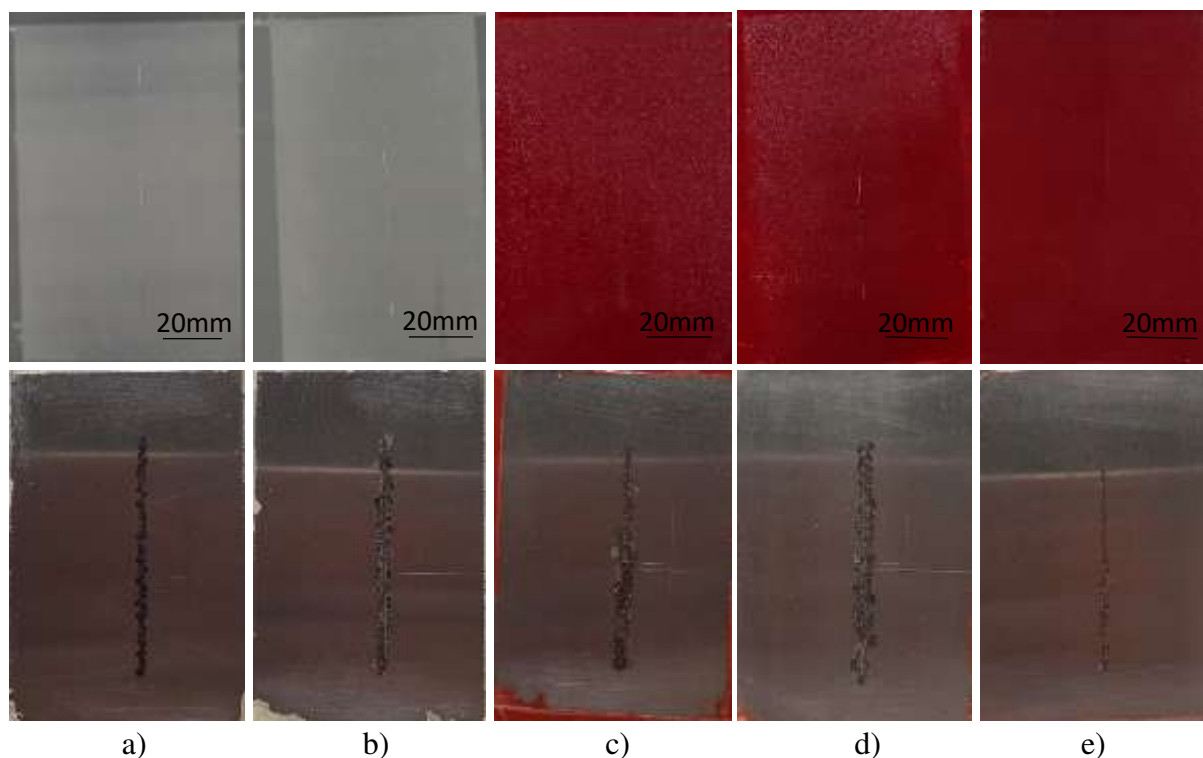
Závěry z hodnocení korozní odolnosti OP v atmosféře SO_2

- U všech povlaků došlo po 1536hodinové expozici k snížení tloušťky nátěrového filmu o cca $15 \pm 5 \mu m$ vlivem degradačních procesů.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly ve většině případů vyšší antikorozi účinnost v porovnání se zinkovým standardem.
- Nulovou míru podkorodování ocelového panelu vykazovaly i povlaky s obsahem sférického Zn a pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 5 a 10 %, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1 a 3 %, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1, 3 a 5 %, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 1, 5 a 10 %, Mg při OKP = 10 % a MgO při OKP = 1 a 3 %.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosáhly nižší či srovnatelné antikorozi účinnosti v porovnání se zinkovým standardem.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly výrazně nižší antikorozi účinnosti v porovnání se zinkem plněnými povlaky. Veškeré povlaky vykazovaly velké množství osmotických puchýřků v řezu a k podkorodování ocelového panelu ze 100 % došlo u více než poloviny všech vzorků.
- Povlaky s obsahem $CaCO_3$, Plastoritu a ZnO , vykazovaly nižší antikorozi účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neb již po 168 hodinách se u všech povlaků začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času zvětšovaly a jejich množství rostlo.
- Povlaky s obsahem $CaCO_3$ dosáhly nejlepších výsledků, co se týče míry podkorodování ocelového podkladu (0 – 0,01 %).

5.5.3 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře s povšechnou kondenzací

Na ocelových panelech s organickým povlakem o $DFT = 90 \pm 10 \mu\text{m}$ byly hodnoceny korozní změny vlivem působení prostředí s povšechnou kondenzací. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1080 hodinách. V průběhu byly hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu (tabulka 95-97).

Organické povlaky s obsahem CaCO_3 a organických pigmentů vykazovaly nižší antikoroziční účinnost, neboť u všech povlaků se již po 168 hodinách vyskytovaly osmotické puchýřky buď v ploše nebo v řezu. Většina povlaků po 1080hodinové expozici dosahovala velkého množství osmotických puchýřků v ploše stupni 10D a 10 MD. Výjimkou byly povlaky s pigmentem $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, který neobsahoval žádné puchýřky v řezu a v ploše hodnocené pouze stupněm 8F. Ovšem míra podkorodování u daných organických povlaků byla nízká v rozmezí 0-0,1 %.



Obrázek 40: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem CaCO_3 a s nejvyšší korozní odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře SO_2 . a) $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, b) $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, c) $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, d) $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$. e) povlak s obsahem ZnO a Ca-Mg-HPO_4 .

Organické povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu při $\text{OKP} = 5 \%$ dosahovaly též nižší antikoroziční účinnosti. Po 1080hodinové expozici měly veškeré povlaky puchýře v ploše hodnocené stupněm 10MD – 8D. Dané organické povlaky dosahovaly i větší míry podkorodování ocelových panelů v rozmezí 3–50 %. Nejnižší podkorodování ocelového

podkladu (3 %) vykazoval povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, ovšem tento povlak měl velké množství osmotických puchýřků v ploše hodnocených stupněm 8D.

U organických povlaků s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % došlo k velkému výskytu puchýřků v ploše již po 168 hodinách expozice. U povlaků s pigmenty $MgFe_2O_4$ a MgO hodnocených stupněm 6D. Puchýře v řezu dosahovaly jen nízkých hodnot v rozmezí 8F – 8M. K velmi malému prorezivění (0,01 %) nátěrového filmu došlo pouze u povlaku s pigmentem MgO . Hodnoty podkorodování ocelových panelů se u daných vzorků pohybovaly v rozmezí 0,03 – 1 %.

Závěry z hodnocení korozní odolnosti OP v atmosféře s povšechnou kondenzací

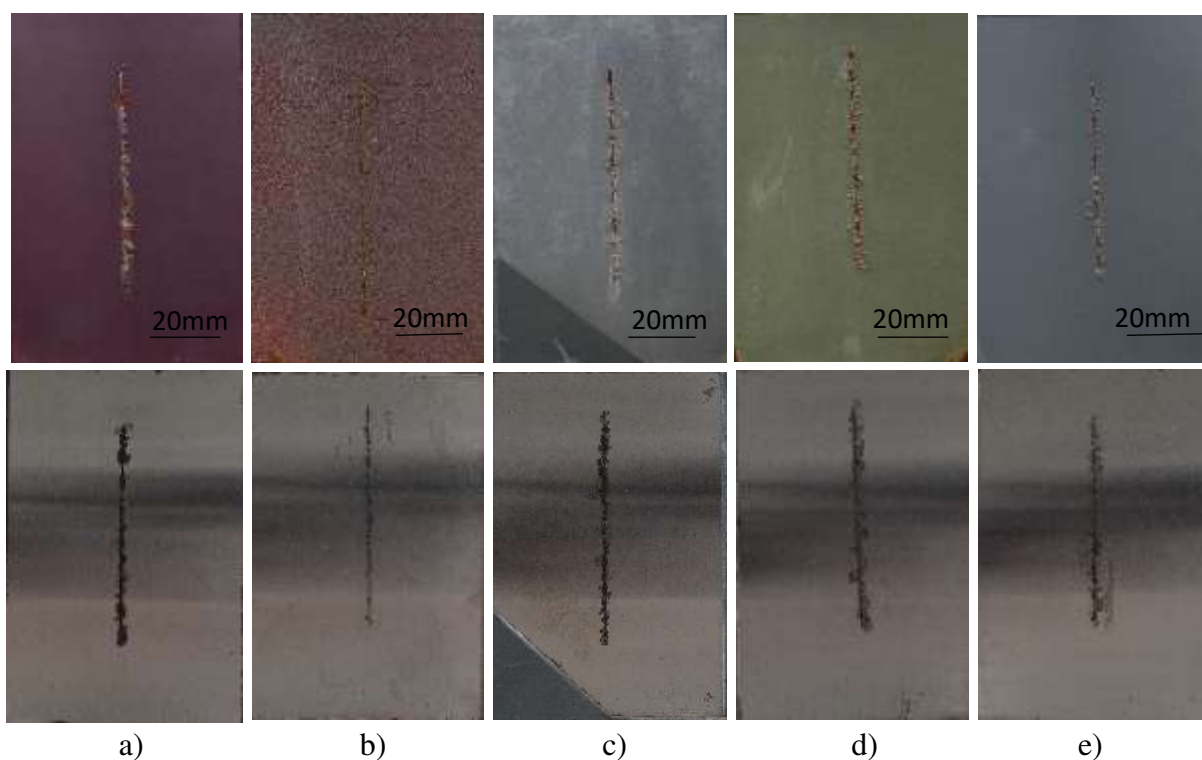
- U všech povlaků se již po 168 hodinách vyskytovaly osmotické puchýřky buď v ploše nebo v řezu.
- Povlaky s obsahem $CaCO_3$ vykazovaly malou míru podkorodování ocelových podkladů v rozmezí 0-0,1 %.
- Organické povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu při OKP = 5 % dosahovaly větší míry podkorodování ocelových panelů v rozmezí 3–50 %.
- U organických povlaků s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % a pigmenty $MgFe_2O_4$ a MgO došlo k velkému výskytu puchýřků v ploše hodnocených stupněm 6D již po 168 hodinách expozice.
- Nejvyšší odolnost vykazoval povlak s obsahem $CaCO_3$ a pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$.

5.5.4 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky v atmosféře solného elektrolytu $NaCl/(NH_4)_2SO_4$

Na ocelových panelech s organickým povlakem o DFT = 90 ± 10 byly hodnoceny korozní změny vlivem působení prostředí solného elektrolytu $NaCl/(NH_4)_2SO_4$. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1581 hodinách. V průběhu bylo hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly ve většině případů po 1581hodinové expozici vyšší antikorozi účinnosti než povlak se zinkovým standardem. Nejvyšší antikorozi účinnost vykazoval organický povlak s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 10 %, který neměl žádné puchýře v ploše, v řezu byly puchýře hodnoceny stupněm 6M a prorezivění pouze 0,03 % a po stažení nátěrového filmu došlo k podkorodování pouze z 0,01 %. Velmi podobného hodnocení dosáhly i povlaky s pigmentem

$C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 5 %, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1 % a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %. U všech organických povlaků s organickými pigmenty prorezivění nepřesáhlo 0,03 %. Ve většině případů po stažení nátěrového filmu došlo i k velmi malé míře podkorodování ocelových podkladů v rozmezí 0,01 – 3 %. Výjimkou byly povlaky s pigmentem $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 10 %, u něhož došlo k podkorodování z 33 % a s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1 a 3 %, u nichž bylo podkorodování z 10 %. Nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem dosáhly povlaky s pigmentem $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 3 a 5 %, u nichž se již po 408 hodinách vyskytovaly puchýře v ploše hodnocené stupněm 8MD.

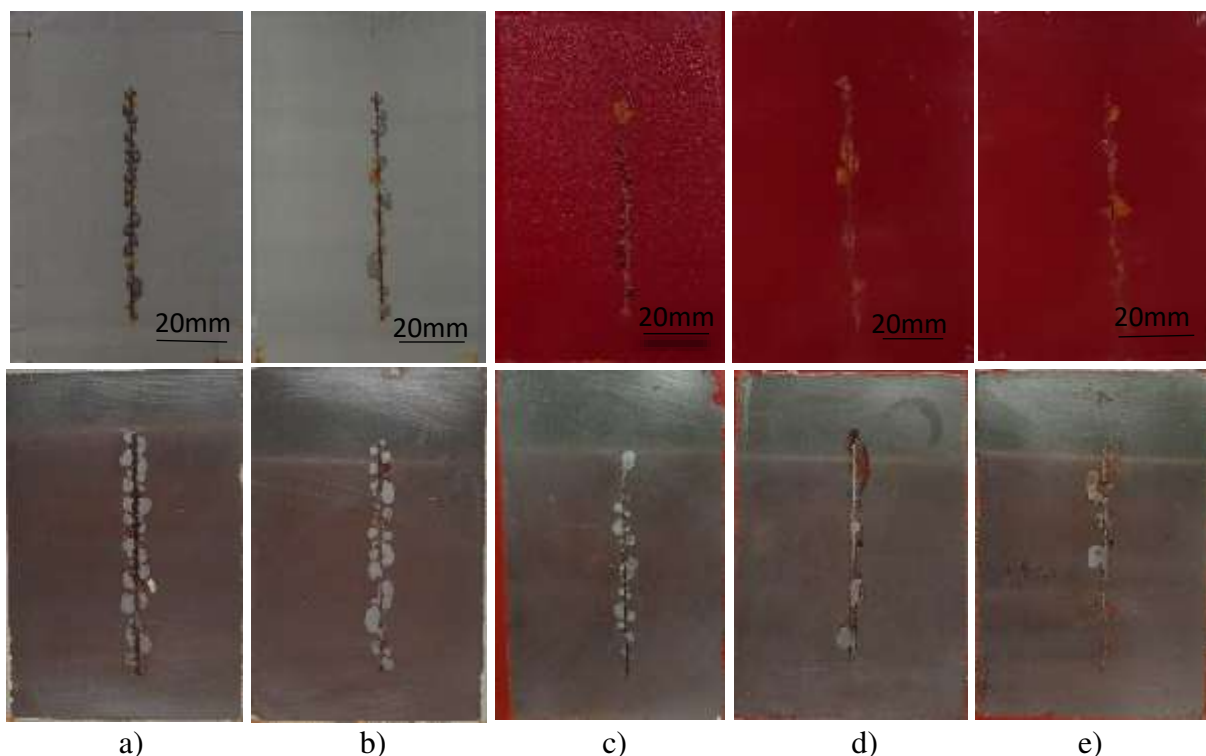


Obrázek 41: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického Zn s nejvyšší korozní odolností po 1581hodinové expozici v atmosféře $NaCl/(NH_4)_2SO_4$. a) $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 10%, b) $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 5 %, c) $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1 %, d) $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %. e) $Ca-Mg-HPO_4$ při OKP = 5 %.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosáhly ve většině případů nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem. Velmi dobré účinnosti zde dosahoval povlak s pigmentem $Ca-Mg-HPO_4$, který po 1581hodinové expozici neměl žádné puchýře v ploše, žádné prorezivění a puchýře v řezu byly hodnoceny stupněm 6F. Po stažení nátěrového filmu navíc došlo k podkorodování pouze z 0,1 %. Velmi podobných výsledků dosáhl i povlak s pigmentem MgO při OKP = 10 %, a $MgFe_2O_4$

při OKP = 1 a 5 %. Veškeré nátěrové filmy vykazovaly jen velmi malé prorezivění v rozmezí 0 – 1 %, u povlaků s pigmentem $[\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}]_2[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}]_2\text{PO}_4$ nedošlo k žádnému prorezivění při všech hodnotách OKP. Po stažení nátěrového filmu se hodnoty podkorodování ocelových panelů pohybovaly v rozmezí 0,03 – 10 %. Výjimkou byly povlak s pigmentem Mg při OKP = 1 %, kde podkorodování činilo 33 % a povlak s pigmentem MgFe_2O_4 při OKP = 3 %, kde bylo podkorodování ocelového panelu z 16 %.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly nižší antikoroziční účinnosti v porovnání s povlaky s obsahem sférického zinku. Po stažení nátěrových filmů zde docházelo k vyšší míře podkorodování ocelových podkladů v rozmezí 0,1 – 33 %. Až na povlaky s pigmenty $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ a $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ vykazovaly veškeré nátěrové filmy puchýře v ploše již po 408 hodinách expozice.



Obrázek 42: Fotografický záznam organických povlaků s nejvyšší korozní odolností po 1080hodinové expozici v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. a) $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ s obsahem CaCO_3 b) $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ s obsahem CaCO_3 , c) $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ s obsahem CaCO_3 , d) $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ s obsahem Plastoritu a Fe_2O_3 . e) $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ s obsahem Plastoritu a Fe_2O_3 .

Poslední skupinu tvoří povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO , které byly vystaveny působení $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ po dobu 1080 hodin. Veškeré tyto nátěrové filmy vykazovaly nižší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neb již po 168 hodinách se u většiny z nich začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času

zvětšovaly a jejich množství rostlo. Puchýře se po 168 hodinách nevytvořily u povlaků s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ a $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, které zároveň i po 1080 expozici vykazovaly nejvyšší antikoroziční účinnost, neboť se u nich nevyskytovaly žádné puchýře v ploše a po stažení nátěrového filmu nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu. Naopak velkého množství puchýřů v ploše nátěru hodnocené stupněm 6D obsahovaly povlaky s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % a pigmenty MgFe_2O_4 a MgO .

Závěry z hodnocení korozní odolnosti OP v atmosféře $\text{NaCl}/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly ve většině případů po 1581hodinové expozici vyšší antikoroziční účinnosti než povlak se zinkovým standardem.
- Velmi dobrou antikoroziční účinnost vykazovaly organické povlaky s pigmenty $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 10 %, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při OKP = 5 %, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ při OKP = 1 % a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 5 %.
- Nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem dosáhly povlaky s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 3 a 5 %, u nichž se již po 408 hodinách vyskytovaly puchýře v ploše hodnocené stupněm 8MD.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosáhly ve většině případů nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosahovaly nižší antikoroziční účinnosti v porovnání s povlaky s obsahem sférického zinku.
- Po stažení nátěrových filmů s obsahem TiO_2 docházelo k vyšší míře podkorodování ocelových podkladů v rozmezí 0,1 – 33 %. Až na povlaky s pigmenty $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ a $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ vykazovaly veškeré nátěrové filmy puchýře v ploše již po 408 hodinách expozice.
- Povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO , vykazovaly nižší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neb již po 168 hodinách se u většiny z nich začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času zvětšovaly a jejich množství rostlo.
- Puchýře se po 168 hodinách nevytvořily pouze u povlaků s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ a $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, které zároveň i po 1080 expozici vykazovaly nejvyšší antikoroziční účinnost.

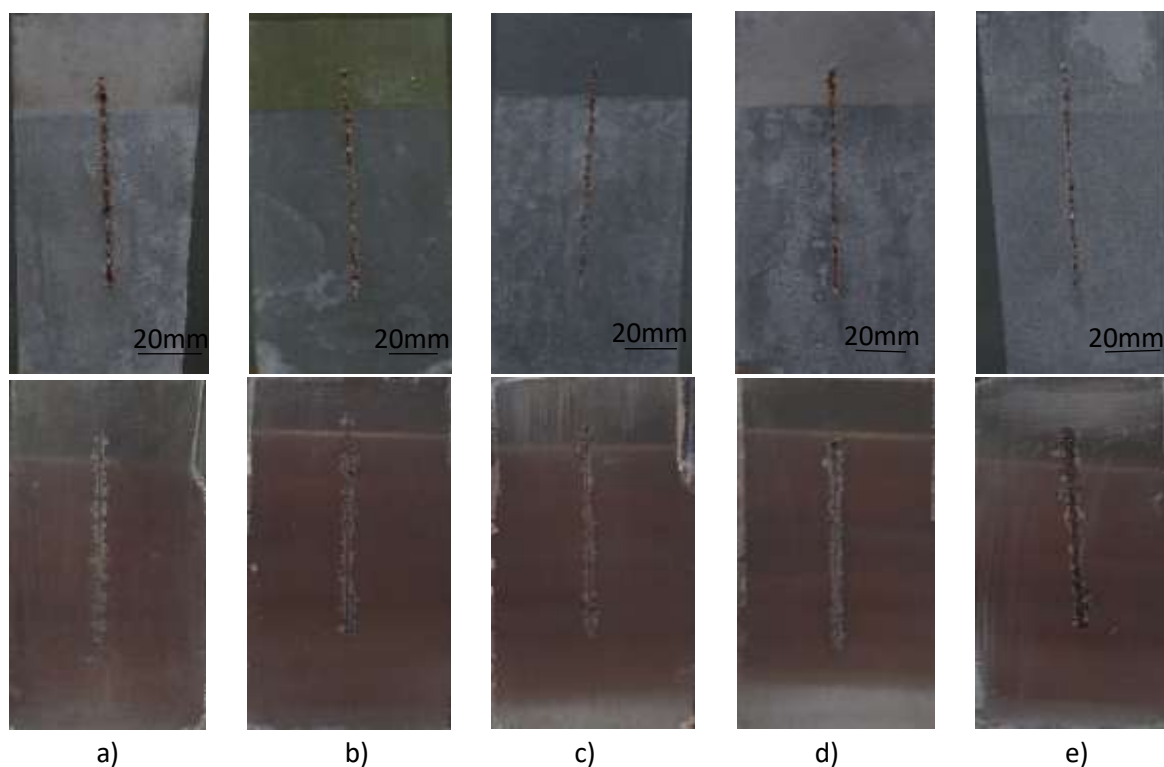
5.5.5 Diskuze k výsledkům korozní zkoušky QUV/solný elektrolyt NaCl/(NH₄)₂SO₄

Na ocelových panelech s organickým povlakem o DFT = 90 ± 10 byly hodnoceny korozní změny vlivem působení korozního prostředí QUV/solný elektrolyt NaCl/(NH₄)₂SO₄. Korozní působení bylo hodnoceno vždy po 7 dnech (168 hodinách) a ukončeno bylo po 1656 hodinách. V průběhu bylo hodnoceno množství puchýřů v ploše a v řezu a koroze v ploše a v řezu (tabulka 98-100). Ocelové panely s nátěrovým filmem byly vždy vystaveny 2 týdny působení solného elektrolytu a 1 týden v QUV komoře.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly vyšší antikoroziční účinnosti než samotný zinkový standard. Nejvyšší účinnost dosáhl povlak s pigmentem C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 %, který po 1656hodinové expozici nevykazoval žádné puchýře v ploše, žádné prorezivnění a po stažení i nulové podkorodování ocelového podkladu. Srovnatelného účinku dosáhly i povlaky s pigmentem C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 3 %, který na rozdíl od předchozího povlaku vykazoval malé prorezivnění povlaku (z 0,03 %) a nátěrový film s pigmentem C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 5 %, který měl puchýře v ploše hodnocené stupněm 8F. Nulové míry podkorodování ocelového podkladu dosáhly povlaky s pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅ a C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při všech hodnotách OKP, na druhou stranu tyto povlaky vykazovaly relativně velké množství puchýřků v ploše nátěru. Výbornou antikoroziční účinnost měl i organický povlak s pigmentem C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10 %, u něhož se nevyskytovaly žádné osmotické puchýřky v ploše, žádné prorezivnění a po stažení nátěru u něj nedošlo k žádnému podkorodování. U všech povlaků s obsahem sférického Zn a organických povlaků se koroze v řezu pohybovala v rozmezí 0–1 mm a prorezivnění nepřesáhlo 0,3 %.

Organické povlaky s obsahem anorganických pigmentů dosáhly též vyšší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem. Jedinou výjimkou byly povlaky s pigmentem MgO při OKP = 1, 3 a 5 %, u nichž již po 576 hodinách bylo velké množství puchýřků v ploše hodnocené stupněm 8MD. Vysoké antikoroziční účinnosti zde dosáhl povlak s pigmentem Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 5 %, u něhož se nevyskytovaly žádné puchýře v ploše, koroze v řezu nepřesáhla 0,5mm a prorezivnění nátěru bylo pouze z 0,01 %. Po stažení navíc nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu. Naprosto stejných hodnot dosáhly i povlaky s pigmentem MgFe₂O₄ při OKP = 3 % a pigmentem Mg při OKP = 10 %. U všech nátěrových filmů se koroze v řezu pohybovala v rozmezí 0–1 mm, prorezivnění nátěru nepřesáhlo 0,03 %, stejně tak po stažení nátěrů žádný ocelový podklad nedosáhl vyššího podkorodování než 0,03 %.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly nižší antikoroziční účinnosti než povlaky s obsahem sférického zinku. Většina povlaků vykazovala stejnou či nižší antikoroziční účinnost než povlak se standardem TiO_2 . Nejvyšší antikoroziční účinnosti zde dosáhl povlak s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, s malým množstvím puchýřů v ploše hodnoceným stupněm 8F a v řezu 8MD, k prorezivění nátěru došlo pouze z 0,03% a po stažení vykazoval ocelový podklad podkorodování ze 3 %. Naopak velké množství puchýřů hodnocené stupněm 8D v ploše měly již po 576 hodinách povlaky s pigmenty MgO a MgFe_2O_4 . U povlaků s pigmenty Mg a MgFe_2O_4 došlo k největšímu podkorodování ocelového podkladu z 10 %.



Obrázek 43: Fotografický záznam organických povlaků s obsahem sférického zinku s nejvyšší korozní odolností po 1656hodinové expozici v atmosféře QUV/ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$. a) $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ při OKP = 3 %, b) $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 5 %, c) Ca-Mg-HPO_4 při OKP = 5 %, d) MgFe_2O při OKP = 3 %, e) Mg při OKP = 10 %.

Závěry z hodnocení korozní odolnosti OP v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄/ QUV

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly vyšší antikoroziční účinnosti než samotný zinkový standard.
- Nejvyšší antikoroziční účinnosti dosáhl povlaky s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 % a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10 %, které po 1656hodinové expozici nevykazovaly žádné puchýře v ploše, žádné prorezivnění a po stažení i nulové podkorodování ocelového podkladu.
- Organické povlaky s obsahem anorganických pigmentů dosáhly též vyšší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem.
- Vysoké antikoroziční účinnosti dosáhly povlaky s anorganickými pigmenty Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 5 %, MgFe₂O₄ při OKP = 3 % a pigmentem Mg při OKP = 10 %, u nichž se po 1656hodinové expozici nevyskytovaly žádné puchýře v ploše, koroze v řezu nepřesáhla 0,5mm, prorezivnění nátěru bylo pouze 0,01 % a po stažení navíc nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu.
- Organické povlaky s obsahem TiO₂ dosáhly nižší antikoroziční účinnosti než povlaky s obsahem sférického zinku. Většina povlaků vykazovala stejnou či nižší antikoroziční účinnost než povlak se standardem TiO₂.

5.6. Diskuze k výsledkům nepřímých korozních zkoušek

5.6.1 Diskuze k výsledkům elektrochemické lineární polarizace

Organické povlaky o DFT = 50 ± 5 μm aplikované na ocelové panely třídy QD 24 byly vystaveny po dobu 8 hodin působení 1M roztoku vodného elektrolytu a následně u nich byly měřeny polarizační křivky. Na základě výsledků polarizačních křivek byly stanoveny hodnoty polarizačních odporů a vypočítány korozní rychlosti jednotlivých nátěrových filmů.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly korozních rychlostí v rozsahu 4,11·10⁻⁹ – 1,18·10⁻⁸ mm/rok. Až na povlak s pigmentem C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 1 % (1,18·10⁻⁸ mm/rok) vykazovaly veškeré povlaky nižší korozní rychlosti než povlak se zinkovým standardem (1,16·10⁻⁸ mm/rok). U organických povlaků s pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₇H₁₀MgN₂O₃ a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ docházelo vždy ke snižování korozní rychlosti s rostoucí hodnotou OKP. Nejnižší korozní rychlost (4,11·10⁻⁹ mm/rok) vykazoval povlak s pigmentem C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 5 %, který zároveň měl i

nejvyšší antikoroziční účinnost po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl z organických povlaků s obsahem sférického Zn a organických hořčíkových pigmentů.

U organických povlaků s obsahem anorganických a dalších pigmentů se korozní rychlosti pohybovaly v intervalu $4,45 \cdot 10^{-9} - 6,57 \cdot 10^{-6}$ mm/rok. Až na povlaky s pigmenty MgO při všech hodnotách OKP dosahovaly vyšších korozních rychlostí než povlak se zinkovým standardem i než nátěrové filmy s obsahem organických pigmentů. U povlaků s pigmenty Mg a $MgFe_2O_4$ docházelo ke snižování korozní rychlosti s rostoucí hodnotou OKP. Nejnížší korozní rychlosti pohybující se v rozmezí $4,45 \cdot 10^{-9} - 5,3 \cdot 10^{-9}$ mm/rok vykazovaly povlaky s pigmentem MgO. Tyto povlaky zároveň vykazovaly i nejvyšší antikoroziční účinnost po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl z organických povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů, neboť po expozici v 5 % NaCl nevykazovaly žádné prorezivění povlaku ani žádné osmotické puchýře na povlaku. Ze všech organických povlaků měly tyto nátěrové filmy zcela nejnižší míru koroze v řezu, a při hodnotách OKP 1, 3 a 10 %, u nich navíc nedošlo k žádnému podkorodování ocelového panelu.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly korozní rychlosti v rozsahu $1,25 \cdot 10^{-7} - 1,05 \cdot 10^{-5}$ mm/rok a ve všech případech dosahovaly korozní rychlosti nižších hodnot, než jakou měl povlak se standardem TiO_2 ($2,9 \cdot 10^{-4}$ mm/rok). Nejnižší korozní rychlosti dosáhl povlak s pigmentem MgO ($1,25 \cdot 10^{-7}$ mm/rok), který měl zároveň po 1680hodinách expozice v atmosféře 5 % NaCl množství puchýřů v ploše hodnocené stupněm 8F a zároveň u něj nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu.

U organických povlaků s obsahem $CaCO_3$, Plastoritu, ZnO a Fe_2O_3 byly korozní rychlosti naměřeny v rozmezí hodnot $0,18 \cdot 10^{-3} - 0,49 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Veškeré hodnoty byly výrazně vyšší než u organických povlaků s obsahem sférického Zn i TiO_2 . U organických povlaků s obsahem $CaCO_3$ byly korozní rychlosti naměřeny v rozmezí hodnot $0,27 \cdot 10^{-3} - 0,49 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Nejnižší korozní rychlost ($0,27 \cdot 10^{-3}$ mm/rok) dosáhl povlak s pigmentem $C_{14}H_4Mg_2O_8$. Organické povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu vykazovaly nižší hodnoty korozních rychlostí v porovnání s povlaky s obsahem $CaCO_3$ a Plastoritu v rozmezí $0,25 \cdot 10^{-3} - 0,32 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Nejnižší korozní rychlosti $0,25 \cdot 10^{-3}$ mm/rok měly povlaky s pigmenty $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$. Organické povlaky s obsahem Fe_2O_3 a ZnO dosáhly v porovnání s předchozími ještě nižších hodnot korozních rychlostí pohybujících se v rozsahu $0,18 \cdot 10^{-3} - 0,22 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Výjimkou byl pouze povlak s obsahem Ca-Mg- HPO_4 jehož korozní rychlost byla $0,28 \cdot 10^{-3}$ mm/rok.

Závěry z hodnocení elektrochemické lineární polarizace

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly korozních rychlostí v rozsahu $4,11 \cdot 10^{-9} - 1,18 \cdot 10^{-8}$ mm/rok. Až na povlak s pigmentem $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1 % ($1,18 \cdot 10^{-8}$ mm/rok) vykazovaly veškeré povlaky nižší korozní rychlosti než povlak se zinkovým standardem ($1,16 \cdot 10^{-8}$ mm/rok).
- Z organických povlaků s obsahem organických pigmentů dosahoval nejnižší korozní rychlosti ($4,11 \cdot 10^{-9}$ mm/rok) povlak s pigmentem $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %, který zároveň měl i nejvyšší antikorozi účinnost po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl.
- U organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů se korozní rychlosti pohybovaly v intervalu $4,45 \cdot 10^{-9} - 6,57 \cdot 10^{-6}$ mm/rok. Až na povlaky s pigmenty MgO při všech hodnotách OKP, dosahovaly dané povlaky vyšších korozních rychlostí než povlak se zinkovým standardem i než nátěrové filmy s obsahem organických pigmentů.
- Nejnižší korozní rychlosti pohybující se v rozmezí $4,45 \cdot 10^{-9} - 5,36 \cdot 10^{-9}$ mm/rok vykazovaly povlaky s pigmentem MgO. Tyto povlaky zároveň dosahovaly i nejvyšší antikorozi účinnost po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl z organických povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly korozní rychlosti v rozsahu $1,25 \cdot 10^{-7} - 1,05 \cdot 10^{-5}$ mm/rok a ve všech případech dosahovaly korozní rychlosti nižších hodnot, než jakou měl povlak se standardem TiO_2 ($2,94 \cdot 10^{-4}$ mm/rok).
- U organických povlaků s obsahem $CaCO_3$, Plastoritu, ZnO a Fe_2O_3 byly korozní rychlosti naměřeny v rozmezí hodnot $0,18 \cdot 10^{-3} - 0,49 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Veškeré hodnoty byly výrazně vyšší než u organických povlaků s obsahem sférického Zn i TiO_2 .

5.6.2 Diskuze k výsledkům odolnosti nátěrového filmu vůči působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH

Organické povlaky o DFT = 50 ± 5 μm aplikované na ocelové panely třídy DC01 byly podrobeny působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH. Na začátku byly na nátěrové filmy nalepeny skleněné válečky pomocí epoxyesterové pryskyřice. Na každý ocelový panel bylo nalepeno 6 válečků a do každého válečku bylo po zaschnutí následně pomocí stříčky nalito malé množství pufru o pH = 2, 4, 6, 8, 10 a 12. Roztoky pufrů byly ve válečcích nechány po dobu 5 dní a poté byly pufrы vylity a válečky vymyty destilovanou vodou. Následující dva dny byly válečky ponechány prázdné, aby se k nátěrovému filmu mohl dostat kyslík. Každý sedmý den probíhalo hodnocení míry koroze a osmotických puchýřků uvnitř jednotlivých válečků. Organické povlaky byly vystaveny působení pufrů dohromady 10 týdnů. Prvních 5 týdnů byly bez přídavku NaCl. Následujících pět týdnů bylo k pufrům přidáno 2M NaCl. Po 10 týdnech byly nátěrové filmy staženy a byla hodnocena míra podkorodování ocelového panelu pod každým válečkem.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů po prvních 7 dnech vykazovaly při pH = 2 ve všech případech puchýře v ploše, vlivem vodíkové depolarizace. Při ostatních hodnotách pH byly puchýře vidět až po 14 dnech. Po 5 týdnech nevykazovaly žádné puchýře v ploše ani žádné prorezivění povlaky s pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při všech hodnotách OKP a pufrách o pH = 6, 8, 10 a 12 a povlaky $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při všech hodnotách OKP a pufrách o pH = 6 a 8. Naopak velké množství puchýřů bylo u všech povlaků při pH = 2, kde se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 2MD – 2D. Po přídavku 2M NaCl došlo k výraznému zvýšení množství i velikosti puchýřků uvnitř válečků i větší míře prorezivění povlaků. Nejvyšší korozní účinnost po 10 týdnech působení vykazoval povlak s pigmentem $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při OKP = 3 %, který měl osmotické puchýře pouze při pH = 2 (2D) a pH = 4 (8MD). Při ostatních hodnotách pH daný povlak nevykazoval žádné puchýře a po stažení nátěrového filmu došlo pouze k podkorodování ze 100 % při pH = 2 a 3 % při pH = 4. Podobné antikorozi účinnosti dosáhly i povlaky s pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 5 %, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při OKP = 5 % a $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 1 a 5 %. Naopak zcela nejnižší odolnost vůči působení pufrů při všech hodnotách pH dosahoval nátěrový film s pigmentem $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ při OKP = 5 %, u něhož došlo k podkorodování při všech hodnotách pH v rozmezí hodnot 10–100 % a výskytu velkého množství puchýřů uvnitř válečků též při všech hodnotách pH.



Obrázek 44: Fotografický záznam organického povlaku se sférickým zinkem a pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 3 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodného elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění OP a válečků.

Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických a dalších pigmentů měly již po 7 dnech více puchýřů v ploše v porovnání s povlaky se sférickým zinkem a organickými pigmenty. Po 5 týdnech nevykazovaly žádné puchýře v ploše válečku při pH = 6 a 8 povlaky s pigmenty Ca-Mg-HPO₄ a $[(C_6H_4NH)_2[C_6H_4N]_2]_n^- PO_4$ při všech hodnotách OKP. Oproti povlakům s obsahem organických pigmentů vykazovala tato skupina i velkou míru puchýřů v zásadité oblasti (při pH = 10–12) hodnocenou stupni 6M – 6MD. Po přidavku 2M NaCl k roztokům pufrů došlo i v této skupině k výraznému zvýšení množství i velikosti osmotických puchýřků. Nejvyšší antikoroziční účinnosti dosahoval po 10 týdnech elektrolytického působení povlak s pigmentem MgO při OKP = 10 %, který měl puchýře pouze při pH = 2 (2D), pH = 4 (8M) a pH = 12 (8F). Navíc k podkorodování (100 %) zde došlo pouze při hodnotě pH = 2, což byl zároveň i nejlepší výsledek ze všech vzorků vůbec.



Obrázek 45: Fotografický záznam povlaku se sférickým Zn a pigmentem MgO při OKP = 10 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodného elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění nátěrového filmu a válečků.

Naopak velmi nízkou korozní odolnost vykazoval povlak s pigmentem Mg při OKP = 3 %, kde již po 3 týdnech bylo velké množství puchýřků při všech hodnotách pH a jejich množství a velikost s časem rostly. Tento povlak navíc měl i vysokou míru podkorodování ocelového podkladu (mimo pH = 8 a 12 došlo vždy k podkorodování ze 100 %). Podobně nízké korozní odolnosti dosáhl i povlak s pigmentem MgFe_2O_4 při OKP = 10 %, který vykazoval též již po 3 týdnech puchýře v ploše (rozmezí 8M – 2D) při všech hodnotách pH a po stažení nátěrového filmu u něj došlo k výraznému podkorodování ocelového podkladu v rozmezí 33 – 100 %. Vlivem vodíkové depolarizace byl velký výskyt puchýřů hodnocený stupni 8D-2D u všech povlaků při pH = 2. Naopak zcela nejnižší množství puchýřků vykazovaly organické povlaky při hodnotě pH = 6. Organické povlaky s obsahem anorganických a dalších pigmentů dosahovaly i vyšší míry podkorodování ocelových podkladů v porovnání s povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů.



Obrázek 46: Fotografický záznam organického povlaku se sférickým zinkem a pigmentem MgFe_2O_4 při OKP = 10 %. Nahoře je vzhled organického povlaku po 10 týdnech působení vodního elektrolytu s 2M NaCl, dole je vzhled ocelového podkladu po odstranění nátěrového filmu a válečků.

Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly po prvních 3 týdnech nižší množství osmotických puchýřků než povlaky s obsahem sférického Zn. Při pH = 2 byly puchýřky menší v porovnání se zinkovými povlaky v rozmezí 8F – 6D. Až na povlaky s pigmenty Mg, MgO a Ca-Mg- HPO_4 neměly veškeré nátěrové filmy žádné osmotické puchýřky v ploše válečků při hodnotách pH = 4, 6 a 8. S přípravkem 2M NaCl došlo k zvýšení výskytu i množství puchýřků. Zcela nejvyšší korozní odolnost zde vykazoval povlak s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, kde došlo k výskytu puchýřků pouze při pH = 2 (6M) a pH = 4 (8M). K výraznějšímu podkorodování ocelového panelu (v rozmezí 16–33 %) zde došlo pouze při hodnotách pH = 2

a 4. Naopak k velkému množství puchýřků i velké míře podkorodování ocelových panelů došlo u povlaků s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ a MgO . Až na povlaky s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{14}H_4Mg_2O_8$, Mg , MgO a $Ca-Mg-HPO_4$ dosahovaly veškeré povlaky s obsahem TiO_2 nižší míry výskytu puchýřů v ploše i podkorodování ocelového podkladu v porovnání se standardem TiO_2 .

Závěry z hodnocení korozní odolnosti organických povlaků vůči působení vodného elektrolytu v závislosti na hodnotě pH

- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů po prvních 7 dnech vykazovaly vlivem vodíkové depolarizace puchýře v ploše pouze při $pH = 2$.
- Po 5 týdnech nevykazovaly žádné puchýře v ploše ani žádné prorezivění povlaky s pigmenty $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$, $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při všech hodnotách OKP a pufrech o $pH = 6, 8, 10$ a 12 a povlaky $C_{12}H_6MgO_4$ a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při všech hodnotách OKP a pufrech o $pH = 6$ a 8 .
- Nejvyšší korozní účinnost po 10 týdnech působení vykazoval povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při $OKP = 3 \%$, který měl osmotické puchýře pouze při $pH = 2$ (2D) a $pH = 4$ (8MD). Při ostatních hodnotách pH daný povlak nevykazoval žádné puchýře a po stažení nátěrového filmu došlo pouze k podkorodování ze 100% při $pH = 2$ a 3% při $pH = 4$.
- Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických a dalších pigmentů měly již po 7 dnech více puchýřů v ploše v porovnání s povlaky se sférickým zinkem a organickými pigmenty.
- Nejvyšší antikorozní účinnosti dosahoval po 10 týdnech elektrolytického působení povlak s pigmentem MgO při $OKP = 10 \%$, který měl puchýře pouze při $pH = 2$ (2D), $pH = 4$ (8M) a $pH = 12$ (8F). Navíc k podkorodování (100%) zde došlo pouze při hodnotě $pH = 2$, což byl zároveň i nejlepší výsledek ze všech vzorků vůbec.
- Organické povlaky s obsahem TiO_2 vykazovaly po prvních 3 týdnech nižší množství osmotických puchýřků než povlaky s obsahem sférického Zn. Při $pH = 2$ byly puchýřky menší v porovnání se zinkovými povlaky v rozmezí 8F – 6D.
- Nejvyšší korozní odolnost z povlaků s obsahem TiO_2 měl povlak s pigmentem $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$, kde došlo k výskytu puchýřků pouze při $pH = 2$ (6M) a $pH = 4$ (8M). K výraznějšímu podkorodování ocelového panelu (v rozmezí 16–33 %) zde došlo pouze při hodnotách $pH = 2$ a 4 .

5.7. Určení stupně korozní agresivity prostředí

Stupeň korozní agresivity prostředí byl určen podle normy ISO 12944-2. Pro vyhodnocení nejodolnějšího organického povlaku je zapotřebí zaznamenat dobu expozice testovaných povlaků ve zrychlených cyklických korozních zkouškách (v atmosféře neutrální solné mlhy), ve kterých u testovaných organických povlaků nebyl zaznamenán výskyt puchýřů či prokorodování a přilnavost těchto povlaků byla hodnocena stupněm 0 či maximálně stupněm 1. Dále při zrychlené cyklické korozní zkoušce v atmosféře se solnou mlhou nesmí být pozorována koroze zkušebního řezu s hodnotou vyšší než 1 mm. Následně bylo stanoveno prostředí a životnost organického povlaku v daném prostředí.

Mezi nejodolnější nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a organických pigmentů patřily organické povlaky s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 3 a 5 %, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1 a 3 % a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 5 a 10 %, které po 336hodinové expozici v atmosféře s neutrální solnou mlhou nevykazovaly žádné korozní projevy. Žádné puchýře v ploše a v řezu ani koroze v řezu nebyla u daných povlaků pozorována ani po 672hodinové expozici v atmosféře $NaCl/(NH_4)_2SO_4$. Totožných výsledků dosáhly i organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů MgO při OKP = 3 a 5 % a fosforečnanu vápenatohořečnatém při OKP = 10 %. Dle normy lze dané povlaky doporučit do prostředí o stupni agresivity C3, kdy životnost těchto povlaků byla klasifikována jako střední či do prostředí o stupni agresivity C4, kdy životnost těchto povlaků je hodnocena jako nízká.

Z organických povlaků s obsahem TiO_2 vykazoval nejvyšší odolnost proti korozním projevům povlak s pigmentem $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$, u něhož se neobjevily žádné korozní projevy po 120hodinové expozici v atmosféře s neutrální solnou mlhou. U daného povlaku nebyly žádné puchýře ani koroze pozorovány i po 336hodinové expozici v atmosféře s obsahem $(NH_4)_2SO_4/NaCl$, a lze tak daný povlak doporučit do prostředí o korozním stupni agresivity C3, kdy životnost tohoto nátěrového filmu je hodnocena jako nízká.

Z organických povlaků s obsahem $CaCO_3$ dosahovaly nejvyšší odolnosti proti korozním prostředím povlaky s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ a $C_{14}H_4Mg_2O_8$, u nichž neobjevily žádné korozní projevy po 120hodinové expozici v atmosféře $NaCl/(NH_4)_2SO_4$, a lze tak daný povlak doporučit do prostředí o korozním stupni agresivity C3, kdy životnost tohoto nátěrového filmu je hodnocena jako nízká.

6. Přínosy diplomové práce

Cíl této diplomové práce spočívá ve studiu možností využití nově syntetizovaných i stávajících antikoročních pigmentů s obsahem hořečnatého kationu a v hodnocení mechanických vlastností a antikoroční účinnosti jimi pigmentovaných organických povlaků s obsahem sférického Zn, TiO₂, CaCO₃ a Fe₂O₃. U organických povlaků s obsahem sférického zinku byly zjišťovány případné synergické účinky, které by vedly ke zvýšení chemických, mechanických a antikoročních vlastností. Dále byl studován vliv chemické struktury a hodnoty OKP pigmentů s obsahem Mg na korozně-inhibiční účinnost epoxyesterových povlaků s obsahem kovového zinku.

Přínosy ze studia vlastností organických a anorganických povlaků

V dané práci byly studovány vlastnosti organických i anorganických pigmentů. Byly připraveny vodné výluhy z filmů, u nichž bylo měřeno pH, měrná elektrická vodivost před a po stanovení hmotnostních korozních úbytků. Hodnota pH u všech vodných výluhů po stanovení hmotnostních korozních úbytků klesala (v rozsahu 2,11 – 8,01) naopak hodnota měrné elektrické vodivosti s přibývajícím časem rostla (v intervalu 72,2 - 1175 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$). Hodnoty korozních úbytků se pohybovaly v rozmezí 0, 643 – 2,372 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Nejnižší hodnota pH (2,11) byla změřena u polyanilinové soli vlivem deprotonace. Měrná elektrická vodivost, pH a hmotnostní korozní úbytky byly měřeny i u vodných suspenzí pigmentů. I zde docházelo k růstu měrné elektrické vodivosti a snížení hodnoty pH po stanovení hmotnostních korozních úbytků. Největší hmotnostní korozní úbytek 5,522 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ byl stanoven u polyanilinové soli, která měla ze všech výluhů z pigmentů zároveň i nejnižší hodnotu pH (1,75) a nejvyšší hodnotu měrné elektrické vodivosti (16,20 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Přínosy ze studia fyzikálně-mechanických vlastností organických povlaků

U nátěrových filmů nanesených na skleněné panely byly hodnoceny fyzikálně – mechanické vlastnosti (stanovení relativní povrchové tvrdosti, hodnocení lesku, hodnocení Buchholzovy vrypové zkoušky a dále byla stanovena chemická odolnost pomocí MEK testu). Měření bylo prováděno v pravidelných intervalech každý sedmý den po dobu 29 dní od nanesení organického povlaku na skleněné panely a následně pak ještě 60. den. U všech organických povlaků docházelo s odstupem času ke zvyšování relativní povrchové tvrdosti, snižování lesku, snižování průměrných délek vrypů a zvyšování chemické odolnosti vůči působení ethyl(methyl)ketonu. Po 60 dnech dosáhl nejvyšší hodnoty relativní povrchové

tvrdosti 43,73 % povlak s obsahem zinku a pigmentu MgO při OKP = 3 %. Synergický efekt se zinkem vykazovaly po 60 dnech nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a organických pigmentů $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$, které měly vyšší povrchovou tvrdost než samotný zinkový standard. Organické povlaky s obsahem TiO_2 dosáhly vyšší povrchové tvrdosti než povlaky s obsahem sférického zinku (27,68 – 46,49 %). U všech povlaků docházelo s postupem času ke snižování lesku daného nátěru. Organické nátěry s obsahem TiO_2 vykazovaly po 60 dnech při 60° hodnoty lesku vyšší než 70 jednotek, a patří tak mezi vysoce lesklé nátěry. Mezi vysoce lesklé nátěry se zařadily i povlaky s obsahem $CaCO_3$, Plastoritu a ZnO. Naopak mezi matné nátěry patřily pouze dva a to organický povlak s TiO_2 a $([C_6H_4HN]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$, kde jednotka lesku byla pouze 7,4 a organický povlak s obsahem Zn a $([C_6H_4HN]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 10 %, který po 60 dnech a při 60° měl pouze 7 jednotek lesku. U všech testovaných povlaků s odstupem času docházelo ke snižování délky vrypu v důsledku postupného vytvrzování pojiva oxypolymeračním mechanismem. Organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganickými pigmenty dosáhly obecně nižších délek vrypu než organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických hořčičkových pigmentů (0,44 – 1,55). Nejvyšší odolnost vůči vrypu vykazovaly povlaky s obsahem pigmentů Ca-Mg- HPO_4 při OKP = 10 % (0,46 mm) a MgO při OKP = 5 % (0,44 mm).

Přínosy z mechanických zkoušek na organických povlacích

Organické povlaky byly podrobeny i mechanickým zkouškám. Byla provedena zkouška ohybem přes 2mm trn, zkouška hloubením za pomoci Erichsenova přístroje a zkouška úderem pomocí padajícího 1000g závaží z výšky 1 m. Nátěrové filmy vykazovaly výbornou odolnost vůči mechanickému namáhání. Veškeré organické povlaky odolaly ohybu přes 2mm trn i hloubení ocelové kuličky do 10 mm za pomoci Erichsenova přístroje. Vysokou odolnost vykazovaly i vůči úderu 1000 g závažím z výšky 100 cm. Výjimkou byly pouze povlaky s obsahem ZnO a pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ a $MgFe_2O_4$, které odolaly úderu z výšky 90 cm. U daných povlaků byla též provedena i odtrhová zkouška a test přilnavosti pomocí mřížkové zkoušky (cross cut testu). Obě zkoušky byly provedeny na nátěrových filmech aplikovaných na ocelových panelech před expozicemi a následně po expozici v korozních komorách. Před expozicí v korozní komoře dosáhla většina povlaků vysoké přilnavosti hodnocené stupněm 0. Organické povlaky s obsahem sférického Zn vykazovaly odtrhovou pevnost v rozmezí hodnot 1,34 – 2,97MPa. Ve většině případů bylo dosaženo vyšší odtrhové pevnosti, než jakou vykazoval nátěr se standardním zinkem (1,81 MPa). Organické povlaky s obsahem $CaCO_3$, Plastoritu a ZnO vykazovaly v porovnání se zinkem plněnými povlaky vyšší

hodnoty odtrhové pevnosti v rozmezí 1,91 – 3,24 MPa. Zcela nejvyšší odtrhové pevnosti dosáhl organický povlak s obsahem ZnO a pigmentem Ca-Mg-HPO₄ (3,24 MPa).

Po 1680hodinové expozici v 5 % atmosféře NaCl došlo ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru a mírnému snížení přilnavosti. Organické povlaky s obsahem sférického Zn vykazovaly nižší odtrhovou pevnost, než měl povlak se zinkem (0,968 MPa), zejména díky velkému množství osmotických puchýřků. V 60 % případů docházelo k adheznímu lomu A/B mezi podkladem a nátěrovým filmem. Nejvyšší hodnotu odtrhové pevnosti (1,814MPa) měl povlaku s obsahem sférického Zn a pigmentu Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 10 %. Po 1848hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl u povlaků s topcoatem docházelo též ke snížení přilnavosti než u povlaků před expozicí. K úplné ztrátě přilnavosti po zhotovení mřížky došlo u povlaků s obsahem sférického Zn a pigmentů C₂₆H₁₉MgN₃O₅ při OKP = 1 a 5 %, C₁₇H₁₀MgN₂O₃ při OKP = 1 a 3 %, C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při vše hodnotách OKP a povlaků s TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆ a ([C₆H₄NH]₂[C₆H₄N]₂)_n-PO₄. Hodnoty odtrhové pevnosti se u povlaků s obsahem sférického Zn pohybovaly v rozmezí 0,154 – 1,079 MPa a u povlaků s obsahem TiO₂ v intervalu 0,201 – 0,481 MPa.

Po 1536hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO₂ dosahovala většina povlaků vysoké přilnavosti hodnocené stupněm 0. V důsledku degradačních procesů ovšem došlo ke snížení odtrhové pevnosti v rozsahu 0,324 – 2,242MPa. Povlaky s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂, C₃₄H₂₆MgN₈O₆ a C₁₇H₁₀MgN₂O₃ měly při všech hodnotách OKP odtrhovou pevnost nižší, než měl zinkový standard (1,066 MPa). Nátěrové filmy s obsahem sférického Zn vykazovaly ve většině případů kohezní lom ve vrstvě nátěru, naopak u povlaků s obsahem TiO₂ byl adhezní lom mezi nátěrem a ocelovým podkladem z více jak 70 %. Organické povlaky s obsahem CaCO₃, Plastoritu a ZnO měly po 1080hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO₂ hodnoty odtrhových pevností v rozmezí 0,30 – 2,56 MPa.

Po 1581hodinové expozici v atmosféře (NH₄)₂SO₄/NaCl vykazovaly organické povlaky vysokou přilnavost k ocelovému podkladu z velké části hodnocenou stupněm 0. Organické povlaky s obsahem sférického Zn měly hodnoty odtrhové pevnosti vždy nižší, než měl zinkový standard (2,03MPa) v rozsahu 0,53 – 1,91 MPa. Výjimkou byl pouze nátěrový film s pigmentem C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 1 %, který měl hodnotu odtrhové pevnosti 2,34 MPa. Organické povlaky s obsahem TiO₂ měly obecně nižší odtrhové pevnosti až na povlak s pigmentem C₁₇H₁₀MgN₂O₃, který měl odtrhovou pevnost 3,21 MPa, což byla zároveň i nejvyšší naměřená hodnota u všech povlaků po expozici v korozních komorách. Po 1656hodinové expozici v atmosféře QUV/NaCl/(NH₄)₂SO₄ došlo u většiny testovaných

povlaků ke snížení odtrhové pevnosti v důsledku degradačních procesů v nátěru. Organické povlaky s obsahem sférického Zn dosahovaly odtrhových pevností v rozmezí hodnot 0,53 – 2,05 MPa. U povlaků s pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ došlo při všech hodnotách OKP ke koheznímu lomu B mezi jednotlivými vrstvami nátěru z více jak 80 %.

Přínosy ze studia antikoročních vlastností organických povlaků pomocí zrychlených koročních zkoušek

Organické povlaky byly exponovány v atmosféře s 5 % NaCl, v atmosféře s obsahem SO_2 , atmosféře s povšechnou kondenzací a kombinované koroční zkoušky v prostředí $(NH_4)_2SO_4/NaCl$ a $(NH_4)_2SO_4/NaCl/QUV$.

Po 1680hodinové expozici v atmosféře 5 % NaCl dosáhly nejvyšší antikoroční účinnosti povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při všech hodnotách OKP. Naopak nejnižší antikoroční účinnosti dosáhly povlaky s obsahem pigmentu $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při všech hodnotách OKP a povlak s obsahem $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 5 %. Většina organických povlaků s obsahem organických hořčkových pigmentů dosáhla vyšší antikoroční účinnosti než zinkem plněný standard. Z povlaků s obsahem anorganických pigmentů vykazovaly nejvyšší antikoroční účinnost povlaky s obsahem MgO při všech hodnotách OKP. Tyto povlaky vykazovaly nulovou míru podkorodování ocelových panelů, a až na povlak při OKP = 3 % neměly po 1680hodinách expozice žádné puchýře v ploše ani žádné prorezivění nátěrového filmu. 1848hodinové expozici v 5 % NaCl byly vystaveny i nátěrové filmy s topcoatem. Vysoké antikoroční účinnosti dosáhl nátěrový film s obsahem pigmentu $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, u něhož byly po 1848hodinové expozici puchýře v ploše hodnoceny stupněm 8F a koroze v řezu 0 – 0,5 mm. a po stažení nátěrového filmu nedošlo k podkorodování ocelového panelu. Podobně vysoké účinnosti dosáhl i organický povlak s pigmentem $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 5 %, kde koroze v řezu byla 0,5 – 1 mm a puchýře v ploše byly hodnoceny stupněm 8M. Nulové míry podkorodování ocelového podkladu dosáhly nátěrové filmy s obsahem Zn a pigmenty $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 3 %, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 5 %, $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 10 %, $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1 a 3 % a MgO při OKP = 1, 3 a 10 % a obsahem TiO_2 a pigmenty MgO a Ca-Mg- HPO_4 . Většina povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosahovala vyšší antikoroční účinnosti než zinkem plněný standard.

Po 1536hodinové expozici v atmosféře s obsahem SO_2 došlo vlivem degradačních procesů v nátěru k mírnému snížení tloušťky nátěrového filmu. Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vykazovaly ve většině případů vyšší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkovým standardem. Nulovou míru podkorodování ocelového panelu vykazovaly i povlaky s obsahem sférického Zn a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ při OKP = 5 a 10 %, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$ při OKP = 1 a 3 %, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ při OKP = 1, 3 a 5 %, $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 1, 5 a 10 %, Mg při OKP = 10 % a MgO při OKP = 1 a 3 %. Organické povlaky s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů dosáhly nižší či srovnatelné antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem. Povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO, vykazovaly nižší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neboť po 168 hodinách se u všech povlaků začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času zvětšovaly a jejich množství rostlo.

Již po 168hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací vykazovaly organické povlaky s obsahem CaCO_3 , Fe_2O_3 , Plastoritu a ZnO osmotické puchýřky buď v ploše nebo v řezu. U organických povlaků s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % a pigmenty MgFe_2O_4 a MgO došlo po 168hodinách k velkému výskytu puchýřků v ploše hodnocených stupněm 6D. Povlaky s obsahem CaCO_3 vykazovaly malou míru podkorodování ocelových podkladů v rozmezí 0-0,1 %, naopak povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu při OKP = 5 % dosahovaly podkorodování v rozmezí 3–50 %. Nejvyšší odolnost vykazoval povlak s obsahem CaCO_3 a pigmentem $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$.

Po 1581hodinové expozici v atmosféře $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$ dosahovaly organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů vyšší antikoroziční účinnosti než povlak se zinkovým standardem. Vysoké antikoroziční účinnosti dosahovaly povlaky s pigmenty $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$ při OKP = 10 %, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$ při OKP = 5 %, $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{MgN}_{12}\text{O}_{12}$ při OKP = 1 % a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$ při OKP = 5 %. Nižší antikoroziční účinnosti v porovnání se zinkovým standardem dosáhly povlaky s pigmentem $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$ při OKP = 3 a 5 %, u nichž se již po 408 hodinách vyskytovaly puchýře v ploše hodnocené stupněm 8MD. Povlaky s obsahem CaCO_3 , Plastoritu a ZnO, vykazovaly nižší antikoroziční účinnost v porovnání se zinkem plněnými povlaky, neboť po 168 hodinách se u většiny z nich začaly tvořit osmotické puchýřky v ploše i v řezu, které se s odstupem času zvětšovaly a jejich množství rostlo. Puchýře se po 168 hodinách nevytvořily pouze u povlaků s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$ a $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_8$, které zároveň i po 1080 expozici vykazovaly nejvyšší antikoroziční účinnost.

Po 1646hodinové expozici v prostředí QUV/solný elektrolyt NaCl/(NH₄)₂SO₄ dosahovaly organické povlaky s obsahem sférického Zn vyšší antikoroziční účinnosti než samotný zinkový standard. Nejvyšší antikoroziční účinnosti dosáhly povlaky s pigmenty C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 5 % a C₂₅H₁₈MgN₄O₆ při OKP = 10 %, které po 1656hodinové expozici nevykazovaly žádné puchýře v ploše, žádné prorezivnění a po stažení i nulové podkorodování ocelového podkladu. Vysoké antikoroziční účinnosti dosáhly povlaky s anorganickými pigmenty Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 5 %, MgFe₂O₄ při OKP = 3 % a pigmentem Mg při OKP = 10 %. u nichž se též nevyskytovaly žádné puchýře v ploše, koroze v řezu nepřesáhla 0,5mm, prorezivnění nátěru bylo pouze 0,01 % a po stažení navíc nedošlo k žádnému podkorodování ocelového podkladu.

Přínosy ze studia antikorozičních vlastností organických povlaků pomocí nepřímých korozních zkoušek

Organické povlaky byly podrobeny i nepřímým korozním zkouškám – elektrochemické lineární polarizaci a odolnosti vůči působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH. Nátěrové filmy aplikované na ocelové panely třídy QD 24 byly vystaveny působení 1M roztoku vodného elektrolytu po dobu 8 hodin a následně u nich byly měřeny polarizační křivky. Na základě polarizačních křivek byly stanoveny hodnoty polarizačních odporů a poté vypočítány polarizační křivky. Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů dosahovaly korozních rychlostí v rozsahu $4,11 \cdot 10^{-9}$ – $1,18 \cdot 10^{-8}$ mm/rok. Až na povlak s pigmentem C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ při OKP = 1 % ($1,18 \cdot 10^{-8}$ mm/rok) vykazovaly veškeré povlaky nižší korozní rychlosti než povlak se zinkovým standardem ($1,16 \cdot 10^{-8}$ mm/rok). Z organických povlaků s obsahem organických pigmentů dosahoval nejnižší korozní rychlosti ($4,11 \cdot 10^{-9}$ mm/rok) povlak s pigmentem C₃₄H₂₆MgN₈O₆ při OKP = 5 %, který zároveň měl i nejvyšší antikoroziční účinnost po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl. U organických povlaků s obsahem anorganických pigmentů se korozní rychlosti pohybovaly v intervalu $4,45 \cdot 10^{-9}$ – $6,57 \cdot 10^{-6}$ mm/rok. Až na povlaky s pigmenty MgO při všech hodnotách OKP, dosahovaly dané povlaky vyšších korozních rychlostí než povlak se zinkovým standardem i než nátěrové filmy s obsahem organických pigmentů. Nejnižší korozní rychlosti pohybující se v rozmezí $4,45 \cdot 10^{-9}$ – $5,36 \cdot 10^{-9}$ mm/rok vykazovaly povlaky s pigmentem MgO. Tyto povlaky zároveň dosahovaly i nejvyšší antikoroziční účinnosti po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl z organických povlaků s obsahem sférického Zn a anorganických pigmentů.

Organické povlaky aplikované na panely třídy DC01 byly podrobeny působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH. Organické povlaky s obsahem sférického Zn a organických pigmentů po prvních 7 dnech vykazovaly vlivem vodíkové depolarizace puchýře v ploše pouze při pH = 2. Při ostatních hodnotách pH se puchýře začaly objevovat až po 14 dnech. Po 5 týdnech nevykazovaly žádné puchýře v ploše ani žádné prorezivění povlaky s pigmenty $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$, $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$, $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při všech hodnotách OKP a pufrech o pH = 6, 8, 10 a 12 a povlaky $C_{12}H_6MgO_4$ a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při všech hodnotách OKP a pufrech o pH = 6 a 8. Nejvyšší korozní účinnost z povlaků s obsahem organických pigmentů po 10 týdnech působení vykazovaly povlak s pigmentem $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 3 %, který měl osmotické puchýře pouze při pH = 2 (2D) a pH = 4 (8MD). Při ostatních hodnotách pH daný povlak nevykazoval žádné puchýře a po stažení nátěrového filmu došlo pouze k podkorodování ze 100 % při pH = 2 a 3 % při pH = 4. Srovnatelné antikoroziční účinnosti dosáhl i povlak s pigmentem MgO při OKP = 10 %, který měl puchýře pouze při pH = 2 (2D), pH = 4 (8M) a pH = 12 (8F), při pH = 6, 8 a 10 bylo podkorodování 0 %. Navíc k podkorodování (100 %) zde došlo pouze při hodnotě pH = 2.

Přínosy se stanovení stupně korozní agresivity prostředí

Na závěr práce byl stanoven stupeň korozní agresivity prostředí. Mezi nejodolnější nátěrové filmy s obsahem sférického zinku a organických pigmentů patřily organické povlaky s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 3 a 5 %, $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1 a 3 % a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 5 a 10 %, které po 336hodinové expozici v atmosféře s neutrální solnou mlhou nevykazovaly žádné korozní projevy. Totožných výsledků dosáhly i organické povlaky s obsahem sférického zinku a anorganických pigmentů MgO při OKP = 3 a 5 % a fosforečnanu vápenato-hořečnatém při OKP = 10 %. Dle normy lze dané povlaky doporučit do prostředí o stupni agresivity C3, kdy životnost těchto povlaků byla klasifikována jako střední či do prostředí o stupni agresivity C4, kdy životnost těchto povlaků je hodnocena jako nízká. Z organických povlaků s obsahem $CaCO_3$ dosahovaly nejvyšší odolnosti proti korozním prostředím povlaky s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$ a $C_{14}H_4Mg_2O_8$, u nichž neobjevily žádné korozní projevy po 120hodinové expozici v atmosféře NaCl/ $(NH_4)_2SO_4$, a lze tak daný povlak doporučit do prostředí o korozním stupni agresivity C3, kdy životnost tohoto nátěrového filmu je hodnocena jako nízká.

Pro další výzkum organických povlaků s obsahem sférického Zn by bylo vhodné zaměřit se na kombinace zinku s pigmenty $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ a MgO , které dosahovaly ve většině korozních prostředí vysoké antikoroziční účinnosti a vysoké přilnavosti a pokusit se zjistit jejich optimální objemovou koncentraci v epoxyesterových povlacích s obsahem sférického zinku, případně se věnovat studiu využití těchto pigmentů v kombinaci s jinými typy rozpouštědlových pojiv (např. epoxidových pryskyřic). Výše uvedené typy pigmentů by mohly najít uplatnění i ve studiích zaměřených na hledání možností snížení zinku v systémech s vysokým obsahem lamelárních Zn částic, které jsou v současné době na řadě vědeckých pracovišť studovány.

7. Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo sledovat mechanické vlastnosti a antikorozi účinnost organických povlaků s obsahem sférického zinku, titanové běloby, vápence a oxidu železitého. U organických povlaků s obsahem sférického zinku byly zjišťovány případné synergické účinky, které by vedly ke zvýšení chemických, mechanických a antikorozi vlastností. Dále byl studován vliv chemické struktury a hodnoty OKP pigmentů s obsahem hořčíku na korozně-inhibiční účinnost epoxyesterových povlaků s obsahem kovového zinku. Byla stanovena základní charakterizace pigmentů, na jejímž základě bylo možné provést formulaci nátěrových hmot. U organických povlaků byly hodnoceny jejich fyzikálně-mechanické a mechanické vlastnosti a dále byla hodnocena jejich antikorozi účinnost za pomoci zrychlených korozních zkoušek i nepřímých korozních zkoušek (lineární polarizaci a působení vodného roztoku elektrolytu v závislosti na pH). Závěrem lze konstatovat, že organické povlaky s obsahem sférického zinku a pigmentů $C_{12}H_6MgO_4$, $C_{14}H_4Mg_2O_8$, $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ vykazovaly při většině korozních testů synergické účinky a jsou tedy schopny účinně inhibovat korozní děje v organických povlacích. Dané pigmenty působí jako anodické antikorozi pigmenty vytvářející na povrchu anody nerozpustný ochranný film, který jí pasivuje. Mechanismus působení těchto pigmentů spočívá ve schopnosti vytvoření komplexotvorné sloučeniny v oblasti mezifázového rozhraní ocelový substrát – organický povlak s obsahem daných pigmentů (korozní prostředí).

8. Použitá literatura

- [1] BENEŠOVÁ, Jaroslava. SVOBODA, Miroslav. Poznámky k problematice nátěrů ocelových konstrukcí. Přehled. In: *43. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách*. Seč: Univerzita Pardubice, 2012, s. 15-36, ISBN 987-80-7395-490-1.
- [2] KUKAČKOVÁ, Helena. *Moderní trendy v oblasti ekologicky příznivých antikorozních nátěrových hmot*. Pardubice, 2016. Disertační práce. Univerzita Pardubice. Fakulta chemicko-technologická. Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek.
- [3] BANDŽUCH, Jan. Nové trendy v oboru nátěrových hmot. In: *43. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách*. Seč: Univerzita Pardubice, 2012, s. 9-14, ISBN 987-80-7395-490-1.
- [4] WILLIAMS, Douglas, ed., *Guide to Cleaner Technologies – Organic Coating Replacements*, [Online]. 1994. [cit. 22. 2. 2022]. Dostupné z: <https://nepis.epa.gov>
- [5] LLOVENS, Xavier. RAURELL, Ricard. HODGES, Steve. New "Eco-Friendly" Universal Corrosion Inhibitors [Online]. 2010. [cit. 27. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.pcimag.com/articles/90463-new-eco-friendly-universal-corrosion-inhibitors>
- [6] BENEŠOVÁ, Jaroslava, SVOBODA, Miroslav. Poznatky o ochraně ocelových konstrukcí vystavených atmosférickým podmínkám. *Povrcháři* [online]. 2012 (2). [cit. 27. 2. 2022]. Dostupné z http://povrchari.cz/kestazeni/201202_povrchari.pdf
- [7] EN ISO 12944-5: *Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 5: Ochranné nátěrové systémy*. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018
- [8] KURT, Ilhan. ACAR, Isil. GÜCLÜ, Gamze. Preparation and characterization of water reducible alkyd resin/colloidal silica nanocomposite coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2014, 77, 949-956. ISSN 0300-9440.
- [9] SALATA, Ryan R. PELLEGRENE, Brittany. SOUCEK, Mark D. Visible light cure packages for improved drying kinetics in alkyd coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2020, 144, ISSN 0300-9440.
- [10] OUYANG, Siming. LIN, Zecheng. CAO, Linyang. DING, Yongbo. SHEN, Liang. Preparation of excellent-water-resistance water-borne alkyd/acrylic hybrid coatings with varied maleic anhydride content. *Progress in Organic Coatings*. 2021, 161, ISSN 0300-9440.
- [11] BANŽUCH, Jan. Alkydové pryskyřice. In: *36. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách*, Seč. Univerzita Pardubice, 2005, 52-59. ISBN 80-7194-762-8.
- [12] KAIESIER, K. Environmentally friendly coatings technologies, *7th International Congress*, 2008.
- [13] MURILLO, Edwin. VALLEJO, Pedro P. LÓPEZ, Betty L. Synthesis and characterization of hyperbranched alkyd resin based on tall oil fatty acids. *Progress in Organic Coatings*. 2010, 69, 235-240, ISSN 0300-9440.
- [14] HEJJAJ, C. AITAGHZAF, A. SCHARNAGL, N. ZHELUDKEVICH, M. L. HAKKOU, R. FISCHER, C. B. Introduction of an innovative corrosion-protective alkyd steel coating based on a novel layered aluminum tripolyphosphate loaded with 6-amino hexanoic acid (ATP-6-AHA). *Progress in Organic Coatings*. 2021, 161, ISSN 0300-9440.

- [15] NOSAL, Hanna. NOWICKI, Janusz. WARZALA, Marek. NOWAKOWSKA-BOGDAN, Ewa. ZAREBSKA, Magdalena. Synthesis and characterization of alkyd resins based on *Camelina sativa* oil and polyglycerol. *Progress in Organic Coatings*. 2015, 86, 59-70, ISSN 0300-9440.
- [16] HASEEBUDDIN, Syed. PARMAR, Randhir. WAGHOO, Gulzar. GHOSH, Swapan K. Study of hexafunctional polyol in high-solids airdrying alkyd: Improved film performance. *Progress in Organic Coatings*. 2009, 64(4), 446-453, ISSN 0300-9440.
- [17] MESTACH, Dirk. TWENE, Derrick. Acrylic dispersion for industrial with polymer-bound stabilizers. *Paint and Coatings Industry*. 2005, 21(3), 74-82. ISSN 0253-4312
- [18] STOYE, Dieter. FREITAG, Werner. Paints, coatings and solvents. Wiley-VCH. [online]. 1998. s. 37-42, [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z: <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/6030/84/L-G-0000603084-0002364830.pdf>
- [19] SAUNDERS, K. J. *Organic Polymer Chemistry: An Introduction to the Organic Chemistry of Adhesives, Fibres, Paints, Plastics and Rubbers*. 2en ed. Springer: 1998, 125-148, ISBN: 978-94-009-1195-6.
- [20] Acrylic Acid. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6581>
- [21] HAQUE, Shah, A. COUET, Gilbert. Functionalized poly(acrylic acid) as a precursor of water-soluble macroiniferter: Analysis of molecular weight. *Die Makromolekulare Chemie, Rapid Communicatins*. [online]. 1993. 14 (1). s.59-62. [cit. 28.2. 2022] Dostupné z: doi.org/10.1002/marc.1993.030140110
- [22] Methacrylic Acid. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4093>
- [23] PARASHAR, Geeta. SRIVASTAVA, Deepak. KUMAR, Pramod. Ethyl silicate binders for high performance coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2001, 42 (1-2), 1-14, ISSN 0300-9440.
- [24] ŠŇUPÁREK, Jaromír. *Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů*. Pardubice: Univerzita Pardubice. 2014. 187 s. ISBN 978-80-7395-761-2.
- [25] XIE, Wei-Qi. CHAI, Xin-Sheng. Determination of epoxy groups in epoxy resins by reaction-based headspace gas chromatography. *Polymer Testing*. 2017, 59, 113-117, ISSN 0142-9418.
- [26] DING, Jiheng. PENG, Wanjun. RAHMAN, Obaid Ur. DOU, Huimin. A novel hydroxyl epoxyphosphate monomer enhancing the anticorrosive performance of waterborne Graphene/Epoxy coatings. *Applied Surface Science*. 2018, 427, 981-991, ISSN 0169-4332.
- [27] SVOBODA, Miroslav. *Protikorození ochrana kovů organickými povlaky*. Vyd. 1., Praha: SNTL, 1985. 240 s. 125-128.
- [28] JIN, Fan-Long. PARK, Soo-Jin. Synthesis and application of epoxy resins: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2015, 29, 1-11, ISSN 1226-086X
- [29] MLEZIVA, Josef. ŠŇUPÁREK, Jaromír. *Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití*. Vyd. 2., Praha: Sobotáles. 2000. ISBN 80-85920-72-7.

- [30] SHIMOKAWA, Wataru. ITO, Yoshiaki. KOBAYASHI, Koichi. FUKUMORI, Katuaki, IWASE, Nobukazu. Synthetic resin emulsion and its uses. U.S. Patent No 4, 350, 788, 1982.
- [31] GALGOCI, E. WEINMANN, D. High performance waterborne epoxy primers for metallic substrates. *Surface Coatings International Part A*. 2001, 3, 126-130. ISSN 1754-0925
- [32] COOK, Michael-Ian. Formulating novel aqueous epoxy resin systems for metal primer applications. *6th Nurnburg Congress* [online]. 2001 [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z: <https://cdn.halox.com/formulations/files/Waterborne%20Epoxy%20Primer%20based%20on%20SW-111.pdf>
- [33] MAHAJAN, Mahenda S. MAHULIKAR, Pramod P. GITE, Vikas V. Eugenol based renewable polyols for development of 2K anticorrosive polyurethane coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2020, 148, ISSN 0300-9440.
- [34] CAO, Yiding. LIU, Zhenzhen. ZHENG, Bixia. OU, Rongxian. FAN, Qi. LI, Liping, GUO, Chuigen. LIU, Tao. WANG, Qingwen. Synthesis of lignin-based polyols via thiol-ene chemistry for high-performance polyurethane anticorrosive coating. *Composites Part B: Engineering*. 2020, 200, ISSN 1359-8368.
- [35] BOISAUBERT, Pierre. KÉBIR, Nasreddine. SCHULLER, Anne-Sophie. BUREL, Fabrice. Polyurethane coatings from formulations with low isocyanate content using a transurethane polycondensation route. *Polymer*. 2022. 240, ISSN 0032-3861
- [36] ROSCHU, Rolf. SCHMITZ, Jörg. MELCHORS, Martin. Innovative VOC compliant raw materials for the European coating industry. In: *38. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách*. Seč: Univerzita Pardubice. 2007. s. 43-55, ISBN 978-80-7194-950-3.
- [37] ELVERS, B., Ed. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*, 7th ed.; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2011.
- [38] VESELÝ, Pavel. BEZKOČKA, Karel. Silikonové pryskyřice a emulze pro nátěrové hmoty. In: *37. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách*. Seč: Univerzita Pardubice. 2006. s. 28-41, ISBN 80-7194-856-X.
- [39] VOLTROVÁ, Zuzana. *Formulace ochranných organických povlaků s vysokým obsahem kovového zinku a hořčíku*. Pardubice, 2018. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Fakulta chemicko-technologická.
- [40] KALEDOVÁ, Andrea. VESELÝ, David. KOHL, Miroslav. STEJSKAL, Jaroslav. Anticorrosion efficiency of zinc-filled epoxy coatings containing conducting polymers and pigments. *Progress in organic coatings*. 2015, 78, 1-20. ISBN 03009440.
- [41] KALEDOVÁ, Andrea. KUKAČKOVÁ, Andrea. Typy a účinnost zinkového prachu v antikoročních nátěrových hmotách. In: *Sborník příspěvků odborné konference konané pod záštitou fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice, Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků: Antikoroční pigmenty a nátěrové hmoty*. Pardubice: Univerzita Pardubice. 2002, 67-76. ISBN 80-7194-502-1.
- [42] KOHL, Miroslav. KALEDOVÁ, Andrea. Effect of zinc particle shape on the anticorrosion properties of organic coatings. In: *Sborník IX. Konference Pigmenty a pojiva*. Seč: Univerzita Pardubice. 2016, 41-46. ISBN 978-80-906269-1-1
- [43] KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot I. Pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*. Pardubice, 2003. 431. ISBN 80-7194-576-5.

- [44] The Table of Elements Magnesium. *JLab science education*. [online]. [cit. 2022-2-11]. Dostupné z: <https://education.jlab.org/itselemental/ele012.html>.
- [45] NANNA, Michael E. BIERWAGEN, Gordon P. Mg-rich coatings: A new paradigm for Cr-free corrosion protection of Al aerospace alloys. *Journal of Coatings Technology and Research*. 2004, 69-80. DOI: 10.1007/s11998-004-0001-7
- [46] BATTOCCHI, D. SIMOES, A.M. TALLMAN, D.E. BIERWAGEN, G.P. Electrochemical behaviour of a Mg-rich primer in the protection of Al alloys. *Corrosion Science*. 2006, 48 (5), 1292-1306. ISSN 0010-938X
- [47] ANDREI, M., DI GABRIELE, F., BONORA, P. L., SCANTLEBURY, D. Corrosion behaviour of magnesium sacrificial anodes in tap water. *Materials and Corrosion*, 2003, 54 (1), 5–11. ISSN 1521-4176.
- [48] LU, X., ZUO, Y., ZHAO, X., TANG, Y., FENG, X. The study of a Mg-rich epoxy primer for protection of AZ91D magnesium alloy. *Corrosion Science*. 2011, 53(1), 153–160. ISBN 0010-938X.
- [49] MOULIS, Tomáš. *Korozní chování nátěrových systémů s Mg částicemi na ocelových podkladech*. Praha, 216. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, fakulta strojní, ústav strojírenské technologie.
- [50] Organic pigments. Chemicalbook.com [online] 2016 [cit. 2022-3-15]. Dostupné z: https://www.chemicalbook.com/ProductCatalog_EN/161211.htm
- [51] MARZEC, Anna. SZADKOWSKI, Boleslaw. ROGOWSKI, Jacek. PROCHON, Mirosława. New Organic/Inorganic Pigments Based on Azo Dye and Aluminum-Magnesium Hydroxycarbonates with Various Mg/Al Ratios. *Materials*. 2019, 12 (8), 1349. ISSN 1996-1944.
- [52] HRDINA, Radim. KOHL, Miroslav. KALEDOVÁ, Andréa. ALAFID, Fouzy. BOURGERT, Ladislav. Corrosion inhibition properties of perylene pigments in epoxy-ester resin based organic coatings. In: *Sborník XII. Konference pigmenty a pojiva*. Seč: Univerzita Pardubice. 2019, s. 24-25. ISBN 978-80-906269-4-2.
- [53] HRDINA, R. BURGERT, L. KALEDOVÁ, A. ALAFID, F. PANÁK, O. DRŽKOVÁ, M. KOHL, M. Use of salts of perylenic acid as anticorrosive substances. 2021, Czech Republic. No.: 308991, 29.9.2021.
- [54] LINKE, Frank. FAUBION, Kent. HERRMANN, Udo. SOMMER, Richard. Metal complex pigments. USA. US 6,350,307 B1. 26.2.2002
- [55] HRDINA, Radim, 2019. 12. Pigmenty. Univerzita Pardubice
- [56] ZHAO, Jiano, Panpan SU. ZHAO, Yaopeng, LI, Mingrun. YANG, Yan. YANG, Oihua. LI, Can. Systematic morphology and phase control of Mg-ptcda coordination polymers by Ostwald ripening and self-templating. *Journal of Materials Chemistry*. 2012, 22 (17) ISSN 0959-9428
- [57] ZMOZINSKI, Ariane V. PERES, Rafael S. FREIBERGER, Kelly. FERREIRA, Carlos A. TAMBORIM, Silvia, Margonei, Mesquita. AZAMBUJA, Denise S. Zinc tannate and magnesium tannate as anticorrosion pigments in epoxy paint formulations. *Progress in Organic Coatings*. 2018, 121, 23-29, ISSN 03009440.

9. Obrázková příloha

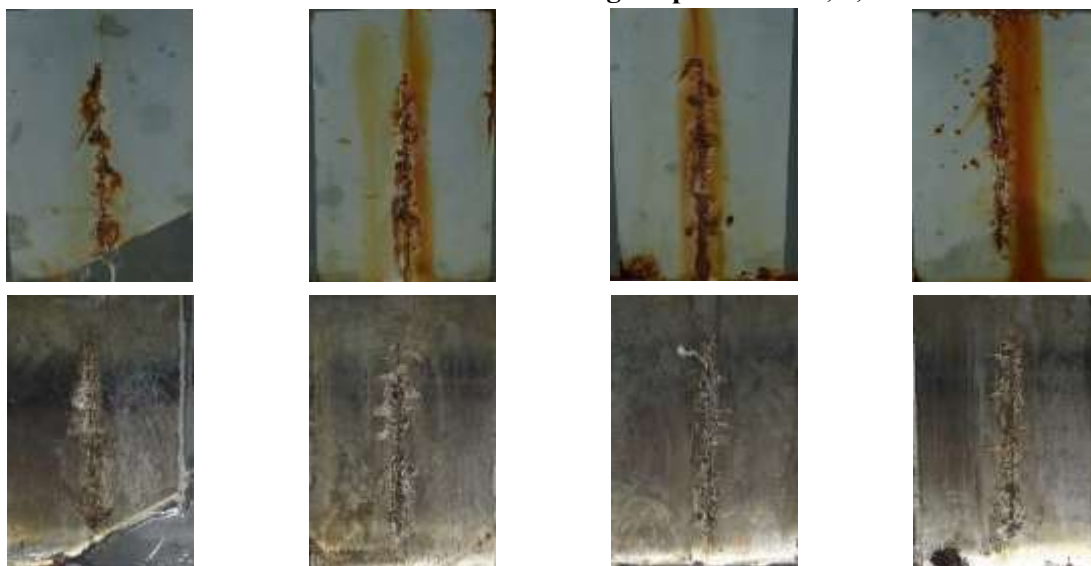
Korozní odolnost organických povlaků v atmosféře s obsahem solné mlhy

Na následujících fotografiích jsou zobrazeny organické povlaky s obsahem sférického zinku a titanové běloby po 1680hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl. Jednotlivé organické povlaky s obsahem sférického Zn jsou srovnány v pořadí zleva do prava dle OKP = 1, 3, 5 a 10 %. Povlaky s obsahem TiO₂ byly pouze při hodnotě OKP = 3 % srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

OP s obsahem sférického Zn a C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



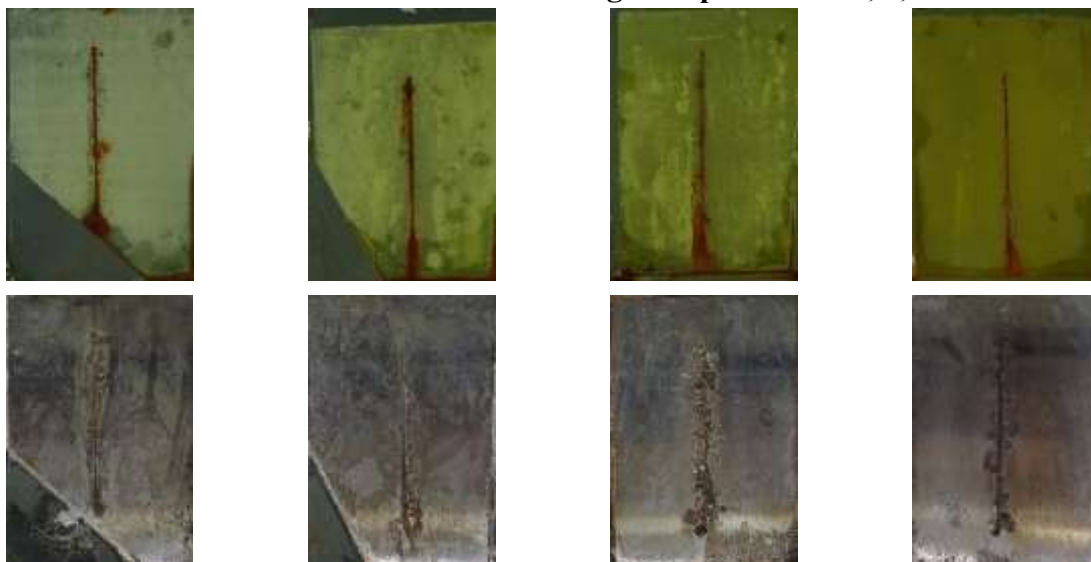
OP s obsahem sférického Zn a C₁₄H₄Mg₂O₈ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



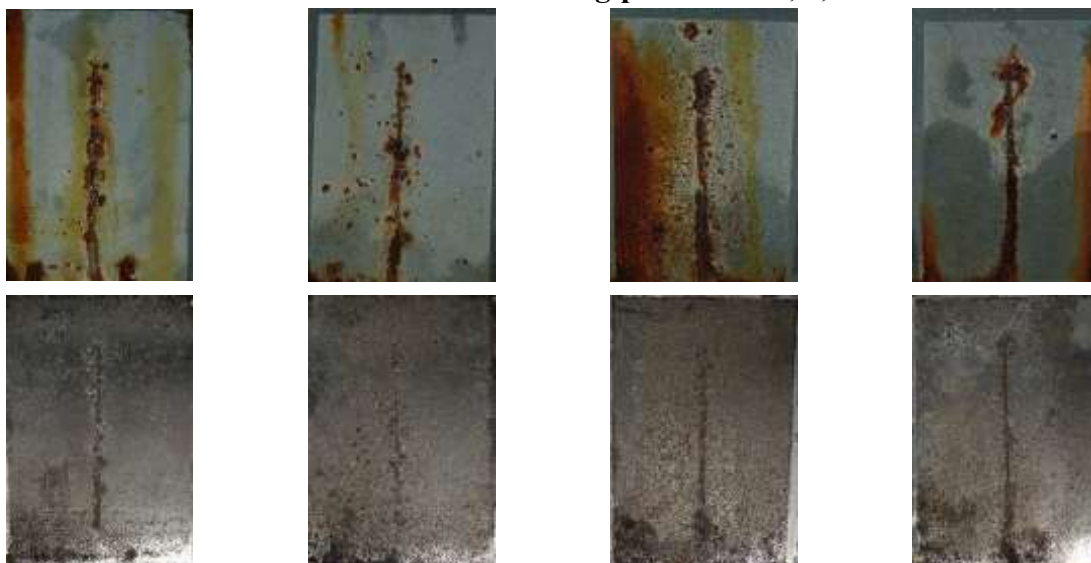
OP s obsahem sférického Zn a Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



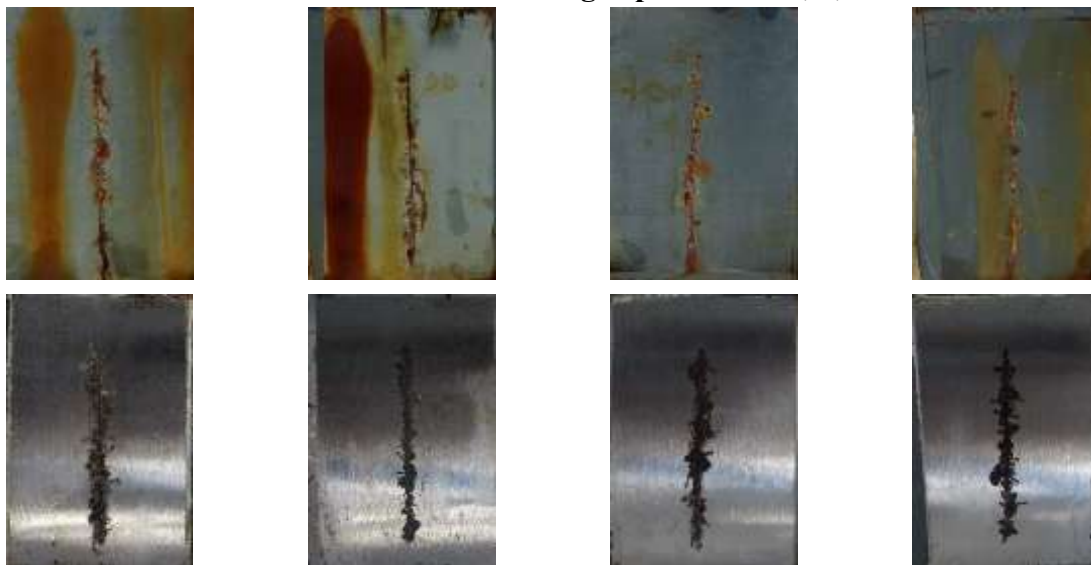
OP s obsahem sférického Zn a MgFe₂O₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



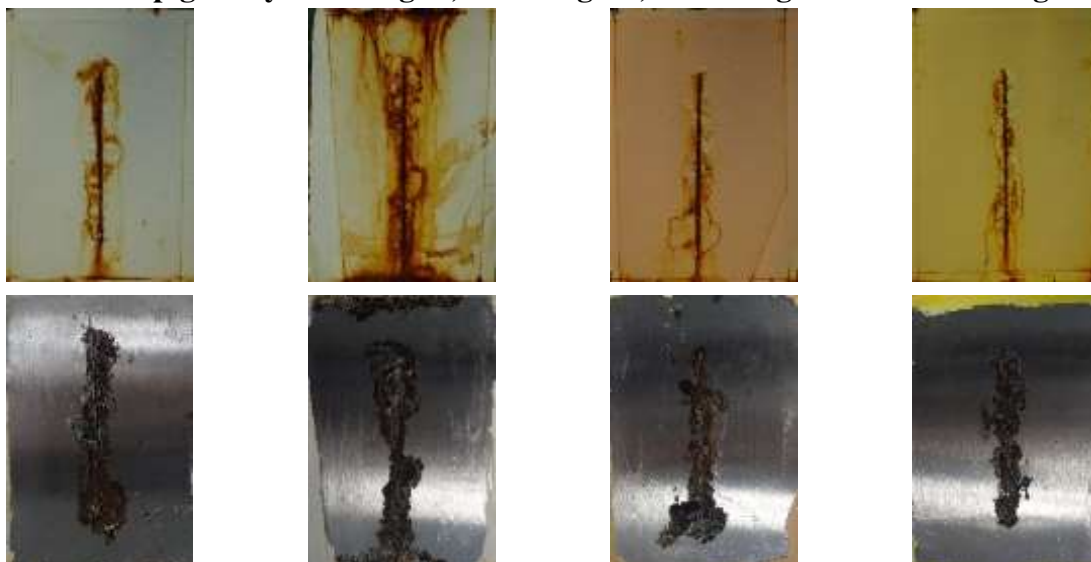
OP s obsahem sférického Zn a Mg při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



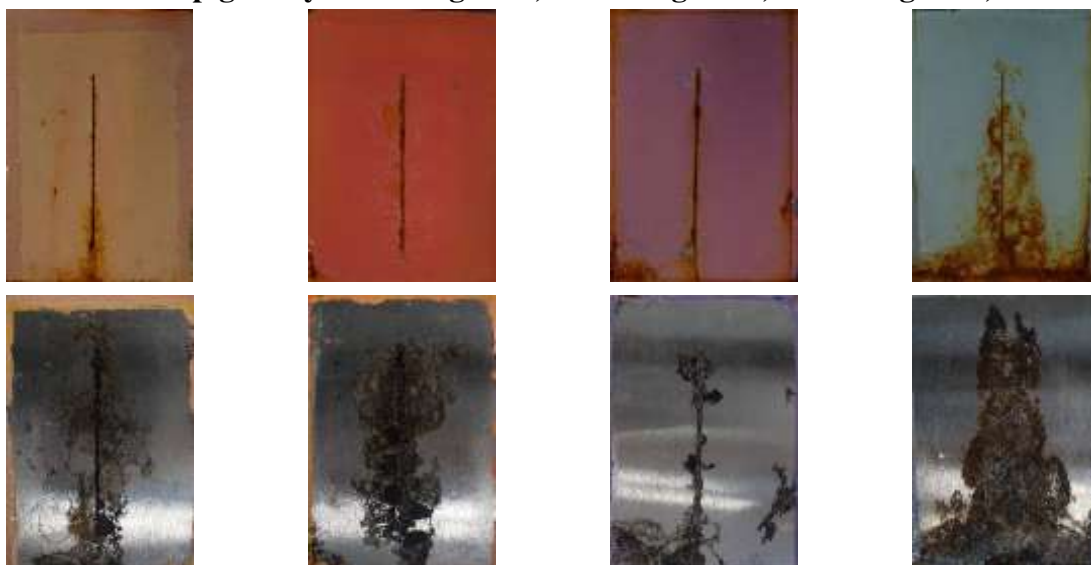
OP s obsahem sférického Zn a MgO při OKP = 1, 3, 5 a 10 %

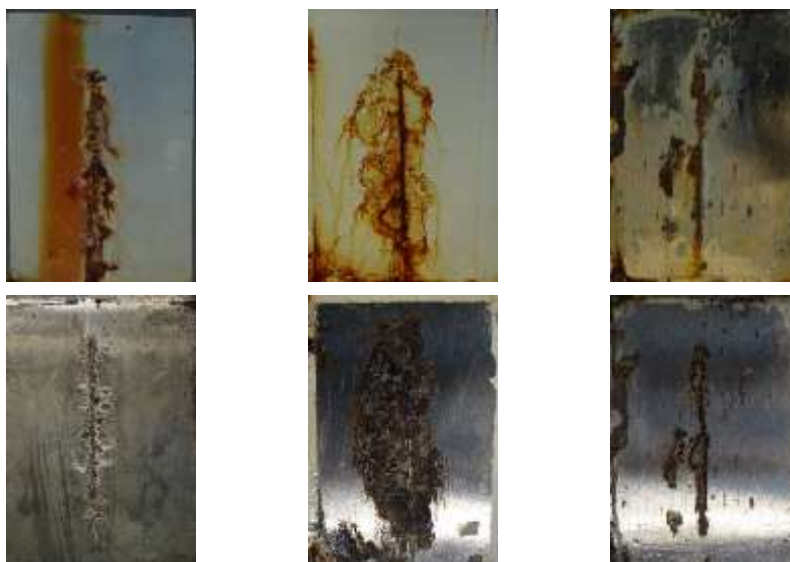


OP s TiO₂ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆



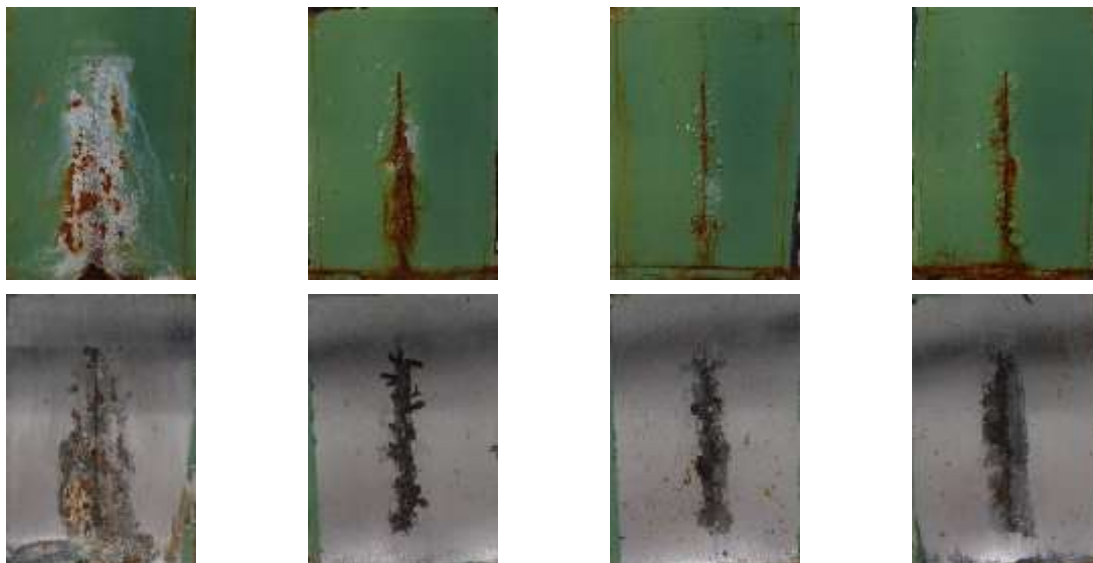
OP s TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆, PANI



OP s TiO₂ a pigmenty Ca-Mg-HPO₄, MgFe₂O₄ Mg a MgO**OP Zn standard, TiO₂ standard a EP standard****Korozní odolnost organických povlaků s TOPCOAT v atmosféře s obsahem solné mlhy**

Na následujících fotografiích jsou zobrazeny organické povlaky s obsahem sférického zinku a titanové běloby po 1836hodinové expozici v atmosféře s 5 % NaCl. Jednotlivé organické povlaky s obsahem sférického Zn jsou srovnány v pořadí zleva do prava dle OKP = 1, 3, 5 a 10 %. Povlaky s obsahem TiO₂ byly pouze při hodnotě OKP = 3 % srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

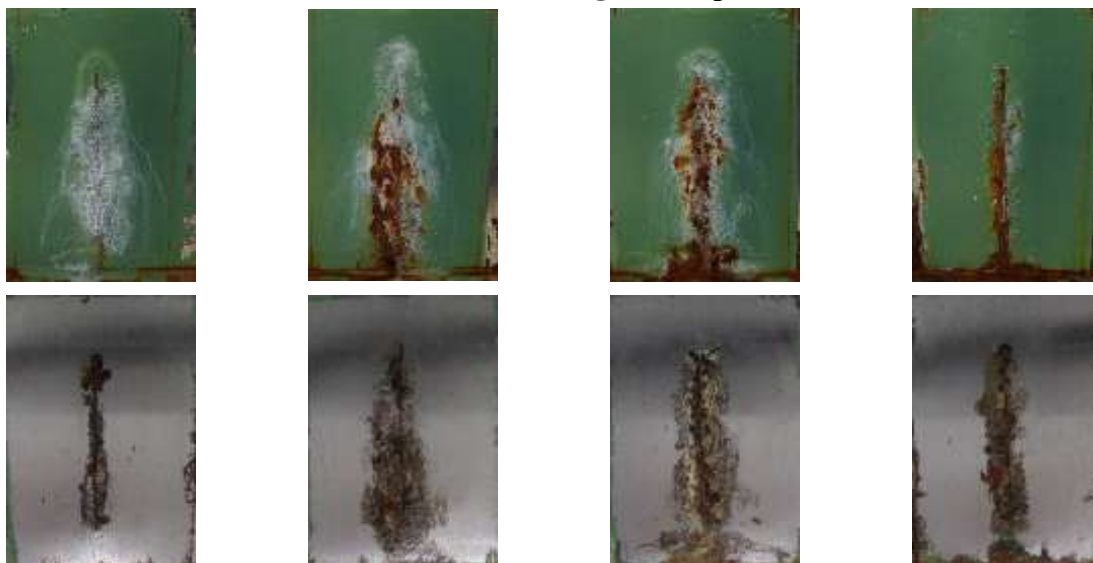
OP s obsahem sférického Zn a $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



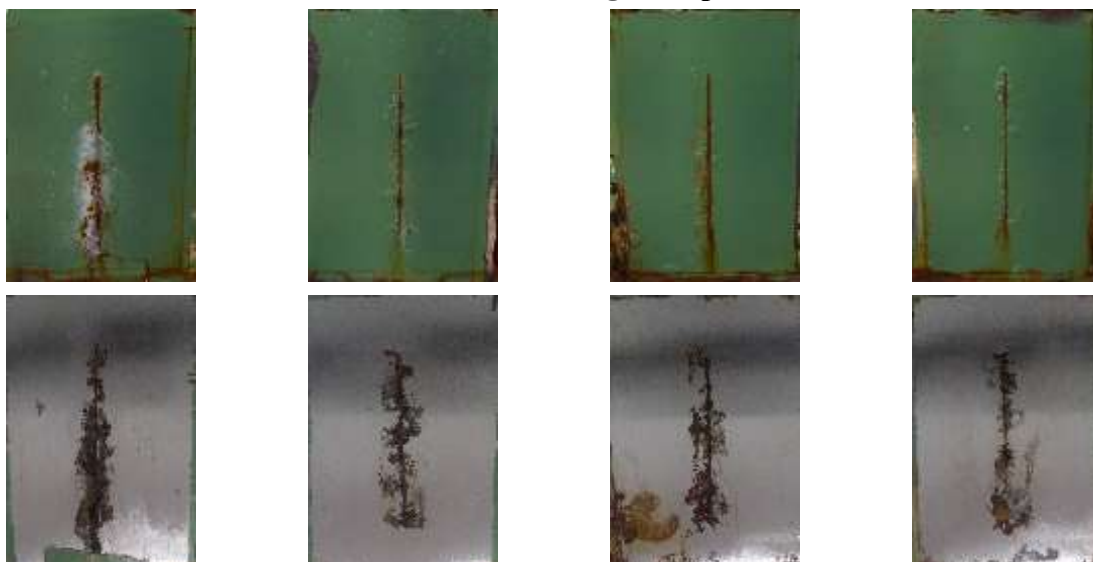
OP s obsahem sférického Zn a $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



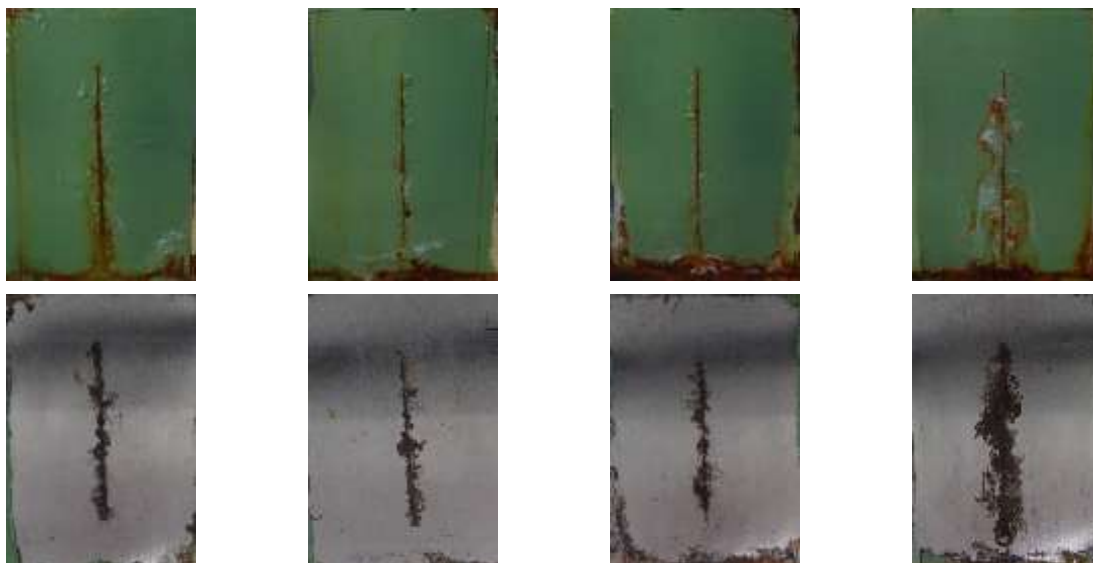
OP s obsahem sférického Zn a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



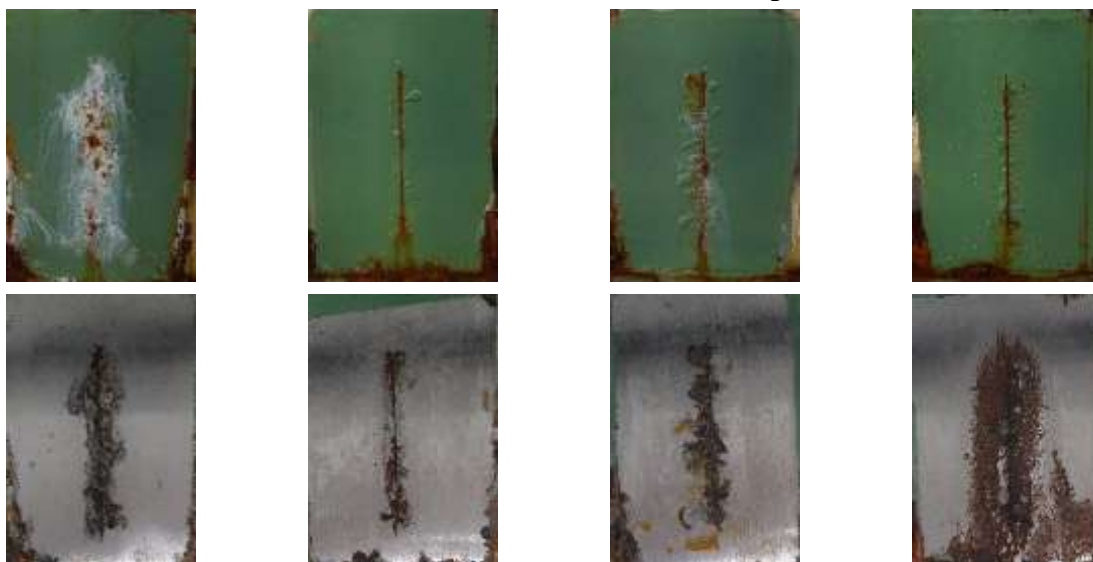
OP s obsahem sférického Zn a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



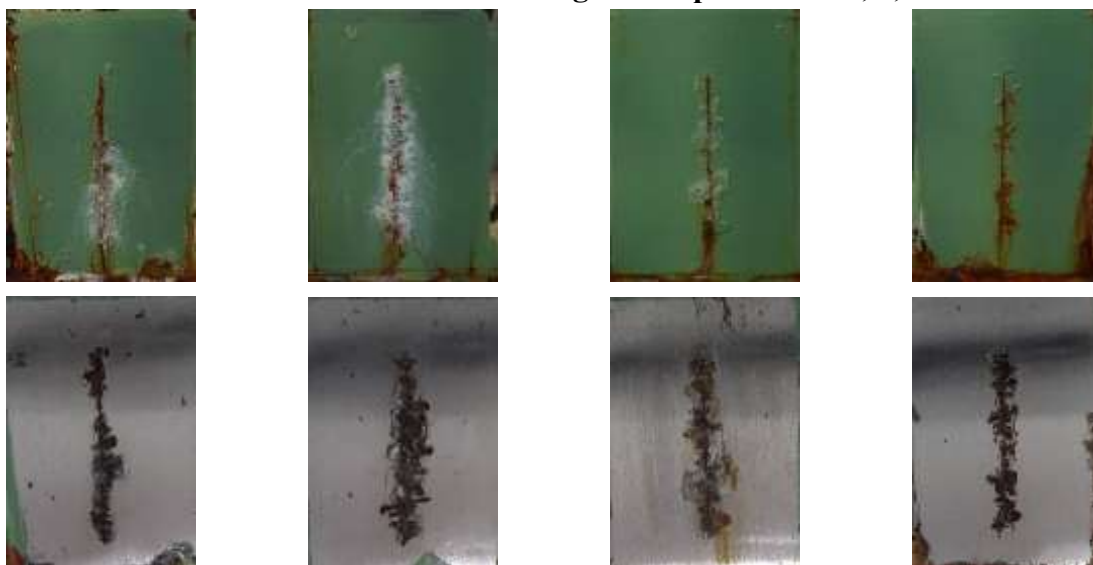
OP s obsahem sférického Zn a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



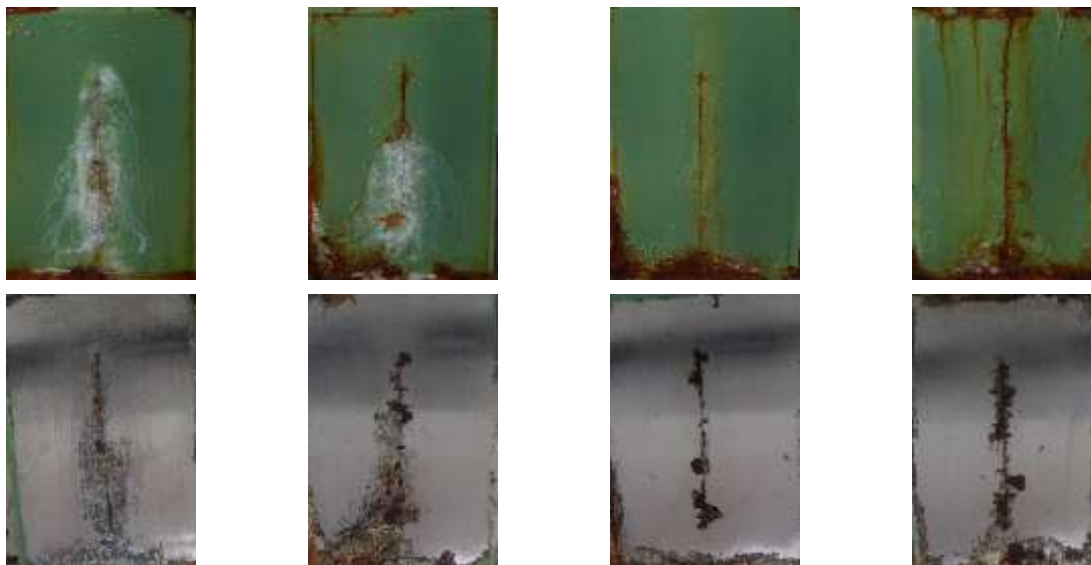
OP s obsahem sférického Zn a $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



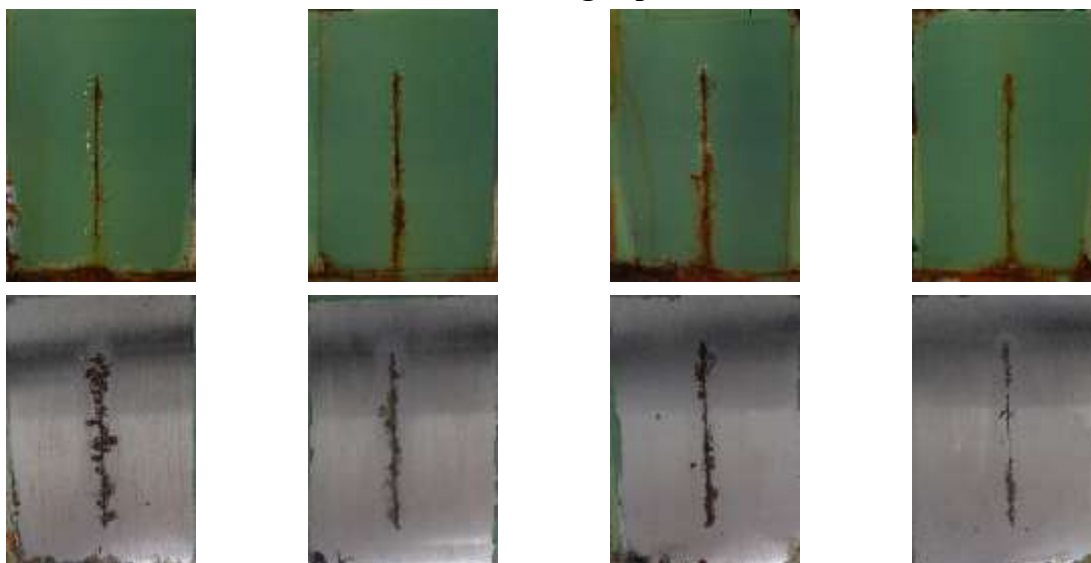
OP s obsahem sférického Zn a $MgFe_2O_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



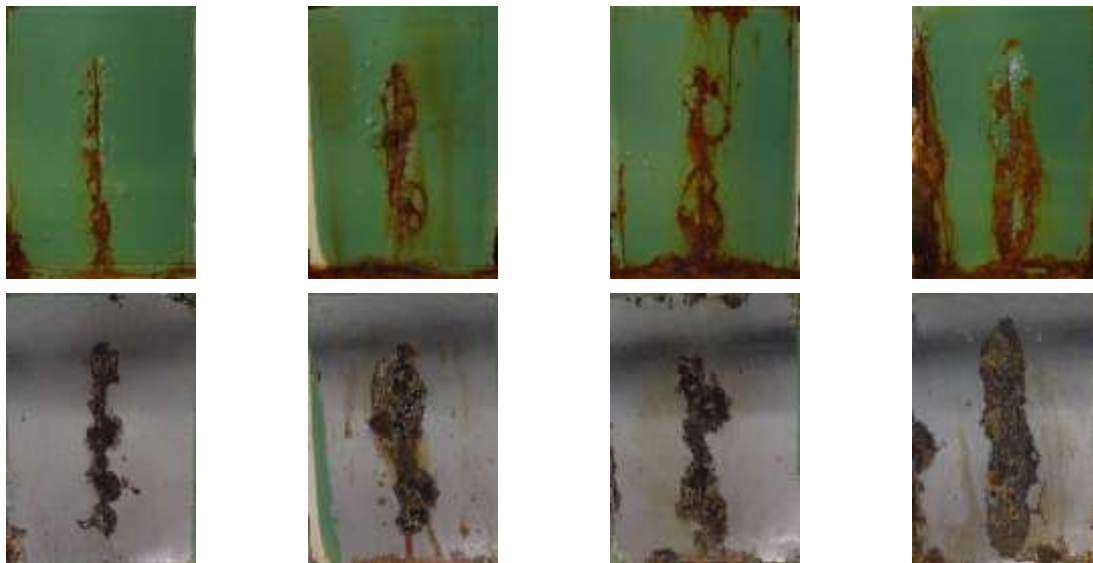
OP s obsahem sférického Zn a Mg při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



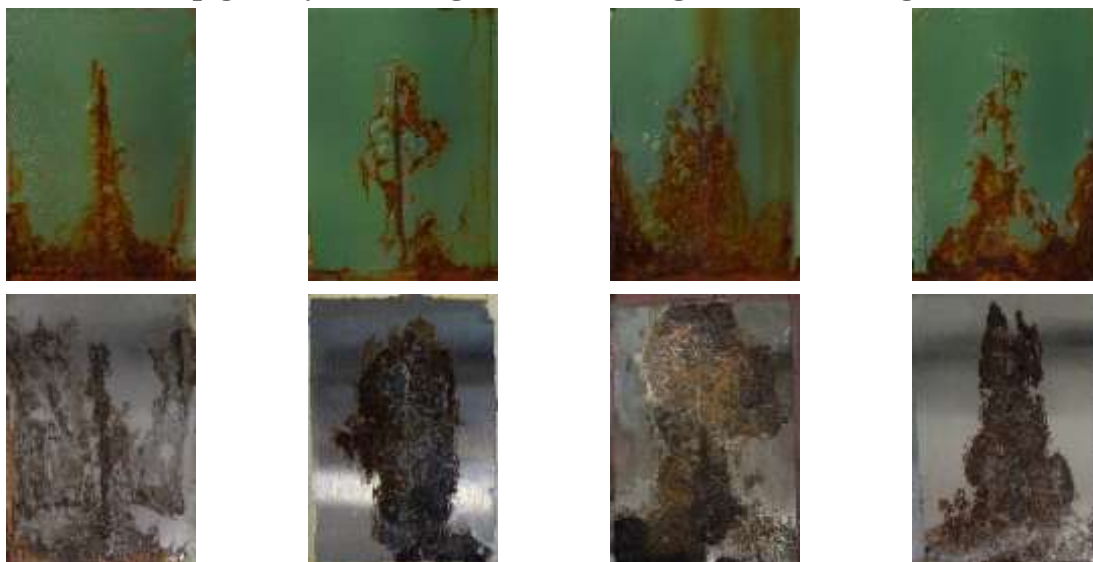
OP s obsahem sférického Zn a MgO při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



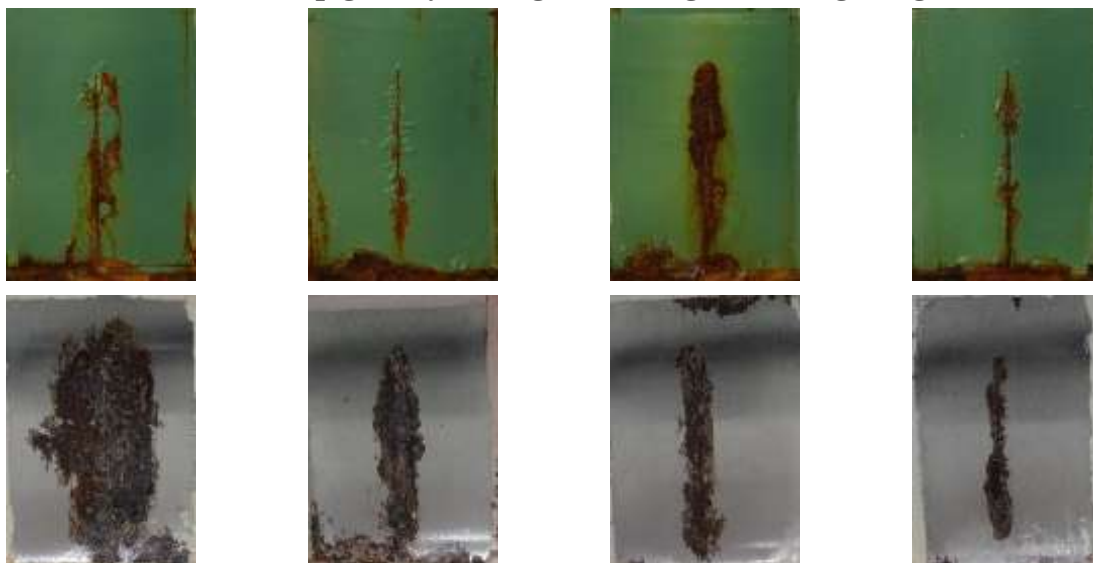
OP s TiO₂ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆

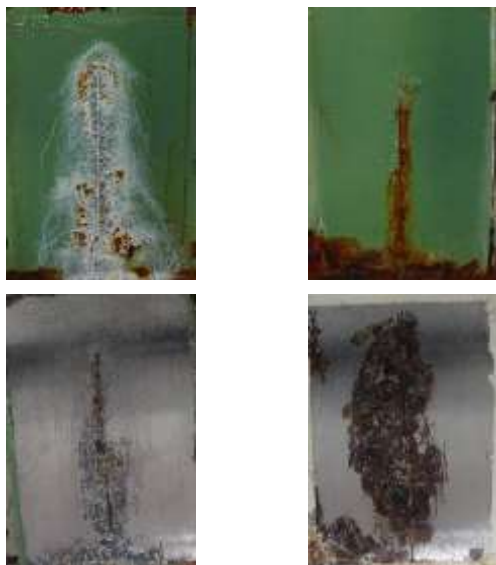


OP s TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆, PANI

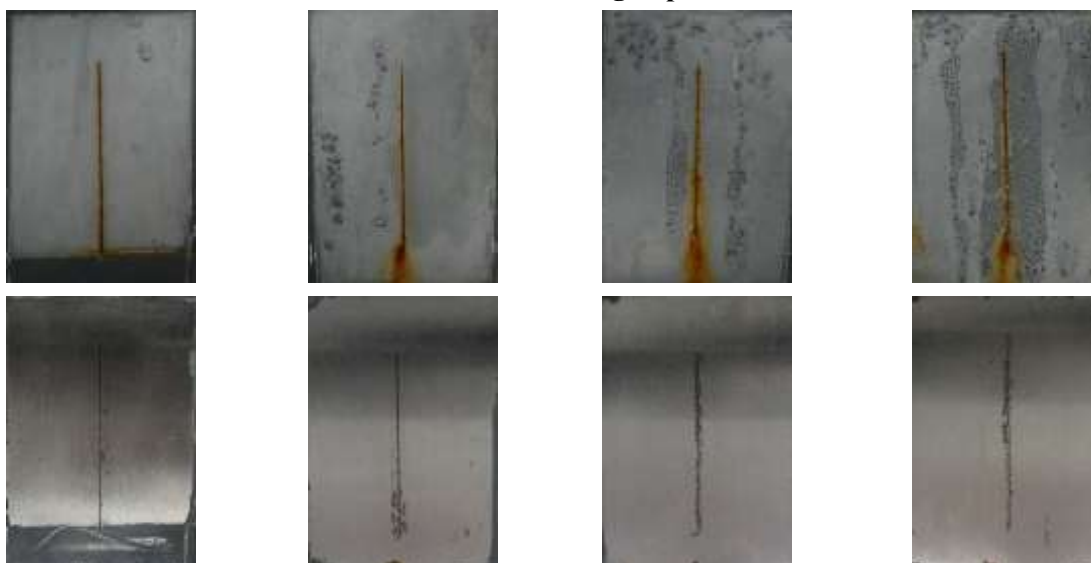


OP s TiO₂ a pigmenty Ca-Mg-HPO₄, MgFe₂O₄, Mg a MgO



OP Zn standard, TiO₂ standard**Korozní odolnost organických povlaků v atmosféře s obsahem SO₂**

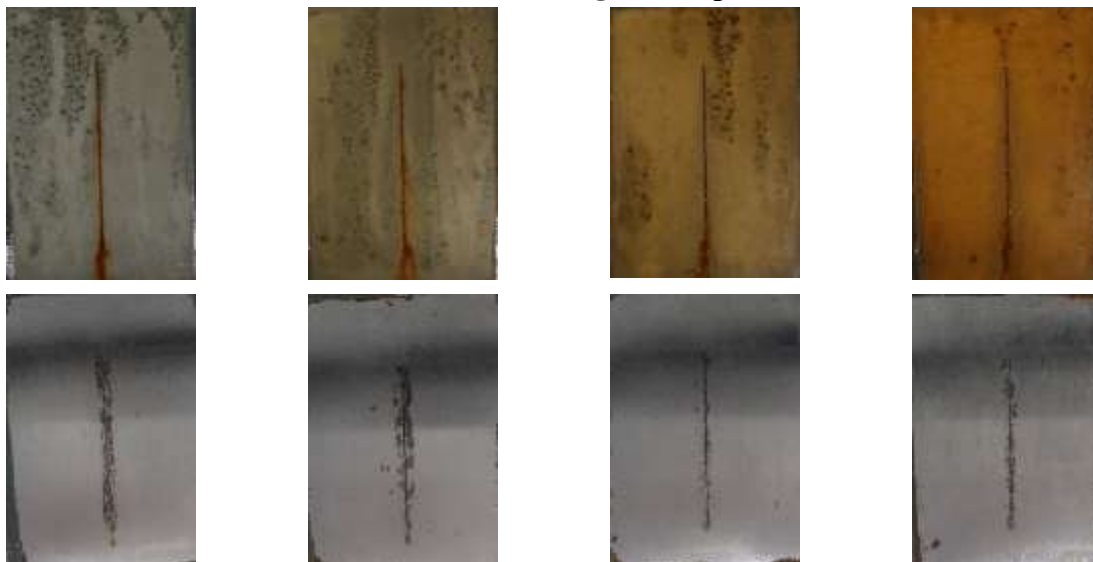
Na následujících fotografiích jsou zobrazeny organické povlaky s obsahem sférického zinku a titanové běloby po 1536hodinové expozici v atmosféře s SO₂. Jednotlivé organické povlaky s obsahem sférického Zn jsou srovnány v pořadí zleva do prava dle OKP = 1, 3, 5 a 10 %. Povlaky s obsahem TiO₂ byly pouze při hodnotě OKP = 3 % srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

OP s obsahem sférického Zn a C₁₂H₆MgO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %

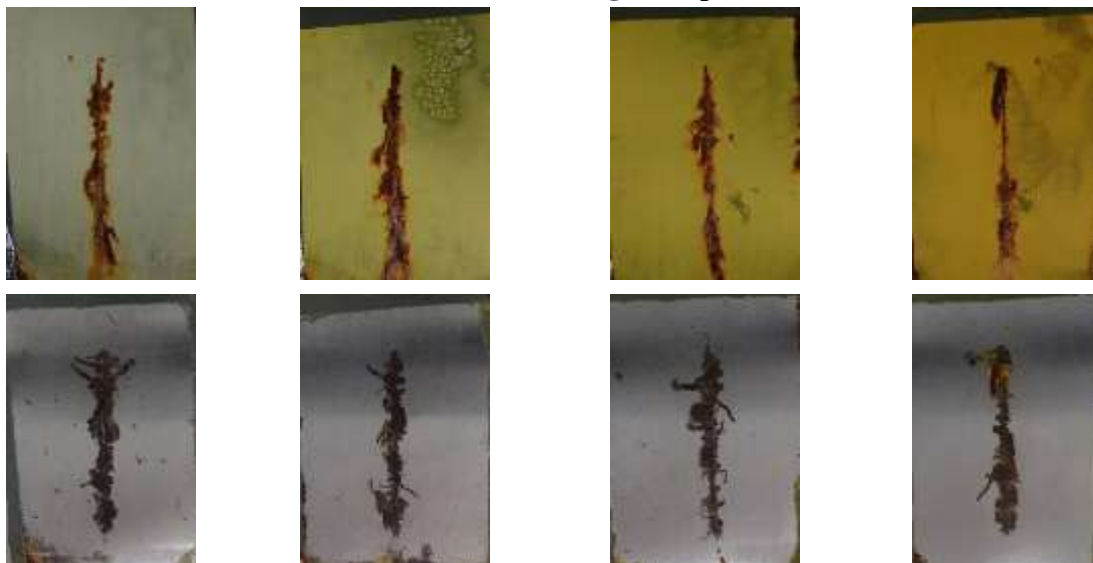
OP s obsahem sférického Zn a $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



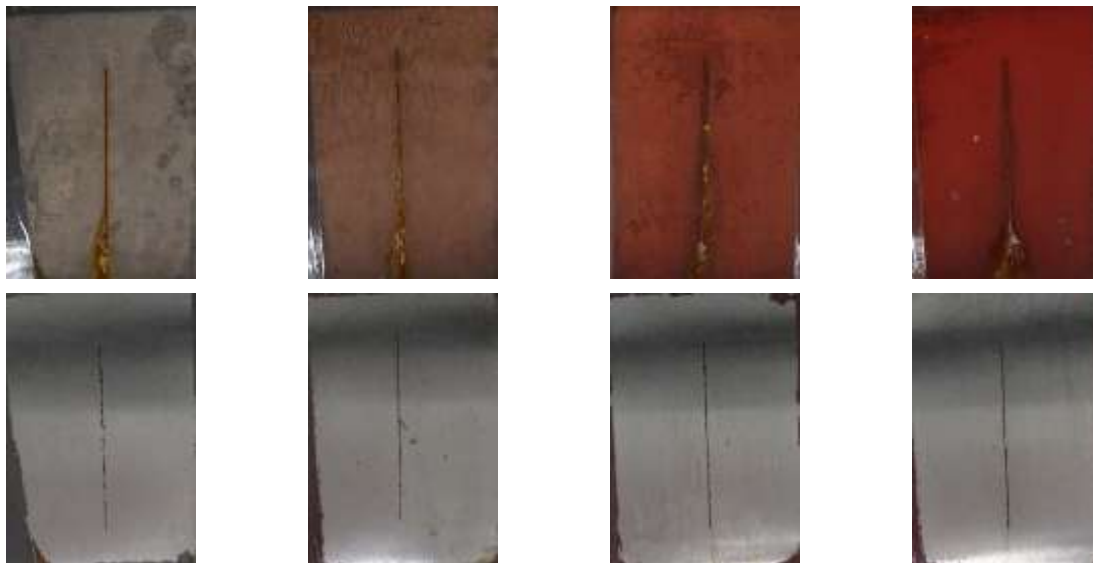
OP s obsahem sférického Zn a $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



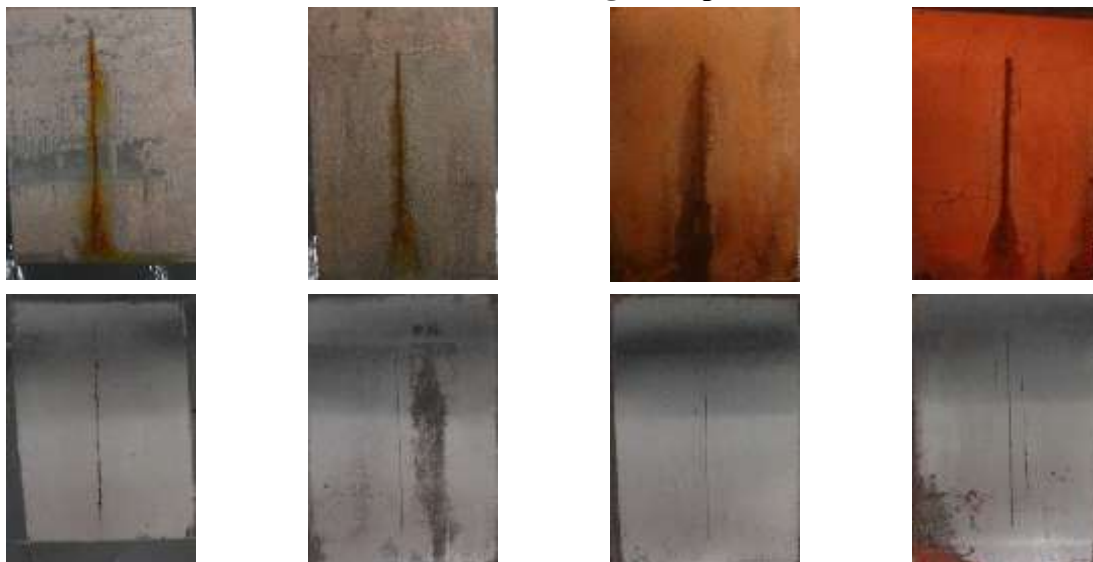
OP s obsahem sférického Zn a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



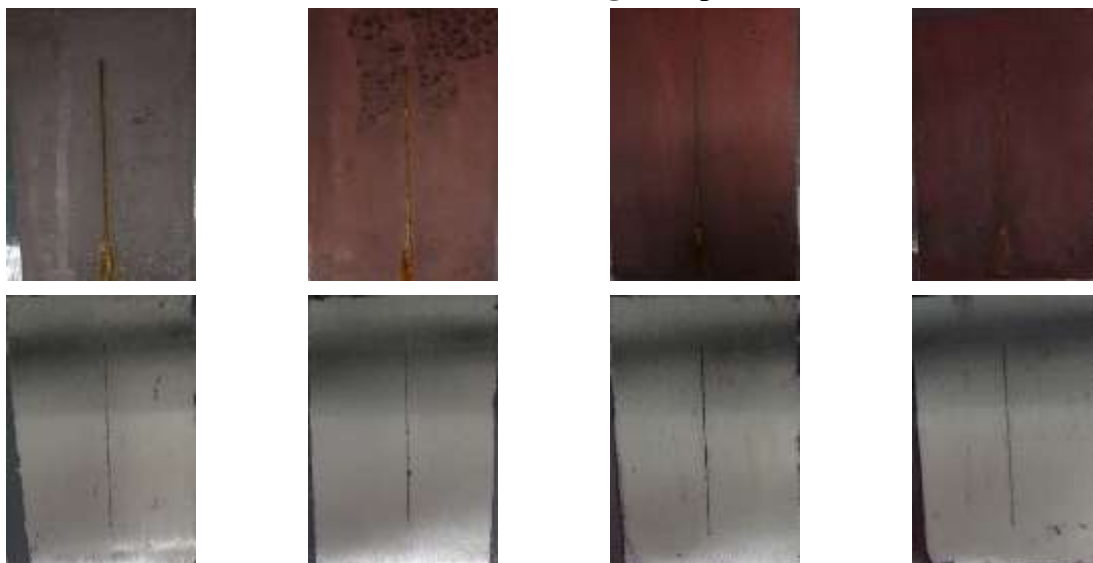
OP s obsahem sférického Zn a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



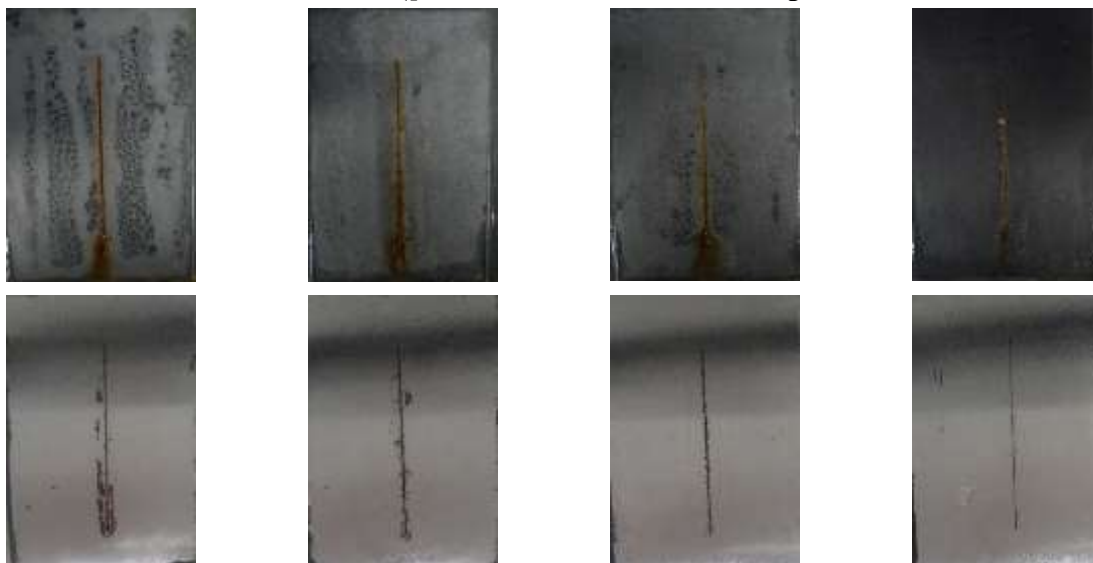
OP s obsahem sférického Zn a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



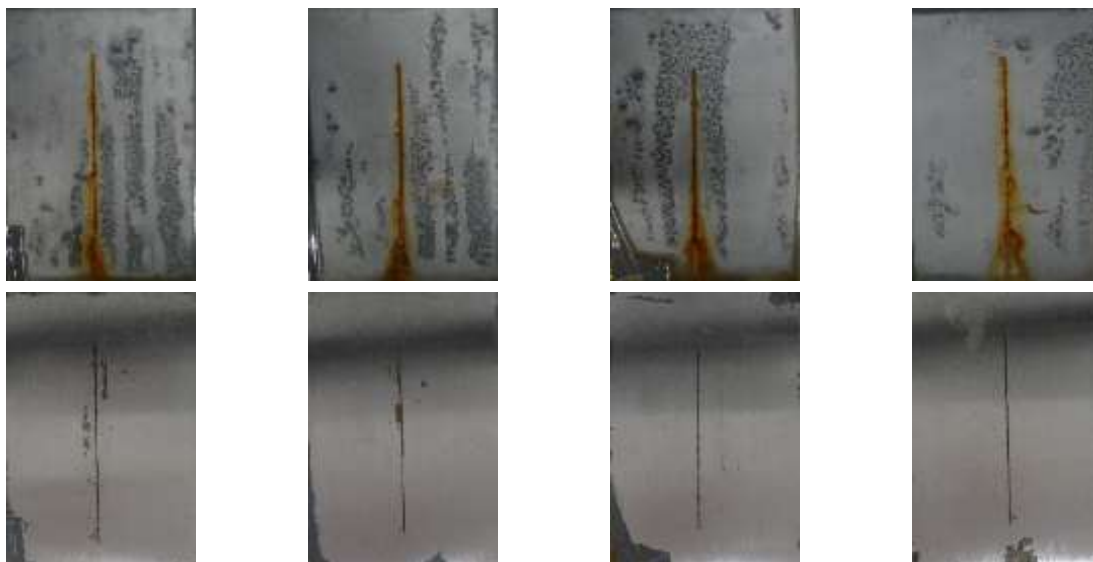
OP s obsahem sférického Zn a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



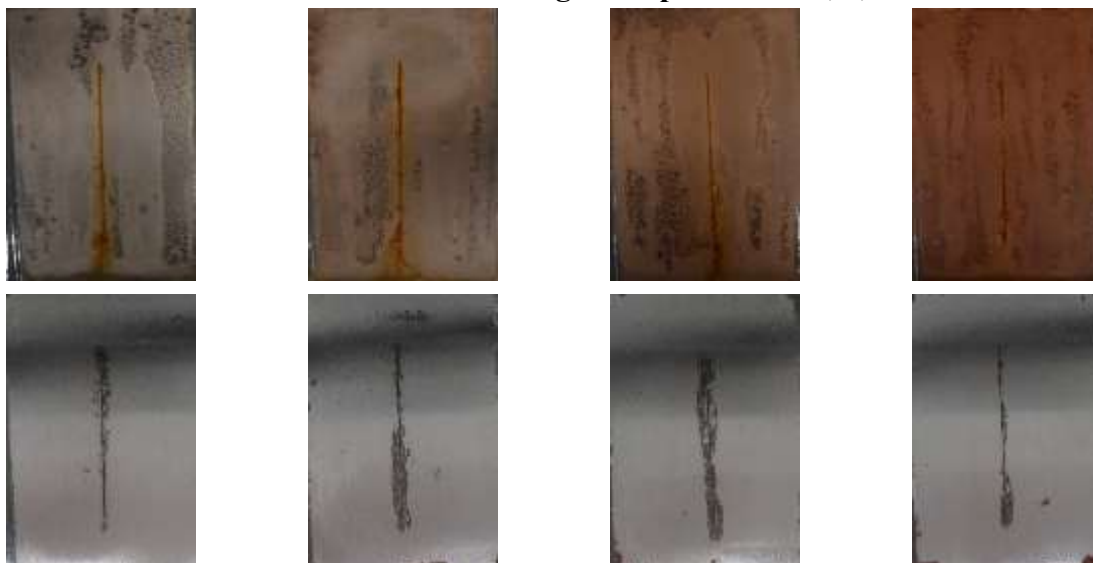
OP s obsahem sférického Zn a $[(C_6H_4NH)_2(C_6H_4N)_2]_n-PO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



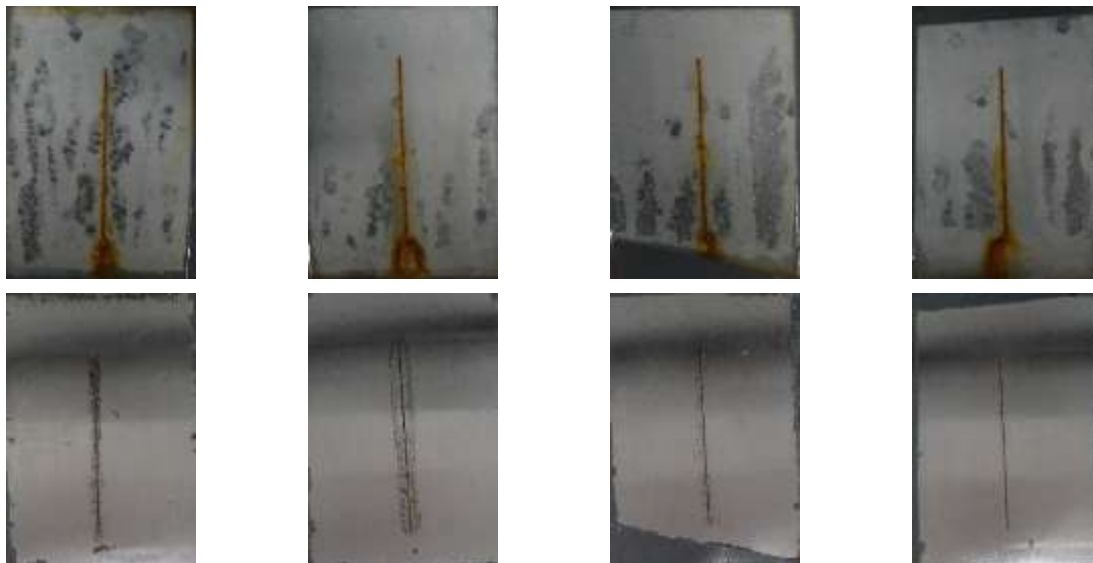
OP s obsahem sférického Zn a Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



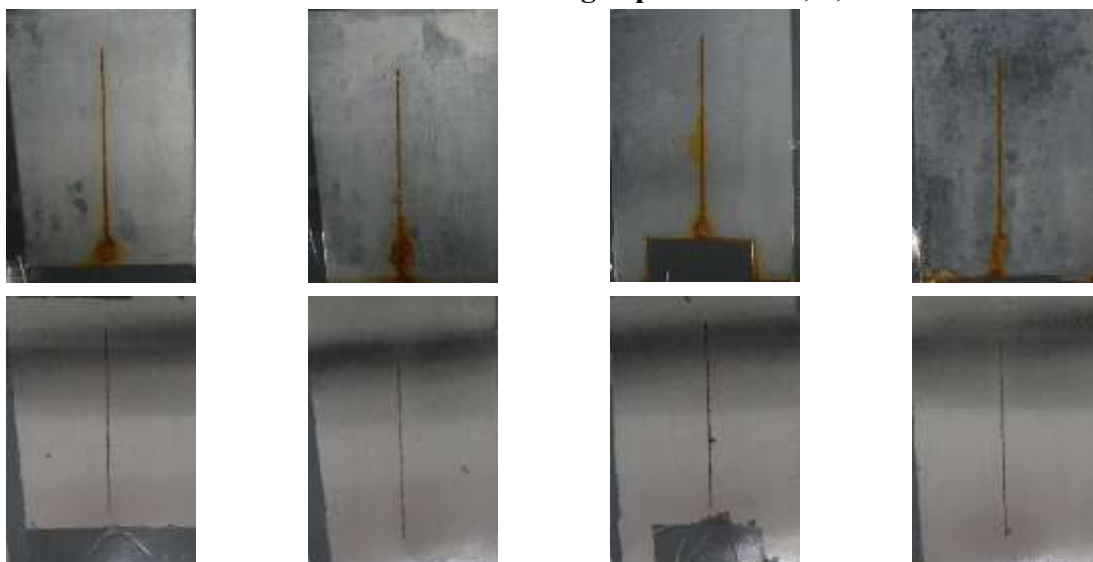
OP s obsahem sférického Zn a MgFe₂O₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a Mg při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a MgO při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s TiO₂ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆



OP s TiO_2 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$, PANI



OP s TiO_2 a pigmenty Ca-Mg-HPO_4 , MgFe_2O_4 Mg a MgO



OP Zn standard, TiO_2 standard a EP



Na následujících fotografiích jsou organické povlaky s obsahem CaCO_3 a Plastoritu při OKP = 5 %, povlaky s obsahem Fe_2O_3 a Plastoritu při OKP = 5 % a Fe_2O_3 a povlaky s obsahem Fe_2O_3 a ZnO při OKP = 3 % po 1080hodinové expozici v atmosféře SO_2 . Jednotlivé nátěrové filmy jsou srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

OP s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$



OP s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$



OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$

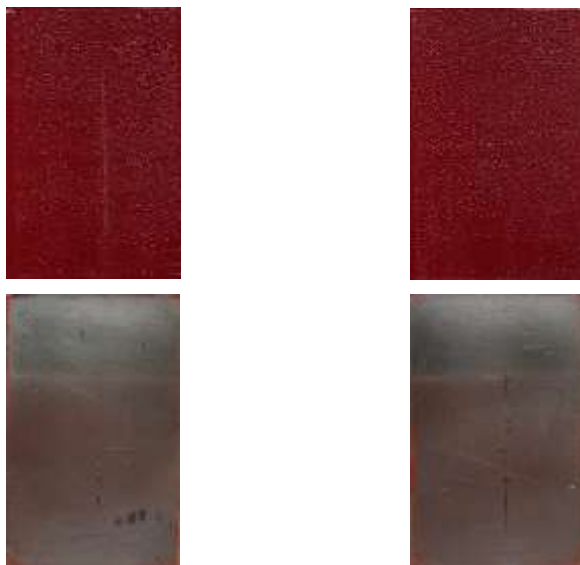


OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$



OP s ZnO , Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ a Ca-Mg-HPO_4



OP s ZnO, Fe₂O₃ a pigmenty MgFe₂O₄ a MgO**Korozní odolnost organických povlaků v atmosféře s povšechnou kondenzací**

Na následujících fotografiích jsou organické povlaky s obsahem CaCO₃ a Plastoritu při OKP = 5 %, povlaky s obsahem Fe₂O₃ a Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ a povlaky s obsahem Fe₂O₃ a ZnO při OKP = 3 % po 1080hodinové expozici v atmosféře s povšechnou kondenzací. Jednotlivé nátěrové filmy jsou srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

OP s obsahem CaCO₃ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₄ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆

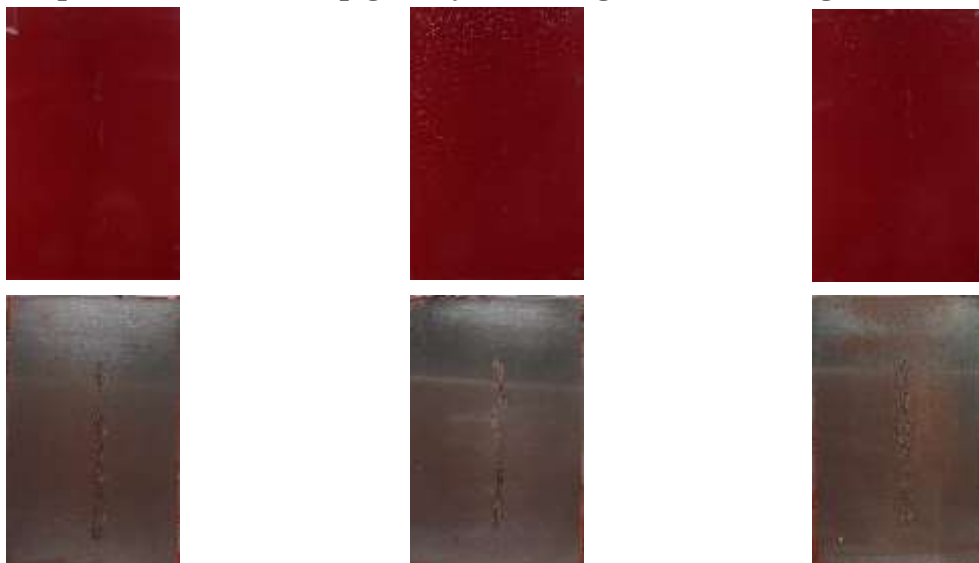
OP s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$

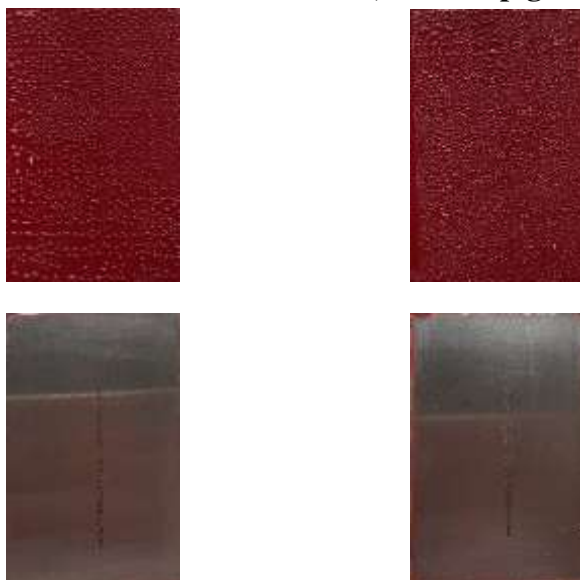


OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$



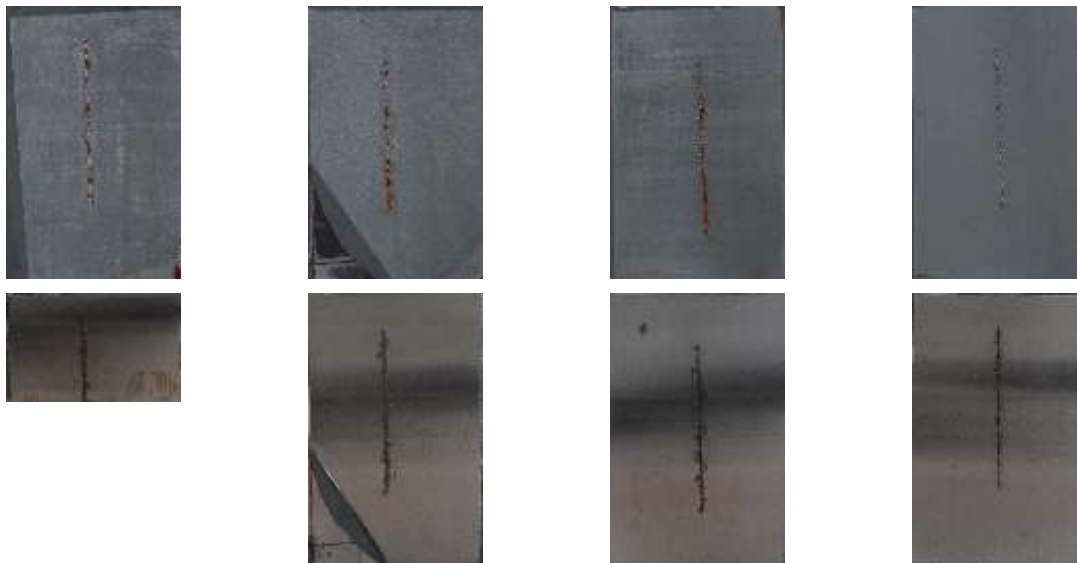
OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$



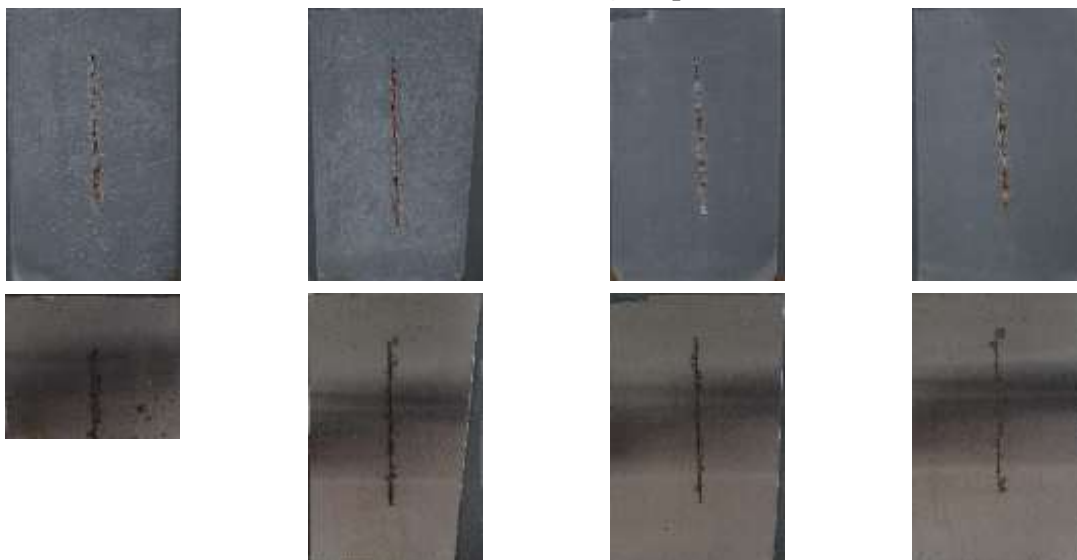
OP s ZnO, Fe₂O₃ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₄ a Ca-Mg-HPO₄**OP s ZnO, Fe₂O₃ a pigmenty MgFe₂O₄ a MgO****Korozní odolnost organických povlaků v atmosféře s obsahem NaCl/(NH₄)₂SO₄**

Na následujících fotografiích jsou zobrazeny organické povlaky s obsahem sférického zinku a titanové běloby po 1536hodinové expozici v atmosféře NaCl/ (NH₄)₂SO₄. Jednotlivé organické povlaky s obsahem sférického Zn jsou srovnány v pořadí zleva do prava dle OKP = 1, 3, 5 a 10 %. Povlaky s obsahem TiO₂ byly pouze při hodnotě OKP = 3 % srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

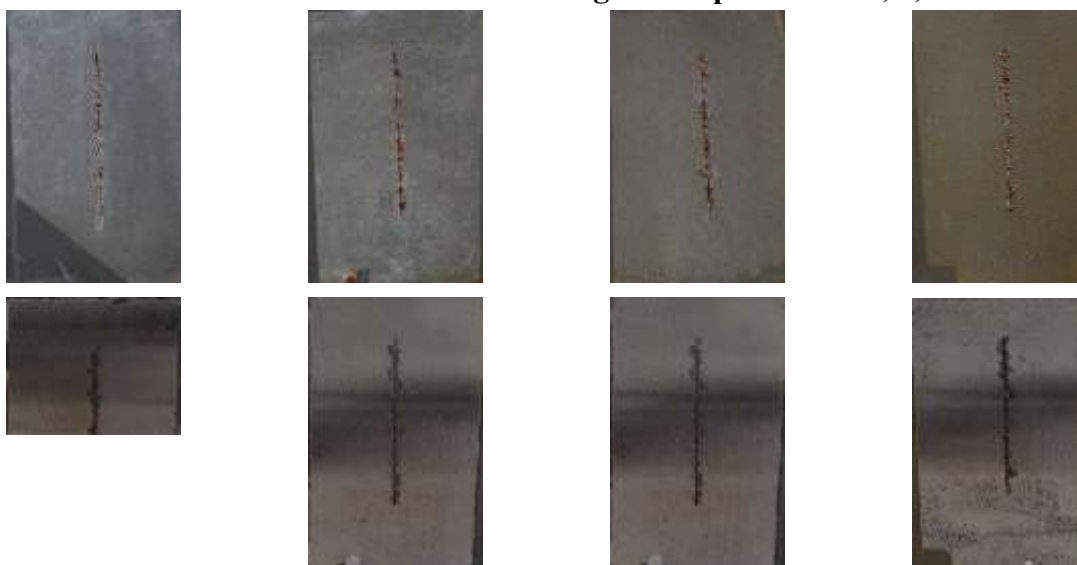
OP s obsahem sférického Zn a $C_{12}H_6MgO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $C_{14}H_4Mg_2O_8$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



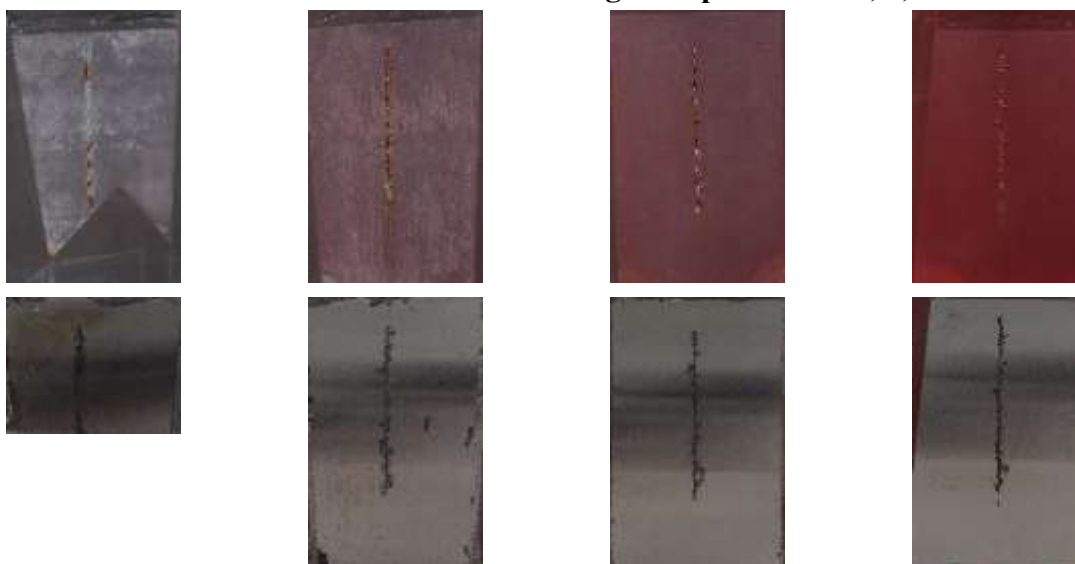
OP s obsahem sférického Zn a $C_{16}H_{10}MgN_{12}O_{12}$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



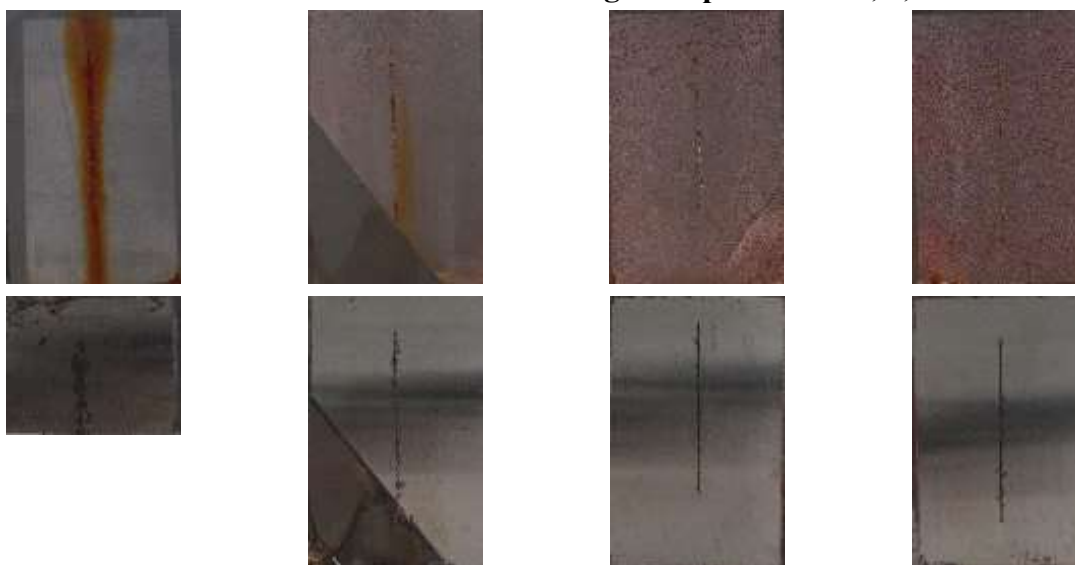
OP s obsahem sférického Zn a $C_{34}H_{26}MgN_8O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



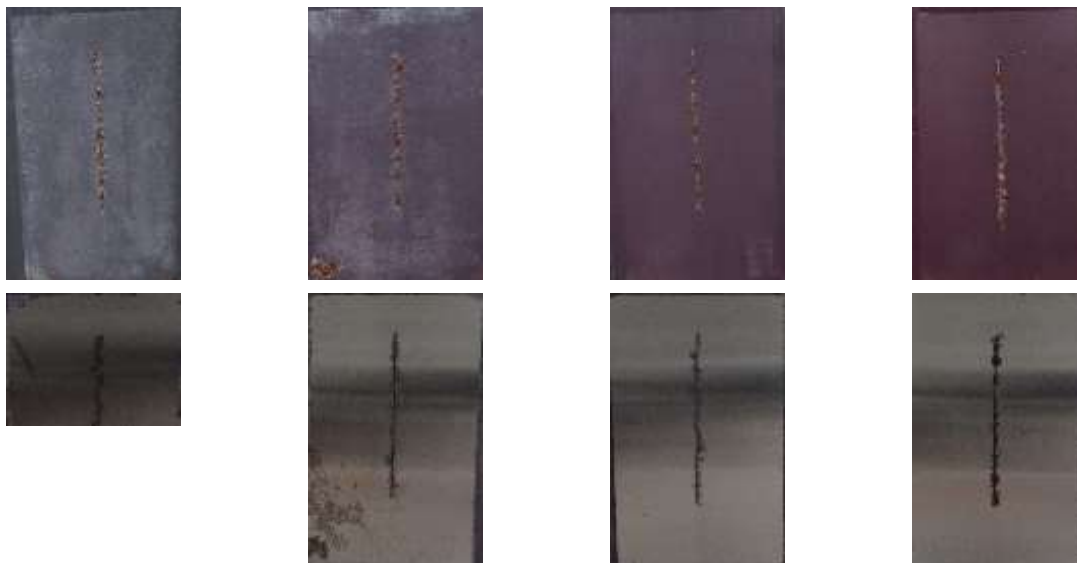
OP s obsahem sférického Zn a $C_{26}H_{19}MgN_3O_5$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



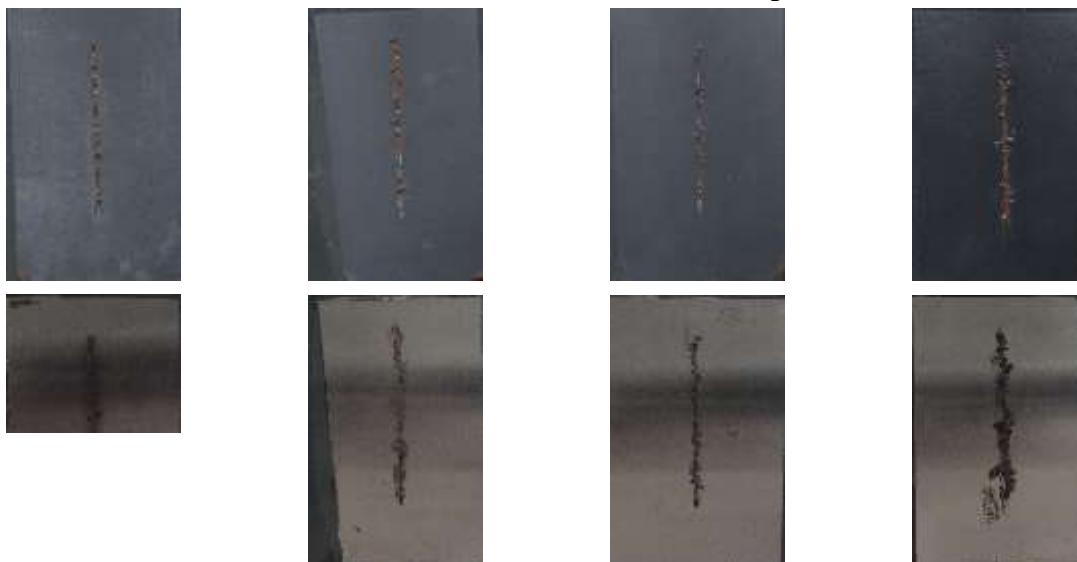
OP s obsahem sférického Zn a $C_{17}H_{10}MgN_2O_3$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



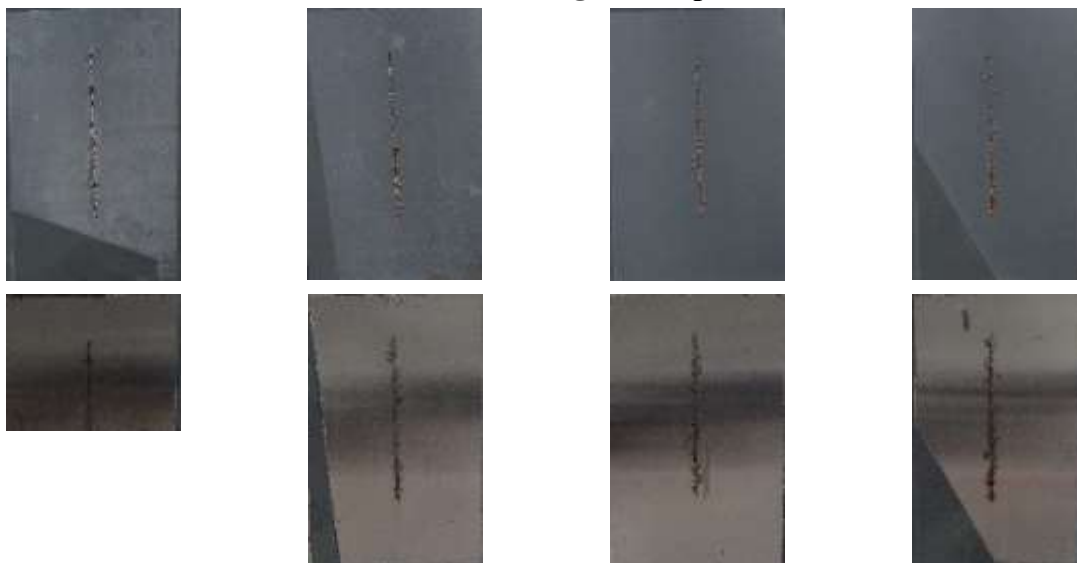
OP s obsahem sférického Zn a $C_{25}H_{18}MgN_4O_6$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



OP s obsahem sférického Zn a $([C_6H_4NH]_2[C_6H_4N]_2)_n-PO_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



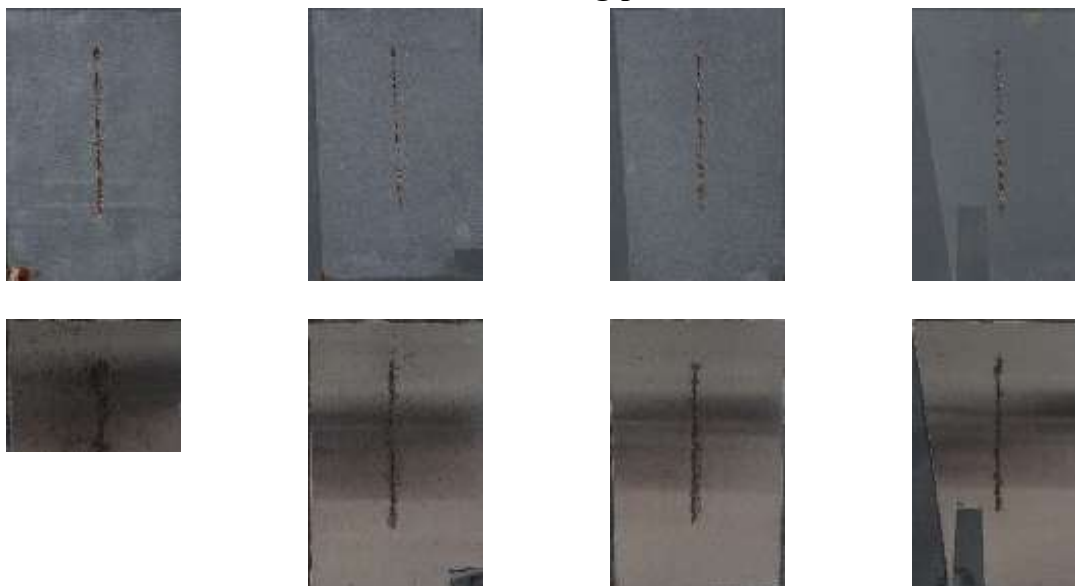
OP s obsahem sférického Zn a Ca-Mg-HPO₄ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



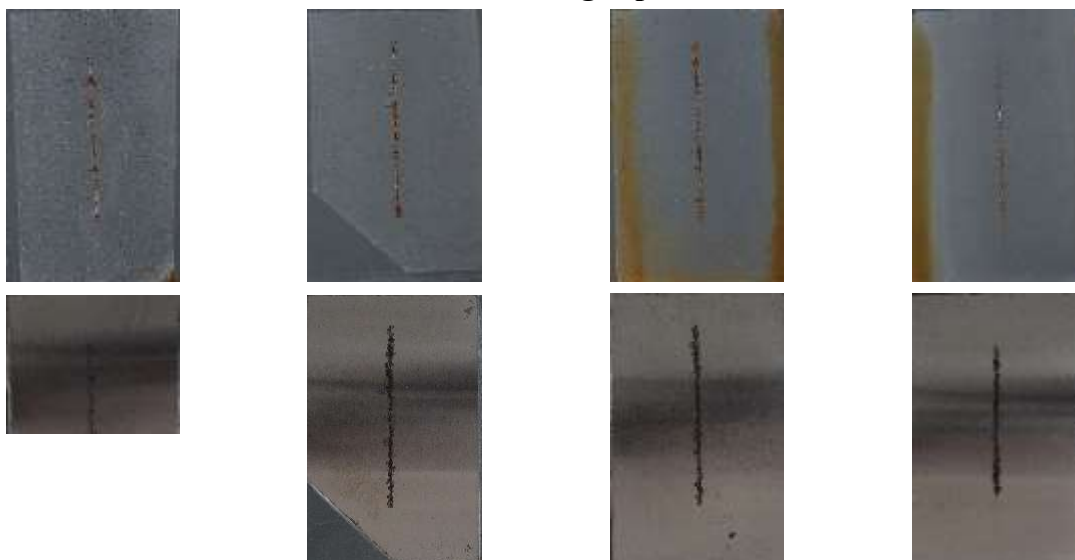
OP s obsahem sférického Zn a $MgFe_2O_4$ při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



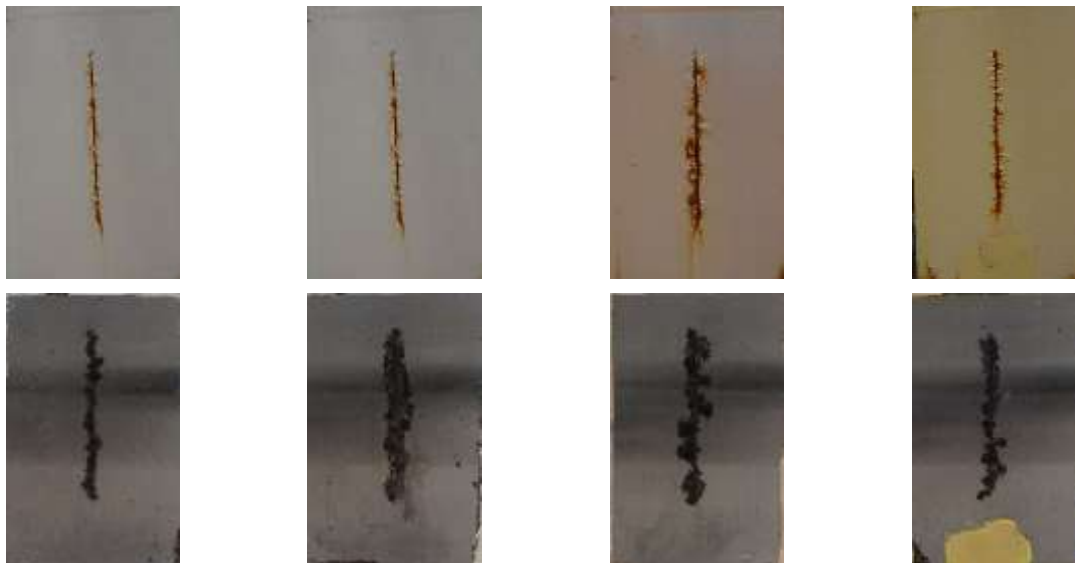
OP s obsahem sférického Zn a Mg při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



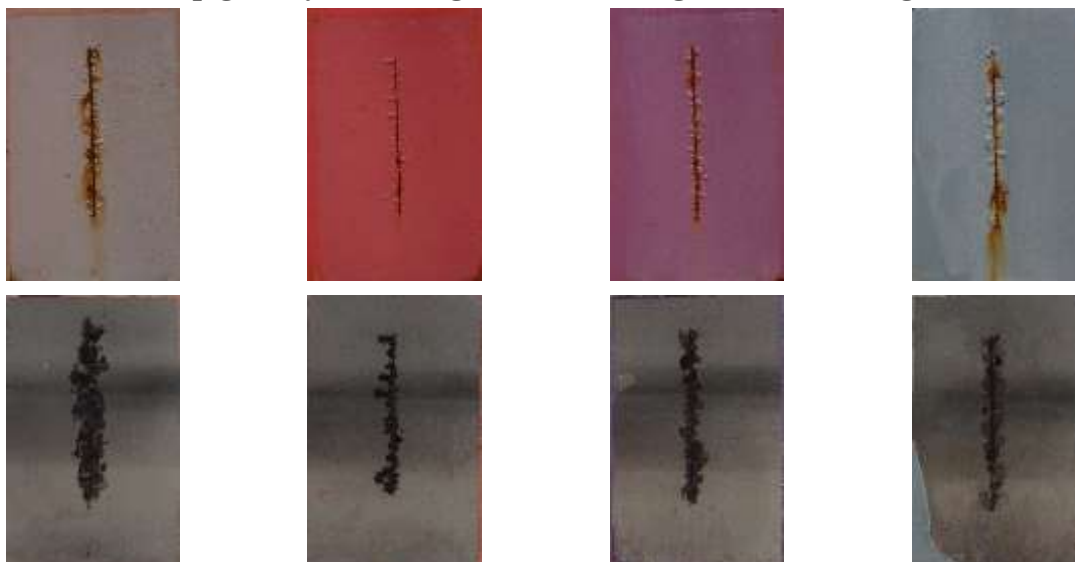
OP s obsahem sférického Zn a MgO při OKP = 1, 3, 5 a 10 %



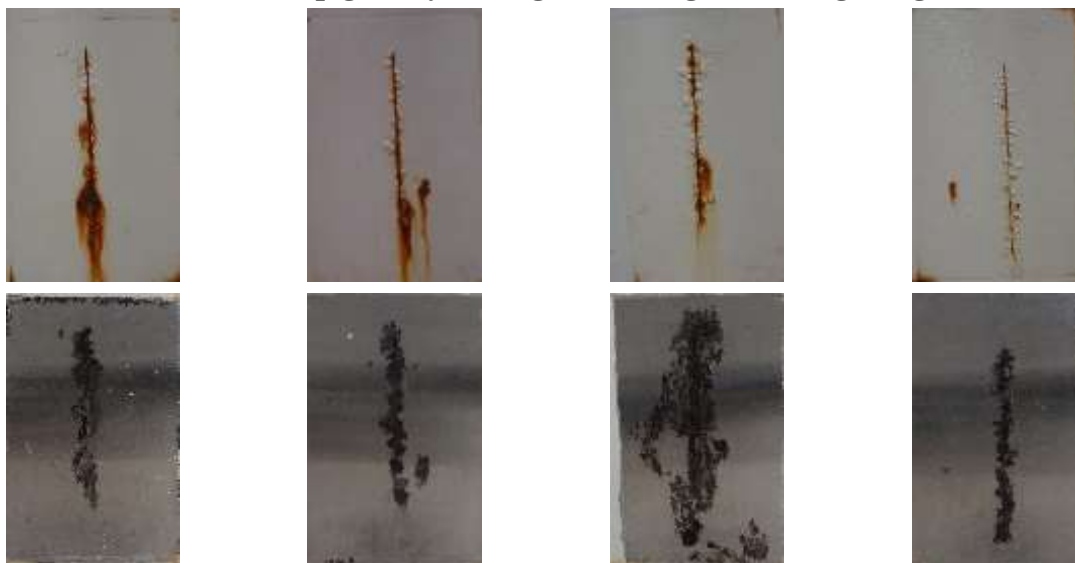
OP s TiO₂ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₈, C₁₆H₁₀MgN₁₂O₁₂ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆

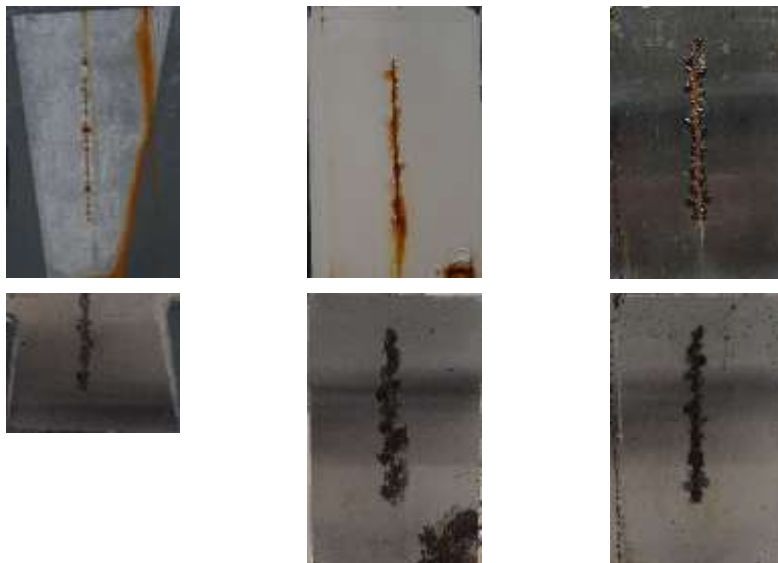


OP s TiO₂ a pigmenty C₂₆H₁₉MgN₃O₅, C₁₇H₁₀MgN₂O₃, C₂₅H₁₈MgN₄O₆, PANI



OP s TiO₂ a pigmenty Ca-Mg-HPO₄, MgFe₂O₄, Mg a MgO



OP Zn standard, TiO₂ standard, EP

Na následujících fotografiích jsou organické povlaky s obsahem CaCO₃ a Plastoritu při OKP = 5 %, povlaky s obsahem Fe₂O₃ a Plastoritu při OKP = 5 % a Fe₂O₃ a povlaky s obsahem Fe₂O₃ a ZnO při OKP = 3 % po 1080hodinové expozici v atmosféře NaCl/(NH₄)₂SO₄. Nátěrové filmy jsou srovnány v pořadí zleva doprava dle jednotlivých pigmentů. U každého nátěrového filmu je pod ním umístěna fotografie ocelového podkladu po stažení daného nátěrového filmu.

OP s obsahem CaCO₃ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₄ a C₃₄H₂₆MgN₈O₆

OP s obsahem CaCO_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$



OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{MgO}_4$, $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Mg}_2\text{O}_4$ a $\text{C}_{34}\text{H}_{26}\text{MgN}_8\text{O}_6$



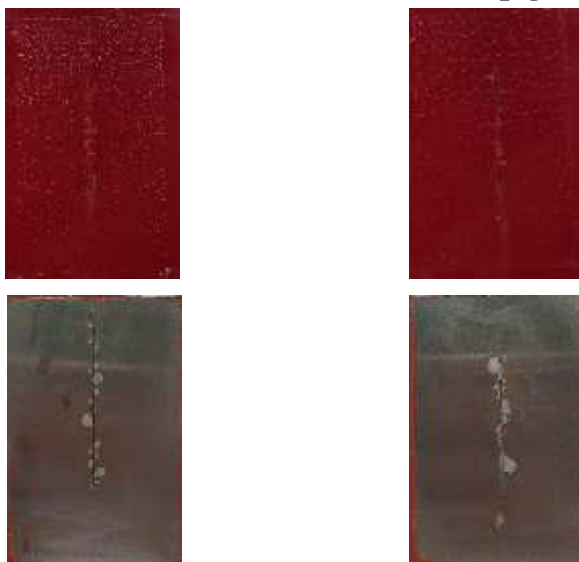
OP s plastoritem, Fe_2O_3 a pigmenty $\text{C}_{26}\text{H}_{19}\text{MgN}_3\text{O}_5$, $\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{MgN}_2\text{O}_3$, $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{MgN}_4\text{O}_6$



OP s ZnO, Fe₂O₃ a pigmenty C₁₂H₆MgO₄, C₁₄H₄Mg₂O₄ a Ca-Mg-HPO₄



OP s ZnO, Fe₂O₃ a pigmenty MgFe₂O₄ a MgO



Název práce	Studium vlastností organických povlaků pigmentovaných anorganickými i organickými pigmenty s obsahem Mg kationtu
Autor práce	Bc. Karolína Boščíková
Obor	Organické povlaky a nátěrové hmoty
Rok obhajoby	2022
Vedoucí práce	Ing. Miroslav Kohl, Ph.D
Anotace	Práce pojednává o možnostech využití nových i stávajících antikoročních pigmentů s obsahem hořčíku v nátěrových hmotách plněných sférickým zinkem na bázi epoxyesterové pryskyřice. Byly formulovány a připraveny modelové řady nátěrových hmot s obsahem kovového Zn a pigmenty organického a anorganického charakteru obsahující Mg (0, 2 ⁺). Organické povlaky s obsahem Zn ⁰ /Mg ⁰ /Mg ²⁺ , při OKP/KOKP=konst. byly podrobeny korozním zkouškám v simulovaných korozních atmosférách. Korozní odolnost byla hodnocena také metodou lineární polarizace. Bylo provedeno časové a elektrochemické vyhodnocení stacionárního působení elektrolytu na organický povlak v závislosti na pH elektrolytu (2–12). Vlastnosti organických povlaků byly testovány i pomocí dalších normovaných a odvozených korozních testů. Cílem práce byla snaha o hledání případné synergické účinnosti Zn-Mg, ve prospěch zlepšení mechanických, antikoročních a chemických vlastností povlaků pigmentovaných sférickým zinkem a testovanými antikoročními pigmenty.
Klíčová slova	Antikoroční pigment, zinek, organický povlak, synergický efekt, korozní odolnost