

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

Diplomová práce

2020

Bc. Vít Čábelá

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKTULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

Vodou ředitelné nátěrové hmoty na bázi epoxidové pryskyřice, vliv
vybraných plniv a pigmentů na přilnavost, korozní a mechanickou odolnost
filmu

Bc. Vít Čábel

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

Waterborne coating substances based on epoxy resin – effect of selected
fillers and pigments on adhesion, corrosion resistance and mechanical
resistance of applied coating

Bc. Vít Čábelá

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Vít Čábela**
Osobní číslo: **C18453**
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Organické povlaky a nátěrové hmoty**
Téma práce: **Vodouředitelné nátěrové hmoty na bázi epoxidové pryskyřice, vliv
vybraných plniv a pigmentů na přilnavost, korozní a mechanickou
odolnost filmu**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Zásady pro vypracování

Mezi nejrozšířenější způsoby povrchové ochrany kovových materiálů řadíme tvorbu organických povlaků. Aby byla antikorozní funkčnost organických povlaků účinná, je třeba je použít v kombinaci s inhibitory koroze, plnivy a antikorozními pigmenty. Mezi antikorozní pigmenty v minulosti nejvíce používané patřily sloučeniny na bázi olova a šestimocného chromu. Tyto látky mají vynikající účinnost při ochraně kovového podkladu před korozí. V současné době, kdy se klade mnohem větší důraz na ekologické aspekty, je nutné proto zajistit náhradu za tyto antikorozní pigmenty, a najít látky, jejichž antikorozní účinnost by byla srovnatelná, a to za předpokladu jejich zdravotní nezávadnosti. Práce se bude věnovat studiu vodouředitelných epoxidových pryskyřic. Cílem bude pro tuto pojiva nalézt nevhodnější pigment a plnivo, které bude ve spojení vykazovat nejlepší korozně inhibiční účinky a přilnavost filmu, popřípadě vyspecifikovat vliv promotoru adheze. Cílem práce je proto nalezení vhodného typu antikorozního pigmentu, resp. inhibitoru koroze pro pojiva na bázi vodouředitelných epoxidových pryskyřic, které by zlepšily antikorozní odolnost nátěrového filmu a vykazovaly pozitivní vliv na fyzikální a mechanické vlastnosti nátěrů.

1. Proveďte literární rešerši na téma vodouředitelné epoxidové nátěrové hmoty, inhibitory koroze, antikorozní pigmenty, promotory adheze. Popište výhody a nevýhody vodouředitelných pojiv.
2. Charakterizujte vybrané pojivo epoxidového typu pryskyřice. Dále specifikujte vybrané plniva rozdílného chemického složení, morfologie částic. Stanovte důležité vlastnosti pigmentů v práškovém stavu a vybrané fyzikálně – chemické vlastnosti nezbytné pro formulaci nátěrových hmot.
3. Připravte modelové nátěrové hmoty na bázi vodouředitelné epoxidové pryskyřice s obsahem rozdílných plniv a modelové nátěrové hmoty na bázi vodouředitelné epoxidové pryskyřice s obsahem rozdílných antikorozních pigmentů, popř. plniv.
4. Stanovte antikorozní účinnost připravených nátěrů pomocí standardních korozních testů v atmosférách SO_2 a NaCl s kondenzací H_2O .
5. Měřením pomocí techniky lineární polarizace charakterizujte odolnost filmů v závislosti na typu plniva a antikorozního pigmentu.
6. Charakterizujte měřením (dle Perzose, měřením dle Bucholze) povrchovou tvrdost nátěrů a další fyzikální vlastnosti povrchu (např. lesk).
7. Stanovte přilnavost nátěrových filmů v závislosti na typu plniva a předúpravě promotorem adheze.
8. Stanovte mechanickou odolnost testovaných nátěrů, a to především v závislosti na typu plniva.
9. Vyjádřete na základě normy ASTM nebo CSN ISO a její stupnice pro jednotlivé projevy koroze nátěrů třídy účinnosti nátěrů vůči jednotlivým projevům koroze. Vyjádřete popř. tzv. celkovou korozní odolnost nátěrové hmoty dle typu složení NH a dle korozních faktorů korozního testu.
10. Vyhodnocení a diskusi výsledků proveďte dle složení NH. 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. David Veselý, Ph.D.**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant diplomové práce: **Ing. Miroslav Kohl**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání diplomové práce: **20. prosince 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **7. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2020

Prohlašuji:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 30. 6. 2020

Vít Čábel

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

Chtěl bych poděkovat paní prof. Ing. Andrée Kalendové, Ph.D. za vedení a neocenitelnou pomoc a ochotu po celou dobu diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat Ing Miroslavovi Kohlovi za pomoc a vysvětlení všech uskutečněných pracovních metod a také paní Andree Zářecké. Závěrem chci poděkovat svým rodičům za podporu během celého studia.

ANOTACE

Cílem této diplomové práce bylo porovnání komerčně dostupné vodou ředitelné epoxidové pryskyřice disperzního typu používající tvrdidlo dispergované ve vodě se starším typem vodou ředitelné epoxidové disperze používající emulzní tvrdidlo. Byl proveden výzkum vlastností obou typů produktů a na jeho základě byla připravena formulace pojiva s aditivou. Výzkum byl proveden na modelovém epoxidu ve vodné disperzi, název produktu nelze zveřejnit. Bylo sledováno, zda je v systému možné přiblížit se vlastnostem hmotě s obsahem těkavých organických rozpouštědel. Byl sledován zejména vliv přidaných plniv a pigmentů na antikorozi účinnost a adhezi. Také byl zkoumán vliv vybraného promotoru adheze na mechanickou a antikorozi odolnost systému. Byla zpracována rešerše o vodou ředitelných epoxidech emulzního a disperzního typu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Epoxidová pryskyřice, Vodou ředitelné pojivo, Disperze, Promotor adheze, Antikorozi Pigmenty

ANNOTATION

The aim of this diploma thesis was comparison of commercially available waterborne epoxy resin in pair with aqueous curing agent in dispersion with older type of aqueous epoxy resin in pair with curing agent in water emulsion. The research was conducted on both products and its results were applied to make formulation of binder with additives. Designation of the product which was used as model waterborne epoxy resin cannot be published. Main focus was to study prepared systems and reach qualities of epoxy resin in organic solvent. In particular, adhesion and anticorrosive effectiveness was monitored. Also the effect of selected adhesion promoter on mechanical and anticorrosion resistance was monitored. In addition, the search about differences of waterborne epoxy resin based on emulsion and dispersion type was conducted.

KEYWORDS

Epoxy resin, Water-borne coating, Dispersion, Adhesion promoter, Anticorrosion Pigments

OBSAH

1	Úvod.....	17
2	Teoretická část	18
2.1	Počátek výroby epoxidových pryskyřic	18
2.2	Popis chemických rovnic výroby epoxidu	19
2.3	Vytvrzování epoxidové pryskyřice	19
2.4	Základní charakteristika epoxidů	20
2.5	Epoxidy a rozpouštědla	20
2.6	První dispergační postupy	21
2.7	Epoxidová disperze	21
2.7.1	Vzhled po aplikaci	21
2.7.2	Podrobné dělení vodou ředitelných epoxidů	22
2.8	Volba vhodného systému	23
2.9	Stabilita disperzních systémů	23
2.9.1	Mechanismus karbamace	24
2.10	Doprovodné látky	25
2.11	Porovnání vodou ředitelných pojiv	26
2.11.1	Vodou ředitelné alkydové pojivo.....	27
2.12	Zkoumaná aditiva pro aplikace	27
2.12.1	Pojem Promotor adheze	27
2.13	Příklady promotorů adheze.....	28
2.14	Aplikace promotorů adheze.....	28
2.14.1	Sloučeniny titanu a zirkonia	28
2.14.2	Silany	29
2.14.3	Estery kyseliny fosforečné.....	30
2.14.4	Další promotory adheze a reakční schéma	30
2.15	Antikoroziční pigmenty a pojiva	31
2.15.1	První aplikace pigmentů a plniv do epoxidů	32

2.15.2	Studium antikorozičních pigmentů pro vodou ředitelná pojiva	32
2.15.3	Organokovové pigmenty s obsahem zinku	33
2.15.4	Fosforečnan molybdenan zinečnatý a vodou ředitelné epoxidy	33
2.15.5	Pigmenty s neizometrickými částicemi	34
2.15.6	Pigmenty pro „chytré“ antikoroziční povlaky	34
2.15.7	Jádrové pigmenty	35
2.15.8	Sulfid molybdeničitý a 2D materiály	35
3	Experimentální část	36
3.1	Použité chemikálie	36
3.1.1	Pojiva	36
3.1.2	Aditiva	37
3.1.3	Plniva a pigmenty	37
3.1.4	Ostatní chemikálie	38
3.2	Seznam použitých přístrojů	38
3.3	Stanovení olejového čísla (spotřeby oleje) a KOKP	38
3.4	Stanovení sušiny pojiv	39
3.5	Stanovení epoxidového ekvivalentu a aminového čísla	39
3.6	Stanovení hustoty pojiv a pigmentů	40
3.7	Příprava nátěrových hmot	40
3.7.1	Příprava nepigmentovaných NH	40
3.7.2	Příprava pigmentovaných NH	40
3.8	Stanovení tloušťky na ocelových a skleněných panelech	42
3.9	Fyzikálně mechanické zkoušky organických povlaků	42
3.9.1	Měření zbledání nátěru po vystavení vodě	42
3.9.2	Měření povrchové tvrdosti	43
3.9.3	Bucholtzova zkouška odolnosti vůči vrypu, stanovení lesku	43
3.10	Koroziční zkoušky	44
3.10.1	Koroziční zkouška v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací	44
3.10.2	Koroziční zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy	44

3.10.3	Korozní zkouška ve vlhké atmosféře s obsahem SO ₂	44
3.10.4	Vyhodnocení korozních zkoušek.....	44
3.10.5	Stanovení životnosti organických povlaků (ČSN EN ISO 12944-2)	46
3.10.6	Elektrochemické stanovení lineární polarizace	47
3.10.7	MEK Test.....	48
3.11	Zkoušky mechanické odolnosti organických povlaků	49
3.11.1	Měření přilnavosti nátěrů odtrhovým přístrojem.....	49
3.11.2	Měření přilnavosti nátěrů mřížkovou metodou	49
3.11.3	Stanovení odolnosti nátěrů při ohybu	51
4	Výsledky	52
4.1	Charakterizace pojiv a tvrdidel	52
4.1.1	Charakterizace pojiva	52
4.1.2	Charakterizace tvrdidla	52
4.2	Charakterizace pigmentů a plniv.....	53
4.2.1	Stanovení hustoty, olejového čísla a kritické objemové koncentrace pigmentu 53	
4.3	Fyzikální vlastnosti povrchů epoxidových povlaků s obsahem zkoumaných plniv a pigmentů	54
4.3.1	Měření zbledání nátěru po vystavení vodě	54
4.3.2	Měření povrchové tvrdosti na kyvadle Persoz.....	55
4.3.3	Bucholtzova vrypová zkouška	57
4.3.4	Měření lesku na skleněných panelech	58
4.4	Hodnocení vlastností organických povlaků korozními zkouškami	60
4.4.1	Výsledek korozní zkoušky pojiv v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací	60
4.4.2	Výsledek korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy	67
4.4.3	Výsledek korozní zkoušky pojiv ve vlhké atmosféře s obsahem SO ₂	74
4.4.4	Výsledek MEK testu	76
4.5	Výsledek elektrochemického stanovení lineární polarizace	78

4.5.1	Nepigmentovaná pojiva	78
4.5.2	Pigmentovaná pojiva.....	79
4.6	Fyzikálně mechanická odolnost – testování organických povlaků	81
4.6.1	Shrnutí výsledků zkoušek mechanické odolnosti	81
5	Diskuze k Výsledkům.....	86
5.1	Diskuze k charakterizaci pigmentů a vodou ředitelného pojiva	86
5.2	Diskuze k fyzikálně mechanickým zkouškám organických povlaků	87
5.2.1	Diskuze k měření zbledání.....	87
5.2.2	Diskuze k stanovení relativní povrchové tvrdosti.....	88
5.2.3	Diskuze k vrypové zkoušce dle Bucholtze	94
5.2.4	Diskuze ke stanovení lesku.....	95
5.3	Diskuze ke korozním zkouškám	95
5.3.1	Diskuze ke korozní zkoušce v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací 96	
5.3.2	Diskuze ke korozní zkoušce v atmosféře neutrální solné mlhy.....	99
5.3.3	Diskuze ke korozní zkoušce ve vlhkém prostředí s obsahem SO ₂	102
5.3.4	Shrnutí k diskuzi korozních zkoušek	104
5.3.5	Stanovení životnosti organických povlaků	105
5.3.6	Diskuze k MEK Testu.....	106
5.3.7	Diskuze k elektrochemické zkoušce lineární polarizace	107
5.4	Diskuze ke zkouškám mechanické odolnosti organických povlaků	109
5.4.1	Diskuze ke stanovení odtrhové pevnosti	109
5.4.2	Diskuze ke stanovení přilnavosti mřížkovou metodou.....	112
5.4.3	Diskuze ke stanovení odolnosti vůči ohybu	115
5.4.4	Shrnutí k diskuzi zkoušek mechanické odolnosti	117
6	Přínosy diplomové práce	120
6.1	Souhrn vlastností vybraných plniv a pigmentů	121
6.1.1	Vliv plniv na vlastnosti organického povlaku	121

6.1.2	Vliv antikoroziního pigmentu a promotoru adheze na vlastnosti organického povlaku v závislosti na typu plniva.....	127
7	Závěr	135
8	použitá literatura	137
9	Seznamy.....	142
10	Příloha.....	150
10.1	korozní zkoušky pojiv v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací	151
10.2	korozní zkoušky pojiv v atmosféře neutrální solné mlhy.....	175
10.3	Korozní zkoušky v SO ₂ komoře	203
10.4	Nepigmentovaná plniva.....	217

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	Hmotnost čistého víčka
B	Hmotnost víčka se vzorkem před sušením
C (malé písmeno)	Hmotnost víčka se vzorkem po vysušení
C (velké písmeno)	Stupeň korozní agresivity
DFT	Tloušťka suchého filmu
EE	Epoxidový ekvivalent
F	Odtrhová síla [kN]
CHP	Charakterizované pojivo
CHT	Charakterizované tvrdidlo
HMOTN %	Hmotnostní procenta
KOKP	Kritická objemová koncentrace pigmentu [obj %]
M	Odtrhová pevnost [MPa]
MEK	Methylethylketon
MEK Test	Zkouška odolnosti vůči rozpouštědlům při otěru
NF	Nátěrový film
OKP	Objemová koncentrace pigmentu [obj %]
OMYACARB	Označení pro plnivo s názvem vápenec Omyacarb 5VA
HEMATIT	Označení pro plnivo $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Hematit) Bayferrox 160M
DORKAFILL	Kalcinovaný kaolín (Dorkafil SiO_2 , $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$)
BLANCFIXE	Srážený srážený síran
STEAOPAC A	Označení plniva (směs s obsahem mastku a chloritu)
PANI	Oligomer Benzochinon s p-fenyldiaminem
ρ (PIGMENT)	Hustota plniva nebo pigmentu [$\text{g} \cdot \text{cm}^3$]
ρ (LNĚNÝ OLEJ)	Hustota lněného oleje [$\text{g} \cdot \text{cm}^3$]
PROSTŘEDÍ NaCl	Atmosféra neutrální solné mlhy

PROSTŘEDÍ H ₂ O	Prostředí s povšechnou kondenzací vodní páry
PROSTŘEDÍ SO ₂	Atmosféra s obsahem oxidu siřičitého
VŘD	Vodou ředitelné disperzní pojivo
TRN 4, 6, 8	Stupeň hodnocení při zkoušce odolnosti vůči ohybu
ZINKFERRIT	Směsný oxid zinečnato-železitý
ZINKFOSFÁT	Hydrát fosforečnanu zinečnatého
20°, 60° 85°	Úhel měření lesku

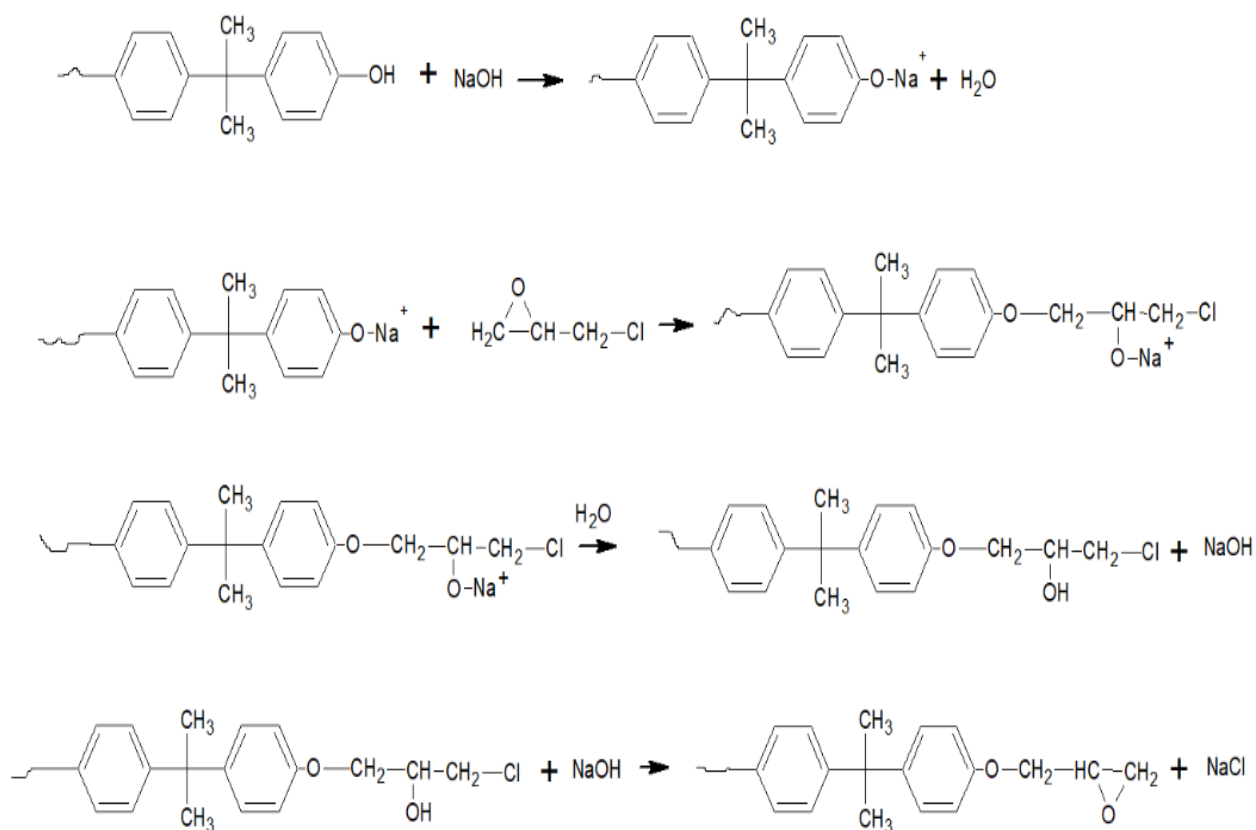
1 ÚVOD

Hlavní problematikou, která byla v této práci studována, je odlišnost fyzikálních, chemických a mechanických vlastností povlaků vytvrzených epoxidových pryskyřic nové generace od starších typů vodou ředitelných epoxidových pojiv používající ve svém složení i organické těkavé látky a od epoxidové pryskyřice rozpuštěné v organickém rozpouštědle. Zároveň bylo zapotřebí nalézt vhodnou formulaci pro tato nová pojiva v systému s antikorozními a bariérovými pigmenty nebo plnivými. Nové typy epoxidových pojiv, například pro aplikaci jako vrchní vrstvy ochranných nátěrů, mají charakter vodné disperze, navíc obsahují vlastní aditiva, přidávaná výrobcem. První část této práce se zabývá právě rozdělením vodou ředitelných systémů. V této souvislosti budou také studovány promotory adheze. Právě tyto látky byly v systémech nových epoxidových disperzí testovány. Nový typ komerčního disperzního pojiva a tvrdidla používá jako svoje rozpouštědlo pouze vodu a to v obou složkách. Jeho adhezní účinnost a antikorozní odolnost na kovovém substrátu je předmětem této studie. Předpokládá se, že struktura a zejména tloušťka nátěrů nové generace bude odlišná a stejně tak i antikorozní ochrana podkladu. Bylo vytipováno komerční aditivum na bázi esterů kyseliny fosforečné vázané na polymeru, které funguje jako promotor adheze pro kovové podklady a vodou ředitelné systémy. V novějších typech epoxidových pojiv jsou také zastoupené nové látky, které zvyšují hydrofilní vlastnosti pryskyřice. Tyto látky neutralizují karboxylové skupiny na řetězcích. Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou ekologicky nezávadné a v kombinaci s vhodnými aditivami, zajišťujícími vlastnosti jako je mechanická odolnost a antikorozní ochrana jsou vhodnými kandidáty pro výzkum a následné použití v průmyslu i domácnostech.[1][2][3]

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Počátek výroby epoxidových pryskyřic

Zatímco první průmyslová výroba epoxidů na našem území byla zahájena v roce 1953, k jejímu objevení došlo již v roce 1934 v Německu, kde také došlo o čtyři roky později k registraci prvního patentu popisující jejich výrobu (I. G Farben). Následují zprávy o nezávislém objevení epoxidových pryskyřic ve Švýcarsku. Po konci druhé světové války byla zahájena první průmyslová výroba v USA (1946) a poté další výrobní závody po celém světě. Ve druhé polovině 20. století došlo v oblasti epoxidových pojiv k dalšímu vývoji a začaly se vyrábět i různé kopolymery, například s fenolformaldehydovými pryskyřicemi. Místo Bisfenolu-A neboli dianu byl vyzkoušen novolak. Vznikl tak kopolymer odolný vůči vysoké teplotě. Je ale zároveň křehčí. Dnes převládá výroba epoxidové pryskyřice z bisfenolu A a to ze tří čtvrtin. Výchozí látky tvořící základní polymer zůstaly z většiny stejné. základní reakční mechanismus je uvedeno na následujícím obrázku.[1][4][5]



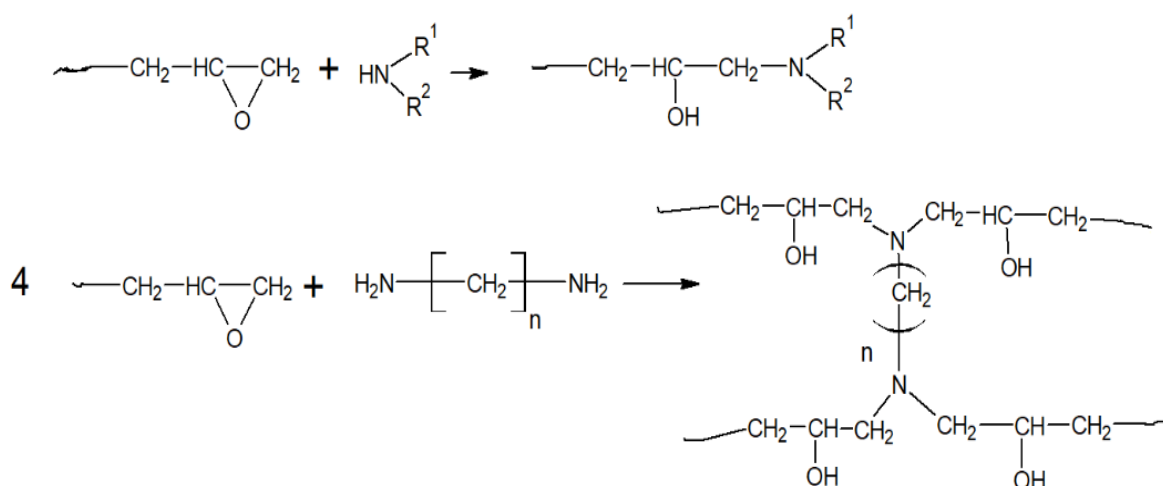
Obrázek 1 Výroba epoxidové pryskyřice z bisfenolu A a epichlorhydrinu

2.2 Popis chemických rovnic výroby epoxidu

Epoxidové pryskyřice se vyrábí reakcí 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propanu, neboli Bisfenolu A či Dianu s epichlorhydrinem. Na obrázku je Bisfenol A jednou hydroxylovou skupinou vázaný v řetězci, zatímco druhá je volná, na ní je mechanismus reakce vysvětlen. Bisfenol A lze totiž snadno připravit reakcí fenolu a acetonu v kyselém prostředí. U epoxidových pryskyřic na bázi dianu i novolaku je pro další vytvrzování, případně kopolymeraci důležitá glycidilová (2,3 - epoxypropylová) skupina, respektive množství těchto skupin.[4]

2.3 Vytvrzování epoxidové pryskyřice

Epoxidové pryskyřice se síťují nejčastěji polyaminy. Aminogrupa na konci molekuly je z hlediska reakce s epoxidovým řetězcem dvoufunkční, lineární diaminy pak čtyřfunkční. Polyaminy se částečně přidávají do jedné ze složek epoxidové pryskyřice - tvrdidla, které se následně před aplikací smísí v předepsaném poměru. Na nezreagované aminogrupy lze také připojit řetězce jiných polymerů a vytvářet tak kopolymer. Obsah aminů se vyjadřuje aminovým číslem. Aminové číslo udává počet mg KOH ekvivalentních aminovým skupinám v 1 g vzorku. Kromě toho, že udává obsah aminových skupin ve tvrdidlech, je důležitou charakteristickou hodnotou při hodnocení látek obsahujících aminové skupiny, např. polyaminoamidových pryskyřic. Velký význam má především pro zjištění čistoty polyaminů používaných jako tvrdidla epoxidových pryskyřic. Zesítnění je zjednodušeně znázorněno na dalším obrázku.[5][6]



Obrázek 2 Rovnice vytvrzení epoxidů aminy

2.4 Základní charakteristika epoxidů

Důležitým parametrem epoxidových pryskyřic je epoxidový ekvivalent. Ten vyjadřuje hmotnost pryskyřice v gramech, na kterou připadá jeden oxiranový kruh. Samotné mechanické vlastnosti epoxidové pryskyřice po aplikaci závisí na tom, zda je v prostředí dosažena teplota skelného přechodu, či nikoli. Teplotu skelného přechodu (T_G) lze stanovit například metodou termické analýzy, konkrétně diferenční skenovací kalorimetrií. Princip této metody spočívá v měření změny tepelného toku při ohřevu látky v pícce nebo rozdílu energie potřebné na udržení stejné teploty vzorku a referentní látky. Měří se nejčastěji termočlánkem, to je součástka složená ze dvou kovů, u které vlivem rozdílu teplot dochází ke vzniku elektrického napětí. Vzorek je vložen v kelímku z keramiky nebo platiny. Zdroje uvádějí, že teplota skelného přechodu středně zesítené epoxidové pryskyřice je cca 75 °C. Překročení teploty T_G vede ke zvýšení mobility segmentů epoxidové pryskyřice. Teplotu skelného přechodu lze zvýšit tvrzením za zvýšené teploty, anglicky nazývaným high temperature curing. Epoxidy lze použít jako nátěrové hmoty, nátěry sloužící jako elektrický izolant, adheziva, pojiva pro podlahy a pro výrobu kompozitních materiálů. Jsou odolné vůči vlhkosti a lze je aplikovat i na beton, který chrání tím, že ucpou jeho spáry. Po aplikaci je epoxidová pryskyřice velice trvanlivým materiálem. Vyznačuje se odolností vůči otěru a tvrdostí. Epoxidové pryskyřice tvrzené při vyšší teplotě po čase podléhají vnitřnímu pnutí, které snižuje adhezi k podkladu. Tato problematika byla u těchto epoxidů vyřešena přidávkou polyakrylátových částic různých typů o velikosti desítek mikrometrů.[7][8][9][10]

2.5 Epoxidy a rozpouštědla

Prvními rozpouštědly epoxidových pryskyřic byl xylen později směs xylen a butanol. Přelomem ve výrobě epoxidových pryskyřic byla emulzní polymerace. S rozvojem emulzní polymerace v sedmdesátých letech bylo zkoumáno, zda lze připravit epoxidovou emulzi. Toho se přímo nepodařilo docílit. Pro emulzní polymerace je charakteristické použití emulgátorů nebo ochranných koloidů. U epoxidů ale bylo nutné připravit epoxidovou pryskyřici zvlášť a její taveninu přimíchávat do vodného roztoku s obsahem těchto ochranných látek. Byl tak zaveden pojem post-emulgační proces. Post-emulgační proces lze provést i opačně. Vodný roztok s obsahem ochranného koloidu polyvinylalkoholu lze přimíchávat do taveniny epoxidové pryskyřice, a tím připravit emulzi. Dále bylo prokázáno, že použitím povrchově aktivních látek (tenzidů) jako ochranných látek byla u aplikované epoxidové pryskyřice snižena mechanická odolnost. Emulze, kde je jako ochranný koloid použitý polyvinylalkohol, mají vysokou viskozitu, která se zároveň příliš nemění s teplotou, jsou po aplikaci vysoce odolné

vůči vlhkosti. Jedinou komplikací je samotné použití vody, skladování těchto pryskyřic pod bodem mrazu není doporučeno. Tyto epoxidové emulze jsou první generací epoxidových vodou ředitelných pojiv. Post-emulgační proces je také použit při přípravě vodných emulzí alkydových, polyesterových, silikonových, polyurethanových a fenolformaldehydových pryskyřic.[11]

2.6 První dispergační postupy

Pojem epoxidová emulze je používán minimálně. Ještě před znalostí emulzní polymerace či postemulgačního procesu byla v šedesátých letech epoxidová pryskyřice s organickými rozpouštědly míchána při vysokých otáčkách s vodou, dlouhými nenasycenými kyselinami a následně smíchávána s živičnými, neboli bituminózními materiály. Cílem bylo nahradit asfalt v střešních krytinách a vytvořit jiné pojivo pro skelná vlákna. Problémem těchto emulzních směsí byla vzájemná reakce různých emulgátorů nejen při dopravě a skladování, ale i po aplikaci na otevřeném slunci. Před tímto výrobním postupem také existovaly studie, které popisovaly rozptýlení částic vody v epoxidu smíchaných s alkydy, nebo přímo kopolymerace s alkydy.[12][13]

2.7 Epoxidová disperze

Prvním krokem k přípravě epoxidové pryskyřice v disperzi je příprava emulze, která je vysvětlena výše. Používají se epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu A. Obsah emulze je asi 50 až 70 hmotnostních procent reakční směsi. Do vzniklé emulze se přidávají další složky (kosolventy), jako jsou dyhydroxyfenoly (dříve methoxypropanol). Výhodou vodných disperzí je kromě toho, že po výrobě neobsahují VOC je i to, že při skladování nevytváří na svém povrchu pevný film (škrálop) minimálně po dobu tří měsíců. Veškeré částice epoxidové pryskyřice jsou vysráženy v podobě pevných částic, podobně jako je tomu u akrylátového latexu. Epoxidovými disperzemi tak lze nazvat druhou generací vodou ředitelných epoxidů. Polyvinylalkohol jako ochranný koloid může být nahrazován proteiny. Nové disperze obsahují i aditiva a stabilizátory na bázi směsi desetiuhlíkatých karboxylových kyselin nazývané kyselina neodekanová či trialkyloctová. Technologické postupy včetně výzkumu a volby aditiv proběhly v osmdesátých letech 20. století. Epoxidové disperze jsou označovány jako Waterborne Resins.[14][15][16]

2.7.1 Vzhled po aplikaci

Bílé zbarvení epoxidových povlaků je způsobeno rozptylem světla částicemi pryskyřice. Po aplikaci, kdy dojde k vypaření vody, vytvrzení a přilnutí filmu k substrátu

(propletení řetězců), se epoxidový nátěr stává průhledný, protože dochází k eliminaci disperzního prostředí neboli vody. Vrstva o větší tloušťce, která může být pozorována například při stanovení sušiny, je zbarvena do žluta, podobně jako alkydová pryskyřice. Optické vlastnosti povrchu materiálu se měří leskoměrem, zkouška podléhá normě ČSN EN 67 3063. Celková zábrana propustnosti světla nebo zbledání lze měřit spektrometrem.

2.7.2 Podrobné dělení vodou ředitelných epoxidů

Epoxidové pryskyřice ve vodném prostředí v podobě emulze a disperze mají podobný způsob výroby. Návrhy postupů, jak vodné epoxidy vyrábět se odvíjely od znalosti emulzní polymerace. První generace, označovaná jako Type I je tekutá pryskyřice, která je díky povrchově aktivním látkám rozptýlená v roztoku a tvoří emulzi. Přidáním kosolventů a tepelným procesům došlo ke značnému vylepšení adhezních vlastností a vznikla nová generace vodných epoxidů – disperze. V předchozím textu nebyly zmíněny tři podskupiny, respektive typy vodných pryskyřic. Třetí generací je směs vodných pryskyřic, kde je kromě epoxidového základu použita karboxylfunkční akrylová disperze, jde tedy o systém směsi dvou vodou ředitelných pojiv. Čtvrtým typem jsou rychletvrdnoucí vodné směsi, které jsou částečně vytvrzené již při výrobě. Do těchto systémů se poté při aplikaci přidává tvrdidlo ve formě disperze ve vodě nerozpustných aminů. Posledním typem 5 jsou vodné směsi (disperze či emulze), kde došlo k náhradě hydrofilních povrchově aktivních látek za neutrální, které neruší hydrofobní charakter aplikovaného epoxidového nátěru.[17]

Tabulka 1 Typy vodou ředitelných epoxidových pojiv

Generace vytvrditelných systémů na bázi vodou ředitelných epoxidových pryskyřic		
Typ	Pryskyřice ve formě:	Tvrdidlo ve formě:
I	Kapalné v emulzi	Ve vodě rozpustné aminy
II	Pevné (částice) v disperzi	Ve vodě rozpustné aminy
III	Kapalné nebo pevné v emulzi	Akrylátová disperze s kyselými nebo aminovými skupinami
IV	Kapalné v emulzi	Disperze aminů
V	Pevné v disperzi	Disperze aminů

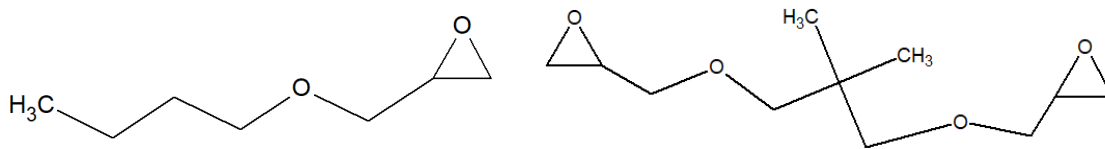
2.8 Volba vhodného systému

Emulzní epoxidové pryskyřice lze použít při pokládání podlahy (zejména dřevěné). Vlastnosti této směsi lze odvodit od vlastností běžné epoxidové pryskyřice v organickém rozpouštědle – odolnost vůči otěru a chemická odolnost. Tam, kde převládá větší požadavek na adhezi, je ale nutné pracovat s epoxidovými disperzemi. Vzhledem k obsahu pevných částic je možné epoxidovou disperzi aplikovat jako modifikátor do stavebních hmot, jako je Portlandský cement, zálivky, betony a těsnící hmoty. Nabízené produkty se dělí podle své viskozity a obsahu sušiny. Viskozita oproti emulzím je vyšší vzhledem k vyšší molekulové hmotnosti. Také rychlost zasychání je u těchto směsí vyšší. Mezi jejich negativní vlastnosti patří fakt, že je samotné bez modifikace aditiv a plnivy nelze aplikovat na kovové povrchy, u kterých je vyžadováno zabránit korozi. Na kovové povrchy nelze aplikovat ani epoxidovou emulzi. Je možné je aplikovat na dřevěné a některé plastové povrchy. V této práci byla v souvislosti s adhezí na kovových površích zkoumána možná aditiva a systémy s pigmenty, které by aplikaci vodou ředitelných epoxidů na tyto povrchy umožnily díky bariérovým a antikorozním vlastnostem přidaných složek. Ochranné aplikace na kovy by znamenala levnou náhradu metalurgických procesů.[17][18]

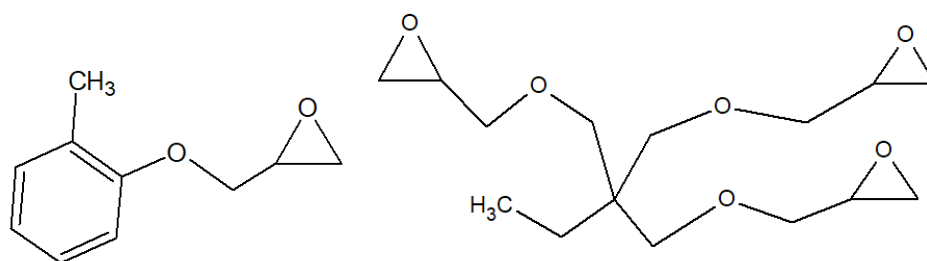
2.9 Stabilita disperzních systémů

Přítomnost látek zvyšujících polaritu systému, tedy surfaktantů, nazývané také emulgátory, má negativní vliv na mechanickou a chemickou odolnost filmu, zejména na adhezi. Surfaktanty totiž mají tendenci během tvrzení prostupovat k povrchu. Příklady používaných surfaktantů byly uvedeny v kapitole 2.10. Transport surfaktantu pojivem je nežádoucí a je možné ho omezit přidáním změkčovadel, nebo slabě kyselého prostředí. Problém transportu nastává také v případě tvrdidla, když jsou v této složce obsaženy sekundární aminy. Ty se převádí z primárních skupin proto, aby se zabránila reakce primárních aminů a vzdušného oxidu uhličitého. To bude vysvětleno v podkapitole 2.9.1. Mechanismus karbamace. Nadbytek aminových skupin je možné „zakrýt“ epoxidovými monomery, to mohou být také stavební jednotky při výrobě epoxidu. Nadbytek monomerních stavebních jednotek způsobuje snížení viskozity. Mají omezenou rozpustnost ve vodě. Kromě úpravy pojivové složky je možné upravit tvrdidlo. Pro tvrdidla vodou ředitelných nátěrových hmot byl nalezen vhodnější adukt na bázi polyether amidoaminu. Vodou ředitelné epoxidy s tímto aduktem mají vyšší odolnost vůči nárazu a vyšší lesk. U monomerních epoxidových jednotek se doporučují ty s nízkou viskozitou. Mezi ně patří glycidylethery a to alifatické i aromatické. Nadbytek epoxidových monomerů však může také negativně ovlivnit mechanické vlastnosti pryskyřice, protože snižují

četnost míst zesítnění. Schopnost glycidyletherů regulovat viskozitu fakticky vyřešilo nepřítomnost organických rozpouštědel. Zde je uveden příklad jednofunkčního alifatického a aromatického, dvojfunkčního a trojfunkčního glycidyl etheru.[19][20]



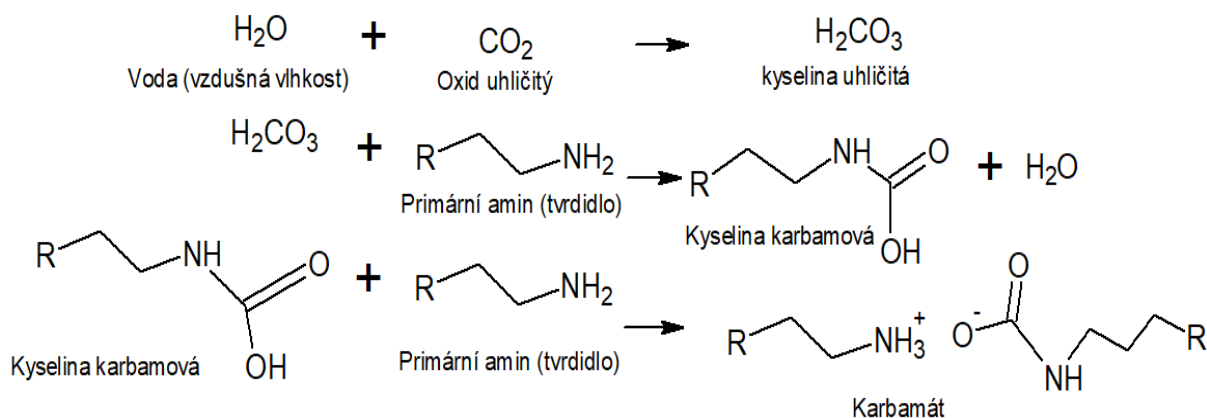
Obrázek 3 Butylglycidyl ether (vlevo) a 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)-2,2-dimethylpropan (vpravo)



Obrázek 4 Orthokresylglycidyl ether (vlevo) a Trimethylolpropantri glycidyl ether

2.9.1 Mechanismus karbamace

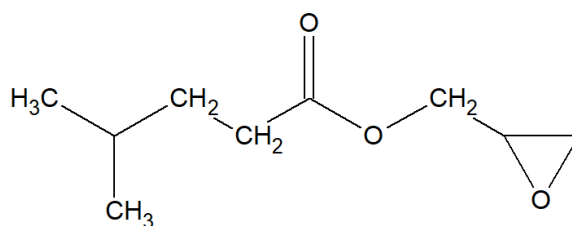
Nezreagované primární aminy jsou hygroskopické a mohou na vzduchu reagovat se vzdušnou vlhkostí a s oxidem uhličitým za vzniku karbamátů. Je to hlavní nežádoucí reakce prostředí a pryskyřice podobně jako oxidativní zasychání alkydů při skladování. Karbamáty ale vznikají při sítění a aplikaci. Čím déle proces sítění trvá, tím větší je riziko karbamace. Ta se projevuje ztrátou čirosti nátěru, poklesem hladkosti a ztrátou lesku na zasažených místech, také tvorbou útvarů připomínajících sůl na povrchu filmu. Voda jako reakční produkt může pod nátěrem tvořit skvrny, které oslabují mechanickou odolnost nátěru. Karbamaci lze předejít vytvrzením za stálé teploty, kdy nekolísá obsah vzdušné vlhkosti. Karbamace také více ohrožuje sítění při smíchání malých navážek s hmotností gramy a miligramy než sítění velkých množství. Je doporučeno připravovat malá množství v uzavřené atmosféře.[21][22]



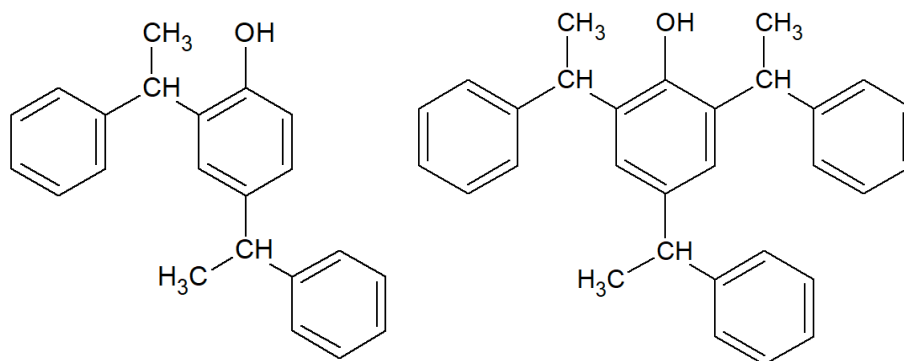
Obrázek 5 Mechanismus karbamace

2.10 Doprovodné látky

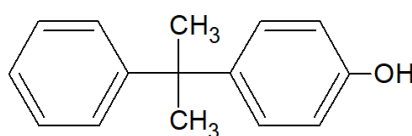
Kromě modifikací tvrdidla přidávanými monomerními adukty jsou do vodou ředitelného pojiva po jeho přípravě, respektive před formulací, přidávány další látky. Ty zajišťují stabilitu dispergovaných částic nebo kapaliny v disperzním prostředí vody. Látkou obsaženou v testovaném vodou ředitelném pojivu je derivát kyselina neodekanové, oxiranylmethylester této kyseliny. Kyselina neodekanová je ve skutečnosti směs karboxylových kyselin s obecným vzorcem $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$ označené jako kyseliny trialkyloctové. Její deriváty, zejména estery jsou přidávány jako nemrznoucí směs a jako inhibitor koroze. Bod mrazu narušuje stabilitu emulzních a disperzních systémů obsahujících vodu. Led vytváří souvislou fázi, která zvyšuje objem a narušuje ochrannou vrstvu micel nebo agregovaných částic. To může k dělení vody a nárůstu viskozity v obalu, nebo k porušení a popraskání již aplikovaného nátěru. Tuto stabilitu je možné vylepšit také již zmíněnými surfaktanty. Mezi doporučované patří kumylfenol, distyrylfenol a tristyrylfenol. Podobná struktura těchto látek s monomery bisfenolů je důvodem k jejich výborné adsorpci na částice rozptýlené ve vodě. Tyto surfaktanty nejsou podle složení ve zkoumaném vodou ředitelném pojivu obsaženy. Aby byla zajištěna jejich hydrofilně-lipofilní rovnováha, mohou být koncové OH skupiny částečně ethoxylovány, sulfonovány nebo převedeny na estery kyseliny fosforečné.[23][24][25]



Obrázek 6 2-Oxiranylmethyl 2-ethyl-2,5-dimethylhexanoát



Obrázek 7 2,4-distyrylfenol (vlevo) a 2,4,6-tristyrylfenol (vpravo)



Obrázek 8 4-kumylfenol

2.11 Porovnání vodou ředitelných pojiv

Jednotlivá vodou ředitelná pojiva se od sebe liší způsobem výroby, kdy je stabilita ve vodném prostředí pokaždé zajištěna jiným způsobem, také se liší rozdílnou chemickou odolností jednotlivých pojiv, způsobem a dobou vytvrzení, použitelností pro cílový povrch a cenou. Tyto rozdíly vyplývají z porovnání akrylátového, epoxidového a alkydového vodou ředitelného pojiva. Výroba alkydového vodou ředitelného pojiva a jeho vlastnosti byly popsány v následující podkapitole 2.11.1. Akrylátová pojiva se skládají z propletených řetězců v micelách a jejich zasychání probíhá fyzikálně. Odpařením vody dojde k sražení a propletení jednotlivých řetězců a tvorbě povlaku. Ten po zaschnutí nelze nijak odstranit. V porovnání s epoxidovým vodou ředitelným pojivem má horší estetické vlastnosti a nižší chemickou odolnost. Lze ho aplikovat pouze na suché povrchy a při vysychání je třeba zajistit dostatečnou teplotu. Příbuzné styren-akrylátové disperze jsou však nezastupitelné ve stavebnictví jako hydroizolační hmoty omezující savost pórovitých materiálů. Dražší ale chemicky a mechanicky odolnější epoxidové pojivo je vytvrzováno propojováním chemických vazeb s tvrdidlem, to probíhá nezávisle na vlhkosti okolního prostředí. Natřený povrch má vyšší lesk a je možné ho omývat. Nevýhodou je nutnost provádět smíchávání obou složek před aplikací, při kterém je potřeba znát tvrdící poměr.[26]

2.11.1 Vodou ředitelné alkydové pojivo

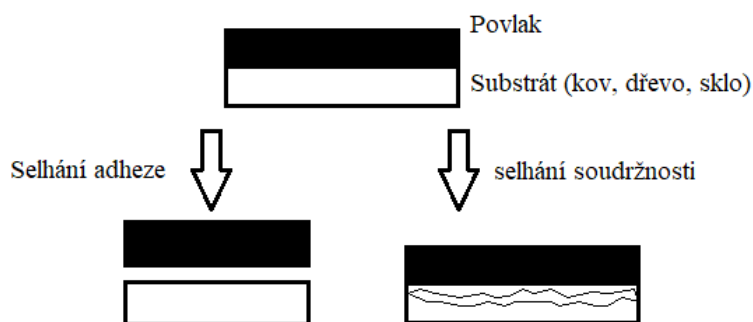
Třetím typem vodou ředitelného pojiva je upravená alkydová pryskyřice. Existují dva typy vodou ředitelného alkydového pojiva, které se od sebe liší obsahem těkavých organických sloučenin. První typ vodou ředitelných alkydů obsahuje pouze snížené množství těkavých látek, druhý typ téměř žádné. V prvním případě byly výchozí surovinou krátké alkydy s nízkou viskozitou, ke kterým byly přidávány pevné aminy v práškové podobě, zvyšující pH a kosolventy. Systém byl míchán a voda dodávána po kapkách byla zahřátá na teplotu míchaného alkydu. Zahřátí alkydu je nutné k snížení jeho viskozity. Druhým typem je emulzní alkyd bez obsahu organických těkavých látek. Výroba je velmi obdobná. Zahřátý alkyd je míchán, částečně neutralizován a je k němu přidán silikonový surfaktant. Po dispergaci pevné báze je do pryskyřice přikapávána ohřátá voda. Vodou ředitelné alkydy nachází uplatnění jako primery pro dřevěné a ocelové povrchy.[27]

2.12 Zkoumaná aditiva pro aplikace

V následující kapitole teoretické části bude vysvětleno, co je to promotor adheze, jaký je jeho vliv na přilnavost, kterou lze změřit pomocí kolmého odtrhu, vyjmenovány některé příklady promotorů a popsán vybraný komerční produkt. Poté budou v textu uvedeny antikorozi pigmenty a plniva, která v předchozích studiích prokázala výborné antikorozi vlastnosti. V předchozích experimentech byla použita pojiva, která alespoň v jedné složce obsahovala organická rozpouštědla. Tím byla například porovnávací vodná disperze, která by pomocí předchozí tabulky byla klasifikována jako typ II. Zkoumaný systém vodou ředitelných disperzí lze klasifikovat jako typ V. Obecně pro nátěrové hmoty existují další aditiva, které plní například biocidní funkci, podporují hydrofobitu, podporují či potlačují lesk nebo plní bezpečnostní funkci jako retardéry hoření.[28]

2.12.1 Pojem Promotor adheze

Podle normy ČSN EN 923:2016 je promotor adheze látkou používanou v malém množství k zlepšení adheze k podkladům. Někdy je uváděn pod označením jako „promotér“ adheze. Zkoumaný promotor vychází z celé řady produktů, které podporují adhezi nátěrových hmot. Promotor je obecně chemická látka nebo konkrétní molekulové centrum, která ve spojení s jinou látkou respektive centrem umožňuje určitý děj, například katalýzu. Na Promotor adheze jsou kladeny dva požadavky. Základním požadavkem je zvýšit adhezní sílu mezi povlakem a substrátem. Čím tenčí je aplikovaný nátěr, tím lépe činidlo funguje. Druhým požadavkem je zajistit, aby promotor adheze svým působením na molekuly substrátu nenarušil jeho celistvost. Nesplnění těchto dvou podmínek je znázorněno na následujícím obrázku.[29][30]



Obrázek 9 Ztráta adheze pojiva

2.13 Příklady promotorů adheze

Promotory adheze se aplikují na substrát, nebo již jsou přidány výrobcem do pojiva, které je určeno pro aplikaci s povrchem z konkrétního materiálu. Povrch musí být dobře očištěn od mastnoty a pevných nečistot, například alkalickým roztokem. Používané čisticí rozpouštědlo musí úplně vytékat, to trvá přibližně půl minuty až jednu minutu. V případě použití štětce je vhodné vybrat takový, který nepouští štětiny. Mezi další způsoby předúpravy povrchu samotným promotorem adheze (primerem) je aplikace sprejem, tryskou, válečkem na malování nebo hladítkem. Zvláštním typem aplikace jsou předúpravy kovových povrchů elektrolyticky v prostředí promotoru. Po aplikaci promotoru na povrch je vhodné několik minut až jednu hodinu počkat kvůli vzájemnému působení povrchu a vrstvy promotoru, teprve potom nanést vlastní pojivo.[31][32][33][34]

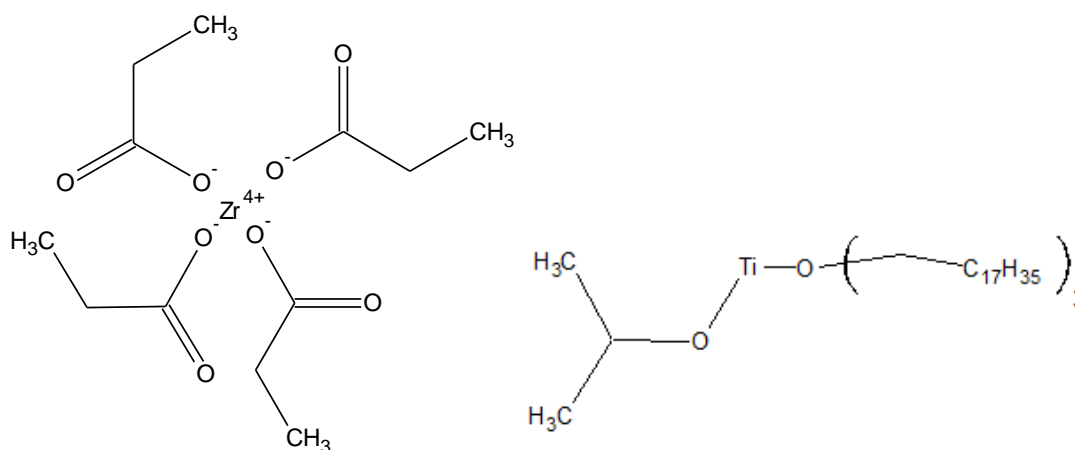
2.14 Aplikace promotorů adheze

Chemická předúprava povrchu materiálu je prováděna za účelem vytvoření tzv. konverzní vrstvy, zejména na kovových podkladech. Konverzní vrstva má specifické vlastnosti, jakou je morfologie povrchu. Tloušťka této vrstvy je daleko menší v porovnání s tloušťkou pojiva. Některé metody vytváření těchto vrstev, jako je chromátování, již nelze kvůli toxicitě šestimocného chromu vůči živým organismům provádět. Následující skupiny sloučenin se používají za účelem chemické předúpravy podkladu.[34]

2.14.1 Sloučeniny titanu a zirkonia

Do této skupiny patří organokovy titanu a zirkonia, dále roztoky hexafluoridu zirkonia či titanu a fosforečnanu manganatého v systémech s organickým polymerem ve slabě kyselém vodném prostředí. Jako promotory adheze se používají dlouho a kromě toho urychlují dobu

vytvření některých systémů. Mezi organické sloučeniny zirkonia patří alkoxyzirkonáty nebo propionáty zirkonia. Mezi sloučeniny titanu patří monoalkoxy, neoalkoxy nebo koordinované sloučeniny titanu, například cheláty. Obecný vzorec těchto sloučenin je $X - OR - [M] - (OR)_3$. Jsou schopné vytvořit stabilní vazbu $X - M(X)_2 - X$ s hydroxylovými, karboxylovými, amidovými a aminovými skupinami substrátů a pojiva za uvolnění R-OH, tedy alkoholu. Tyto promotory se používají v tiskových barvách, jako je polyvinylbutyral, polyamidy nebo polyestery. V literatuře o organokovových promotorech adheze jsou dále zmíněny modifikace jednotlivých sloučenin. Podle substrátu jsou k látkám adované kationaktivní nebo anionaktivní skupiny. Podobnými promotory jsou také anorganické zirkonium hlinitany. Jsou vysoce polární s obecným vzorcem $R-[Al/Zr]-R'-X$ prokazují výborné adhezní vlastnosti ke kovovým podkladům ve spojení s vodou ředitelným pojivem. Nelze je přidat přímo do rozpouštědlového pojiva, protože se s ním nedokáží homogenizovat.[34][35][36]



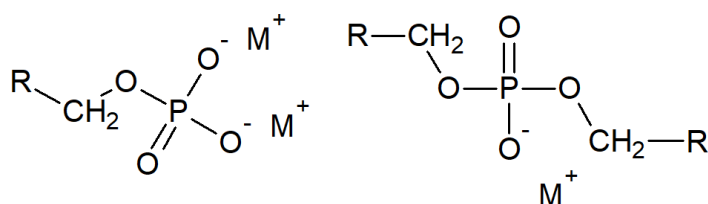
Obrázek 10 Zirkonium propionát (Vlevo) Isopropyl-tri(oktadecyl)-titanát (vpravo)

2.14.2 Silany

Organofunkční silany respektive organosilikáty podporují adhezi zejména na minerálních podkladech nebo skle ve spojení s vodou ředitelnými nátěry na bázi alkydových, polyesterových, epoxidových, melaminových nebo polyuretanových pryskyřic. Jejich obecný vzorec je $R-Si-X$, kdy křemík je středem molekuly. Na něj jsou napojené ethoxy nebo methoxyskupiny (R) a druhá funkční skupina (akrylát, epoxy, chlor, amin). Skupiny R vytváří s povlakem kovalentní vazbu. Skupina X reaguje s podkladem, vzniká siloxanová vazba se substrátem. Hydrolyza je zajištěna vlhkostí. Mechanismus navázání silanu je uveden v kapitole 2.11.5. Organokovové silany se aplikují před samotným natřením místa pojivem. Silany s vodou ředitelnými akrylátovými pojivy mimo jiné nacházejí uplatnění v zubařství.[31][35][39]

2.14.3 Estery kyseliny fosforečné

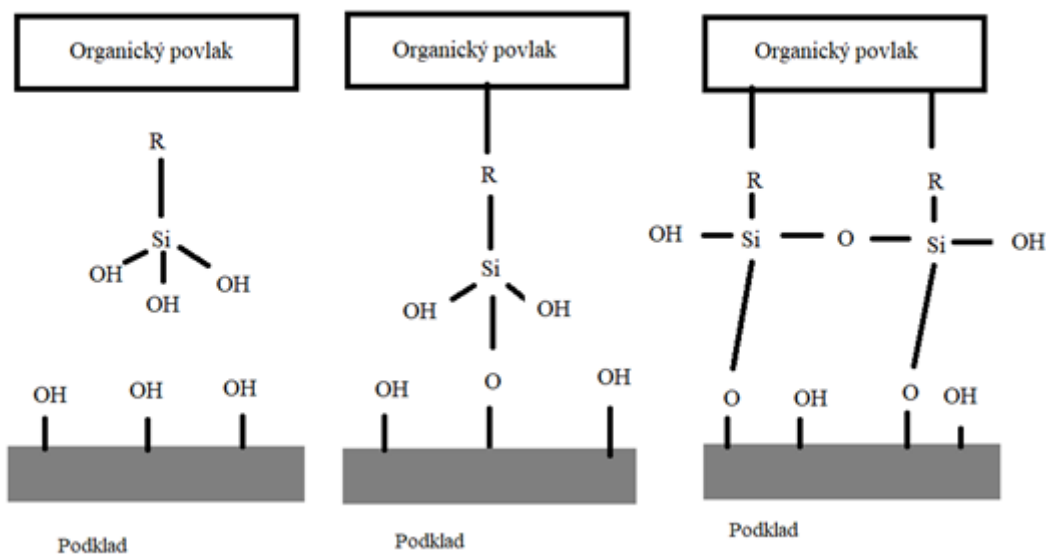
Polymerní estery kyseliny fosforečné vylepšují adhezní vlastnosti vodou ředitelných i rozpouštědlových pojiv na kovovém povrchu, konkrétně oceli, hliníku a zinku. První výzkum spočíval ve formulaci pojiva složeného z lineárního směšného polymeru na bázi polyvinylalkoholu s obsahem hydroxylových, acetylových a dalších skupin, alkydové pryskyřice krátkého typu a kyseliny fosforečné. Došlo k poznání, že kyselina fosforečná reaguje s polyvinylalkoholem za vzniku esterů, které se vážou na hydroxylové skupiny přítomné na oceli za vzniku konverzní vrstvy. V případě vodou ředitelných pojiv zlepšují vlastnosti díky zvýšení hydrofilního charakteru podkladu. Dále zlepšují korozní odolnost substrátu, protože částečné fosfátování povrch pasivuje. Stericita molekul na povrchu stabilizuje pojiva s obsahem pigmentů. Do této skupiny patří vybraný promotor adheze. Aplikuje se předběžně před nátěrem, je možné ho přidat do vodou ředitelného pojiva, v případě skladování nepůsobí negativně na nátěrovou hmotu. Je nutné poznamenat, že k lepšímu kontaktu s povrchem dochází při předběžné aplikaci samotného promotoru. Kvůli polárním vlastnostem nelze přidat do pojiva rozpouštědlového typu. Doporučené množství pro přidavek do nátěrové hmoty není výrobcí veřejně uváděno.[33][35][37][38]



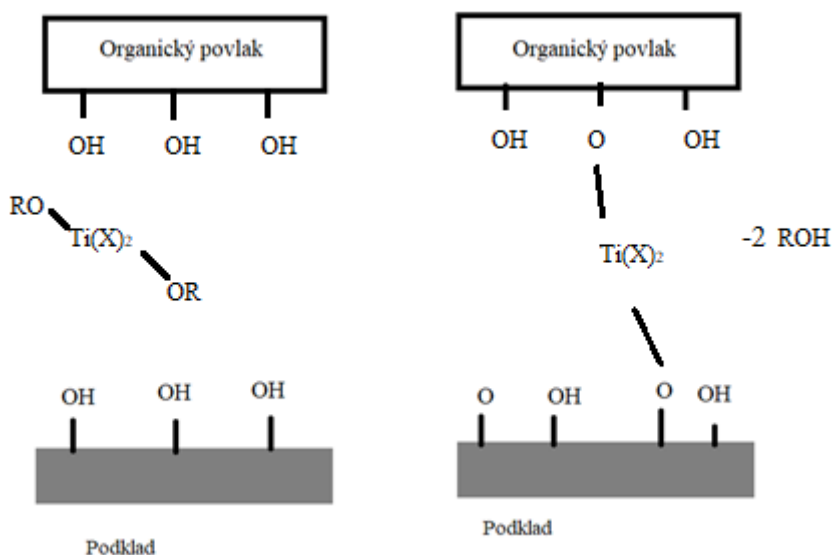
Obrázek 11 Naznačení propojení kovového substrátu a binderu přes promotor adheze

2.14.4 Další promotory adheze a reakční schéma

Mezi další promotory adheze patří deriváty sacharózy, na jejíž strukturu je možné adovat další adhezní jednotky dále, silikony nebo mastek. Volba správného promotoru vždy záleží na použitém pojivu a substrátu. Na následujícím obrázku je znázorněna dehydratace siloxanové vazby silanového promotoru adheze a odštěpení alkoholu při aplikaci titanátového promotoru. U silanu zbytek neobsazených hydroxylových skupin přitahuje volné křemičité, částice, které dopomáhají adhezi i tím, že na jejich povrchu vzniká hmota podobná lepícímu gelu.[35][40]



Obrázek 12 Vznik vazby mezi pojivem, silanovým promotorem adheze a podkladem



Obrázek 13 Vznik vazby mezi pojivem, titanátovým promotorem adheze a podkladem

2.15 Antikoroziční pigmenty a pojiva

Požadované fyzikální, mechanické a elektrochemické vlastnosti vodou ředitelné epoxidové pryskyřice lze vylepšit i přidáním vhodného plniva nebo pigmentu a to dispergačním procesem. Obsah částic o určité morfologii má vliv na celé spektrum vlastností nátěrové hmoty. Předmětem této kapitoly bylo popsat mechanismus, jakým fungují pigmenty, které prokázaly antikoroziční účinnost v systému s vodou ředitelným pojivem, jako bariérová a inhibiční ochrana, zamezení nasákavosti vody a zvýšení adheze pojiva k podkladu. Pojmy pigment a plnivo

se překrývají a platí, že plnivo má nižší krycí schopnost a do pojiva je přidáváno k úpravě mechanických vlastností a nastavení objemu při použití dražších pigmentů. Pigmenty a plniva jsou v pojivu nerozpustná, na rozdíl od barviv. V práci bylo pracováno s minerálními i syntetickými plnivými a pigmenty, ta byla jak jednosložková, tak i směsná.[41][42]

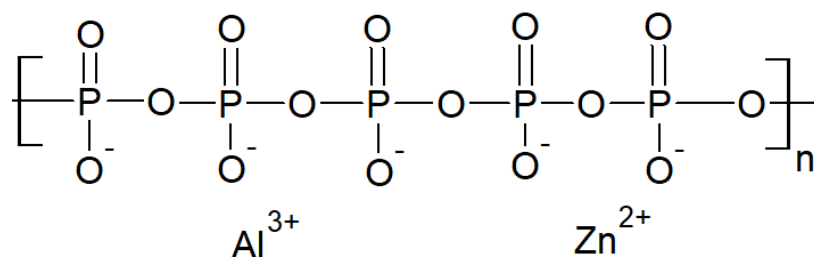
2.15.1 První aplikace pigmentů a plniv do epoxidů

První sypané hmoty přidávané do epoxidů byly práškové kovy, případně oxidy kovů. V šedesátých letech minulého století bylo zkoumáno, zda nově vyráběná epoxidová pryskyřice může přispět k vývoji elektronických součástek. Do pojiva bylo vmícháváno práškové stříbro a vzniklý materiál nejenže vedl elektrický proud, ale také z části nahradil svařování elektrických obvodů. Vývoj pokračoval i při hledání náhražky olova v elektronice. Do epoxidových pojiv byly přidávány i jiné práškové kovy, zejména ušlechtilé jako zlato, palladium, měď nebo vodivé oxidy jako oxid cínatý. Tento výzkum ale primárně nestudoval antikorozi účinek přidávaných kovů do pojiva. Tyto materiály byly studovány i kvůli problematice cínu, který olovo nahradil. Cín totiž kvůli svým vlastnostem na svém povrchu vytvářel „vlásky“, neboli anglicky „tin whiskers“, které způsobovaly elektrické zkraty mnohdy nedosažitelných zařízení, jako byly satelity. Dále byly práškové kovy do pojiv přidávány, aby mohlo být dosaženo vypálení barvy. To již souvisí s oborem organických povlaků a toto vypalování je prováděno do současnosti.[42]

2.15.2 Studium antikorozi pigmentů pro vodou ředitelná pojiva

První použité pigmenty byly látky, které jasně prokazovaly odolnost vůči korozi. Právě s vodou ředitelnými epoxidy byl dispergován práškový zinek. Následovaly toxické sloučeniny jako je oxid olovnato-olovičitý, neboli suřík či zinková žluť resp. chroman zinečnatý vázaný na dichroman draselný. Po upuštění od toxických sloučenin v oblasti nátěrových hmot a v metalurgii byly karcinogenní chromany nahrazeny fosforečnany. Fosforečnan zinečnatý, často uváděný jako Zinkfosfát, je vlastnostem nejvíce podobný chromanu zinečnatému a funguje i jako inhibitor koroze. Nejčastěji se používá jako srovnávací antikorozi pigment a byl použit i v této práci. Na inhibici se podílí nejen anion, který fosfátuje povrch oceli, ale i pasivující zinečnatý kation. V současnosti je využití zinečnatých sloučenin ohroženo z důvodu klasifikace mezi látky toxické k vodním organismům z roku 2004. Na vodou ředitelných epoxidových pojivech a alkydových pryskyřicích s nízkým obsahem těkavých látek byly v současnosti provedeny výzkumy antikorozi účinnosti modifikovaných fosforečnanů, polyfosforečnanů a fosfokřemičitanů které obsahovaly zinku méně nebo žádný. Mezi kationty byly zakomponovány nové další prvky jako molybden, jehož aniont molybdenan je schopný

anodické ochrany a hliník, jehož hlinitý kation dokáže srážet fosforečnany do jedné vrstvy. Zvyšování antikoroziční účinnosti bylo dosahováno i mletím. [42][43][44]



Obrázek 14 Polyfosforečnan zinečnato hlinitý

2.15.3 Organokovové pigmenty s obsahem zinku

Existují i organokovové pigmenty, které byly v případě vodou ředitelných pojiv po roce 2004 zkoumány. Mezi ně patří benzoáty. Ty měly prokázané antikoroziční vlastnosti, ale zároveň byly rozpustné ve vodě. V systému vodou ředitelné pryskyřice docházelo k jejich vyluhování a nátěr ztratil schopnost tvořit bariéru mezi ocelí, což byl testovaný podklad, a okolním prostředím. Rozpustnosti se podařilo zabránit volbou vhodného kovového kationtu, kterým byl kation zinečnatý. Ve vodném prostředí jsou nebezpečné pouze rozpustné zinečnaté sloučeniny. Hmotnostní koncentrace benzoátu v pojivu odpovídala koncentraci fosforečnanu. Přidanými pojivy byl oxid titaničitý, síran barnatý, mastek a směsné silikáty, značené jako MICA. Tato pojiva byla používána také při formulacích s novými fosforečnanovými antikorozičními pigmenty. Mezi další organokovové látky, fungující jako inhibitory ocelových povrchů v systémech s plnivem, jsou benzoát vápenatý a sodná sůl kyseliny glukonové.[45]

2.15.4 Fosforečnan molybdenan zinečnatý a vodou ředitelné epoxidy

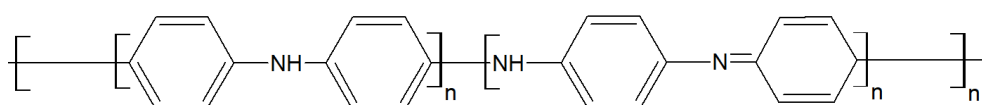
Tento antikoroziční pigment patří do kategorie fosforečnanových pigmentů druhé generace. Fosforečnan zinečnatý je doplněn 1 % mikronizovaného molybdenanu zinečnatého, značeného MoO₃. Zdroje uvádí jeho stejnou, nebo dokonce vyšší antikoroziční účinnost, než původní chroman zinečnatý. A nepochybně vyšší účinnost, než samotný fosforečnan zinečnatý. Molybdenanový anion má schopnost repasivovat důlky vzniklé působící koroze. Antikoroziční zkoušky byly provedeny u rozpouštědlových i vodou ředitelných nátěrových hmot v prostředí neutrální solné mlhy a elektrochemického testu polarizační odolnosti. Tento pigment byl použit i pro formulaci akrylátového pojiva použitelného pro nátěry mostních konstrukcí. Mezi další fosforečnanové pigmenty druhé generace patří směs fosforečnanu zinečnatého a železitého a zmíněné polyfosforečnany a fosfokřemičitany.[44][46][47]

2.15.5 Pigmenty s neizometrickými částicemi

Tyto pigmenty jsou tvořeny částicemi, kde jeden rozměr je značně odlišný než rozměry ostatní. Prokázaly výborné antikorozi vlastnosti v rozpouštědlových systémech. Zajišťují bariérovou ochranu povlaku tím, že prodlužují vzdálenost, kterou musí korozní prostředí difundovat, než přijde do kontaktu s podkladem. Mezi tyto pigmenty patří skupina ferritů, jako je zinkferrit, $ZnFe_2O_4$, který byl v této práci ve formulacích použit, dále calcium ferrit, magnesium ferrit a další směsné ferrity. Jsou ekologicky nezávadné, neobsahují těžké kovy, a jsou účinnější než fosforečnan zinečnatý modifikovaný molybdenanem. Mezi neizometrické pigmenty patří také ty s lamelárními částicemi. Také fungují jako bariérové pigmenty. Z této skupiny byly v práci testovány wollastonit a mastek. Příkladem nevyhovujících pigmentů pro vodou ředitelná pojiva z této skupiny jsou vločkové hliníkové nebo zinkové pigmenty, které mohou v zásaditém prostředí s obsahem vody vylučovat plynný vodík, čemuž se říká anglicky gassing, za tvorby hydroxidu hlinitého a zinečnatého a tím porušovat celistvost povlaku.[48][49]

2.15.6 Pigmenty pro „chytré“ antikorozi povlaky

V současnosti jsou zkoumána pojiva, která obsahují antikorozi pigmenty schopné tvořit souvislý film s dobrou adhezí k podkladu a zastoupit dodatečnou spodní vrstvu promotoru adheze. V této souvislosti byl proveden výzkum vodivých oligomerů a polymerů, zejména derivátů polyanilinu, označovaného jako PANI. Jeho vodivost zajišťují konjugované vazby. Jeho inhibiční vlastnosti se v korozním prostředí „aktivují“ polarizací. Dále tento jemný organický pigment s nízkou hustotou vylepšuje inhibiční účinnost jiných antikorozi pigmentů, které byly použity společně s ním. Jeho schopnost obalit větší částice je předmětem mnoha výzkumů. Byl například formulován s alkydovou pryskyřicí společně s fosforečnanem zinečnatým a práškovým zinkem, případně dalšími práškovými kovy. Ukázalo se, že tato formulace měla lepší ochranné vlastnosti než formulace bez vodivého polymeru. Dále byl polyanilin použit k úpravě jiných zkoumaných pigmentů, a to zeolitů, perovskitů a grafitu. Byly připraveny nanokompozity s oxidem zinečnatým a měkkým PVC, přídavek ZnO vylepšil jeho antikorozi vlastnosti. Nanomateriály PANI se používají i v elektronice. Tento vodivý polymer byl v práci zkoumán v kategorii antikorozi pigmentů.[50][51]



Obrázek 15 Polyanilin

2.15.7 Jádrové pigmenty

Požadavek na snížení spotřeby pigmentu z důvodu ceny nebo nedostatku dané suroviny vlivem obtížnější předúpravy vedl k přípravě jádrových pigmentů, anglicky nazvaných core-shell pigments. Každá částice v pojivu může antikorozně působit pouze díky jejímu povrchu. Vnitřní hmotu částice tak lze nahradit jinou inertní látkou, které původně žádné antikorozní vlastnosti nemá. Vnitřní část může tvořit wollastonit, upravené jíly nebo alumina. Vnější část tvoří modifikované fosforečnany, například směs fosforečnanu zinečnatého a hořečnatého, nebo oxid zinečnatý či hořečnatý. Jejich nejčastější výroba spočívá ve vysrážení solí na vysušených částicích inertu či depozice, neboli odpaření za vysokých teplot. Podle dostupných zdrojů mohou být použity jako pigmenty pro vodou ředitelná pojiva určená k aplikaci na galvanizovanou ocel.[52][53]

2.15.8 Sulfid molybdeničitý a 2D materiály

Tento materiál získal svou pozornost díky hexagonální struktuře, podobné grafenu. Má vysoký poměr povrchu-ku objemu. V průmyslu nachází uplatnění jako pevné mazivo pro brzdy, motory a hřídele. Je používán ve vojenském i vesmírném odvětví. V případě nanomateriálů může fungovat jako polovodič. Bylo zjištěno, že při jeho použití v pojivu fungoval jako antikorozní pigment a výrazně vylepšoval mechanické vlastnosti epoxidového povlaku. Značí se 2D-MSC. Vylepšil vlastnosti jako je otěruvzdornost, houževnatost při tření a lom. Byl míchán s fenolickými pryskyřicemi a následně bylo zjištěno, že vylepšil korozní odolnost slitin s obsahem hořčíku. Byl přidán do rozpouštědlových epoxidových pryskyřic, kde zabraňoval koroznímu prostředí difundovat póry k podkladu. Jeho nevýhodou je, že v pojivu má tendenci tvořit aglomeráty a bylo nalezeno polární činidlo, kterým je sodná sůl kyseliny dodekabenzensulfonové zabraňující tomuto shlukování. Jeho antikorozní vlastnosti pro vodou ředitelná epoxidová pojiva byla v práci zkoumána.[54][55]



Obrázek 16 Zákryt pórů ve struktuře epoxidu sulfidem molybdeničitým

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Použité chemikálie

Charakterizace vodných epoxidových disperzí s nízkým obsahem těkavých organických látek byla provedena na dodaných pojivech, pro která byla změřena základní data. Metody měření byly prováděny podle příslušných norem a byly popsány v dalších kapitolách. Zároveň zde byly uvedeny názvy a základní vlastnosti srovnávacích poživ.

3.1.1 Pojiva

<u>Pojivo v disperzi (VŘ)</u>	Vodná disperze epoxidové pryskyřice, dále jen charakterizované pojivo
Epoxidový ekv. [EE/kg pryskyřice]	0,902
Sušina	55,0 % hmotn. %
<u>Tvrdidlo v disperzi (VŘ)</u>	Vodou ředitelné disperzní tvrdidlo s obsahem polyaminu obsahující deriváty kyseliny neodekanové,
Aminové číslo	108
Sušina	52-53 hmotn. %
<u>Porovnávací komerční epoxid</u>	Vodná disperze nízkomolekulární epoxidové pryskyřice,
Epoxidový ekv. [EE/kg pryskyřice]	0,782
Sušina	54,6 hmotn. %
Viskozita	0,1 – 0,7 Pa.s (25 °C)

Porovnávací komerční tvrdidlo

Vodný roztok aduktu polyaminu na epoxidové pryskyřici

Aminové číslo	126
Sušina	50,1 hmotn. %
Viskozita	750 - 1100 Pa.s"

3.1.2 Aditiva

Promotor adheze (komerční produkt)

Estery kyseliny fosforečné vázané na polymerním řetězci v emulzi, s obsahem methylethylketonu.

3.1.3 Plniva a pigmenty

V následující tabulce byl uveden seznam všech používaných práškových surovin pro formulace s vodou ředitelnými nátěrovými hmotami. Každé plnivo bylo jiného chemického složení, velikosti a tvaru částic, či rozdílné funkce antikoroční ochrany.

Tabulka 2 Seznam používaných bariérových plniv

Funkce, obecný název	Chemický vzorec
Omyacarb 5VA Vápenec	CaCO ₃
Blancfixe srážený síran barnatý	BaSO ₄
Dorkafill kalcinovaný kaolín	SiO ₂ (křemen) (Al ₆ Si ₂ O ₁₃) (Mullit)
Plastorit – směs: křemen, slída, (chlorit)	SiO ₂ (křemen), KAl ₂ (OH,F) ₂ AlSi ₃ O ₁₀ ,
Talc ST-30 - Mastek	MgSiO ₃
Steopac A – Mastek + chlorit	MgSiO ₃ , Směsné silikáty
Wollastonit	CaSiO ₃
Litopon - Síran barnatý se sulfidem zinečným	směs BaSO ₄ a ZnS
Bayferrox- hematit – oxid železitý	Fe ₂ O ₃
Oxid titaničitý (Anatas)	TiO ₂

Tabulka 3 Seznam používaných antikoročních pigmentů

Obecný název	Chemický vzorec (název)
Sulfid zinečnatý	ZnS
Zinková běloba	ZnO
Zinkfosfát	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$
Zinkferrit	Směsný oxid zinečnato železitý $Zn_xFe_{3-x}O_4$
Sulfid molybdeničitý	lamelární MoS_2
Perovskit	$Ca(TiO)_3$
Vodivý oligomer na bázi polyanilinu	Benzochinon s p-fenyldiminem (PANI)

3.1.4 Ostatní chemikálie

Voda, Aceton, Chloroform, Ethanol, NaCl, NaOH

3.2 Seznam použitých přístrojů

K práci byly využity následující přístroje a vybavení:

Váhy analytické a předvažovací, pravítka na aplikaci nátěru se šterbinami 150, 200, 250 μm , předdispergační míchadlo Power B a dissolver Dispermat, Švýcarsko, kyvadlo PERSOZ, Belgie, Přístroj pro stanovení odolnosti vůči ohybu Erischen, Německo, Řezací nože pro stanovení přilnavosti, Elcometer Instruments GmbH, Německo, Odtrhový přístroj COMTEST®OP3P, Coming plus, a.s., Praha, Tloušťkoměr mechanický BYK GARDNER, Německo a magnetický MINITEST 1100, Německo, plynový pyknometr Autopyknometr 1320, Micromeritics, USA, Sušárna, Solná komora Liebisch, Německo, kondenzační komora, SO₂ komora, leskoměr Micro-TRI-gloss, Německo, VIS Spektrometr ColorQuest XE Hunterlab, USA, Bucholzův přístroj na stanovení tvrdosti – BYK-Gardner GmbH, Německo

3.3 Stanovení olejového čísla (spotřeby oleje) a KOKP

Tato stanovení byla prováděna podle normy ČSN 67 0351. Měření bylo také nazýváno jako metoda tlouček – miska. Do třecí misky bylo naváženo množství pigmentu na základě jeho hustoty. V případě lehkých pigmentů bylo naváženo 1 až 2 gramy, u pigmentů s hustotami většími než 3 bylo naváženo 2 – 5 g. V případě pigmentů oxidů kovů, jako byl oxid zinečnatý a železitý, bylo váženo v rozmezí 5 – 10 gramů. Do třecí misky byl následně přikapáván lněný olej z byrety a obsah misky byl nabalován na tlouček. V momentě, kdy byl veškerý pigment nabalen, byla zapsána spotřeba oleje. Tento údaj byl použit k výpočtu kritické objemové koncentrace pigmentu. KOKP je hodnota v %, kterou bylo nutné stanovit pro formulace nátěrových hmot. Olejové číslo a KOKP byly vypočítány podle následujících vzorců (1,2).[57]

$$\text{Spotřeba oleje} = \frac{100 \cdot V \cdot \rho(\text{lněný olej})}{m_{\text{NAVÁŽKY}}} \quad (1)$$

kde V je objem spotřeby oleje z byrety, ρ je hustota lněného oleje ($0,91 \text{ g/cm}^3$), m je hmotnost navážky plniva/pigmentu. Spotřeba oleje je v [g oleje/100 g pigmentu]

$$\text{KOKP} = \frac{\frac{10000}{\rho(\text{pigment})}}{\frac{100}{\rho(\text{pigment})} + \frac{\text{Olejové číslo}}{\rho(\text{lněný olej})}} \quad (2)$$

Kde $KOKP$ je kritická objemová koncentrace pigmentu

3.4 Stanovení sušiny pojiv

Toto měření bylo prováděno podle laboratorního návodu pro čtvrtý ročník a vyjadřovalo hmotnost netěkavých složek pojiva. Obsah sušiny ovlivňuje především viskozitu pojiva, byl uveden u každého pojiva na začátku experimentální části. Výpočet byl prováděn podle vzorce (3).

$$S = \frac{c-a}{b-a} \cdot 100 \quad (3)$$

Kde S je obsah sušiny v %, a hmotnost čistého víčka, b hmotnost víčka se vzorkem před sušením, c hmotnost víčka se vzorkem po vysušení

3.5 Stanovení epoxidového ekvivalentu a aminového čísla

Stanovení epoxidového ekvivalentu bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 3001. Epoxidový ekvivalent byla hodnota, které udává množství pryskyřice v gramech, na kterou připadá jeden oxiranový kruh. Do odměrné baňky s navázkou $0,2 - 0,5 \text{ g}$ epoxidové pryskyřice bylo přidáno 35 ml kombinovaného roztoku s obsahem cetyltrimethylamoniumbromidu. Bylo titrováno kyselinou chloristou na krystalovou violet z fialového do modrozeleného zbarvení. Stanovení aminového čísla bylo provedeno podle normy ČSN EN ISO 9702. Toto stanovení bylo provedeno pro tvrdidla. Udává počet mg KOH ekvivalentní aminovým skupinám v 1 gramu vzorku. Navážka se rozpustí v 25 ml chloroformu a byla titrována roztokem kyseliny chloristé. Výpočet byl proveden pro oba typy tvrdidel. U tvrdidla v disperzi byl výpočet proveden pro obě dodané nádoby. Naměřené hodnoty byly uvedeny v kapitole s výsledky.[58][59]

3.6 Stanovení hustoty pojiv a pigmentů

Toto měření bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 787-11. K této metodě byl použit automatický plynový pyknometr – Autopyknometr 1320, Přístroj byl schopný měřit hustotu pevných sypkých materiálů a pracoval na principu vtlačení plynu do měřicí cely, kde vzorek nasypáný do kovového válečku vytěsňoval definovaný objem. Kalibrovaný pyknometr byl poté schopen vyhodnotit na základě změřeného tlaku hodnotu hustoty, a to desetkrát po sobě jdoucích opakovaných krocích. Průměr těchto deseti hodnot byl brán jako výsledek měření.[56]

3.7 Příprava nátěrových hmot

3.7.1 Příprava nepigmentovaných NH

Pro nepigmentované pojivo byl v hmotnostních procentech vytipován základní vytvrzovací podíl 100:27. Tento podíl byl použitý jak pro vodu ředitelné epoxidy disperzního typu a jeho tvrdidla, tak i pro srovnávací typ založený na dvojici pojivo v disperzi a tvrdidlo v emulzi použitým při měření zblélání, povrchové tvrdosti a odtrhové zkoušce. U první zmíněné dvojice byly pro elektrochemické stanovení polarizačního odporu také připraveny další dva vytvrzovací poměry, a to 100:21 a 100:32, tedy o 5 % vyšší a o 5 % nižší. Epoxidy s těmito dodatečnými poměry tužení byly aplikovány na panely o rozměrech 102 x 52 mm a byly určeny pro vytipování optimálního tužícího poměru. Epoxidy byly po natužení aplikovány na zkušební podklady definované podle normy ČSN EN 605 ISO 1514. Pro korozní zkoušky byly použity panely z oceli třídy 11 s označením S-46. Pro epoxidy s dvojicí vodných disperzí pojiva a tvrdidla charakterizovaného pojiva byla použita pravítka s tloušťkami 200 µm. Byly nanесeny dvě vrstvy.[60]

3.7.2 Příprava pigmentovaných NH

Pro všechny nátěrové hmoty byla provedena formulace pomocí softwaru „FORMUL“. Každá nátěrová hmota se skládala z pojiva a práškového plniva s objemovou koncentrací 20. pro toto OKP bylo formulováno 10 plniv o hmotnosti 200 g. Z toho dvě plniva, přírodní vápenec Omyacarb a červený pigment Bayferrox byly dále použity v další formulované řadě spolu se sedmi pigmenty s antikorozními vlastnostmi. Druhá řada byla složena ze 14 nátěrových hmot charakterizovaného pojiva, dále jako CHP. Objemová koncentrace antikorozního pigmentu byla 10, s výjimkou polymerního vodivého pigmentu na bázi polyanilinu a sulfidu molybdeničitého, která byla 5. Doprovodná plniva byla formulována na $Q = 35$. Jednotlivá množství surovin byla uváděna na 100 g nátěrové hmoty a vypsána v následující tabulce:

Tabulka 4 Formulace CHP při OKP = 20 % s obsahem jednoho bariérového pigmentu/plniva

Název plniva	Pojivo [hm %]	Plnivo [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
Dorkafil XPAND	116,74	51,74	31,52
Litopon	102,28	70,10	27,62
Steopac A	116,30	52,30	36,92
Vápenec Omyacarb 5VA	117,40	50,90	15,85
TiO ₂ AVO 1	105,56	65,94	28,50
Plastorit	118,20	48,34	32,24
Mastek Talc	116,64	51,88	31,50
BaSO ₄ BlancFixe	101,70	70,84	27,46
Fe ₂ O ₃ Hematit	96,16	77,88	25,96
Wollastonit	120,10	47,48	32,42

Tabulka 5 Formulace CHP při OKP = 10 % s obsahem antikorozního pigmentu a Vápence při Q = 35

Název a číslo antikorozního pigmentu	Pojivo [hm %]	Antikor. Pigment [hm %]	Omyacarb [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
ZnS	111,28	32,48	26,20	30,04
ZnO	108,06	44,16	18,58	29,18
Zinkferrit	111,04	40,74	18,26	29,98
Zinkfosfát	113,78	31,26	24,24	30,72
PANI	89,00	4,85	33,13	32,00
Perovskit	109,84	31,92	28,58	29,66
MoS ₂	85,11	15,41	26,31	22,98

Tabulka 6 Formulace CHP při OKP = 10 % s obsahem antikorozního pigmentu a Hematit při Q = 35

Název a číslo antikorozního pigmentu	Pojivo [hm %]	Antikor. Pigment [hm %]	Hematit [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
ZnS	104,48	30,50	26,8	28,22
ZnO	103,40	42,28	26,4	27,92
Zinkferrit	106,38	39,04	25,85	28,72
Zinkfosfát	107,30	29,50	34,22	28,96
PANI	83,40	4,35	43,41	22,52
Perovskit	102,72	29,82	39,72	27,74
MoS ₂	78,24	14,16	36,47	21,12

3.8 Stanovení tloušťky na ocelových a skleněných panelech

Stanovení bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 2808. Tato metoda spočívá v měření tloušťky nátěru magnetickým tloušťkoměrem, zkouška byla nedestruktivní. Tloušťku bylo možné měřit i destruktivně. Při destruktivní metodě, která byla označována jako vpichová, byl do nátěru na skleněném panelu vyříznut otvor a přiložen přístroj o jedné statické a dvou pohyblivých podstavách. Vzdálenost mezi podkladem a vnějším nátěrem byla zaznamenána ručičkou na ciferníku. Obvykle bývá měřena třikrát. Destruktivní metodu bylo možné použít u skleněných panelů, určené pro měření povrchové tvrdosti. Nedestruktivní metoda byla provedena feromagnetickým tloušťkoměrem MINITEST 1100, s provedenou kalibrací na ocelový standard. Byla provedena desetkrát na různých místech nátěru. Byl vypočítán průměr z deseti hodnot pro každý kovový panel a hodnota byla uváděna jako tloušťka suchého filmu pro každou metodu v titulku tabulky. Feromagnetický tloušťkoměr byl kalibrován pro měření na oceli pomocí dodaných standardů.[62]

3.9 Fyzikálně mechanické zkoušky organických povlaků

3.9.1 Měření zbledání nátěru po vystavení vodě

Toto měření bylo provedeno podle laboratorního návodu TAČR s identifikačním kódem TH02010140. Zbledání nátěrového filmu bylo měřeno za pomoci spektrometru ColorQuest XY (Hunterlab) pomocí transmittance při vlnové délce 500 nm. Spektrometr byl na začátku kalibrován zeleným standardem, při měření byl používán dokonale černá fotopast. Vlnová délka 500 nm odpovídá zelené části viditelného spektra, na kterou má lidské oko největší citlivost. Na devět skleněných panelů byla po třech panelech aplikována dvě pojiva. Prvním bylo srovnávací vodou ředitelné epoxidové pojivo (porovnávací epoxid) s tvrdidlem v emulzi a druhým měřeným bylo v této práci zkoumané vodou ředitelné pojivo disperzního typu. Všechna pojiva byla aplikována pravítkem se štěrbinou o velikosti 200 μm . Na skleněném panelu bylo zvoleno kruhové místo, kam byla přiložena navlhčená vata. Vlhkost vaty byla udržována stříčkou s destilovanou vodou. První měření bylo provedeno po 48 hodinách, druhé po 7 dnech od vystavení vodě, další po dvou týdnech a poslední po měsíci. Pokles transmittance v čase byl znázorněn graficky v kapitole s výsledky.

3.9.2 Měření povrchové tvrdosti

Měření povrchové tvrdosti bylo prováděno na kyvadle dle Persoze podle normy ČSN EN ISO 1522. Měření spočívalo v záznamu počtu kmitů kyvadla laserovým čidlem. Měření probíhá při teplotě 23 °C. Horní část kyvadla nasedá dvěma ocelovými kuličkami na film nátěrové hmoty aplikované na skle. Čím vyšší tvrdost nátěru, tím pomaleji dochází k útlumu kývání ramena a celkové množství kmitů je větší. Maximální výchylka kyvadla se pohybuje v rozmezí 12 stupňů na začátku měření a 4 stupně na konci měření, kdy laserový detektor ukončí záznam kmitů. Pro každý nátěr, aplikovaný na skle bylo měření prováděno třikrát. Zároveň byla pro každé měření provedena kalibrace na skle, jehož počet kyvů je minimálně 430. Hodnota tvrdosti pro standard byla používána jako hodnota 100 % tvrdosti. Pro nepigmentovaná pojiva byla na dvě skla umytá acetonem a chloroformem aplikována pravítkem se štěrbinou 200 µm komerční epoxidová disperze nového typu. Na třetí sklo byla aplikována srovnávací vodná epoxidová pryskyřice s emulzním tvrdidlem. Testovaný disperzní typ byl z počátku měření více ovlivněn vzdušnou vlhkostí. Všechny tři filmy bez plniv a pigmentů měly tloušťku suchého nátěru (DFT) 50 µm. Pro nátěrové hmoty epoxidové vodou ředitelné disperze s obsahem bariérových plniv, kterých bylo celkem 10, byla tvrdost měřena na dvou skleněných panelech. Dva panely z nich byla pouze natřená pravítkem se štěrbinou 200 µm a byla měřena po 2, 6, 13, 27 dnech. Obdobným způsobem jako pro pojiva a plniva při OKP = 20 % byla na skleněné panely aplikována pojiva, která obsahovala vápenec Omyacarb s jedním ze sedmi antikoročních pigmentů a Hematit se sedmi antikoročními pigmenty. Čtrnáct nátěrových hmot bylo aplikováno na dva skleněné panely. U každého byla také zpočátku měřena povrchová tvrdost po 2, 6, 13 a 27 dnech. Během měření povrchové tvrdosti na kyvadle byla na panelech provedena Bucholtzova zkouška odolnosti vůči vrypu, byl změřen lesk, také na nich byla naměřena tloušťka suchého filmu (DFT) a proveden MEK-Test.[61]

3.9.3 Bucholtzova zkouška odolnosti vůči vrypu, stanovení lesku

Následující měření bylo prováděno podle normy ČSN EN 2813. Měření bylo prováděno pro všechna aplikovaná pojiva s obsahem pigmentů a plniv na skleněných panelech po zaschnutí, také na panelech ponořených na 48 do vody. Pomocí leskoměru Micro-TRI-gloss. Pro každý panel byly změřené tři hodnoty. Jedna při měření v úhlu 20°, druhá při úhlu 60° a třetí při úhlu 85°. Přístroj pro měření lesku byl kalibrován na rovné skleněné destičce. Naměřené hodnoty byly zapsány do kapitoly s výsledky a byly zde i diskutovány. Na skleněných panelech byl stanoven i Buchlotzův test tvrdosti nátěru, a to podle normy ČSN EN 2815. Při této metodě

bylo na zaschnutý nátěr přiloženo tělísko o specifikovaných rozměrech a následně po dobu třiceti vteřin vtlačováno. Po odejmutí přístroje bylo měřeno poškození filmu.[69][70]

3.10 Korozní zkoušky

3.10.1 Korozní zkouška v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

Tato zkouška byla provedena podle normy a ČSN EN ISO 6270-1. K měření v kondenzační komoře byly pro nepigmentované i pigmentované nátěry použity ocelové panely S46 oceli třídy 11. Prostředí tvoří atmosféra s vlhkostí až 75%. Počty panelů v jednotlivých kategoriích byly uvedeny v kapitole s výsledky.[65][66]

3.10.2 Korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy

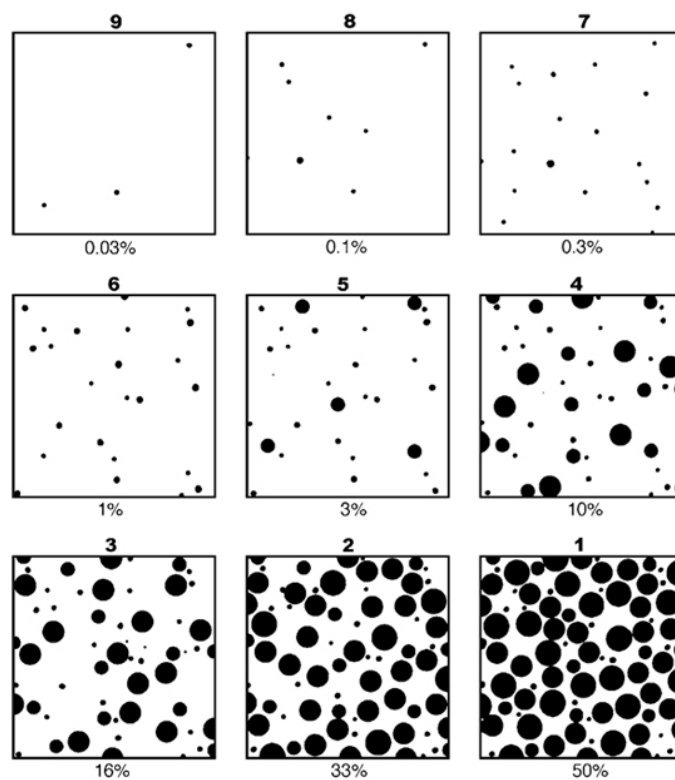
Toto měření bylo provedeno podle norem ČSN EN ISO 9227 pro urychlenou korozní zkoušku v neutrální solné mlze. V této zkoušce bylo napodobováno okolí silnic udržovaných v zimě solí nebo přímoří. Ocelové panely, na které byly aplikovány nátěry vodou ředitelného epoxidového pojiva, byly vystaveny koroznímu prostředí síly C5 podle normy EN ISO 12944. Byly umístěny do stojanů tak aby nedošlo k žádnému kontaktu mezi nimi.

3.10.3 Korozní zkouška ve vlhké atmosféře s obsahem SO₂

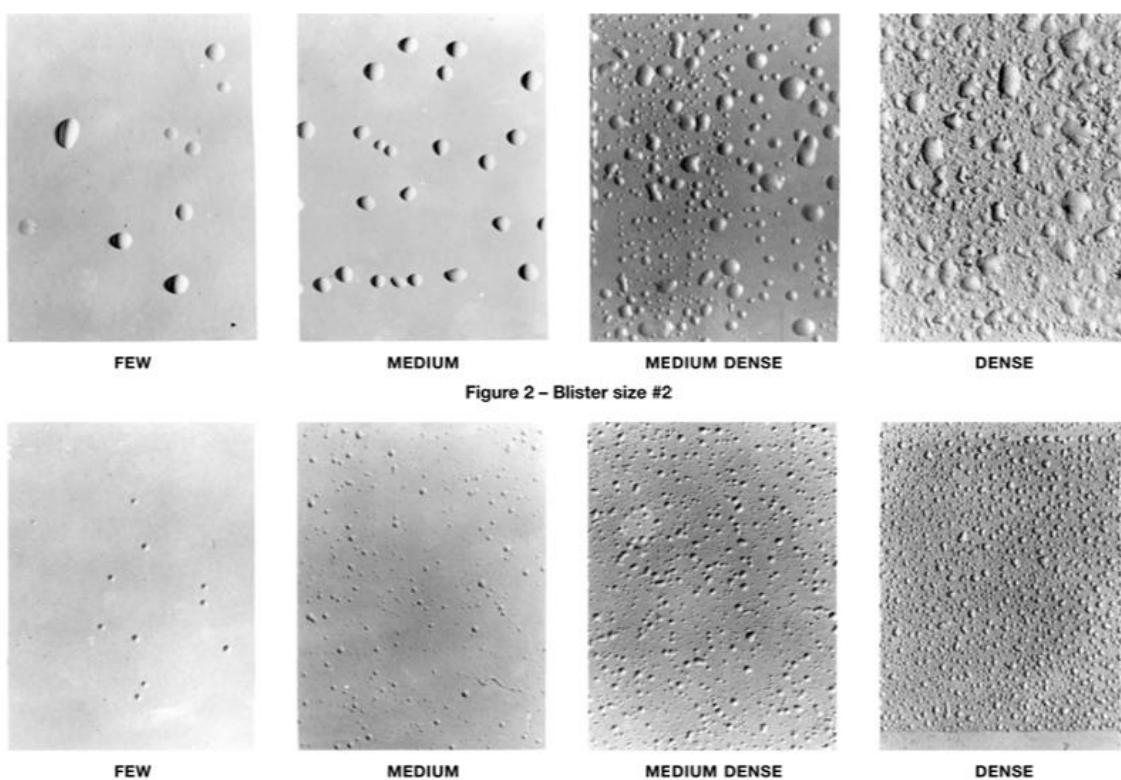
Stanovení bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 3231. Pro tuto zkoušku byla použita komora, která byla schopná napodobit atmosféru znečištěného prostředí se 100% vlhkostí. Zkouška byla provedená na panelech aplikovanými s pigmentovanými antikoroziními pojivy při OKP = 10 % doplněnými vápencem Omyacarb nebo hematitem Bayferrox na Q = 35. Pro každé pojivo byly k této zkoušce připraveny dva panely, na jednom byl zhotoven příčný řez a druhý panel byl ponechán bez řezu. Zkouška byla prováděna cyklicky v prostředí se 100% vzdušnou vlhkostí a teplotě 35 °C. [67]

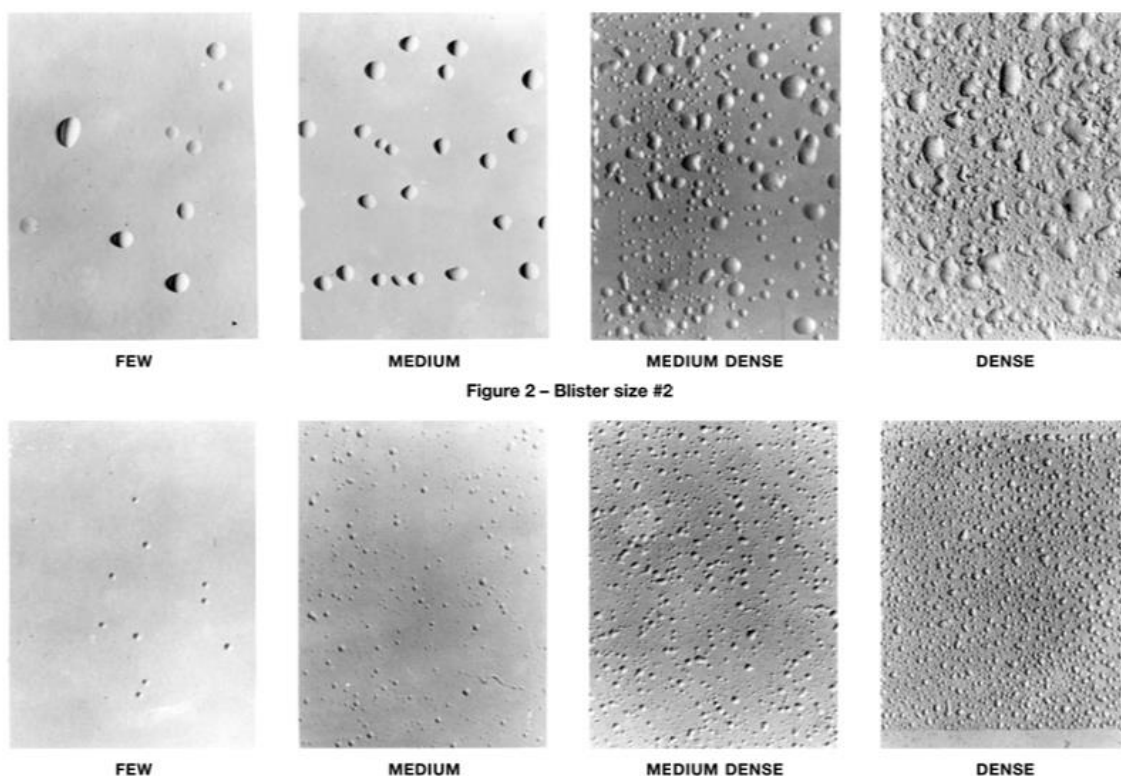
3.10.4 Vyhodnocení korozních zkoušek

Vyhodnocení korozního napadení bylo provedeno podle normy ASTM D 714-87 a ASTM D 610. Podle těchto stupnic je hodnoceno množství a velikost puchýřků na kovovém panelu. Nejmenší puchýře do největších jsou značeny čísla 8, 6, 4, 2. jejich četnost od nejmenší do největší písmeny F, M, MD, D. Pokud byl na panelech zhotoven řez, byla u každého panelu hodnocena i koroze v řezu v mm a velikost s četností puchýřů v řezu. Dalšími hodnoceným parametrem byla ztráta adheze v % a rez v ploše panelu, případně v řezu po odstranění nátěrového filmu. Korozi v ploše bylo možné hodnotit podle stupnice tvořené devíti obrázky zobrazující postupný růst prokorodování. Tato stupnice a zobrazení druhů puchýřů bylo přiloženo do této kapitoly.



Obrázek 17: Hodnocení stupně koroze v ploše podle ASTM D 610





Obrázek 18: Hodnocení četnosti a velikosti puchýřků podle ASTM D 714-87

3.10.5 Stanovení životnosti organických povlaků (ČSN EN ISO 12944-2)

K výskytu koroze je nutný výskyt elektrolytu na povrchu předmětu, kdy hlavní podmínkou je kyslík a voda. V agresivnějších prostředích je také přítomna sůl, oxidy síry a jiné chemické znečištění. Tato norma rozčleňuje korozní prostředí podle stupně agresivity do šesti skupin.

Tabulka 7: Stupně korozní agresivity prostředí podle normy ČSN EN ISO 12944-2

Stupeň korozní agresivity	Příklad typického venkovního prostředí	Příklady typického vnitřního prostředí
C1 velmi nízká		Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. školy, kanceláře, hotely, obchody
C2 nízká	Atmosféra s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci vody, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské průmyslové atmosféry s mírným znečištěním SO ₂ , přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním, např. výroby potravin, pivovary, lékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s nízkou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doteky na mořském pobřeží

C5 – I velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5 – M velmi vysoká (přímořská)	Přímořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

Tabulka 8: Stanovení životnosti nátěru v korozním prostředí

Stupeň korozní agresivity	Životnost	ISO 7253 neutrální solná mlha [hod.]
C2 nízká	Nízká	-
	Střední	-
	Vysoká	-
C3 střední	Nízká	120
	Střední	240
	Vysoká	480
C4 vysoká	Nízká	240
	Střední	480
	Vysoká	720
C5 – I velmi vysoká (průmyslová)	Nízká	480
	Střední	720
	Vysoká	1440

3.10.6 Elektrochemické stanovení lineární polarizace

Antikorozi vlastnosti povlaku bylo možné velmi přesně stanovit měřením lineární polarizace a následným stanovením polarizačního odporu. Toto měření bylo prováděno v cele, nacházející se v uzavřené prostoru s roztokem NaCl. Jako pracovní elektroda byl použit kovový panel s rozměry 101 x 51 mm. Referenční, neboli srovnávací elektrodou byla kalomelová, značená SCE. Pomocnou elektrodou byla elektroda platinová. Měření bylo prováděno na ploše 1 cm². Pro jednotlivé panely s organickými povlaky byl uveden samovolný korozní potenciál značený E_{kor} , koeficienty β_a a β_c , dále proudová hustota uváděná jako I_{kor} , poté polarizační odpor R_p a rychlost koroze v_{kor} . Platí, že čím vyšší byl polarizační odpor, tím větší měla nátěrová hmota antikorozi vlastnosti. Tato zkouška byla použita pro stanovení vhodného tužícího poměru pro vodou ředitelná disperzní pojiva a pro stanovení antikorozi vlastností připravených pigmentovaných nátěrových hmot.

3.10.7 MEK Test

Toto měření bylo prováděno podle normy ČSN EN 13523-11, a to na skleněných panelech. Jedná se o destruktivní zkoušku, kdy bylo vhodným nástrojem, například vatovou tyčinkou namočenou v methylethylketonu pohybováno dvoutahy ve vteřinových intervalech po nátěru. Pokud bylo zjištěno, že nátěr prvích 50 s odolal a nedošlo k obnažení podkladu, zapíše se stupeň poškození nátěru a měření je prováděno do 300 s. Výsledný vzhled místa otěru je vyhodnocen podle následující tabulky. Tato zkouška byla použita orientačně u dvou panelů s nepigmentovaným pojivem a také u pigmentovaných skleněných panelů po provedení ostatních zkoušek. [68]

Tabulka 9: Hodnocení MEK Testu

0	Úplné obnažení podkladu
1	Výrazné, hluboké porušení filmu, ne k podkladu
2	Zřetelné poškození/poškrábání filmu
3	Lehké poškození/poškrábání filmu
4	Povrch nátěru není poškozen, pouze vyleštěn a na otěrovém nástroji je přítomný zbytek pigmentu
5	Povrch nátěru není poškozen, na otěrovém nástroji není zbytek pigmentu

3.11 Zkoušky mechanické odolnosti organických povlaků

3.11.1 Měření přilnavosti nátěrů odtrhovým přístrojem

Měření bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 4624. Na zaschlý nátěr byl dvousložkovým lepidlem přilepen ocelový terčík. Po zaschnutí, které bylo necháno působit nejméně 1 hodinu, byl terčík připevněn k odtrhovému přístroji, který vyvíjel sílu potřebnou k odtržení terčíku od nátěru. Odtrhová síla naměřená přístrojem byla dále převedena na odtrhovou pevnost v MPa podle vzorce (4) a (5). Vzhled místa odtrhu po provedení zkoušky byl hodnocen podle poměru polohy lomu, který byl adhezního, kohezního nebo adhezně-kohezního typu. Podle výsledku byla jeho podoba přiřazena do následujících kategorií podle výše uvedené normy.[63]

$$E = \frac{4F}{\pi d} \quad (4)$$

Kde F je odtrhová síla n kilonewtonech, D je průměr použitého testovacího válečku v mm, Průměr válečku byl 20 mm

$$E = \frac{4F}{400 \pi} = \frac{F}{314} \quad (5)$$

Kde E je odtrhová pevnost v MPa.

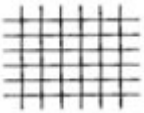
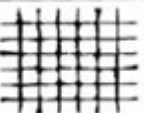

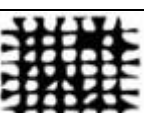
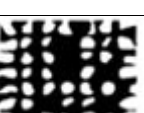
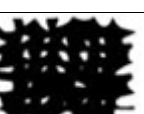
Tabulka 10 Typy lomů při odtrhové zkoušce

Typ lomu	Symbol
Kohezní lom v podkladu	A
Adhezní lom mezi podkladem a prvním nátěrem	A/B
Kohezní lom prvního nátěru	B
Adhezní lom mezi prvním a druhým nátěrem	B/C
Kohezní lom druhého nátěru	C
Adhezní lom mezi posledním nátěrem a lepidlem	-/Y
Kohezní lom v lepidle	Y
Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem	Y/Z

3.11.2 Měření přilnavosti nátěrů mřížkovou metodou

Měření bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 2409. Podstatou tohoto měření bylo provedení řezu vybranou čepelí do nátěru ve dvou na sebe kolmých směrech. Zkouška byla provedena při teplotě 23 °C a při relativní vzdušné vlhkosti 50 %. Vzhled vzniklé mřížky se klasifikuje v šesti stupních. Toto měření bylo prováděno u pigmentovaných vzorků na ocelových panelech s rozměry 220 x 45 cm na pevné a rovné podložce. Bylo doplňkové

k měření přilnavosti na odtrhovém přístroji. Navíc byly v této zkoušce testovány kovové panely, které byly předtím 96 hodin ponořené ve vodě. Jejich počet byl stejný, jako panelů bez vystavení vodě. Na základě změřené tloušťky magnetickým tloušťkoměrem byl vybrán řezný nástroj s vybraným rozestupem ostří. Pro tloušťky do 60 μm byl vybrán řezací nástroj s číslem 1, pro tloušťky nad 60 μm byl vybrán nástroj s číslem 2. Fotografie z tohoto měření jsou uvedeny v kapitole s výsledky.[64]

Posouzení výsledků mřížkové zkoušky			
Popis řezu	Obrázek mřížky	Hodnota mřížky	hodnocení
Linie mřížky jsou hladké, žádné vylomené části		0	Dobrá přilnavost
Průsečíky mřížky s vylomenými částmi, 5 % plochy odloupnuto		1	Ještě způsobilá přilnavost
Linie mřížky úplně nebo částečně odloupnuta, cca 5 % plochy odloupnuto		2	Podmíněná přilnavost
Linie mřížky úplně nebo částečně odloupnuta, cca 35 % plochy odloupnuto		3	Nepřízpůsobivá přilnavost
Jako u hodnoty 3, do 65 % odloupnuto		4	Téměř žádná přilnavost
Jako hodnota 3, více než 65 % plochy odloupnuto		5	Žádná přilnavost

Obrázek 19: Hodnocení přilnavosti podle zkoušky ČSN EN ISO 2409

3.11.3 Stanovení odolnosti nátěrů při ohybu

Tato metoda byla provedena podle normy ČSN EN ISO 1519. Odolnost nátěru při ohybu byla schopnost odolat deformaci, tedy nepraskat a neztrácet přilnavost. Zkouška byla provedena na těch samých ocelových panelech, jako odtrhová zkouška a stanovení přilnavosti. Při zkoušce bylo ohýbáno panelem přes válcové trny o definovaných průměrech. Deformace na filmu byly pozorovány pomocí lupy. Výsledek byl zaznamenán jako vyhověl/nevyhověl pro průměr válcovitého trnu, na kterém bylo možné vidět první poškození nátěru.[71]

4 VÝSLEDKY

4.1 Charakterizace pojiv a tvrdidel

Naměřená sušina vodou ředitelného disperzního pojiva i srovnávacího pojiva byla shodná s hodnotami, které byly uváděny výrobcí. Stanovení epoxidového ekvivalentu pojiva a aminového čísla pro tvrdidlo bylo popsáno v kapitole 3.5. Výsledky titračních měření byly součástí charakterizace dodaných vodných epoxidových disperzí i srovnávacího epoxidu, hodnoty nemohly být porovnány s jinými údaji, protože tyto hodnoty nebyly výrobcem uváděny.

4.1.1 Charakterizace pojiva

Tabulka 11 Obsah sušiny a epoxidový ekvivalent testovaného a srovnávacího epoxidu

Pojivo	Sušina [%]	EE [EE/kg]
Vodou ředitelné disperzní pojivo	55,0	0,90
Srovnávací pojivo	52,5	0,78

4.1.2 Charakterizace tvrdidla

Tabulka 12 Obsah sušiny a aminové číslo testovaného a srovnávacího tvrdidla

Tvrdidlo	Sušina [%]	Aminové číslo [-]
Vodou ředitelné disperzní tvrdidlo	54,6	108,0
Srovnávací emulzní tvrdidlo	50,1	126,7

4.2 Charakterizace pigmentů a plniv

4.2.1 Stanovení hustoty, olejového čísla a kritické objemové koncentrace pigmentu

Popis stanovení uvedených veličin byl uveden v experimentální části. Hodnoty těchto veličin byly klíčové nejen pro provedení přípravy formulace nátěrových hmot, ale i pro samotnou použitelnost takto upraveného pojiva. Při práci bylo dohromady použito 17 pojiv a pigmentů, pro ně jsou v následující tabulce uvedeny hustoty, olejová čísla a KOKP.

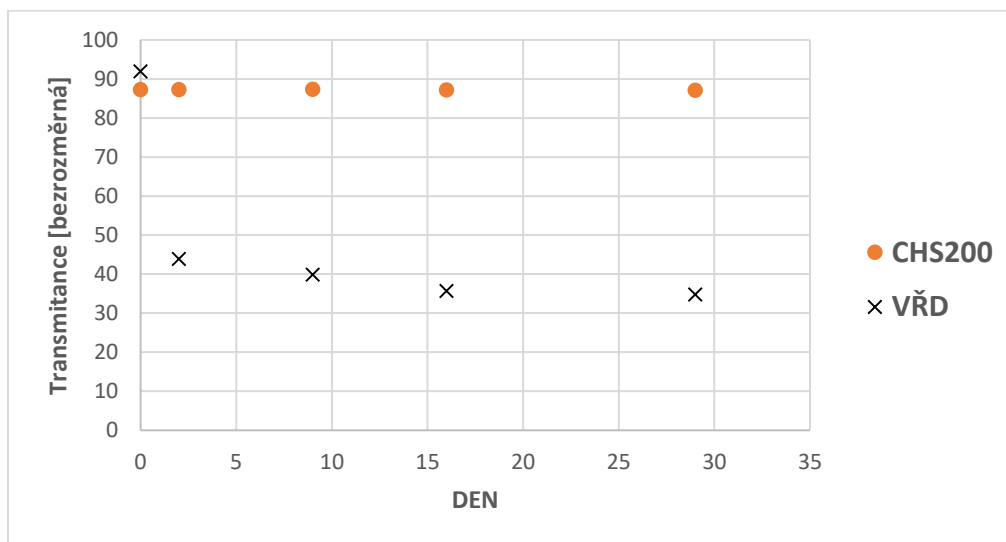
Tabulka 13 olejové číslo, KOKP a hustota pigmentů a plniv

Název plniva/pigmentu	Olejové číslo [g oleje/100g pigmentu]	KOKP	Hustota [g/cm ³]
Dorkafil	63,46	34,03	2,78
Oxid zinečnatý	21,3	42,54	4,3
Litopon	10,68	66,46	2,82
Sulfid zinečnatý	19,5	53,11	2,72
Steopac A	52,3	38,16	2,82
Vápenec	16,56	59,61	2,72
Oxid titaničitý	22,67	58,37	3,92
Plastorit	26,36	57,61	2,54
Mastek Talc ST30	37,55	46,54	2,79
Síran barnatý (Blancfixe)	19,3	51,9	4,37
Hematit Fe ₂ O ₃	17,8	50,16	5,08
Wollastonit	33,5	52,28	2,48
Sulfid zinečnatý	19,5	53,11	4,12
Oxid zinečnatý	21,3	42,54	5,77
Zinkferrit	23,80	42,41	5,18
Zinkfosfát	24,28	49,13	3,88
Benzochinon + p-fenyldiamin	44,56	56,22	1,62
Perovskit CaTiO ₃	16,07	58,0	4,10
MoS ₂	26,45	39,85	5,39

4.3 Fyzikální vlastnosti povrchů epoxidových povlaků s obsahem zkoumaných plniv a pigmentů

4.3.1 Měření zbledání nátěru po vystavení vodě

Zatímco v kapitole 3.9.1 byla popsána tato metoda, do této části byl přidán graficky znázorněný pokles transmittance v čase. Zatímco u srovnávacího pojiva nedocházelo k zbledání, u měřené vodou ředitelné disperze po čase došlo k propouštění pouze 35 % záření. U všech aplikovaných pojiv navíc po čase došlo vlivem kontaktu s vodou k tvorbě osmotických puchýrků. U vodou ředitelného pojiva došlo mezi předposledním a posledním měřením také k úplné ztrátě adheze ke skleněnému podkladu a destrukci filmu. Fotografie z tohoto měření byly uvedeny v diskuzi.



Obrázek 20 Měření zbledání povlaků na skleněných panelech

4.3.2 Měření povrchové tvrdosti na kyvadle Persoz

4.3.2.1 Povrchová tvrdost nepigmentovaných pojiv

Naměřené hodnoty byly uvedeny v následujících tabulkách, které byly rozděleny podle dvou OKP a u pigmentovaných nátěrových filmů s OKP = 10 % navíc podle doprovodného plniva. Nejprve je zde ale uvedeno stanovení povrchové tvrdosti dvou nepigmentovaných nátěrových filmů. Jednalo se o důležité předběžné měření, skleněné panely byly natřeny pravítkem se štěrbinou 200 μm . Byly připraveny dva skleněné panely, jeden s testovanou vodou ředitelnou epoxidovou disperzí a jeden se srovnávacím pojivem. Z grafu je zřejmé, že nátěrové filmy obou nepigmentovaných pojiv dosahují za standardních podmínek podobné tvrdosti. První 4 měření byla provedena ve stejný den. Toto měření trvalo 95 dní pro první typ pojiva a 91 dní pro srovnávací pojivo.

Tabulka 14 Měření relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva DFT = 50 \pm 5 μm

Pojivo	Relativní povrchová tvrdost [%]							
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27	Den 32	Den 39	Den 67	Den 95
Vodou ředitelné disperzní pojivo	49,9	58,8	59,3	65,3	62,5	68,7	69,6	72,3

Tabulka 15 Měření relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného srovnávacího epoxidu, DFT = 50 \pm 5 μm

Pojivo	Relativní povrchová tvrdost [%]						
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27	Den 42	den 70	Den 91
Srovnávací epoxidové pojivo	34,5	51,4	58,5	62,9	62,1	64,2	68,5

4.3.2.2 Povrchová tvrdost pigmentovaných pojiv

Popis tohoto experimentu byl uveden v kapitole 3.9. Měření bylo provedeno 2, 6, 13 a 27 den. Stejně jako u nepigmentovaného organického povlaku, i tyto pigmentem či plnivem modifikované povlaky rychle zvýšily svou povrchovou tvrdost v prvních 48 hodinách po aplikaci. Výsledky budou komentovány v kapitole Diskuze.

Tabulka 16: Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva, OKP = 20 %, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Relativní povrchová tvrdost [%]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
TiO ₂ AVO1	43,7	45,3	44,8	46,1
Dorkafil	49,0	50,5	50,6	53,3
Litopon	49,1	51,2	51,0	51,4
Mastek	44,0	46,5	47,3	48,0
Wollastonit	43,8	49,6	49,9	47,4
Hematit (Bayferrox)	51,3	53,4	54,2	54,8
Steopac A	41,0	42,2	42,2	50,6
Omyacarb	38,6	40,1	41,6	38,3
Plastorit	53,9	57,1	57,6	56,3
Blancfixe	54,2	55,2	56,3	51,1

Tabulka 17 Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva, Omyacarb a antikoročních pigmentů, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo a pigment	Relativní povrchová tvrdost [%]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
Omyacarb + ZnO	25,2	28,7	29,1	30,7
Omyacarb + ZnS	44,9	46,8	41,3	41,5
Omyacarb + Zinkferrit	46,7	46,0	45,8	46,0
Omyacarb + Zinkfosfát	34,9	37,6	37,7	40,9
Omyacarb + PANI	35,5	36,5	36,9	49,4
Omyacarb + Perovskit	36,5	37,6	36,5	39,0
Omyacarb + MoS ₂	32,6	34,3	34,1	49,8

Tabulka 18 Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematitu a antikoročních pigmentů OKP = 10 %, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo a pigment	Relativní povrchová tvrdost [%]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
Hematit + ZnO	35,7	37,4	37,1	38,9
Hematit + ZnS	42,3	44,6	45,5	45,8
Hematit + Zinkferrit	30,6	51,4	51,6	47,0
Hematit + Zinkfosfát	39,3	45,3	45,9	44,8
Hematit + PANI	44,2	46,2	50,2	44,8
Hematit + Perovskit	34,4	37,1	36,5	36,8
Hematit + MoS ₂	47,6	51,3	52,3	48,7

4.3.3 Bucholtzova vrypová zkouška

Na stejných panelech s organickými povlaky s obsahem plniv a pigmentů (OKP = 10 % i OKP = 20 %), na kterých byla měřena povrchová tvrdost, byla provedena zkouška odolnosti proti vrypům. Provedení této zkoušky bylo vysvětleno v kapitole 3.9. V tomto experimentu byly lépe viditelné změny respektive růst tvrdosti povrchu aplikovaného pojiva. Tabulky s průměrnými hodnotami tří délek byly rozděleny stejným způsobem, jako ty pro měření tvrdosti. Výsledky byly komentovány v kapitole s diskuzí.

Tabulka 19: Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 %, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Délka vrypu [mm]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
TiO ₂ AVO1	1,9	1,2	1,0	1,1
Dorkafil	1,6	1,5	1,0	1,0
Litopon	1,5	1,2	1,2	1,0
Mastek	>2	1,5	1,2	1,0
Wollastonit	>2	1,6	1,0	0,9
Hematit (Bayferrox)	1,6	1,5	1,3	1,0
Steopac A	>2	1,0	1,1	1,1
Omyacarb	>2	1,6	1,1	0,8
Plastorit	>2	1,5	1,2	0,8
Blancfixe	1,5	1,2	1,2	1,0

Tabulka 20 Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo a pigment	Délka vrypu [mm]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
Omyacarb + ZnO	2,0	1,9	1,7	1,5
Omyacarb + ZnS	1,3	1,1	0,9	0,8
Omyacarb + Zinkferrit	1,4	1,2	1,1	1,0
Omyacarb + Zinkfosfát	>2	1,9	1,6	1,4
Omyacarb + PANI	>2	1,4	1,0	1,0
Omyacarb + Perovskit	1,7	1,3	1,2	1,2
Omyacarb + MoS ₂	1,2	1,2	1,2	1,0

Tabulka 21: Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo a pigment	Délka vrypu [desetiny mm]			
	Den 2	Den 6	Den 13	Den 27
Hematit + ZnO	1,9	1,6	1,5	1,4
Hematit + ZnS	>2	1,5	1,1	1,0
Hematit + Zinkferrit	1,5	1,5	1,4	1,2
Hematit + Zinkfosfát	1,5	1,5	1,4	1,2
Hematit + PANI	1,4	1,3	1,0	1,0
Hematit + Perovskit	>2	1,9	1,4	1,5
Hematit + MoS ₂	1,4	1,2	1,2	1,1

4.3.4 Měření lesku na skleněných panelech

Toto měření bylo jako třetí v pořadí provedeno na skleněných panelech s pigmentovanými organickými povlaky. V tabulkách jsou opět uvedeny hodnoty pro druhý, šestý, třináctý a dvacátý sedmý den. Pro všechna pojiva byla do tabulek zapsána výsledná čísla naměřená pod třemi úhly. Hodnoty se až na výjimečné případy v čase neměnily.

Tabulka 22 Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment a pojivo	Lesk											
	Den 2			Den 6			Den 13			Den 27		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Omyacarb + ZnO	1,3	5,4	21,9	1,3	5,8	25,7	1,4	6,6	28	1,4	6,2	28
Omyacarb + ZnS	1,1	4,8	27,3	1	4,5	27,3	1,1	4,7	27,6	1,1	4,9	27,6
Omyacarb + Zinkferrit	0,3	3,2	34,6	0,3	3,2	35,7	0,3	3,2	34,6	0,3	3,3	34,1
Omyacarb + Zinkfosfát	1,1	6,5	27,4	1	5,2	26,4	1	6,3	26,4	1,1	6,5	26,6
Omyacarb + PANI	0,3	1,6	5,4	0,3	1,7	6,2	0,3	1,8	5,7	0,3	1,8	5,7
Omyacarb + Perovskit	2,9	21,3	38,8	3,2	23,1	42,8	3,3	43,3	43	3,7	26	47
Omyacarb + MoS ₂	0,4	5,9	17,3	0,5	6,8	16,2	0,5	6,6	20,2	0,4	5,8	17,8

Tabulka 23 Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment a pojivo	Lesk											
	Den 2			Den 6			Den 13			Den 27		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Hematit + ZnO	0,6	11,8	66	1,1	5,8	28,3	0,6	11,9	66,6	0,6	12,1	65,4
Hematit + ZnS	0,3	3,7	62,1	0,3	3,6	61,6	0,3	3,7	61,8	0,3	3,8	61,3
Hematit + Zinkferrit	0,3	4,4	60,3	0,3	4,4	66,7	0,3	4,5	63,3	0,3	4,7	65,9
Hematit + Zinkfosfát	0,3	3,8	54,9	0,3	4	53,4	0,3	4	53,1	0,3	4,8	58,3
Hematit + PANI	0,4	4,7	28,6	0,4	5,3	26,2	0,3	4,5	28,4	0,4	4,7	28,4
Hematit + Perovskit	0,5	5,6	16,6	0,5	5,6	16,6	0,5	5,7	16	0,5	5,8	16,8
Hematit + MoS₂	0,3	5	60,2	0,3	4,5	58,4	0,3	5	59,9	0,3	4,8	58,3

Tabulka 24: Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 %, DFT = 50 ± 10 μm

Pojivo	Lesk											
	Den 2			Den 6			Den 13			Den 27		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
TiO₂ AVO1	2,7	19	68,3	2,7	19,2	69,6	2,5	17,5	66,7	2,7	18,6	67,1
Dorkafil	0,8	3,3	9,5	0,8	3,2	9,4	0,8	3,3	9,2	0,8	3,2	9,1
Litopon	1	4,2	42,3	0,9	4,3	41,7	0,9	4,3	41,3	0,9	4,1	40,1
Mastek	0,8	3,7	31,5	0,8	3,6	31,3	0,9	3,9	33,6	0,8	3,8	31,6
Wollastonit	0,7	3,6	21,1	0,7	3,7	16,1	0,7	3,6	17,3	0,7	3,8	20,9
Hematit	0,7	9,2	43,1	0,7	9,7	43,8	0,7	10,3	47,9	0,7	9,6	43
Steopac A	1,1	5,7	57,2	1,1	5,9	56,5	0,7	6,1	61,4	0,8	6,9	60,4
Omyacarb	0,8	4,1	11,5	0,6	4,5	13,9	0,5	4,2	12,2	0,6	4,5	11,1
Plastorit	0,6	3,1	25,5	0,6	3,2	27	0,5	3,3	26,8	0,6	3,2	25,1
Blancfixe	0,7	3,8	48,5	0,7	4	49,4	0,6	4,2	48,4	0,7	4,4	47,6

4.4 Hodnocení vlastností organických povlaků korozními zkouškami

Do této kapitoly byly uvedeny výsledky korozních zkoušek, včetně podrobného rozdělení jednotlivých skupin panelů. Organické povlaky byly rozděleny podle toho, zda obsahovaly promotor adheze o vytipovaném tužicím poměru 0,5 hm% či nikoli, také podle toho, zda na nich byl proveden příčný řez nebo pokud byl ponechán po aplikaci. Povrch všech panelů byl chráněn nátěrovým filmem o dvou vrstvách, druhá vrstva byla nutná z důvodu příliš nízké tloušťky suchého filmu s jednou vrstvou. Výsledky byly zapsány v tabulkách po 96, 120 a v případě zkoušky v kondenzační komoře po 240 hodinách. V diskuzi pak bylo upřesněno, jak panely s celkovou vyšší korozní odolností odolávaly po 48 hodinách. Pokud bylo v daných kategoriích testováno také nepigmentované pojivo, pak byl jeho výsledek zapsán na posledním řádku tabulky s plnivem o OKP = 20 %.

4.4.1 Výsledek korozní zkoušky pojiv v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

Pro tuto zkoušku byly připraveny panely, na které bylo aplikováno pojivo s jedním typem plniva o OKP = 20 %. Tyto panely byly dále rozděleny do tří skupin. První skupina byla tvořena panely bez obsahu promotoru adheze, druhá byla tvořena panely s obsahem promotoru adheze bez řezu a třetí skupina byla tvořena panely bez promotoru adheze s příčným řezem. V případě pigmentovaných organických povlaků s plnivem, který byl Omyacarb a Hematit, o OKP = 10 % byly připraveny dvě skupiny. První tvořily panely bez obsahu promotoru adheze a druhou s obsahem promotoru. Panely byly testovány době odpovídající životnosti v korozním prostředí typu C3.

4.4.1.1 Výsledky korozní zkoušky po 96 hodinách v kondenzační komoře

Tabulka 25: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo / Promotor	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
TiO ₂	0	8F	0	-*
TiO ₂ / P	0	8F	0	-
Dorkafil	0	-	0	-
Dorkafil / P	0	6MD	0	-
Litopon	0,03	6M	0	-
Litopon / P	0,03	-	0	-
Mastek	0	-	0	-
Mastek / P	0	6F	0	-
Wollastonit	0	6M	0	-
Wollastonit / P	0,03	-	0	-
Hematit	0	6D	0	-
Hematit / P	0	8F	0	-
Steopac A	0	-	0	-
Steopac A / P	0	6F	0	-
Omyacarb	0	8F	0	-
Omyacarb / P	0	-	0	-
Plastorit	0	-	0	-
Plastorit / P	0	8F	0	-
Blancfixe	0	-	0	-
Blancfixe / P	0	-	0	-
Nepigmentované pojivo	0	6F	0	-
Nepigmentované pojivo / P	0	6F	0	-

*vysvětlení: Koroze v ploše panelu hodnocena po 240 hodinách kdy byl NF odstraněn, P = Promotor adheze

Tabulka 26: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
TiO ₂	0	0	-	8M	0	-	-
Dorkafil	0	0	-	-	0	-	-
Litopon	0 – 0,5	<0,03	-	-	0,5	-	-
Mastek	0	0	-	8F	0	-	-
Wollastonit	0	0	-	6F	0	-	-
Hematit	0 – 0,5	0	-	6D	0	-	-
Steopac A	0	0	-	-	0	-	-
Omyacarb	0	0	-	8F	0	-	-
Plastorit	0	0	-	-	1	-	-
Blancfixe	0 – 0,5	-	-	-	0	-	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 27: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	-	8M	0	-
Omyacarb + ZnS	0	-	5	-
Omyacarb + ZnS / P	0	-	0	-
Omyacarb + Zinkferrit	0	-	0	-
Omyacarb + Zinkferrit / P	0	8M	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát	0,03	-	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát / P	0	-	0	-
Omyacarb + PANI	0	6MD	0	-
Omyacarb + PANI / P	0	6F	0	-
Omyacarb + Perovskit	0,03	6F	0	-
Omyacarb + Perovskit / P	0	8F	0	-
Omyacarb + MoS ₂	10	8F	0	-
Omyacarb + MoS ₂ / P	0,3	6F	0	-

*vysvětlení: P = promotor adheze

Tabulka 28: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva hematit a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	0,03	4MD	0	-
Hematit + ZnO / P	0,3	-	2	-
Hematit + ZnS	0,3	-	0,5	-
Hematit + ZnS / P	0	8F	0	-
Hematit + Zinkferrit	0	-	0,1	-
Hematit + Zinkferrit / P	0	-	0	-
Hematit + Zinkfosfát	0,03	6D	0	-
Hematit + Zinkfosfát / P	0	-	0	-
Hematit + PANI	1	6D	0	-
Hematit + PANI / P *	-	8MD	80	0,1
Hematit + Perovskit	0	0	0	-
Hematit + Perovskit / P	0	4F	1	-
Hematit + MoS ₂	0,03	-	0	-
Hematit + MoS ₂ / P	0	-	0	-

*vysvětlení: Pojivo s hematitem a PANI a promotorem adheze ztratilo přilnavost již po 48 hodinách zkoušky, P = promotor adheze

4.4.1.2 Výsledky korozní zkoušky po 120 hodinách v kondenzační komoře

Tabulka 29: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Plnivo / Promotor	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
TiO ₂	-	-	30	-
TiO ₂ / P	-	8F	0	-
Dorkafil	0	8M	0	-
Dorkafil / P	0	-	0	-
Litopon	<0,03	-	0	-
Litopon / P	1	6F	0	-
Mastek	0	-	0	-
Mastek / P	0	8F	0	-
Wollastonit	0	8F	0	-
Wollastonit / P	0	-	0	-
Hematit	0	8D	0	-
Hematit / P	0	8MD	0	-
Steopac A	0	6F	0	-
Steopac A / P	10	8M	0	-
Omyacarb	0,03	6F	0	-
Omyacarb / P	0,03	-	0	-
Plastorit	0,03	-	0	-
Plastorit / P	0	8F	0	-
Blancfixe	<0,03	8F	0	-
Blancfixe / P	0	8M	0	-
Nepigmentované pojivo	0	6F	0	-
Nepigmentované pojivo / P	0	6M	0	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 30: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
TiO ₂	0	0	-	8MD	2	-	-
Dorkafil	0-0,5	0	-	8MD	0	-	-
Litopon	0-0,5	<0,03	-	-	0,5	-	-
Mastek	0-0,5	0	-	-	0	-	-
Wollastonit	0	0	-	6F	0	-	-
Hematit	0	0	-	6D	0	-	-
Steopac A	0-0,5	0	-	6F	0	-	-
Omyacarb	1-1,5	0,03	-	8F	0	-	-
Plastorit	0,5-1	0	-	-	1	-	-
Blancfixe	0-0,5	0	-	-	0	-	-

Tabulka 31: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	0	6M	0	-
Omyacarb + ZnS	0,03	6MD	7	-
Omyacarb + ZnS / P	0	-	0	-
Omyacarb + Zinkferrit	0	-	0	-
Omyacarb + Zinkferrit / P	0	6F	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát	1	8F	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát / P	0	6M	0	-
Omyacarb + PANI	0	-	0	-
Omyacarb + PANI / P	0	4MD	0	-
Omyacarb + Perovskit	0,03	6F	40	0,1
Omyacarb + Perovskit / P	0,03	4F	0	-
Omyacarb + MoS ₂	16	6MD	0	-
Omyacarb + MoS ₂ / P	0,03	4F	1	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 32: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	0,03	4MD	0	-
Hematit + ZnO / P	0,3	4D	10	-
Hematit + ZnS	0,03	4F	0	-
Hematit + ZnS / P	0	8F	33	-
Hematit + Zinkferrit	0	8F	0	-
Hematit + Zinkferrit / P	0	-	5	-
Hematit + Zinkfosfát	0,03	8MD	0	-
Hematit + Zinkfosfát / P	0	6D	1	-
Hematit + PANI	1	8D	16	-
Hematit + Perovskit	0	6F	10	-
Hematit + Perovskit P	0	6M	0	-
Hematit + MoS ₂	0,03	8M	0	-
Hematit + MoS ₂ P	0	8F	2	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

4.4.1.3 Výsledky korozní zkoušky po 240 hodinách v kondenzační komoře

Tabulka 33 Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo / Promotor	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
TiO ₂	0,03	8F	40	10-15
TiO ₂ / P	0	8F	0	0
Dorkafil	0	8M	0	0
Dorkafil / P	0	6MD	0	<0,03
Litopon	1	6M	1	0
Litopon / P	1	4F	0	0
Mastek	0	-	0	0
Mastek / P	<0,03	6F	0	0
Wollastonit	0	6M	0	0
Wollastonit / P	0,03	4F	2	0
Hematit	0	6D	0	0
Hematit / P	0	8MD	0	0,03
Steopac A	0	6F	0	0
Steopac A / P	10	6F	0	0
Omyacarb	0,03	6F	0	0
Omyacarb / P	0,03	-	0	0
Plastorit	1	-	0	0
Plastorit / P	0,03	8F	0	0,03
Blancfixe	0,1	8MD	0	0
Blancfixe / P	0	8M	0	0,03
Nepigmentované pojivo	0	6F	0	0
Nepigmentované pojivo / P	0	6M	0	0

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 34: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
TiO ₂	0	<0,03	-	8MD	2	0,03	0-0,5
Dorkafil	0-0,5	0	-	8MD	0	0	0
Litopon	0-0,5	0,03	-	4M	0,5	0,1	0,5-1
Mastek	0-0,5	0	-	-	0	0	0
Wollastonit	0	0	-	6F	0	0	0-0,5
Hematit	0	0	-	6MD	0	<0,03	0
Steopac A	0-0,5	0	-	6F	0	0	0-0,5
Omyacarb	1-1,5	0,03	-	8F	0	0,03	0-0,5
Plastorit	0,5-1	0	-	-	1	0	0-0,5
Blancfixe	0-0,5	<0,03	-	-	0	0	0-0,5

Tabulka 35: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	0	6M	0	10
Omyacarb + ZnS	0,03	6MD	7	<0,03
Omyacarb + ZnS / P	1	6F	5	0
Omyacarb + Zinkferrit	0	8F	0	0
Omyacarb + Zinkferrit / P	0	6F	0	0
Omyacarb + Zinkfosfát	1	8F	0	<0,03
Omyacarb + Zinkfosfát / P	16	6M	10	5
Omyacarb + PANI	0	-	0	<0,03
Omyacarb + PANI / P	0	4MD	0	0
Omyacarb + Perovskit / P	0,03	4F	0	0,03
Omyacarb + MoS ₂	16	6MD	0	2-5
Omyacarb + MoS ₂ / P	0,03	4F	1	0,1-1

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 36: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	0,03	4MD	0	0,03
Hematit + ZnO / P	0,03	4D	10	1
Hematit + ZnS	0,03	4F	0	0
Hematit + ZnS / P	0	8F	33	1
Hematit + Zinkferrit	0	8F	1	1
Hematit + Zinkferrit / P	0	-	5	0
Hematit + Zinkfosfát	0,03	8MD	0	<0,03
Hematit + Zinkfosfát / P	0,03	6D	10	7
Hematit + PANI	1	8D	16	0,03
Hematit + Perovskit	0	6F	10	0
Hematit + Perovskit / P	0	6M	0	0
Hematit + MoS ₂	0,03	8M	3	<0,03
Hematit + MoS ₂ / P	0	8F	2	<0,03

*vysvětlení: P = Promotor adheze

4.4.2 Výsledek korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy

V této metodě byly testované panely rozděleny následovně: Panely, na které bylo aplikováno pojivo s obsahem jednoho plniva (OKP = 20 %) byly roztrženy do skupiny s pojivem bez obsahu promotoru a bez řezu, do druhé skupiny s obsahem promotoru bez řezu a třetí byla tvořena panely se zhotovených řezem bez promotoru. Panely s pigmentovaným organickým povlakem s obsahem antikorozičního pigmentu a plniva o OKP = 10 % byla tvořena čtyřmi skupinami. První bez promotoru adheze a bez řezu, druhá s řezem, třetí s promotorem adheze a čtvrtá s promotorem adheze včetně příčného řezu.

4.4.2.1 Výsledky korozní zkoušky po 96 hodinách atmosféře neutrální solné mlhy

Tabulka 37 Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
TiO ₂	-	-	100	100
Dorkafil	1	8F	0	-
Litopon	1	8M	0	-
Mastek	0	-	0	-
Wollastonit	0	-	0	-
Hematit	16	4D	100	33
Steopac A	16	6F	0	-
Omyacarb	0,03	-	0	-
Plastorit	0,03	-	0	-
Blancfixe	10	8F	0	-
Nepigmentované pojivo	0	-	0	0
Nepigmentované pojivo P	0	6F	0	0

Tabulka 38: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s příčným řezem s obsahem plniva o OKP = 20 % a promotorem a bez promotoru adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Plnivo / Promotor	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
TiO ₂	*	70	-	-	100	50	0,5-1
TiO ₂ / P	0-0,5	0,03	-	6MD	0	-	-
Dorkafil	0,5 -1	0,1	-	6M	0	-	-
Dorkafil / P	0 – 0,5	-	-	8M	50	16	0,5-1
Litopon	0	16	-	6MD	0	10	1
Litopon / P	>1	80	-	-	100	>50	0-0,5
Mastek	>1	0	-	-	5	-	-
Mastek / P	>1	33	-	-	100	25-33	>1
Wollastonit	0,5 -1	-	-	-	0	-	-
Wollastonit / P	0 – 0,5	0	4MD	-	5	-	-
Hematit	0 – 0,5	33	-	-	100	-	-
Hematit / P	>1	16	-	-	100	25-33	0,5-1
Steopac A	0	0	-	-	0	-	-
Steopac A / P	>1	0	-	-	100	-	-
Omyacarb	-	<0,03	-	-	5	-	-
Omyacarb / P	*	33	-	-	100	33-50	>1
Plastorit	0,5 - 1	<0,03	-	-	0	-	-
Plastorit / P	>1	10	-	-	2	66	0,5-1
Blancfixe	-	15	-	4MD	0	-	-
Blancfixe / P	0 - 0,5	0,03	-	8M	5	16	>1

* Vysvětlení: ztráta přilnavosti od řezu, nelze vyhodnotit, P = Promotor adheze

Tabulka 39: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	50	4F	3	-
Omyacarb + ZnS	3	8F	0	-
Omyacarb + ZnS / P	>50	2F	25	>50
Omyacarb + Zinkferrit	0,3	-	0	-
Omyacarb + Zinkferrit / P	1	4M	5	-
Omyacarb + Zinkfosfát	33	6M	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát / P	50	8M	0	16
Omyacarb + PANI	3	-	0	-
Omyacarb + PANI / P	0,1	8M	0	-
Omyacarb + Perovskit	3	6F	2	10-16
Omyacarb + Perovskit / P	16	6M	0	-
Omyacarb + MoS ₂	1	-	0	-
Omyacarb + MoS ₂ / P	0,1	6MD	0	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 40: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	15	-	0	-
Hematit + ZnO / P	0,1	6MD	0	-
Hematit + ZnS	0,1	-	100	33
Hematit + ZnS / P	0	8F	2	-
Hematit + Zinkferrit	1	6F	5	-
Hematit + Zinkferrit / P	0	-	0	-
Hematit + Zinkfosfát	16	-	3	-
Hematit + Zinkfosfát / P	0,1	-	15	50
Hematit + PANI	-	2M	5	-
Hematit + PANI / P	0,03	6MD	2	-
Hematit + Perovskit	33	8MD	0	-
Hematit + Perovskit / P	15	8D	50	-
Hematit + MoS₂	0,03	-	100	-
Hematit + MoS₂ / P	0,03	-	2	-

Tabulka 41: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [%]
Omyacarb + ZnO	0	10	-	2F	10	60	>1
Omyacarb + ZnS	1 – 1,5	1	-	8F	0	-	-
Omyacarb + ZnS / P	>1	0	-	-	20	33	>1
Omyacarb + Zinkferrit	0	0,1	-	8MD	50	10	0,5-1
Omyacarb + Zinkferrit / P	>1	0,1	-	8M	0	-	-
Omyacarb + Zinkfosfát	>1	16	-	-	15	-	-
Omyacarb + Zinkfosfát / P	>1	>50	-	-	100	16-33	0,5-1
Omyacarb + PANI	>1	0	-	-	0	-	-
Omyacarb + PANI P	>1	0	-	-	0	-	-
Omyacarb + Perovskit	>1	0	-	6F	33	-	-
Omyacarb + Perovskit / P	>1	0	-	4F	0	-	-
Omyacarb + MoS ₂	0	0	-	6MD	3	-	-
Omyacarb + MoS ₂ / P	0	0	2F	-	5	-	-

* Vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 42: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [%]
Hematit + ZnO	>1	33	2M	2M	0	-	-
Hematit + ZnO / P	>1	16	-	6M	0	-	-
Hematit + ZnS	0-0,5	0,1	-	-	0	-	-
Hematit + ZnS / P	0	0	-	-	5	-	-
Hematit + Zinkferrit	>1	0,01	-	-	0	-	-
Hematit + Zinkferrit / P	>1	0	6M	-	*	-	-
Hematit + Zinkfosfát	>1	>50	-	-	100%	33	0,5-1
Hematit + Zinkfosfát / P	>1	0	-	4M	0	-	-
Hematit + PANI	0,5-1	0	-	6F	5	-	-
Hematit + PANI / P	>1	0,1	-	8M	0	-	-
Hematit + Perovskit	0-0,5	-	8F	6M	0	-	-
Hematit + Perovskit / P	0-0,5	0,1	-	8M	0	-	-
Hematit + MoS ₂	0,5-1	0	-	8M	16	-	-
Hematit + MoS ₂ / P	0-0,5	0,03	-	8M	0	-	-

* Vysvětlení: Delaminace >5 mm v ploše řezu, P = Promotor adheze

4.4.2.2 Výsledky korozní zkoušky po 120 hodinách v atmosféře neutrální solné mlhy

Tabulka 43: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Dorkafil	3	8F	0	0,1
Litopon	10	6MD	0	1
Mastek	0	-	0	<0,03
Wollastonit	0	-	0	<0,03
Steopac A	33	6F	0	5-10
Omyacarb	<0,03	-	0	0,03
Plastorit	0,3	-	0	0,03
Blancfixe	3	8F	0	2-5
Nepigmentované pojivo	0	-	0	0
Nepigmentované pojivo / P	<0,03	6F	0	0

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 44: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s příčným řezem s obsahem plniva o OKP = 20 % a promotorem a bez promotoru adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 µm

Plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
TiO ₂ P	0-0,5	10	-	-	5	0,03	0-0,5
Dorkafil	1	0	-	<8F	0	1	0,5-1
Litopon / P	1-1,5	0	-	-	0	33	>1
Mastek	>1	0	-	-	0	0,03	>1
Wollastonit	1,5-1	<0,03	-	-	0	0,03	1
Wollastonit / P	1-1,5	33	-	-	40	<0,03	0,5-1
Hematit	-	-	-	-	100	>50	>1
Steopac A	1,5-1	0,03	-	-	0	0	0,5-1
Steopac A / P	>1	10	-	-	0	16	0,5-1
Omyacarb	0-0,5	0	-	-	10	0,1	>1
Plastorit	0,5-1	0,03	-	-	0	0,03	1
Blancfixe	0-0,5	0,3	-	8F	0	0,1	0,5-1

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 45: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	33	0	100	16
Omyacarb + ZnS	15	8M	2	10-16
Omyacarb + Zinkferrit	10	8M	0	16
Omyacarb + Zinkferrit / P	16	6F	100	16
Omyacarb + Zinkfosfát	50	-	5	5
Omyacarb + PANI / P	0,3	6F	0	3-5
Omyacarb + Perovskit / P	10	6F	10	0,1
Omyacarb + MoS ₂	1	-	0	0,1
Omyacarb + MoS ₂ / P	-	2M	100	5-10

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 46: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoroziního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziní pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	16	-	2	16
Hematit + ZnO / P	0,3	6F	5	33
Hematit + ZnS / P	-	-	100	33
Hematit + Zinkferrit	3	6F	50	16
Hematit + Zinkferrit / P	0	-	0	0,1
Hematit + Zinkfosfát	3	4M	70	16
Hematit + PANI	-	-	100	75
Hematit + PANI P	-	-	100	10-16
Hematit + Perovskit	10	-	0	2-5
Hematit + Perovskit / P	16	-	0	0,03
Hematit + MoS ₂	-	-	100	50
Hematit + MoS ₂ / P	-	-	100	10

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 47: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
Omyacarb + ZnS	0,5-1	10	-	8M	15	50	>1
Omyacarb + Zinkferrit / P	>1	0,1	-	8M	0	0,1	>1
Omyacarb + Zinkfosfát	>1	16	-	2M	15	16	0-0,5
Omyacarb + PANI	1-1,5	0,03	-	-	50	10	>1
Omyacarb + PANI / P	0-0,5	1	-	6M	0	5	1
Omyacarb + Perovskit	1-1,5	0,03	-	-	100	33	0-0,5
Omyacarb + Perovskit / P	0-0,5	1	-	6F	0	0,1	>1
Omyacarb + MoS ₂	-	-	-	8MD	100	60	>1
Omyacarb + MoS ₂ / P	-	-	-	-	100	25	0-0,5

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 48: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm

Antikoroziční pigment a plnivo	Koroze v řezu NF [mm]	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]	Koroze v řezu panelu [mm]
Hematit + ZnO	>1	33	2M	2M	0	16	0,5-1
Hematit + ZnO / P	>1	16	-	6M	0	33	0-0,5
Hematit + ZnS	0-0,5	10	-	-	0	80	0,5-1
Hematit + ZnS / P	0,5-1	0	-	4M	5	16	0,5-1
Hematit + Zinkferrit	-	-	-	4M	100	0	>1
Hematit + Zinkferrit / P	0	0	-	-	0	0	0
Hematit + Zinkfosfát / P	0,5-1	0	-	4MD	5	0	>1
Hematit + PANI	0,5-1	0	-	6D	5	0,1	>1
Hematit + PANI / P	>1	0,1	-	8M	20	0,1	0,5-1
Hematit + Perovskit	0-0,5	-	8F	6M	0	0,1	>1
Hematit + Perovskit / P	0,5-1	0,1	-	8M	10	0,1	0
Hematit + MoS ₂	0,5-1	3	-	8M	16	5	0,5-1
Hematit + MoS ₂ / P	0-0,5	0,03	-	8M	0	10	0,5-1

*vysvětlení: P = Promotor adheze

4.4.3 Výsledek korozní zkoušky pojiv ve vlhké atmosféře s obsahem SO₂

V této metodě byly testovány panely, na které bylo aplikováno pojivo s obsahem antikoročního pigmentu a plniva o OKP = 10 %. Pro každé pojivo byly připraveny dva panely, jeden bez obsahu promotoru adheze a druhý s obsahem promotoru adheze. Výsledky pro nepigmentované organické povlaky byly uvedeny v tabulce s pigmentovanými organickými povlaky s plnivem hematit.

4.4.3.1 Výsledky korozní zkoušky po 96 hodinách v SO₂ komoře

Tabulka 49: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO₂ pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 a plniva Omyacarb po 96 hodinách, DFT = 130 ± 10 μm

Antikoroční pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	33	6MD	0	-
Omyacarb + ZnO / P	0	-	0	-
Omyacarb + ZnS	15	8F	0	-
Omyacarb + ZnS / P	10	6M	2	-
Omyacarb + Zinkferrit	7	8D	0	-
Omyacarb + Zinkferrit / P	33	6F	0	-
Omyacarb + Zinkfosfát	3	4M	25	>50
Omyacarb + Zinkfosfát / P	33	-	15	>50
Omyacarb + PANI	16	-	0	-
Omyacarb + PANI / P	-	-	0	-
Omyacarb + Perovskit	20	-	0	-
Omyacarb + Perovskit / P	50	8F	5	-
Omyacarb + MoS ₂	80	8F	0	-
Omyacarb + MoS ₂ / P	10	8M	0	-

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 50: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO₂ pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit po 96 hodinách, DFT = 130 ± 10 μm

Antikoroční pigment a plnivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	10	4F	0	-
Hematit + ZnO / P	20	4F	0	-
Hematit + ZnS	40	-	3	-
Hematit + ZnS / P	20	-	10	-
Hematit + Zinkferrit	3	6D	0	-
Hematit + Zinkferrit / P	0,1	8D	0	-
Hematit + Zinkfosfát	15	6D	0	-
Hematit + Zinkfosfát / P	3	4F	0	-
Hematit + PANI	5	6MD	0	-
Hematit + PANI / P	0,03	8M	0	-
Hematit + Perovskit	20	4MD	33	-
Hematit + Perovskit / P	0	4F	0	-
Hematit + MoS ₂	90	6MD	20	-
Hematit + MoS ₂ / P	40	*	90	-
Nepigmentované pojivo	-**	-	100	100
Nepigmentované pojivo / P	0	8F	0	-

* Vysvětlení: Přes prokorodování nehodnotitelné, P = promotor adheze, ** Ztráta přilnavosti a prokorodování po 48 hodinách

4.4.3.2 Výsledky korozní zkoušky po 120 hodinách v SO₂ komoře

Tabulka 51: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO₂ pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a hematit po 120 hodinách, DFT = 130 ± 10 μm

Antikoroční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Omyacarb + ZnO	>50	8MD	0	3-10
Omyacarb + ZnS	33	-	0	16
Omyacarb + ZnS / P	15	-	0	3
Omyacarb + Zinkferrit	10	-	0	16
Omyacarb + Zinkferrit / P	33	-	15	16
Omyacarb + PANI	10	-	0	1
Omyacarb + PANI / P	5	-	0	0,03
Omyacarb + Perovskit	>50	-	5	10
Omyacarb + Perovskit / P	>50	-	0	3-10
Omyacarb + MoS ₂	33	2MD	0	15
Omyacarb + MoS ₂ / P	5	6M	30	20

*vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 52: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO₂ pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit po 120 hodinách, DFT = 130 ± 10 μm

Antikoroční pigment a pojivo	Koroze v ploše NF [%]	Puchýře v ploše [st.]	Ztráta adheze NF [%]	Koroze v ploše panelu [%]
Hematit + ZnO	10	-	2	0,1
Hematit + ZnO / P	33	-	0	10
Hematit + ZnS	10	2F	5	15
Hematit + ZnS / P	5	2M	5	3-10
Hematit + Zinkferrit	80	-	40	33
Hematit + Zinkferrit / P	60	-	20	50
Hematit + Zinkfosfát	15	-	0	0,1
Hematit + Zinkfosfát / P	10	6MD	5	3
Hematit + PANI	15	-	0	0,3
Hematit + PANI / P	10	-	0	1
Hematit + Perovskit	5	-	5	3
Hematit + Perovskit / P	15	6MD	30	10
Hematit + MoS ₂	90	-	100	20-30
Hematit + MoS ₂ / P	40	-	100	20-30
Nepigmentované pojivo / P	1	8F	0,5	3

*vysvětlení: P = Promotor adheze

4.4.4 Výsledek MEK testu

V následující tabulce byly uvedeny průměrné časy z dvou předběžných testů nepigmentovaného organického povlaku na skleněných panelech. Jednalo se o panely, na kterých byla také předběžně stanovena relativní povrchová tvrdost. Ze znalosti o nízké odolnosti vodou ředitelných pojiv vůči rozpouštědlům bylo první měření provedeno 14. den po aplikaci a druhé 28. den po aplikaci nátěru. Z obou testů bylo zjištěno, že odolnost nepigmentovaného nátěrového filmu vůči organickým rozpouštědlům s časem klesala. Na všech skleněných panelech, kde byla předtím měřena povrchová tvrdost, byla prováděna Bucholtzova vrypová zkouška a měřen lesk byl 14 a 28 dní po aplikaci proveden MEK Test. Bylo zjištěno, že některé hodnoty při druhém testu poklesly, a jiné naopak vzrostly. Poklesl i čas testovaného nepigmentovaného filmu, jehož průměrný čas z dvou testovaných panelů je uveden na spodním řádku tabulky z plnivy. Rostoucí odolnost byla požadovaným výsledkem, protože ukazovala, že použité plnivo bylo v pojivu přispívající ke zvýšení chemické odolnosti, která nepigmentovanému pojivu chyběla. Čas, po který nátěr odolal dvoutahům byl zaznamenán a hodnoty byly zaznamenány do tabulek. V diskuzi byly výsledky s rostoucí odolností porovnány s výsledky z ostatních zkoušek.

Tabulka 53: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem plniv o OKP = 20 % ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = 50 ± 10 μm

Pojivo	Den 14		Pojivo	Den 28	
	Čas protření [s]	Stav po 50 s		Čas protření [s]	Stav po 50 s
TiO ₂	19	-	TiO ₂	20	
Dorkafil	33	-	Dorkafil	83	2
Litopon	26	-	Litopon	36	
Mastek	29	-	Mastek	32	
Wollastonit	35	-	Wollastonit	40	
Hematit	40	-	Hematit	39,5	
Steopac A	44	-	Steopac	23	
Omyacarb	38	-	Omyacarb	40	
Plastorit	47	-	Plastorit	60	1
Blancfixe	27	-	Blancfixe	30	
Nepigmetované pojivo	54	1	Nepigmentované pojivo	48	-

Tabulka 54: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = 50 ± 10 μm

Pojivo	Den 14		Pojivo	Den 28	
	Čas protření [s]	Stav po 50 s		Čas protření [s]	Stav po 50 s
Omyacarb + ZnO	35	-	Omyacarb + ZnO	21	-
Omyacarb + ZnS	59	2	Omyacarb + ZnS	60	2
Omyacarb + Zinkferrit	27	-	Omyacarb + Zinkferrit	39	-
Omyacarb + Zinkfosfát	56	1	Omyacarb + Zinkfosfát	10	-
Omyacarb + PANI	65	2	Omyacarb + PANI	50	-
Omyacarb + Perovskit	30	-	Omyacarb + Perovskit	31	-
Omyacarb + MoS ₂	39	-	Omyacarb + MoS ₂	46	-

Tabulka 55: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = 50 ± 10 μm

Pojivo	Den 14		Pojivo	Den 28	
	Čas protření [s]	Stav po 50 s		Čas protření [s]	Stav po 50 s
Hematit + ZnO	28	-	Hematit + ZnO	26	-
Hematit + ZnS	19	-	Hematit + ZnS	17	-
Hematit + Zinkferrit	38	-	Hematit + Zinkferrit	33	-
Hematit + Zinkfosfát	32	-	Hematit + Zinkfosfát	28	-
Hematit + PANI	52	-	Hematit + PANI	61	2
Hematit + Perovskit	21	-	Hematit + Perovskit	29	-
Hematit + MoS ₂	43	-	Hematit + MoS ₂	32	-

4.5 Výsledek elektrochemického stanovení lineární polarizace

4.5.1 Nepigmentovaná pojiva

Pomocí lineární polarizace byl určen v rámci předběžné zkoušky vhodný tužící poměr pro charakterizovanou vodou ředitelnou disperzi. Na základě znalosti o uváděném tvrdícím poměru srovnávacího vodou ředitelného pojiva, kdy tužící poměr má hodnotu 100:27, byly připraveny na tři malé ocelové panely o rozměrech 10 x 5 cm s vodou ředitelným pojivem naneseným pravítkem se štěrbinou 200 μm . Na jeden byl nanesen poměr 100:21, na druhý 100:27, na třetí 100:32. Dále byly připraveny dva panely se srovnávacím epoxidovým pojivem připravené pojivem tuženým v poměru 100:27 a nanesené pravítky se štěrbinami 200 μm . Ty byly proměřeny také. Poslední dva proměřované panely byly nanesený charakterizovaným pojivem s již vybraným tvrdícím poměrem 100:27. U nich byla vybrána o 50 μm rozdílná štěrbinová pravítka, tedy 150 a 250 μm a byl také měřen polarizační odpor. Bylo nutné poznamenat, že ačkoli širší tloušťka skutečně lépe chrání kov, má negativní dopad na adhezi.

Tabulka 56 Stanovení polarizačního odporu metodou měření lineární polarizace, DFT = 50 \pm 10 μm^*

Vzorek	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	V_{kor} [mm/rok]
VŘ 100:21	-549,00	$0,56 \cdot 10^{-3}$	45,30	42,10	$1,7 \cdot 10^7$	$8,3 \cdot 10^{-6}$
VŘ 100:27	-562,00	$0,16 \cdot 10^{-3}$	43,50	41,80	$5,8 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^{-6}$
VŘ 100:32	-527,00	$0,29 \cdot 10^{-3}$	35,40	35,30	$2,4 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{-6}$
VŘ 100:27 (250 μm)*	-394,00	$0,50 \cdot 10^{-2}$	34,20	22,20	$1,1 \cdot 10^7$	$7,4 \cdot 10^{-5}$
VŘ 100:27 (150 μm)*	-94,80	$0,26 \cdot 10^{-1}$	39,00	33,10	$2,9 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
Srovnávací 100:27	-153,00	$0,01 \cdot 10^{-3}$	44,30	39,40	$9,6 \cdot 10^8$	$0,1 \cdot 10^{-6}$

Vysvětlení: Použito pravítko se štěrbinou o 50 μm větší a menší, DFT těchto organických povlaků bylo 75 a 40 μm

4.5.2 Pigmentovaná pojiva

Na ocelové panely o rozměru 10 x 5 cm byla pravítkem se štěrbinou 150 μm aplikována pojiva, rozdělena do tří skupin. V první skupině byly měřeny jednovrstvé nátěry, ve druhé jednovrstvé nátěry s promotorem adheze a ve třetí skupině dvouvrstvé nátěrové filmy. V případě první skupiny pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 bylo toto měření rozhodující pro výběr dvou z těchto plniv jako doprovodné k antikorozním pigmentům.

4.5.2.1 Jednovrstvé nátěrové filmy

Tabulka 57: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem plniv o OKP = 20 %, DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$

Vzorek	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	v_{kor} [mm/rok]
TiO ₂	-540	1,39	26,70	32,80	$6,6 \cdot 10^3$	$2,04 \cdot 10^{-2}$
Dorkafil	-669	1,01	32,80	30,50	$6,3 \cdot 10^3$	$1,49 \cdot 10^{-2}$
Litopon	-667	0,85	28,50	15,10	$5,6 \cdot 10^3$	$1,25 \cdot 10^{-2}$
Mastek	-652	1,00	32,70	30,40	$6,3 \cdot 10^3$	$1,52 \cdot 10^{-2}$
Wollastonit	-648	0,85	28,50	16,20	$5,5 \cdot 10^3$	$1,29 \cdot 10^{-2}$
Hematit	-661	1,45	30,00	36,00	$6,8 \cdot 10^3$	$2,14 \cdot 10^{-2}$
Steopac A	-663	1,11	32,90	32,20	$2,2 \cdot 10^3$	$2,21 \cdot 10^{-2}$
Omyacarb	-663	1,51	32,90	32,00	$6,7 \cdot 10^3$	$2,02 \cdot 10^{-2}$
Plastorit	-665	0,99	27,70	37,90	$6,1 \cdot 10^3$	$1,45 \cdot 10^{-2}$
Blancfixe	-667	1,12	32,90	33,70	$6,1 \cdot 10^3$	$1,66 \cdot 10^{-2}$

Tabulka 58: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem antikorozních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a Hematit, DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$

Vzorek	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	v_{kor} [mm/rok]
Omyacarb + ZnO	-547	0,40	25,70	35,80	$1,4 \cdot 10^4$	$5,89 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + ZnS	-551	0,51	35,50	35,60	$1,3 \cdot 10^4$	$7,57 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + Zinkferrit	-571	0,65	23,20	28,80	$7,8 \cdot 10^3$	$0,96 \cdot 10^{-2}$
Omyacarb + Zinkfosfát	-548	0,42	27,80	35,30	$1,6 \cdot 10^4$	$6,23 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + PANI	-561	0,65	28,80	26,30	$6,3 \cdot 10^3$	$0,14 \cdot 10^{-1}$
Omyacarb + Perovskit	-568	0,69	25,00	28,80	$7,5 \cdot 10^3$	$0,10 \cdot 10^{-1}$
Omyacarb + MoS ₂	-367	0,89	27,80	36,30	$7,2 \cdot 10^3$	$0,13 \cdot 10^{-1}$
Hematit + ZnO	-560	0,08	36,80	34,40	$9,2 \cdot 10^4$	$0,99 \cdot 10^{-3}$
Hematit + ZnS	-334	0,05	25,10	24,00	$9,6 \cdot 10^4$	$0,79 \cdot 10^{-3}$
Hematit + Zinkferrit	-503	0,22	30,70	27,50	$2,6 \cdot 10^4$	$3,30 \cdot 10^{-3}$
Hematit + Zinkfosfát	-560	0,06	31,00	27,40	$9,3 \cdot 10^4$	$0,92 \cdot 10^{-3}$
Hematit + PANI	-569	0,86	27,80	36,60	$7,7 \cdot 10^3$	$1,27 \cdot 10^{-2}$
Hematit + Perovskit	-511	0,34	24,90	36,50	$1,0 \cdot 10^4$	$5,09 \cdot 10^{-3}$
Hematit + MoS ₂	-533	0,55	28,10	27,60	$1,0 \cdot 10^4$	$8,07 \cdot 10^{-3}$

4.5.2.2 Jednovrstvé nátěrové filmy s promotorem

Tabulka 59: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a Hematit, s obsahem promotoru adheze, DFT = 60 ± 10 μm

Vzorek	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	V_{kor} [mm/rok]
Omyacarb + ZnO	-627	0,42	28,4	27,9	$1,5 \cdot 10^3$	$6,20 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + ZnS	-698	0,51	27,7	28,1	$1,2 \cdot 10^3$	$7,53 \cdot 10^{-4}$
Omyacarb + Zinkferrit	-627	0,65	27,1	28,2	$1,4 \cdot 10^3$	$9,60 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + Zinkfosfát	-630	0,45	27,3	28,8	$1,4 \cdot 10^3$	$6,64 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + PANI	-638	0,92	26,7	27,6	$6,4 \cdot 10^3$	$1,35 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + Perovskit	-631	0,69	22,7	28,1	$8,8 \cdot 10^3$	$8,77 \cdot 10^{-3}$
Omyacarb + MoS ₂	-631	0,83	26,3	27,2	$6,9 \cdot 10^3$	$1,12 \cdot 10^{-3}$
Hematit + ZnO	-529	0,08	29,5	28,4	$7,9 \cdot 10^4$	$7,85 \cdot 10^{-2}$
Hematit + ZnS	-531	0,04	29,1	28,3	$1,6 \cdot 10^5$	$0,79 \cdot 10^{-1}$
Hematit + Zinkferrit	-518	0,21	27,8	27,4	$2,8 \cdot 10^4$	$2,81 \cdot 10^{-2}$
Hematit + Zinkfosfát	-514	0,08	28,9	28,1	$7,7 \cdot 10^4$	$7,73 \cdot 10^{-2}$
Hematit + PANI	-531	0,82	27,6	27,1	$7,2 \cdot 10^3$	$7,24 \cdot 10^{-2}$
Hematit + Perovskit	-514	0,35	28,1	26,7	$1,7 \cdot 10^4$	$1,69 \cdot 10^{-2}$
Hematit + MoS ₂	-526	0,53	28,1	28,7	$1,2 \cdot 10^4$	$1,16 \cdot 10^{-1}$

4.5.2.3 Dvouvrstvé nátěrové filmy

Tabulka 60: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace dvouvrstvého nátěrového filmu s obsahem plniv o OKP = 20 %, DFT = 110 ± 10 μm

Vzorek	E_{kor} [mV]	I_{kor} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	V_{kor} [mm/rok]
TiO ₂	-653	0,91	31,8	32,3	$7,6 \cdot 10^3$	$1,34 \cdot 10^{-2}$
Dorkafil	-656	0,94	32,6	33,3	$7,6 \cdot 10^3$	$1,39 \cdot 10^{-2}$
Litopon	-658	1,24	28,8	27,3	$5,0 \cdot 10^3$	$1,83 \cdot 10^{-2}$
Mastek	-666	1,32	27,9	26,9	$4,5 \cdot 10^3$	$1,98 \cdot 10^{-2}$
Wollastonit	-680	1,30	28,3	26,1	$7,7 \cdot 10^3$	$1,92 \cdot 10^{-2}$
Hematit	-650	0,88	32,3	30,1	$7,7 \cdot 10^3$	$1,30 \cdot 10^{-2}$
Steopac A	-648	0,91	31,0	31,9	$5,5 \cdot 10^3$	$1,93 \cdot 10^{-2}$
Omyacarb	-652	0,97	29,8	28,2	$6,5 \cdot 10^3$	$1,43 \cdot 10^{-2}$
Plastorit	-659	1,21	28,8	28,3	$5,1 \cdot 10^3$	$1,78 \cdot 10^{-2}$
Blancfixe	-652	0,92	30,8	32,7	$3,5 \cdot 10^3$	$1,36 \cdot 10^{-2}$

4.6 Fyzikálně mechanická odolnost – testování organických povlaků

4.6.1 Shrnutí výsledků zkoušek mechanické odolnosti

Tyto metody byly popsány v kapitole 3.11. Patří k nim zkouška odtrhové pevnosti, mřížková zkouška a zkouška ohybu. Jejich výsledky byly včetně předběžného měření zahrnuty do tabulek podle skupin. Ty tvoří organické povlaky s jedním typem plniva (OKP = 20 %), povlaky s antikoročním pigmentem (OKP = 10 %) doplněným plnivem vápencem Omyacarb nebo Hematitem a dvě stejné skupiny, kde byly panely ponořeny do vody na dobu 96 hodin. U panelů ponořených do vody byla provedena zkouška přilnavosti a ohybu. U panelů, které nebyly ponořeny byla navíc provedena i odtrhová zkouška. Odtrhová zkouška byla také provedena na začátku veškerých experimentů, kde byla zkoumána odtrhová pevnost při použití různých tvrdících poměrů. U pigmentovaných pojiv byly hodnoty uvedeny pro panely bez obsahu a s obsahem promotoru adheze pod sebou. Dodatečně byla přilnavost změřena i u vytipovaných panelů, které obstály v korozních zkouškách.

4.6.1.1 Výsledek předběžného měření odtrhové pevnosti nepigmentovaného pojiva se srovnávacím pojivem

Tabulka 61: Výsledek zkoušky odtrhové pevnosti pro nepigmentované charakterizované pojivo o třech tvrdících poměrech a srovnávacího pojiva DFT = 50 ± 10 μm

Panel	E [MPa]	Charakter lomu	
VDP 100:21 1	1,10	B	A/B
VDP 100:27 1	0,63	A/B	B
VDP 100:32 1	0,94	A/B	A/B
Srovnávací epoxid 100:27 1	0,48	A/B	A/B

4.6.1.2 Výsledek stanovení mechanické odolnosti pigmentovaných pojiv

Tabulka 62 Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s jedním Plnivem o OKP = 20, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo / Promotor	Ohyb			Přilnavost [st.]	Odrhová síla [MPa]
	4 mm	6 mm	8 mm		
TiO ₂	N	N	A	2	0,41
TiO ₂ / P	N	A	A	1	0,26
Dorkafil	N	N	N	1	0,34
Dorkafil / P	N	A	A	1	0,30
Litopon	N	A	A	3	0,29
Litopon / P	N	A	A	2	0,30
Mastek	A	A	A	1	0,38
Mastek / P	A	A	A	1	0,44
Wollastonit	N	N	N	1	0,51
Wollastonit / P	N	A	A	1	0,41
Hematit	N	A	A	3	0,28
Hematit / P	A	A	A	3	0,30
Steopac A	N	A	A	1	0,32
Steopac A / P	A	A	A	0	0,28
Omyacarb	N	A	A	1	0,48
Omyacarb / P	N	A	A	1	0,39
Plastorit	N	A	A	1	0,36
Plastorit / P	N	A	A	1	0,43
Blancfixe	N	A	A	1	0,33
Blancfixe / P	A	A	A	1	0,39
Nepigmentované pojivo	-	-	-	1	*

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl, P = Promotor adheze

* Odrhová pevnost nepigmentovaného pojiva byla uvedena v Tabulce 67

Tabulka 63: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Omyacarb o OKP = 10, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo a Pigment	Ohyb			Přilnavost [st.]	Odrhová síla [MPa]
	4 mm	6 mm	8 mm		
Omyacarb + ZnO	N	N	N	4	0,78
Omyacarb + ZnO / P	N	N	N	5	0,95
Omyacarb + ZnS	A	A	A	2	0,46
Omyacarb + ZnS / P	A	A	A	2	0,59
Omyacarb + Zinkferit	A	A	A	1	0,55
Omyacarb + Zinkferit / P	A	A	A	2	0,48
Omyacarb + Zinkfosfát	N	A	A	2	0,25
Omyacarb + Zinkfosfát / P	N	N	A	3	0,60
Omyacarb + PANI	N	A	A	1	0,58
Omyacarb + PANI / P	N	N	A	3	0,43
Omyacarb + Perovskit	N	N	N	3	0,49
Omyacarb + Perovskit / P	N	N	N	2	0,49
Omyacarb + MoS ₂	N	N	A	1	0,55
Omyacarb + MoS ₂ / P	N	A	A	2	0,52

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl, P = Promotor adheze

Tabulka 64: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikorozním pigmentem a plnivem Hematit o OKP = 10, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo a Pigment	Ohyb			Přilnavost [st.]	Odrhová síla [MPa]
	4 mm	6 mm	8 mm		
Hematit + ZnO	N	N	N	2	0,40
Hematit + ZnO / P	N	N	N	3	0,47
Hematit + ZnS	A	A	A	1	0,51
Hematit + ZnS / P	A	A	A	2	0,49
Hematit + Zinkferrit	A	A	A	0	0,50
Hematit + Zinkferrit / P	A	A	A	1	0,64
Hematit + Zinkfosfát	A	A	A	3	0,50
Hematit + Zinkfosfát / P	A	A	A	2	0,51
Hematit + PANI	N	N	A	4	0,64
Hematit + PANI / P	N	N	N	3	0,51
Hematit + Perovskit	N	A	A	1	0,51
Hematit + Perovskit / P	N	A	A	1	0,46
Hematit + MoS ₂	N	N	A	1	0,84
Hematit + MoS ₂ / P	N	A	A	2	0,44

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl, P = Promotor adheze

4.6.1.3 Výsledky mechanických zkoušek pigmentovaných pojiv exponovaných 96 hodin vodě

Tabulka 65: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s jedním plnivem o OKP = 20 exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo / Promotor	Ohyb			Přilnavost [st.]
	4 mm	6 mm	8 mm	
TiO ₂	N	N	N	3
TiO ₂ / P	N	N	N	1
Dorkafil	N	N	N	2
Dorkafil / P	N	N	N	5
Litopon	N	N	N	5
Litopon / P	N	N	N	4
Mastek	N	N	N	2
Mastek / P	N	N	N	3
Wollastonit	N	N	N	2
Wollastonit / P	N	N	N	5
Hematit	N	N	N	5
Hematit / P	N	N	A	5
Steopac A	N	N	A	2
Steopac A / P	N	N	A	1
Omyacarb	N	N	A	2
Omyacarb / P	N	N	A	5
Plastorit	N	N	N	3
Plastorit / P	N	N	N	4
Blancfixe	N	N	A	4
Blancfixe / P	N	N	A	5

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl, P = Promotor adheze

Tabulka 66: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Omyacarb o OKP = 10, exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo/Pigment	Ohyb			Přilnavost [st.]
	4 mm	6 mm	8 mm	
Omyacarb + ZnO	N	N	N	4
Omyacarb + ZnO / P	N	N	N	5
Omyacarb + ZnS	N	N	N	2
Omyacarb + ZnS / P	N	A	A	2
Omyacarb + Zinkferrit	N	N	A	2
Omyacarb + Zinkferrit / P	N	N	A	4
Omyacarb + Zinkfosfát	N	N	N	2
Omyacarb + Zinkfosfát / P	N	N	N	5
Omyacarb + PANI	N	A	A	3
Omyacarb + PANI / P	N	A	A	3
Omyacarb + Perovskit	N	N	N	3
Omyacarb + Perovskit / P	N	N	N	4
Omyacarb + MoS ₂	N	N	A	3
Omyacarb + MoS ₂ / P	N	A	A	5

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl, P = Promotor adheze

Tabulka 67: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Hematit o OKP = 10, exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = 50 ± 10 µm

Plnivo a Pigment	Ohyb			Přilnavost [st.]
	4 mm	6 mm	8 mm	
Hematit + ZnO	N	N	A	2
Hematit + ZnO P	N	N	A	4
Hematit + ZnS	N	A	A	2
Hematit + ZnS P	N	N	N	5
Hematit + Zinkferrit	N	N	A	4
Hematit + Zinkferrit P	N	N	N	4
Hematit + Zinkfosfát	N	N	A	3
Hematit + Zinkfosfát P	N	N	A	2
Hematit + PANI	N	N	A	5
Hematit + PANI P	N	N	N	5
Hematit + Perovskit	N	N	A	1
Hematit + Perovskit P	N	N	A	2
Hematit + MoS ₂	N	N	A	1
Hematit + MoS ₂ P	N	N	N	2

Vysvětlení N: nevyhověl (došlo ke ztrátě přilnavosti NF), A: vyhověl

4.6.1.4 Výsledky stanovení přilnavosti pojiv exponovaných v korozním prostředí mřížkovou metodou – doplňkové výsledky

Tabulka 68: Stanovení přilnavosti pigmentovaných pojiv na skleněných panelech exponovaných ve vodě v polovině plochy po dobu 96 hodin, DFT = 50 ± 10 μm

Pojivo	Přilnavost [st.]	
	Nevystaveno vodě	Vystaveno vodě
Steopac A	0	1
Omyacarb + Perovskit	1	2
Hematit + ZnO	2	4
Hematit + Perovskit	1	4
Omyacarb + ZnO	3	5
Hematit + Zinkfosfát	2	4

* vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 69: Stanovení přilnavosti pojiv po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, DFT = 130 ± 10 μm

Pojivo / Promotor / Řez	Přilnavost [st.]	Pojivo / Promotor / Řez	Přilnavost [st.]
Mastek / - / -	0	Omyacarb + Zinkferrit / - / - /	0
Steopac A / - / -	0	Omyacarb + Zinkferrit / Promotor / -	0
Dorkafil / - / -	0	Omyacarb + Pani / - / -	0
Steopac A / - / Řez	0	Omyacarb + Pani / Promotor / -	1
Mastek / - / Řez	0	Omyacarb + Perovskit / Promotor / -	4
Litopon / - / -	0	Hematit + MoS ₂ / - / -	1
Litopon / - / Řez	1	Hematit + ZnS / - / -	1
Plastorit / - / -	1	Hematit + ZnO / - / -	4
Plastorit / - / Řez	0	Hematit + Zinkferrit / - / -	5
Wollastonit / - / -	0	Hematit + MoS ₂ / - / -	1
Wollastonit / - / Řez	1	Hematit + Zinkfosfát / - / -	4
Omyacarb + ZnS / - / -	0	Nepigmentované pojivo / - / -	1
Omyacarb + MoS ₂ / Promotor / -	1	Nepigmentované pojivo / Promotor / -	0

* vysvětlení: P = Promotor adheze

Tabulka 70: Stanovení přilnavosti pojiv po 120 hodinách korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy, DFT = 130 ± 10 μm

Pojivo / Promotor / Řez	Přilnavost [st.]	Pojivo / Promotor / Řez	Přilnavost [st.]
Wollastonit / - / -	0	Hematit + MoS ₂ / - / Řez	0
Mastek / - / -	0	Blancfixe / - / Řez	0
Plastorit / - / -	0	Steopac A / - / Řez	0
Hematit + Zinkferrit / P / -	0	Mastek / - / Řez	1
Omyacarb + ZnS / - / -	1	Wollastonit / - / Řez	0
Omyacarb + MoS ₂ / - / -	1	Wollastonit / Promotor / Řez	0
Dorkafil / - / -	0	Dorkafil / - / Řez	0
Hematit + Zinkferrit / P / Řez	0	Plastorit / - / Řez	0
Nepigmentované pojivo / - / -	1	Nepigmentované pojivo / P / -	0

* vysvětlení: P = Promotor adheze

5 DISKUZE K VÝSLEDKŮM

Diskuze byla seřazena podle pořadí metod vypsanych v experimentální části práce, použité metody z jednotlivých kategorií experimentů a zkoušek byly zahrnuty do skupin. Výsledky metod, které jsou zde diskutovány, jsou v práci uváděny ve stejném pořadí, jako je psána diskuze. Výsledky k charakterizaci pojiva a pigmentů byly uvedeny v kapitole 4.1 na straně 50-51. Výsledky fyzikálně-mechanických metod, mezi které patří stanovení zbledání nátěrového filmu, měření relativní povrchové tvrdosti, Bucholtzovy vrypové zkoušky a měření lesku byly uvedeny v kapitole 4.3 na stranách 52-56. Výsledky korozních zkoušek, včetně MEK testu a elektrochemického stanovení lineární polarizace byly uvedeny v kapitole 4.4., mezi které patřila korozní zkouška v atmosféře s povšechnou kondenzací na stranách 58-62, zkouška v prostředí neutrální solné mlhy na stranách 65-71 a zkouška v atmosféře s obsahem SO₂ na stranách 72 a 73. Výsledek MEK testu byl uveden na stranách 74 a 75 a elektrochemické stanovení lineární polarizace na stranách 76-78. Výsledné hodnoty a stupně stanovení mechanické odolnosti organických povlaků byly uvedeny v kapitole 4.6. Výsledky měření odtrhové pevnosti, přilnavosti a odolnosti vůči ohybu byly uváděny do společných tabulek na stranách 79-83.

5.1 Diskuze k charakterizaci pigmentů a vodou ředitelného pojiva

Pro veškeré prášková plniva a pigmenty byla stanovena hustota, olejové číslo a kritická objemová koncentrace pigmentu. Pro charakterizované pojivo byl zjištěn epoxidový ekvivalent a aminové číslo. Výsledek epoxidového ekvivalentu pro vodou ředitelné disperzní pojivo byl vyšší o 0,12 EE/kg než u srovnávacího epoxidu, zatímco pro charakterizované disperzní tvrdidlo byl stanoven nižší o více než 15 jednotek. U charakterizovaného pojiva byla stanovena sušina, která se shodovala s hodnotou uváděnou výrobcem. Epoxidová pryskyřice v disperzi měla hodnotu sušiny 55 % a tvrdidlo v disperzi 53 % obsahu sušiny. Hustoty obou složek pojiva byly také předem změřeny. Hustota pryskyřice byla 1,10 g/cm³ a hustota tvrdidla 1,02 g/cm³. Nejvyšší kritická objemová koncentrace pigmentu byla naměřena u sulfidického plniva Litopon, která byla 66,46 % a u uhličitanu vápenatého Omyacarb, která byla 59,61 %. U těchto dvou plniv byla stanovena nízká olejová čísla – 10,68 g oleje/100g pigmentu pro Litopon a 16,56 g oleje/100g pigmentu pro Omyacarb. Právě plnivo Omyacarb bylo vybráno jako jedno doprovodné plnivo pro nátěrové hmoty s antikorozními pigmenty. Vysoká hodnota KOKP ve výběru antikorozních pigmentů byla stanovena u jediného organického pigmentu derivátu polyanilinu s p-fenyldiaminem, neboli PANI. Ten měl také nejnižší hustotu ze všech sypkých materiálů, která byla 1,62 g/cm³. Nejvyšší hustota byla plynovým pyknometrem naměřena

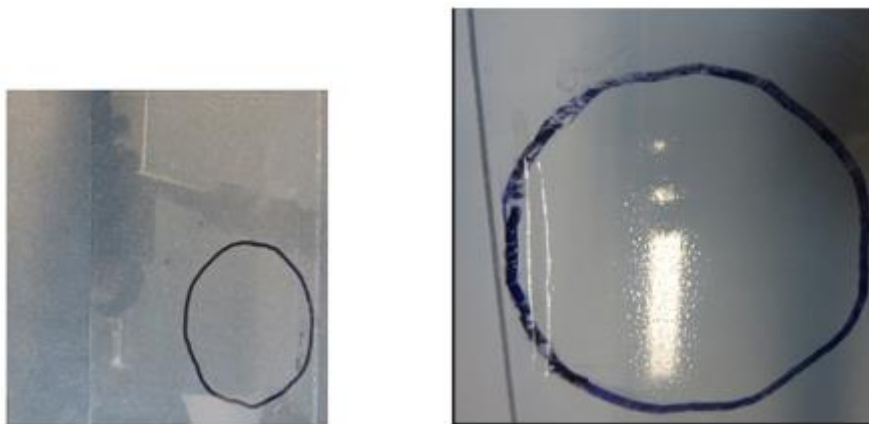
u oxidů kovů, tedy Hematitu Bayferrox, což je modifikace oxidu železitého a dále u oxidu zinečnatého. U oxidu železitého byla hustota stanovena na $5,08 \text{ g/cm}^3$ a u oxidu zinečnatého na $5,77 \text{ g/cm}^3$.

5.2 Diskuze k fyzikálně mechanickým zkouškám organických povlaků

Tyto zkoušky byly prováděny na skleněných panelech a patřilo mezi ně stanovení povrchové tvrdosti na kyvadle Persoz, Bucholtzova vrypová zkouška a měření lesku v úhlech 20 , 60 a 85° . Všechna pojiva byla nanesena pravítkem se štěrbinou $200 \text{ }\mu\text{m}$, tloušťka filmu po zaschnutí byla $50 \pm 10 \text{ }\mu\text{m}$. Měření probíhala 2., 6., 13, a 27 den. Do těchto zkoušek také patřilo měření zbledání pomocí spektrometru ve viditelné oblasti.

5.2.1 Diskuze k měření zbledání

Do této části diskuze byly přiloženy fotografie, které byly pořízeny během měření poklesu transmitance světla způsobeným zbledáním vodou ředitelného disperzního pojiva. Z obrázků je patrné, že vodou ředitelný porovnávací epoxid kromě osmotických puchýřků neprojevil žádný náznak zbledání, vodou ředitelné disperzní pojivo ztratilo průhlednost a po čase i přilnavost.



Obrázek 21: Porovnávací epoxid po kontaktu s vodou, detail vzniku puchýřků, den 16



Obrázek 22: Charakterizované vodou ředitelné disperzní pojivo po kontaktu s vodou, detail zbělání a vzniku puchýřků, den 16

5.2.2 Diskuze k stanovení relativní povrchové tvrdosti

Relativní povrchová tvrdost testovaných organických povlaků byla měřena v závislosti na čase po dobu 27 dnů. Měření relativní povrchové tvrdosti bylo zahájeno 2. den, kdy byly již povrchy testovaných organických povlaků nelepivé. Suchá tloušťka filmů testovaných organických povlaků dosahovala hodnoty $50 \pm 10 \mu\text{m}$.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhl povlak s obsahem Blancfixe po 48 hodinách hodnoty relativní povrchové tvrdosti 54,2 %, zatímco ostatní testované organické povlaky dosáhly hodnot nižších. Tento testovaný organický povlak dosáhl 27. den nejvyšší hodnoty relativní povrchové tvrdosti (56,1 %). Obdobný vývoj hodnot relativní povrchové tvrdosti byl zaznamenán u organického povlaku s obsahem Plastoritu, u kterého se hodnota povrchové tvrdosti zvýšila z hodnoty 53,9 % (2. den) na hodnotu 56,7 % (27. den). Nejnižší hodnota relativní povrchové tvrdosti byla zaznamenána u organického povlaku s obsahem Omyacarb, která stoupala z hodnoty 38,6 % (2. den) na hodnotu 41,3 % (27. den). U ostatních testovaných organických povlaků se hodnota relativní povrchové tvrdosti s časem zvyšovala a 27. den se pohybovala v intervalu od 46,1% (TiO_2) do 54,8 % (Hematit).

Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Omyacarb dosáhl nejvyšší hodnoty povrchové tvrdosti po 48 hodinách organický povlak s obsahem Zinkferitu (46,7 %), kdy u tohoto organického povlaku se hodnota relativní povrchové tvrdosti v čase téměř neměnila. Nejvyšších hodnot relativních povrchových tvrdostí 27. den dosáhly organické povlaky s obsahem pigmentů PANI (49,4 %) a MoS_2 (49,8 %). Nejnižší hodnota relativní povrchové tvrdosti 2. den byla

zaznamenána u organického povlaku s obsahem pigmentu ZnO (25,2 %), kdy u tohoto organického povlaku dosáhla relativní povrchová tvrdost po 27 dnech 30,7 %.

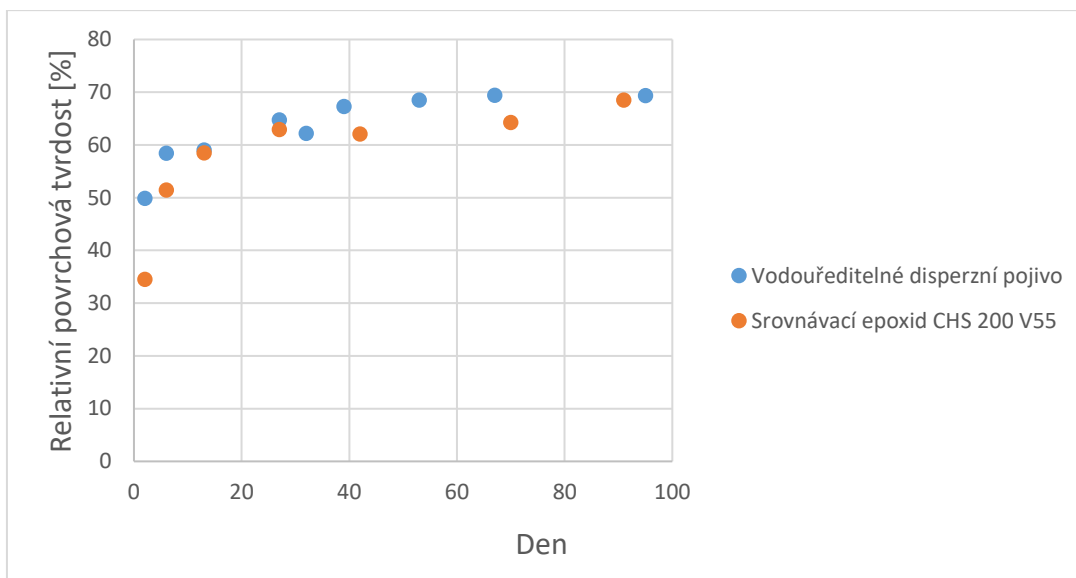
Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Hematit dosáhl nejvyšší povrchové tvrdosti po 48 hodinách organický povlak s obsahem MoS₂ (47,6 %). Tvrdost dále rostla a 27. den dosahovala 48,7 %. Jednalo se o nejvyšší hodnotu povrchové tvrdosti v této kategorii. Podobné hodnoty (47,0 %) dosáhl organický povlak s obsahem Zinkferritu, u kterého byl zaznamenán nejvyšší nárůst povrchové tvrdosti z počáteční hodnoty 30,6 %. Tato počáteční tvrdost byla nejnižší naměřenou hodnotou v této kategorii. Nejnižší povrchová tvrdost po 27 dnech měření byla stanovena u organického povlaku s obsahem perovskitu.

Shrnutí výše uvedených výsledků

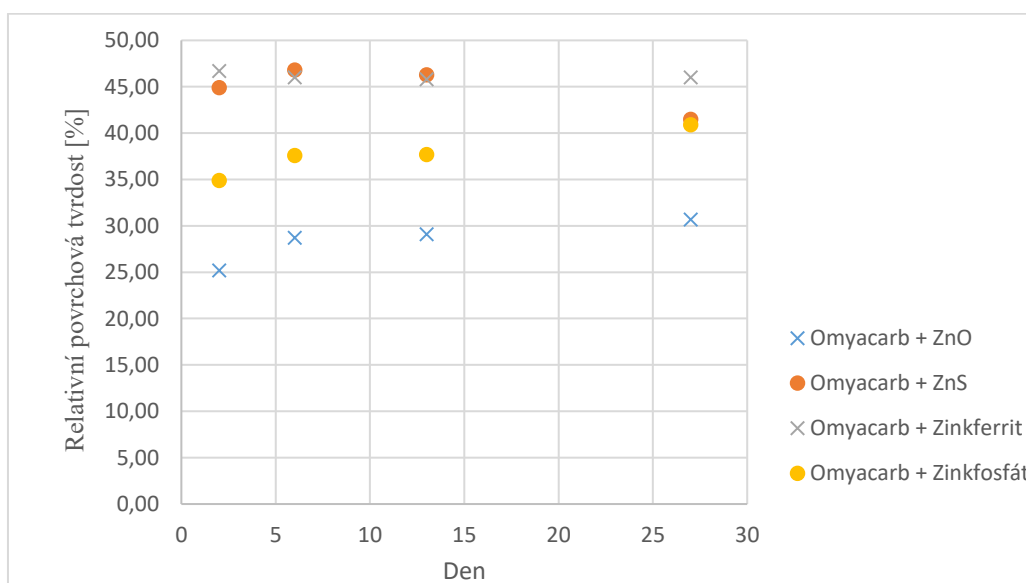
U nepigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva dosáhla relativní povrchová tvrdost 2. den hodnoty 49,9 %, která se s rostoucím časem postupně zvyšovala a 27. den dosáhla hodnoty 65,3 %. Tento testovaný organický povlak bez obsahu pigmentů či plniv dosahoval nejvyšších hodnot relativních povrchových tvrdosti porovnání s testovanými pigmentovanými organickými povlaky.

Závěry z měření hodnot relativních povrchových tvrdostí.

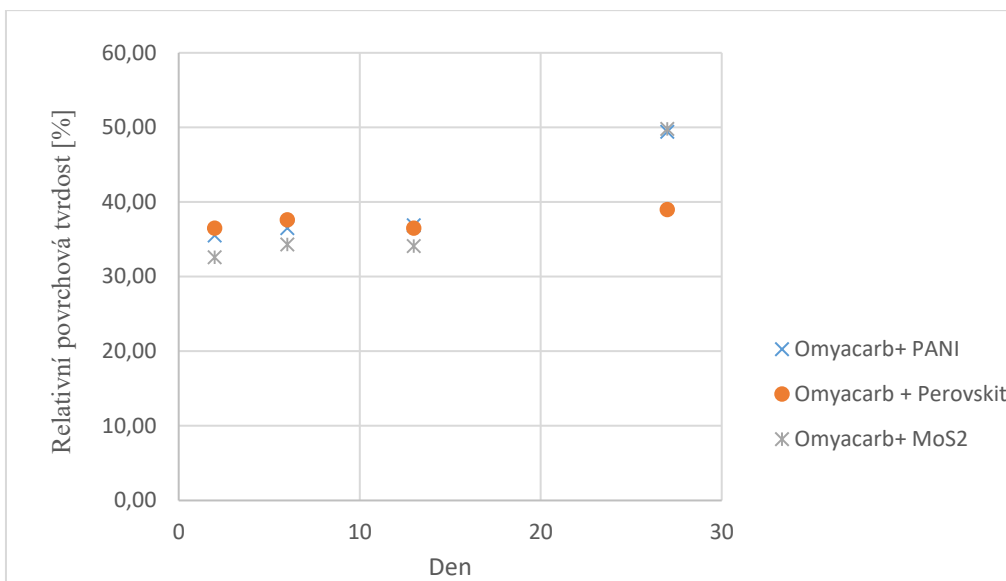
- Nejvyšších hodnot povrchové tvrdosti v závislosti na čase bylo naměřeno u nepigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva. (65,3 %)
- Nejvyšší nárůst hodnot relativních povrchových tvrdostí byl u všech testovaných organických povlaků zaznamenán již po 48 hodinách.
- Nejvyšší hodnoty relativní povrchové tvrdosti 27. den z pigmentovaných organických povlaků dosáhl organický povlak s obsahem Plastoritu (OKP = 20 %) při hodnotě 56,3 %
- V kategorii pigmentovaných pojiv (OKP = 10 %) bylo nejvyšší povrchové tvrdosti dosaženo u organického povlaku s obsahem MoS₂ a to s oběma plnivými Omycarb (49,8 %) a Hematit. (48,7 %)
- Srovnávací i charakterizované pojivo dosahovaly v čase téměř shodné relativní povrchové tvrdosti. 65,3 % a 62,9 %



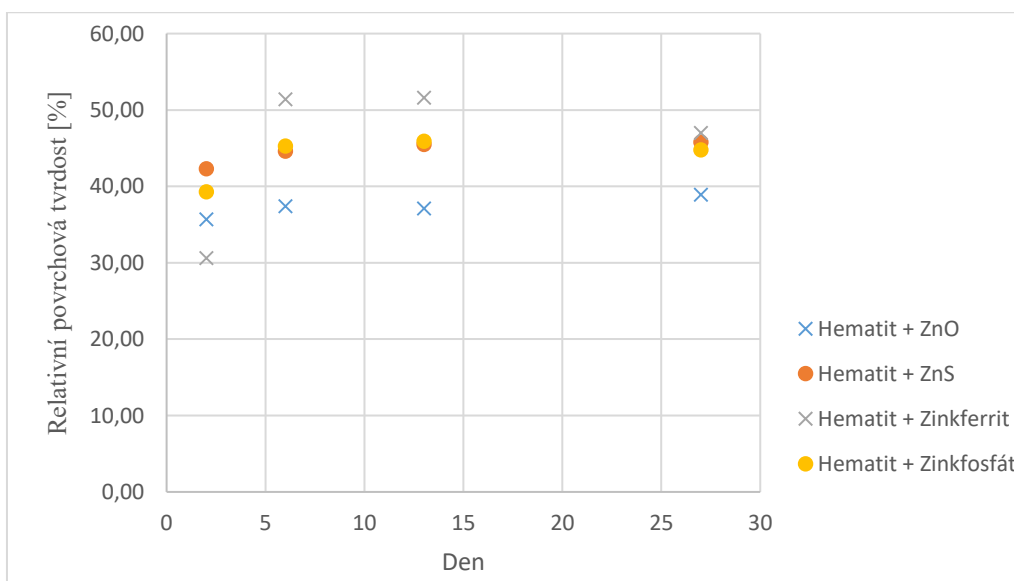
Obrázek 23: Závislost relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného charakterizovaného a srovnávacího pojiva v čase



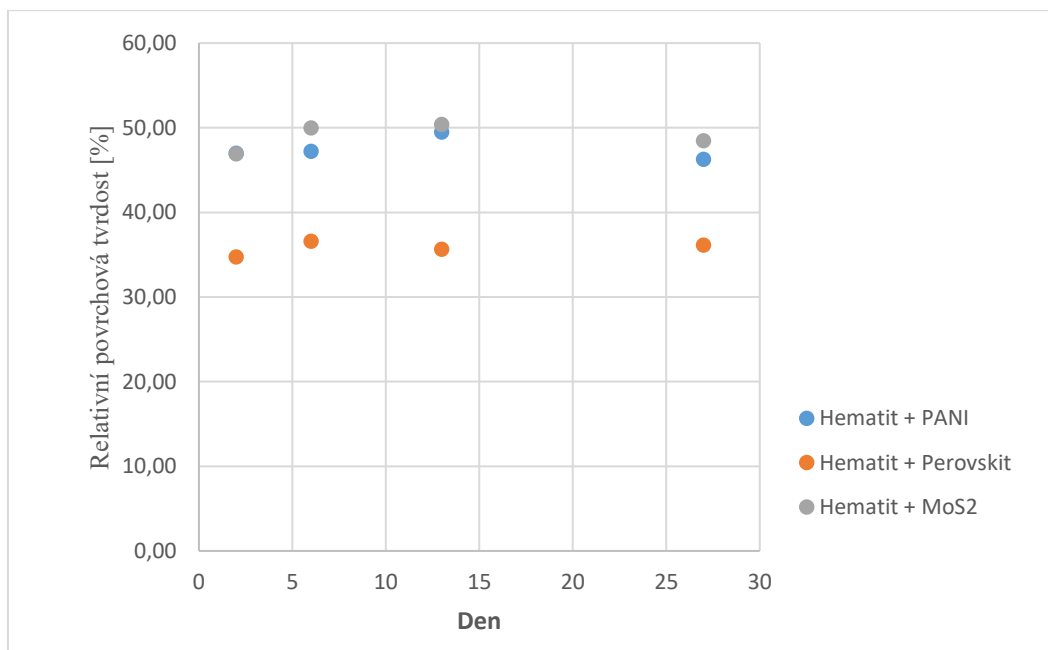
Obrázek 24: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb v čase



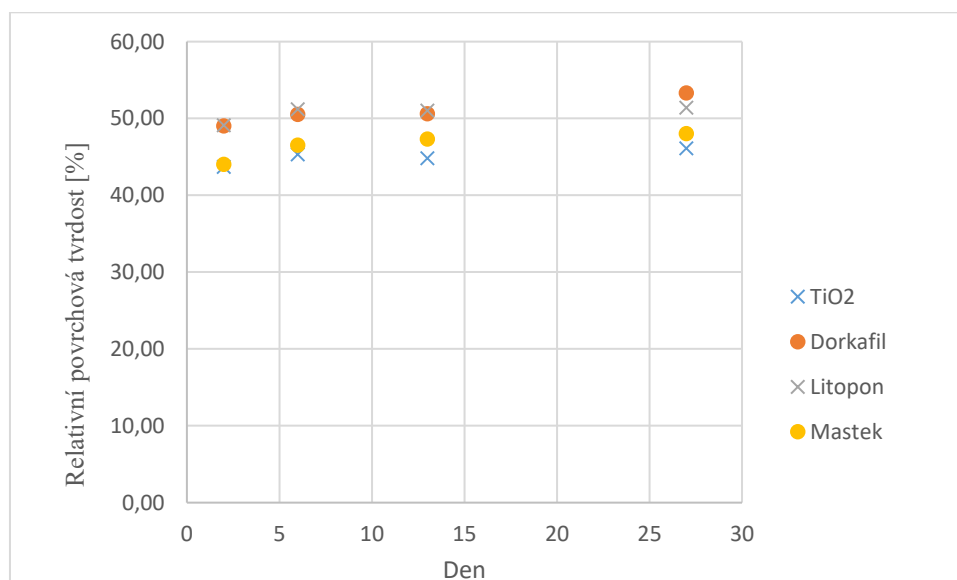
Obrázek 25: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb v čase



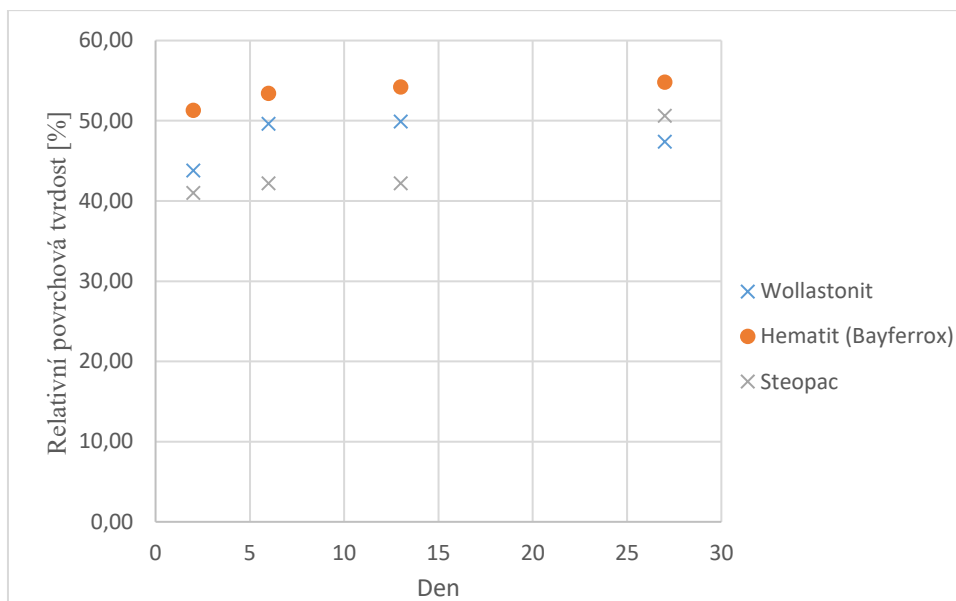
Obrázek 26: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit v čase



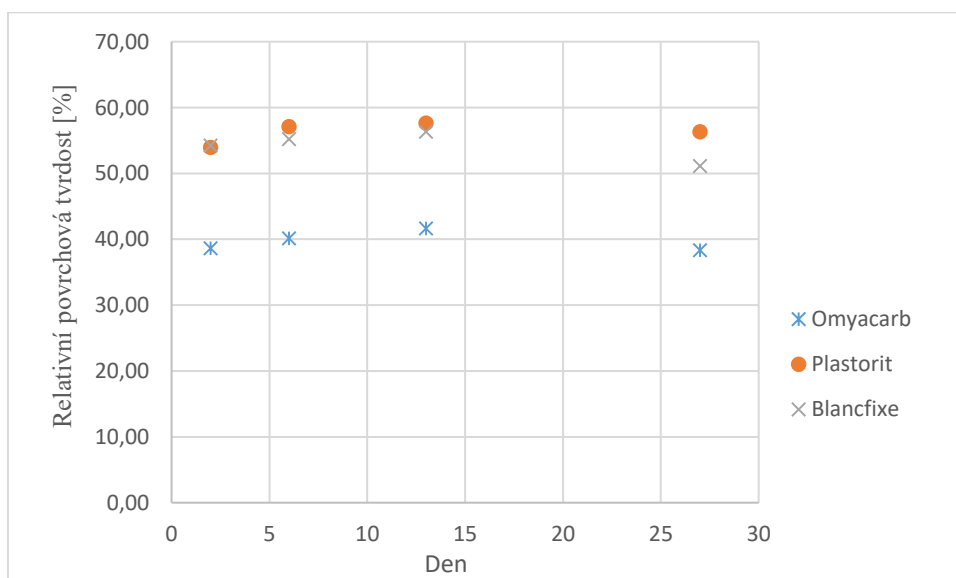
Obrázek 27: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit v čase



Obrázek 28: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase



Obrázek 29: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase



Obrázek 30: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase

5.2.3 Diskuze k vrypové zkoušce dle Bucholtze

V této metodě byla měřena odolnost organických povlaků vůči vrypu. V této zkoušce byl lépe pozorován růst tvrdosti organických povlaků než na předchozí zkoušce. Ve všech případech docházelo ke zkracování délek vrypů. Druhý den po aplikaci byla na většině testovaných organických povlaků naměřena délka vrypu 1,5 mm a více.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) byla nejkratší délka vrypu naměřena u povlaku s obsahem plniva Litopon (1,5 mm) u kterého došlo 27. den ke zkrácení této délky na 1 mm. Nejkratší délka vrypu byla naměřena u organického povlaku s obsahem Omyacarb (OKP = 20 %), u kterého byla 27. den naměřena délka vrypu 0,8 mm. Totožná délka vrypu byla naměřena také v případě povlaku s obsahem plniva Plastorit. Nejnižší odolnost vůči vrypu byla naměřena u pojiva Steopac A, kdy délka vrypu k 27. dnu byla 1,1 mm. Stejný výsledek byl 27. den naměřen i v případě organického povlaku s obsahem TiO₂.

Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Omyacarb byla nejkratší délka po 48 hodinách po aplikaci naměřena na organickém povlaku s obsahem MoS₂ (1,2 mm). U tohoto povlaku pak došlo po 27 dnech k jejímu zkrácení na 1 mm. Nejvyšší odolnost vůči vrypu byla 27 den naměřena na organickém povlaku s obsahem ZnS (0,8 mm). Nejnižší odolnost vůči vrypu pak vykazoval organický povlak s obsahem ZnO, kdy 27. den měření délka vrypu dosahovala 1,5 mm.

Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Hematitu byla nejkratší délka vrypu 48 hodin po aplikaci shodně naměřena u organického povlaku s obsahem MoS₂ (1,4 mm) a povlaku s obsahem PANI (1,4 mm). V případě organického povlaku s obsahem PANI pak došlo 27. den ke zkrácení délky vrypu na 1 mm. Stejná odolnost vůči vrypu (1 mm) byla 27. den naměřena i u povlaku s obsahem ZnS. Nejnižší odolnost vůči vrypu v této kategorii vykazoval organický povlak s obsahem oxidu zinečnatého, kdy 27. den byla naměřena délka vrypu 1,4 mm.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyšší odolnosti vůči vrypu v kategorii organických povlaků a s obsahem plniv (OKP = 20 %) a zároveň nejvyšší odolnosti vůči vrypům celkově dosáhl organický povlak obsahující plnivo Omyacarb (OKP = 20 %) při délce vrypu (0,8 mm)
- Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb dosáhl nejvyšší odolnosti vůči povlak s obsahem sulfidu zinečnatého (0,8 mm).

- V případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit nejvyšší odolnosti vůči vrypu dosáhl organický povlak obsahující oligomer PANI. (1,0 mm)
- Antikorozní pigment, který vykazoval shodnou odolnost vůči vrypu u obou plniv zároveň, byl rovněž oligomer PANI. (1,0 mm)

5.2.4 Diskuze ke stanovení lesku

Z výsledků této zkoušky bylo možné pozorovat, že nedošlo ke změnám lesku na žádném organickém povlaku v čase. Podobná hodnota lesku byla naměřena u každé dvojici stejných pojiv na dvou panelech. Bylo zjištěno, že vyšší hodnoty lesku mají pojiva s hladkým povrchem, neboli souvisí s tvarem respektive morfologií částic v pojivu.

Nejvyšší hodnota lesku byla naměřena u pigmentovaného organického povlaku s plnivem Hematit s obsahem Zinkferritu (OKP = 10 %), zde byla naměřena průměrná hodnota při 85° a to 65,3. Nejnižší hodnotu lesku při tomto úhlu (5,7) vykazoval pigmentovaný organický povlak obsahující plnivo Omyacarb s obsahem vodivého oligomeru PANI (OKP = 10 %). Hrubost tohoto nátěru bylo možno pozorovat i přímo.

Shrnutí diskuze lesku

- Nejvyššího lesku z organických povlaků n bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhl povlak s obsahem TiO₂. (67,1 při úhlu 85°)
- Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Hematit (OKP = 10 %) vykazovaly vyšší hodnoty lesku než pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Omyacarb. (OKP = 10 %)
- Hodnoty lesku souvisely s drsností povrchu organického povlaku.

5.3 Diskuze ke korozním zkouškám

V této části jsou diskutovány korozní zkoušky ze všech typů prostředí, dále elektrochemická metoda lineární polarizace a je sem zařazen i MEK test. Korozní zkoušky byly provedeny za účelem stanovení životnosti testovaných organických povlaků v prostředí odpovídající agresivitě C3. Tento stupeň koroze odpovídá venkovním atmosférám s nízkým obsahem SO₂, jako jsou města a méně znečištěné průmyslové oblasti, nebo vnitřním prostorům s vysokou vlhkostí a nízkým znečištěním, jako jsou výroby potravin, mlékárny nebo prádelny. Vyhodnocování bylo prováděno v časech 48, 96, 120 hodin a v případě zkoušky v kondenzační komoře i 240 hodin. Před každým vyhodnocením byly panely osušeny, případně opláchnuty

slabým proudem destilované vody kvůli očištění plochy od soli. Hodnoceno bylo prokorodování v ploše a řezu, stupeň a četnost puchýřků a při posledním hodnocení po odstranění nátěru i koroze v ploše panelu a v místě řezu na panelu. Pro každé hodnocení byly vzorky vyfotografovány. Dále platilo, že největší zátěž bylo pro panely prvních 48 hodin, kdy docházelo k největším změnám, pozorovatelných na panelech. Mezi změny, které jsou popsány pouze v diskuzi, patří zbledání, loupání a praskání. Tyto projevy nebyly v tabulkách s výsledky klasifikovány, ale pokud se na panelech objevilo výrazné loupání vedoucí ke ztrátě adheze, byla tato skutečnost zapsána. V závěru je celková korozní odolnost popsána i jako schopnost nátěrového filmu předcházet ztrátě adheze. V případě, že nebylo kvůli ztrátě adheze možné pokračovat, byl zasažený panel vyhodnocen dříve a předčasně u něj byl nátěr odstraněn a byla hodnocena koroze v ploše případně v řezu panelu. Jediné pojivo, které nemohlo být testováno vůbec, bylo to s obsahem ZnO a vápence Omycarb s přidaným promotorem adheze o 0,5 hmot. %. Toto pojivo se i po opakované aplikaci ztrácelo přilnavost a nevytvořilo celistvý povlak na ocelovém panelu.

5.3.1 Diskuze ke korozní zkoušce v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

V této zkoušce byly testované organické povlaky vystaveny nejméně agresivnímu prostředí ze všech korozních zkoušek. Testování probíhalo nejdelší dobu, kdy vzorky byly v tomto typu korozního prostředí exponovány po dobu až 240 hodin.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhly nejvyšších korozních odolností organické povlaky bez příčného řezu. Organické povlaky, které obsahovaly promotor adheze, nedosáhly vyšších korozních odolností v porovnání s organickými povlaky bez obsahu zmíněného aditiva. Nejvyšší korozní odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem plniva Mastek, kdy u tohoto organického povlaku nebyl zaznamenán výskyt puchýřů či prokorodování ani koroze v ploše panelu. Obdobného výsledku dosáhl i organický povlak s obsahem tohoto pigmentu a promotoru adheze, kdy u tohoto organického povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů v ploše nátěrového filmu, který dosáhl hodnoty 6F a koroze v ploše panelu dosáhla hodnoty < 0,03 %. Vysoké korozní odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem plniva Plastorit, kdy u tohoto organického povlaku dosáhla koroze v ploše nátěrového filmu hodnoty 1 %, a nebyl zaznamenán výskyt puchýřů v ploše nátěrového filmu. Koroze v ploše u tohoto organického povlaku nebyla pozorována. Obdobné hodnoty korozní odolnosti dosáhl i organický povlak s obsahem tohoto plniva a promotoru adheze, kdy u tohoto organického povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů (8F), a koroze

v ploše nátěrového filmu a koroze v ploše panelu dosáhla hodnoty 0,03 %. Z organických povlaků s příčným řezem nejvyšší korozní odolnosti dosáhl opět povlak obsahující Mastek, kdy došlo ke korozi v řezu nátěrového filmu o hodnotě 0-0,5 mm a koroze v řezu panelu nebyla zaznamenána. Obdobné antikorozi vlastnosti vykazoval i organický povlak s obsahem Plastoritu, u kterého v případě příčného řezu došlo ke korozi v řezu nátěrového filmu o hodnotě 0,5-1 mm a korozi v řezu panelu dosahovala tloušťky 0 - 0,5 mm. Ostatní organické povlaky dosáhly nižších hodnot korozní odolnosti v porovnání s výše uvedenými organickými povlaky, jelikož u těchto organických povlaků byla zaznamenána zejména nižší odolnost vůči puchýřovatění.

Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Omycarb dosáhl nejvyšších odolností vůči korozi organický povlak s obsahem Zinkferritu, u tohoto organického povlaku nebylo zaznamenáno prokorodování ani koroze v ploše nátěrového filmu. V případě tohoto organického povlaku bez obsahu promotoru adheze byl zaznamenán výskyt puchýřů v hodnotě 8F a podobného výsledku (6F) dosáhl i organický povlak obsahující zmíněný promotor adheze. Podobné antikorozi vlastnosti vykazoval i organický povlak s obsahem oligomeru PANI bez obsahu promotoru adheze, kdy nebylo zaznamenáno prokorodování ani puchýře v ploše nátěrového filmu. U tohoto organického povlaku byla zaznamenána koroze v ploše panelu, která dosáhla hodnoty < 0,03 %. Organický povlak s oligomerem PANI a obsahem promotoru adheze vykazoval nižší odolnost vůči tvorbě puchýřů (4MD), ale nebylo u něj zaznamenáno prokorodování a koroze v ploše panelu. U ostatních organických povlaků docházelo jak k prokorodování, tak k puchýřovatění povrchů.

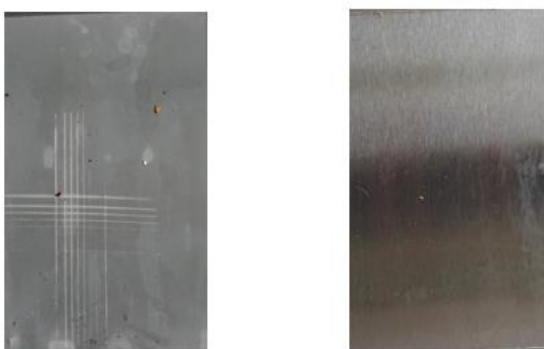
Z pigmentovaných (OKP = 10 %) organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva Hematit dosáhl nejvyšších korozních odolností organický povlak obsahující Zinkferrit. U tohoto organického povlaku nebylo zaznamenáno prokorodování a výskyt puchýřů dosáhl pouze hodnoty 8F. Koroze v ploše panelu u tohoto organického povlaku dosáhla hodnoty 1 %. Podobné výsledky vykazoval i organický povlak obsahující Zinkferrit a promotor adheze, kdy nebylo zaznamenáno prokorodování, koroze v ploše panelů ani výskyt puchýřů v ploše. U tohoto organického povlaku ale docházelo ke ztrátě adheze, která dosáhla hodnoty 5 %. Vysokých antikorozi vlastností bylo dosaženo také u organického povlaku s obsahem MoS₂, kdy nebylo pozorováno prokorodování a koroze v ploše dosahovala hodnoty < 0,03 %. U tohoto organického povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů v hodnotě 8F. Ostatní organické povlaky vykazovaly nižších korozních odolností

v porovnání s uvedenými povlaky a docházelo u nich jak k vyššímu výskytu puchýřů tak k vyšším ztrátám přilnavosti k podkladu.

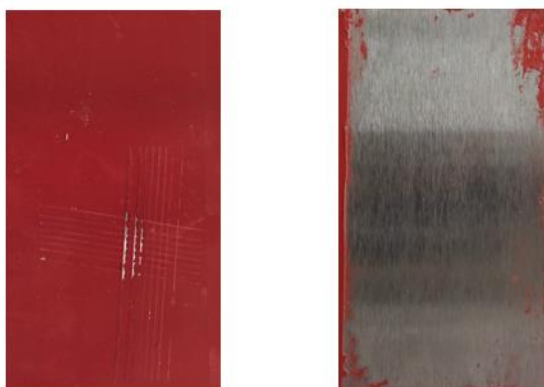
U nepigmentovaných organických povlaků nebylo zaznamenáno prokorodování ani koroze v ploše, ale byl zaznamenán výskyt puchýřů, a to u povlaku s obsahem promotoru adheze, kdy byla zaznamenána hodnota 6M i bez obsahu tohoto aditiva, kdy byly pozorovány stejně velké puchýře s nižší četností (6F). U nepigmentovaných organických povlaků nedocházelo ke ztrátě přilnavosti.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Z organických povlaků s na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv dosáhl nejvyšší korozní odolnosti povlak s obsahem Mastku (OKP = 20 %), kdy došlo pouze ke korozi v ploše panelu (0,03 %) a organický povlak s obsahem Plastoritu (OKP = 20 %). Kdy došlo pouze ke korozi v ploše panelu (1 %)
- Z pigmentovaných organických povlaků dosáhl nejvyšší korozní odolnosti organický povlak s obsahem Zinkferritu a to jak u povlaků s obsahem Omyacarb (pouze výskytu puchýřů 8F) tak s obsahem Hematitu (pouze výskyt puchýřů 6F)
- Pigmentované organické povlaky s obsahem Omyacarb vykazovaly vyšší přilnavost než organické povlaky s obsahem Hematitu, kde k nejvyšším ztrátám přilnavosti docházelo mezi 120. a 240. hodinou korozní zkoušky.
- K prvnímu zaznamenanému výskytu puchýřů docházelo již po 48 hodinách a to ve všech skupinách organických povlaků.



Obrázek 31: Organický povlak s obsahem Mastku (OKP = 20 %) po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu



Obrázek 32: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb a pigmentu Zinkferrit po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu

5.3.2 Diskuze ke korozní zkoušce v atmosféře neutrální solné mlhy

Prostředí neutrální solné mlhy představovalo pro organický povlak na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva větší zátěž než prostředí s povšechnou kondenzací, a to i přes to, že zde byl experiment prováděn pouze 120 hodin. Rozdělení jednotlivých organických povlaků bylo uvedeno v kapitole s výsledky.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhly nejvyšších korozních odolností organické povlaky bez příčného řezu a bez obsahu promotoru adheze. Nejvyšší korozní odolnost byla shodně zaznamenána u organického povlaku s obsahem Mastku a u povlaku s obsahem Wollastonitu, kdy nebylo zaznamenáno prokorodování ani výskyt puchýřů, a koroze v ploše panelu dosahovala hodnoty < 0,03 %. Velmi dobrých korozních odolností bylo dosaženo také u organického povlaku s obsahem plniva Omyacarb, kdy maximální prokorodování dosahovalo hodnoty < 0,03 % a koroze v ploše panelu 0,03 %. Výskyt puchýřů nebyl u tohoto povlaku rovněž zaznamenán. U organických povlaků se zhotoveným příčným řezem byla zaznamenána vyšší korozní odolnost u povlaků bez obsahu promotoru adheze. Nejvyšších korozních odolností v ploše bylo dosaženo u povlaku s obsahem Mastku, kde prokorodování ani výskyt puchýřů nebyl zaznamenán, ale koroze v řezu nátěrového filmu i panelu přesahovala 1 mm. U ostatních organických povlaků, kde koroze v řezu dosahovala nižší tloušťky, zároveň docházelo k prokorodování v ploše, nebo k ztrátě přilnavosti. Mezi tyto povlaky patřil ten s obsahem modifikovaného mastku Steopac A, kdy koroze v řezu nátěrového filmu dosahovala 1-1,5 mm a koroze v řezu panelu dosahovala 0,5-1 mm. U ostatních panelů byla korozní odolnost nižší.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb bylo nejvyšší korozní odolnosti dosaženo u povlaku s obsahem MoS₂ bez promotoru adheze

u kterého prokorodování v ploše dosáhlo hodnoty 1 % a koroze v ploše panelu dosáhla hodnoty 0,1 %. Výskyt puchýřů nebyl u tohoto organického povlaku zaznamenán. Podobného výsledku bylo dosaženo u povlaku s obsahem oligomeru PANI s obsahem promotoru adheze, u kterého prokorodování dosáhlo hodnoty 0,3 % a koroze v ploše panelu 4 %. U tohoto povlaku byl navíc zaznamenán i výskyt puchýřů s hodnotou 6F. U organických povlaků se zhotoveným příčným řezem bylo nejvyšších korozních odolností rovněž dosaženo u povlaku s obsahem MoS₂ bez promotoru adheze. U tohoto povlaku došlo k prokorodování v ploše panelu o hodnotě 1 % a korozi v ploše filmu 5 %. Koroze v řezu nátěrového filmu dosáhla tloušťky 0-0,5 mm a koroze v řezu panelu 1 mm. U tohoto povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů o hodnotě 6M. U ostatních panelů, kde byl výskyt puchýřů nižší nebo byla nižší tloušťka koroze v řezu docházelo k prokorodování v ploše nebo k ztrátě adheze.

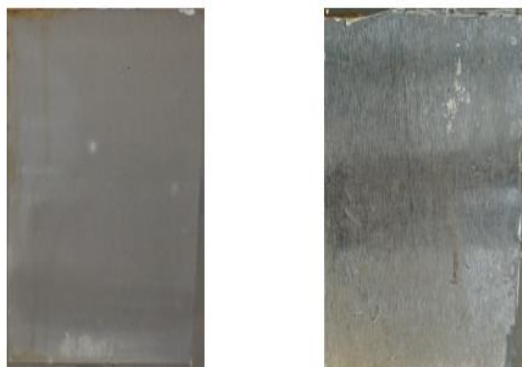
Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit dosáhl nejvyšší korozní odolnosti povlak s obsahem Zinkferritu a promotoru adheze. U tohoto povlaku nebylo zaznamenáno prokorodování a ni výskyt puchýřů. Koroze v ploše panelu u tohoto povlaku dosáhla 0,1 %. U tohoto organického povlaku se zhotoveným řezem byla zaznamenána totožná korozní odolnost, kdy nebylo zaznamenáno prokorodování, tvorba puchýřů, koroze v ploše panelů ani koroze v řezu. Jednalo se tak o nejvyšší výsledek korozní odolnosti v kategorii pigmentovaných povlaků vůbec. U ostatních pigmentovaných organických povlaků s plnivem Hematit docházelo ke zvýšenému výskytu puchýřů i ke ztrátě přilnavosti nátěrového filmu.

U nepigmentovaného organického povlaku na bázi vodou ředitelného pojiva bez obsahu promotoru adheze rovněž nebylo zaznamenáno prokorodování v ploše ani koroze v ploše panelu. Rovněž nebyl zaznamenán výskyt puchýřů výskyt puchýřů. Nepigmentovaný organický povlak s obsahem promotoru adheze vykazoval nižší korozní odolnost. U tohoto povlaku bylo zaznamenáno prokorodování o hodnotě < 0,03 %. A výskyt puchýřů při hodnotě 6F. Koroze v ploše ani ztráta adheze ale u něj nebyla zaznamenána.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyšší korozní odolnosti organických povlaků na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) bylo dosaženo u povlaku obsahující Mastek, a to jak u povlaku bez příčného řezu (bez koroze v ploše a bez výskytu puchýřů), tak i s řezem. (koroze vyšší než 1 mm ale bez koroze v ploše, bez puchýřů)

- Organické povlaky na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva (OKP = 20 %) se zhotovaným řezem a promotorem adheze vykazovaly nižší korozní odolnost, zejména přilnavost.
- Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s plnivem Omyacarb bylo nejvyšší korozní odolnosti dosaženo u povlaku s obsahem MoS₂ bez obsahu promotoru adheze. (prokorodování v ploše panelu o hodnotě 1 % a korozi v ploše filmu 5 %. Koroze v řezu nátěrového filmu dosáhla tloušťky 0-0,5 mm a koroze v řezu panelu 1 mm. U tohoto povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů o hodnotě 6M)
- Nejvyšší korozní odolnosti pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s plnivem Hematit, kdy se zároveň jednalo o nejvyšší korozní odolnost v této korozní zkoušce, bylo dosaženo u povlaku s obsahem Zinkferritu a promotoru adheze a to v případě organického povlaku bez příčného řezu i s řezem. (Koroze v ploše panelu u tohoto povlaku dosáhla 0,1 %)
- Nepigmentovaný organický povlak vykazoval vyšší korozní odolnost bez obsahu promotoru adheze. (s rozdílem koroze v ploše panelu < 0,03 %. Oproti žádné a s rozdílem výskytu puchýřů 6F).



Obrázek 33: Organický povlak s obsahem Mastku (OKP = 20 %) po 120 hodinách korozní zkoušky v solné komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu



Obrázek 34: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit a pigmentu Zinkferrit po 120 hodinách korozní zkoušky v solné komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu

5.3.3 Diskuze ke korozní zkoušce ve vlhkém prostředí s obsahem SO₂

Toto prostředí představovalo pro charakterizovanou vodou ředitelná pojiva největší zátěž. V této zkoušce byly testovány pouze organické povlaky v ploše, obsahující antikorozi pigment a plnivo vápenec Omyacarb nebo Hematit (OKP = 10 %). Výrazné změny ve struktuře organického povlaku včetně prokorodování byly rovněž pozorovány po 48 hodinách od začátku experimentu.

U pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb vykazoval nejvyšší korozní odolnost organický povlak s obsahem oligomeru PANI s obsahem promotoru adheze, kdy bylo zaznamenáno prokorodování v ploše nátěrového filmu o hodnotě 5 % a koroze v ploše panelu dosahovala pouze 0,03 %. Výskyt puchýřů nebyl zaznamenán. Nepatrně horší korozní odolnosti bylo dosaženo u organického povlaku obsahující také oligomer PANI bez obsahu promotoru adheze, kdy k prokorodování došlo v 10 % nátěrového filmu a koroze v ploše panelu dosahovala hodnoty 0,03 %. V případě tohoto organického povlaku rovněž nebyl zaznamenán výskyt osmotických puchýřů. U ostatních nátěrových filmů došlo k vyššímu výskytu koroze v ploše panelu nebo ke ztrátě přilnavosti.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) obsahující plnivo Hematit bylo nejvyšších antikorozi odolností opět dosaženo u povlaků s obsahem oligomeru PANI. U pojiva s obsahem oligomeru PANI bez promotoru adheze došlo k prokorodování na 15 % plochy a byla zaznamenána koroze v ploše panelu dosahující hodnoty 0,3 %. U organického povlaku s obsahem oligomeru PANI obsahující promotor adheze došlo k prokorodování na 10 % plochy a koroze v ploše panelu dosahovala hodnoty 1 %. Výskyt puchýřů nebyl rovněž zaznamenán ani u jednoho z těchto povlaků. Srovnatelnou korozní odolnost v ploše vykazoval i organický povlak s obsahem Zinkfosfátu, kdy k prokorodování došlo na 15 % plochy filmu a koroze v ploše panelu dosahovala hodnoty 0,1 %. U tohoto povlaku nebyl výskyt puchýřů také zaznamenán.

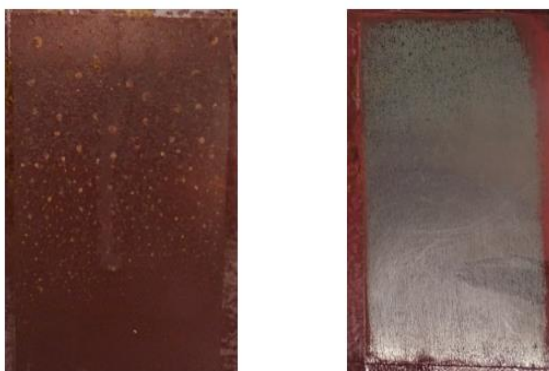
Nepigmentovaný organický povlak bez obsahu promotoru adheze zcela ztratil přilnavost (100 %) již po 48 hodinách korozní zkoušky kdy také byla zaznamenána koroze v celé ploše panelu. Organický povlak s obsahem promotoru adheze dosáhl lepších výsledků, kdy po 120 hodinách došlo k prokorodování v 1 % plochy nátěrového filmu a koroze v ploše panelu dosáhla hodnoty 3 %. U tohoto povlaku byl zaznamenán výskyt puchýřů o hodnotě 8F a ztráta přilnavosti 0,5 %.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Pigmentované organické povlaky (OKP = 10 %) s oběma typy plniv obsahující oligomer PANI vykazují v této korozní zkoušce nejvyšších antikoročních výsledků. Pro organický povlak s obsahem Omyacarb koroze v ploše panelu dosahovala pouze 0,03 %. Výskyt puchýřů nebyl zaznamenán. U povlaku bez obsahu promotoru adheze, došlo ke korozi v ploše 0,03 %. V případě tohoto organického povlaku rovněž nebyl zaznamenán výskyt osmotických puchýřů. U organického povlaku s obsahem Hematitu obsahující promotor adheze došlo ke korozi v ploše panelu při hodnotě 0,3 % (1 % plochy bez obsahu promotoru adheze)
- V obou případech u těchto organických povlaků přítomný promotor adheze vylepšil korozní odolnost nátěrových filmů.
- Promotor adheze vylepšil korozní odolnost i adhezní vlastnosti nepigmentovaného organického povlaku.



Obrázek 35: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb a pigmentu PANI po 120 hodinách korozní zkoušky v SO₂ komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu



Obrázek 36: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit a pigmentu PANI po 120 hodinách korozní zkoušky v SO₂ komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu

5.3.4 Shrnutí k diskuzi korozních zkoušek

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhly napříč korozními zkouškami nejvyšší antikorozi účinnosti organické povlaky s obsahem Mastku, který při zkoušce v prostředí s povšechnou kondenzací zcela ochránil plochu organického povlaku i panelu a při korozní zkoušce v atmosféře neutrální solné mlhy prokorodování a korozi v ploše panelu výrazně omezil, kdy maximální hodnota koroze dosahovala 0,03 % v atmosféře neutrální solné mlhy. Také u organických povlaků s tímto plnivem nedocházelo k výskytu puchýřů za předpokladu, že povlak neobsahoval promotor adheze. Vyšší korozní odolnosti v řezu dosahoval organický povlak s Mastkem v prostředí s povšechnou kondenzací. Mezi organické povlaky, které také vykazovaly vyšší korozní odolnost v ploše, patřily povlaky obsahující Wollastonit, Plastorit a Omycarb bez obsahu promotoru adheze a nejvyšší korozní odolnost v řezu pak vykazoval organický povlak s obsahem modifikovaného mastku Steopac A, a to jak v prostředí s povšechnou kondenzací, tak v prostředí neutrální solné mlhy.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) obsahující plnivo Omycarb bylo nejvyšších korozních odolností ve všech korozních zkouškách dosaženo u povlaků s obsahem oligomeru PANI a s promotorem adheze. Maximální hodnota koroze v ploše panelu v případě těchto povlaků byla dosažena během zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy (5 %), kde byla pozorována koroze v řezu panelu (1 mm). Vyšších korozních odolností v ploše s tímto oligomerem a promotorem adheze panelu bylo dosaženo jak v prostředí kondenzační (0 %) tak v prostředí SO₂. (1 %). Mezi další organické povlaky, dosahujících vysokých korozních odolností patřil Zinkferrit, dosahujících nejvyšší korozní odolnosti v ploše panelu v případě zkoušky v kondenzační komoře.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) obsahující plnivo Hematit bylo nejvyšších korozních odolností dosaženo u povlaků obsahujících Zinkferrit s promotorem adheze a to jak v prostředí s povšechnou kondenzací, tak v prostředí neutrální solné mlhy. V případě prostředí s povšechnou kondenzací nebyla zaznamenána koroze v ploše panelu a výskyt puchýřů dosahoval hodnoty 6F. V prostředí neutrální solné mlhy povlak se Zinkferritem a promotorem adheze byla maximální koroze v ploše panelu 0,1 % a žádná koroze v řezu panelu. Výskyt puchýřů nebyl zaznamenán. Povlaky s obsahem Zinkferritu bez obsahu promotoru adheze v obou typech prostředí vykazovaly nižší korozní odolnost a byly náchylné k tvorbě puchýřů. Nejvyšší korozní odolnost v prostředí SO₂ byla dosažena u oligomeru PANI, kde promotor adheze neměl na korozi v ploše vliv.

Závěr z celkového stanovení korozní odolnosti

- Celkovou antikorozi účinnost vykazovaly organické povlaky na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv Mastek a Plastorit (OKP = 20 %) bez obsahu promotoru adheze.
- Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) bylo nejvyšších korozních odolností dosaženo u povlaku s obsahem plniva Omyacarb a oligomeru PANI s obsahem promotoru adheze.
- U nepigmentovaných organických povlaků promotor adheze může zvyšovat výskyt osmotických puchýřů.

5.3.5 Diskuze ke stanovení životnosti organických povlaků

Stupeň korozní agresivity byl hodnocen podle normy ISO 12944-2. Stupeň agresivity byl určen pro testované organické povlaky z korozní zkoušky v prostředí s obsahem solné mlhy. Stupeň agresivity byl určen pro organické povlaky vykazující nejvyšší odolnost, u kterých nebyly pozorovány žádné korozní projevy jako výskyt puchýřů v ploše, v řezu a koroze v řezu panelu dosahovala hodnot do 1 mm.

Do korozního prostředí s životností C3+ (předpokládaná životnost nízká) lze doporučit nátěrové hmoty na bázi vodou ředitelného epoxidu s obsahem plniva Wollastonit a Plastorit bez obsahu promotoru adheze. Organické povlaky s těmito plnivami dosáhly nejvyšší korozní odolnosti ve srovnání s ostatními organickými povlaky s obsahem plniv a také dosáhly vysoké přilnavosti hodnocené stupněm 1. Tato skutečnost lze vyhodnotit na základě výsledků, protože u těchto organických povlaků nebyl zaznamenán výskyt puchýřů, přilnavost testovaných organických povlaků byla hodnocena stupněm maximálně 1 a koroze zkušebního řezu nepřesáhla hodnotu vyšší než 1 mm po 120 hodinové expozici v atmosféře s obsahem solné mlhy.

Pigmentovaný organický povlak na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikorozi pigmentu s obsahem Zinkferritu a plniva Hematit s obsahem promotoru adheze a pigmentovaný organický povlak s obsahem oligomeru PANI a vápence Omyacarb s promotorem adheze dosáhly nejvyšší hodnoty korozní odolnosti ve srovnání s ostatními testovanými organickými povlaky, které byly exponovány v atmosféře neutrální solné mlhy. Tento organický povlak dosáhl v tomto typu korozního prostředí nejvyšší hodnoty korozní odolnosti a je vhodný pro použití do korozního prostředí C3+ (předpokládaná životnost nízká). Tato skutečnost lze vyhodnotit na základě výsledků, protože u těchto

organických povlaků nebyl zaznamenán výskyt puchýřů, přilnavost testovaných organických povlaků byla hodnocena stupněm maximálně 1 a koroze zkušebního řezu nepřesáhla hodnotu vyšší než 1 mm po 120 hodinové expozici v atmosféře s obsahem solné mlhy.

5.3.6 Diskuze k MEK Testu

Hodnoty naměřené v této zkoušce prokázaly nízkou odolnost vodou ředitelných systémů vůči organickým rozpouštědlům. V prvním experimentu, který proběhl 14. den po aplikaci pojiv na skleněné panely, došlo k protření všech organických povlaků s plnivem o OKP = 20 % dříve než po 50 vteřinách.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhly nejvyšších odolností vůči protření 14 dní po aplikaci organické povlaky s obsahem Plastoritu (47 s). Tato odolnost dále rostla a 28. den dosahovala hodnoty 60 s. Zároveň byl po 50 s vyhodnocen stav organického povlaku stupněm 1. nejvyšší odolnost byla dosažena u organického povlaku s obsahem plniva Dorkafill, kdy 28. den byl naměřen čas protření při 83 s. U tohoto organického povlaku byl po 50. vteřině vyhodnocen povrch filmu a označen stupněm 2. ostatní organické povlaky dosahovaly nižších odolností vůči methylethylketonu.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb bylo nejvyšší odolnosti vůči protření dosaženo 14. den po aplikaci u povlaku s obsahem oligomeru PANI (65 s), kdy byl po 50 s vyhodnocen stupeň poškození povlaku (2). Odolnost v případě tohoto povlaku s časem klesala a 28. den měření dosáhla pouze 50 s. U organického povlaku s obsahem ZnS byla naměřena 14. den hodnota 59 s (stupeň poškození 2) a tato hodnota ani stupeň poškození povlaku se s časem neměnily (60 s k 28. dni).

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit byla největší odolnost vůči protření stanovena u povlaku s obsahem oligomeru PANI, kdy 14. den bylo dosaženo protření při čase 52 s (stupeň poškození 1) a odolnost tohoto povlaku dále rostla až do hodnoty 61 s při stupni poškození 2. U ostatních organických povlaků byla odolnost vůči protření nižší a zároveň u nich docházelo ke snižování odolnosti vůči protření v čase.

U nepigmentovaného organického povlaku byla nejvyšší odolnost stanovena 14. den po aplikaci (54 s) se stupněm poškození 1 a tato odolnost se s časem snižovala, kdy 28. den dosáhla pouze hodnoty 48 s.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) bylo nejvyšší odolnosti vůči protření dosaženo 28. den u povlaků s obsahem kaolínu Dorkafill (83 s) a Plastoritu (60 s).
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Omyacarb bylo dosaženo nejvyšší odolnosti vůči protření 14. den u povlaku s obsahem oligomeru PANI (65 s) a 28. den u organického povlaku s obsahem ZnS (60 s).
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Hematit bylo nejvyšší odolnosti dosaženo u povlaku obsahující oligomer PANI 28. den (61 s).
- Nepigmentovaný organický povlak vykazoval snížení odolnosti vůči protření v závislosti na čase.

5.3.7 Diskuze k elektrochemické zkoušce lineární polarizace

Podle této metody byl volen tužící poměr složek charakterizovaného vodou ředitelného disperzního pojiva. Také sloužila k výběru plniva podle nejvyššího polarizačního odporu pro pigmentované organické povlaky (OKP = 10 %). Při měření polarizačního odporu pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) tato metoda doplňovala korozní testy v prostředí s povšechnou kondenzací, prostředí neutrální solné mlhy a v prostředí SO₂.

Z jednovrstvých organických povlaků na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) byl nejvyšší polarizační odpor stanoven u povlaku s obsahem Hematitu ($6,8 \cdot 10^3 \Omega$) kdy korozní rychlost dosahovala hodnoty $1,14 \cdot 10^{-2}$ mm/rok. Obdobného výsledku bylo dosaženo u povlaku obsahující plnivo Omyacarb, kde polarizační odpor dosáhl $6,7 \cdot 10^3 \Omega$ a korozní rychlost $2,02 \cdot 10^{-2}$ mm/rok. Tato plniva byla vybrána pro přípravu formulací pojiv s obsahem antikoročních pigmentů a plniv. Ostatní organické povlaky dosahovaly nižších hodnot polarizačního odporu. Tyto organické povlaky byly také připraveny jako dvouvrstvé, kdy polarizační odpor rostl, a kde bylo nejvyššího polarizačního odporu dosaženo u povlaku s obsahem Hematitu a Wollastonitu při shodném polarizačním odporu $7,7 \cdot 10^3 \Omega$, kdy v případě povlaku s obsahem Hematitu byla naměřená rychlost koroze při hodnotě $1,3 \cdot 10^{-2}$ mm/rok. Další dvouvrstvé organické povlaky dosahovaly nižších hodnot polarizačního odporu.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb bylo nejvyššího polarizačního odporu dosaženo u povlaku obsahující Zinkfosfát ($1,5 \cdot 10^4 \Omega$) a nejnižší korozní rychlosti $6,2 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Ostatní organické povlaky dosahovaly nižšího

polarizačního odporu a vyšších rychlostí koroze. Nejnižší polarizační odpor vykazoval organický povlak s obsahem oligomeru PANI ($6,3 \cdot 10^3 \Omega$). V této kategorii byly stanoveny také organické povlaky obsahující promotor adheze. Výsledky tohoto měření se přibližovaly hodnotám polarizačního odporu nátěrových filmů bez obsahu promotoru adheze. V případě povlaku s obsahem Zinkfosfátu byl naměřen odpor o hodnotě $1,4 \cdot 10^4 \Omega$ a u organického povlaku s obsahem PANI stejně nízký odpor o hodnotě $7,2 \cdot 10^3 \Omega$.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit byl nejvyšší polarizační odpor naměřen u povlaku obsahující MoS₂ ($1,0 \cdot 10^4 \Omega$) a nejnižší korozní rychlost $8,07 \cdot 10^{-3}$ mm/rok. Podobné hodnoty odporu dosahoval i organický povlak obsahující ZnS ($9,7 \cdot 10^4 \Omega$). Další organické povlaky dosahovaly nižších hodnot polarizačního odporu a vyšších korozních rychlostí. Nejnižší hodnota polarizačního odporu byla rovněž naměřena u organického povlaku s obsahem oligomeru PANI ($7,7 \cdot 10^3 \Omega$). V této kategorii byl polarizační odpor proměřen i u organických povlaků s obsahem promotoru adheze. Výsledné hodnoty odpovídaly hodnotám organických povlaků bez obsahu promotoru adheze. Nejvyšší polarizační odpor byl opět naměřen u organického povlaku s obsahem ZnS ($1,6 \cdot 10^5 \Omega$) a nejnižší u povlaku obsahující oligomer PANI ($7,2 \cdot 10^3$).

Z nepigmentovaných organických povlaků byl nejvyšší polarizační odpor a zároveň nejnižší rychlost koroze naměřeny u srovnávacího vodou ředitelného epoxidu tvrzeném v poměru 100:27, u kterého hodnota polarizačního odporu dosáhla $95,90 \cdot 10^6 \Omega$. a rychlost koroze $0,13 \cdot 10^{-6}$ mm/rok. V případě charakterizovaného vodou ředitelného disperzního pojiva byla nejvyšší hodnota polarizačního odporu stanovena při tužení ve stejném poměru a dosahovala $58,80 \cdot 10^6 \Omega$ a rychlost koroze $2,29 \cdot 10^{-6}$ mm / rok.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyšších hodnot polarizačního odporu organických povlaků na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) bylo dosaženo u povlaku s obsahem Hematitu $6,8 \cdot 10^3 \Omega$ a Omyacarb. $6,7 \cdot 10^3 \Omega$
- Nejvyšší polarizační odpor naměřený u pigmentovaného organického povlaku (OKP = 10 %) byl dosažen u povlaku s obsahem ZnS a plniva Hematitu. ($9,7 \cdot 10^4 \Omega$)
- Nejnižších hodnot polarizačního odporu pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) bylo dosaženo u povlaků s obsahem oligomeru PANI, a to jak při použití s Omyacarbem ($6,3 \cdot 10^3 \Omega$). a Hematitem ($7,2 \cdot 10^3 \Omega$).

- U pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) promotor adheze výrazně neovlivnil hodnoty polarizačního odporu.

5.4 Diskuze ke zkouškám mechanické odolnosti organických povlaků

V této kapitole budou diskutovány výsledky z provedených zkoušek stanovení odtrhové pevnosti, stanovení přilnavosti a měření ohybu. Každá nátěrová hmota byla aplikována na šest ocelových panelů o rozměru 220 x 45 mm. Tři panely byly ponořeny do vody na 96 hodin. Jeden ze tří panelů navíc obsahoval v pojivu i promotor adheze. DFT těchto panelů byla $50 \pm 10 \mu\text{m}$. V diskuzi jsou také komentovány výsledky dodatečných stanovení přilnavosti na skleněných panelech, jejichž polovina plochy byla ponořena do destilované vody, a také výsledky stanovení přilnavosti na panelech, u kterých byly ukončeny korozní zkoušky v kondenzační a solné komoře.

5.4.1 Diskuze ke stanovení odtrhové pevnosti

U testovaných povlaků, které nebyly ponořeny do vody, byla hodnocena odtrhová pevnost. Tato hodnota byla vypočítána z naměřené odtrhové síly a také byl hodnocen typ lomu.

Z organických povlaků na bázi vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhl nejvyšší odtrhové pevnosti organický povlak s obsahem Wollastonitu bez promotoru adheze (0,51 MPa). Obdobného výsledku dosáhl organický povlak obsahující plnivo Omyacarb (0,48 MPa). Ostatní testované povlaky dosáhly nižších hodnot odtrhové pevnosti. Nátěrové filmy obsahující promotor adheze vykazovaly podobných hodnot, průměrná odtrhová pevnost dosáhla 0,36 MPa. U těchto organických povlaků došlo k adheznímu lomu na minimálně 90 % testované plochy. Výjimku tvořily pouze organické povlaky pigmentované Hematitem, u kterých dosáhl adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem minimálně 50 % testované plochy a adhezní lom mezi lepidlem a nátěrovým filmem 50 % testované plochy. Toto hodnocení je podloženo přiloženými fotografiemi. Nejnižší hodnota odtrhové pevnosti byla naměřena u organického povlaku s obsahem TiO_2 s promotorem adheze (0,26 MPa).

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb bylo nejvyšší odtrhové pevnosti dosaženo u organického povlaku s obsahem ZnO s promotorem adheze (0,95 MPa). Vyšších hodnot bylo shodně dosaženo u povlaků s obsahem Zinkfosfátu (0,60 MPaPa) a ZnS (0,59 MPaPa) s promotorem adheze. Ostatní organické povlaky vykazovaly nižších hodnot odtrhové pevnosti. V případě organických povlaků s obsahem promotoru adheze byla vždy hodnota odtrhové pevnosti vyšší nebo podobná hodnotě

odtrhové pevnosti povlaků bez obsahu tohoto aditiva. V této skupině nastal adhezní lom v 90 % testované plochy s dvěma výjimkami. Tou první byl organický povlak obsahující ZnO, kde adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem nastal v ploše odpovídající 25 % a kohezní lom nátěrového filmu (B) nastal v 50 % plochy. Ve zbytku plochy zde došlo ke koheznímu lomu v lepidle. Druhou výjimkou byl nátěrový film s obsahem Zinkfosfátu, kde k adheznímu lomu došlo ve dvou třetinách plochy a v jedné třetině plochy došlo k adheznímu lomu mezi nátěrovým filmem a lepidlem. Průměrná hodnota odtrhové pevnosti těchto organických povlaků byla 0,55 MPa

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit bylo nejvyšší odtrhové pevnosti dosaženo u povlaku obsahující MoS₂ bez promotoru adheze (0,84 MPa). Vyšší hodnoty odtrhové pevnosti bylo dosaženo také v případě organického povlaku obsahující PANI bez promotoru adheze a povlaku s obsahem Zinkferritu a promotoru adheze. U nich dosáhla odtrhová pevnost totožné hodnoty 0,64 MPa. U ostatních organických povlaků byla naměřena nižší hodnota odtrhové pevnosti. Organické povlaky s obsahem promotoru adheze vykazovaly podobnou nebo nižší hodnotu odtrhové pevnosti než organické povlaky bez obsahu promotoru adheze. U těchto nátěrových filmů došlo k adheznímu lomu v 90 % plochy a v 10 % ke koheznímu lomu. Výjimka nastala opět v případě povlaku s obsahem Zinkfosfátu, kde adhezní lom nastal v 50 % plochy a v druhé polovině plochy nastal kohezní lom. Průměrná odtrhová pevnost organických povlaků dosáhla hodnoty 0,53 MPa.

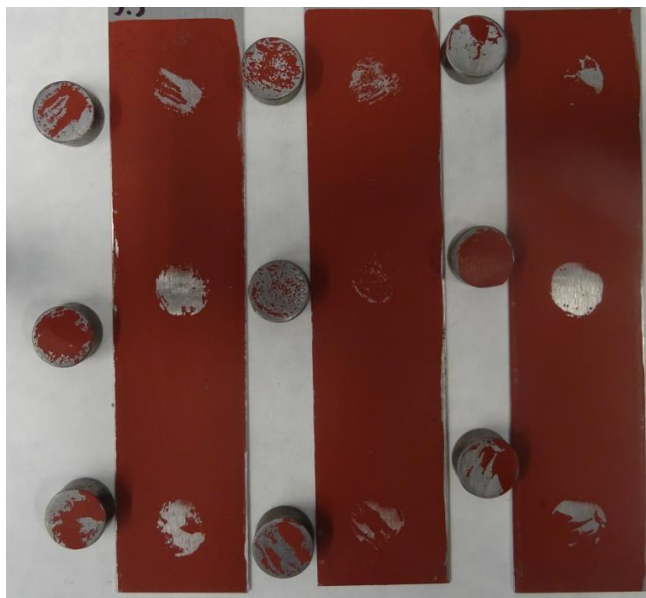
Odtrhová pevnost nepigmentovaného pojiva připraveného v tužícím poměru 100:27 dosáhla 0,63 MPa. Srovnávací epoxidové pojivo natužené ve stejném poměru dosáhlo odtrhové pevnosti 0,48 MPa. U nepigmentovaných povlaků docházelo v 80 % plochy k adheznímu lomu (A/B) a z 20 % plochy k lomu koheznímu (B).

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyšší hodnota odtrhové pevnosti organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) byla naměřena u povlaku s obsahem Wollastonitu (0,51 MPa).
- Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem Omyacarbů bylo nejvyšší odtrhové pevnosti dosaženo u organického povlaku s obsahem ZnO s promotorem adheze (0,95 MPa).
- Nejvyšších hodnot odtrhové pevnosti v případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem Hematitu bylo dosaženo u povlaku s obsahem MoS₂ bez

promotoru adheze (0,84 MPa), také u povlaku s obsahem PANI (bez promotoru) (0,64 MPa) a Zinkferritu (s promotorem) (0,64 MPa).

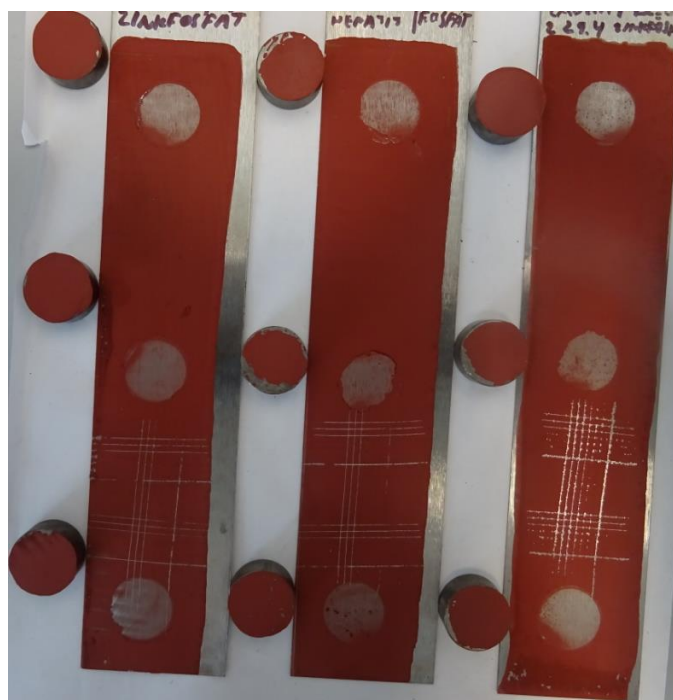
- Hodnoty odtrhové pevnosti pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) dosahovaly v průměru vyšších hodnot než organické povlaky s obsahem plniv (OKP = 20 %).



Obrázek 37: Panely s organickým povlakem obsahující plnivo Hematit při OKP = 20 %, u kterých dosáhl adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem minimálně 50 % testované plochy a adhezní lom mezi lepidlem a nátěrovým filmem 50 % testované plochy



Obrázek 38: Panely s organickým povlakem obsahující ZnO při OKP = 10 % s Omyarbem, , kde adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem nastal v ploše odpovídající 25 % a kohezní lom nátěrového filmu (B) nastal v 50 % plochy. Ve zbytku plochy zde došlo ke koheznímu lomu v lepidle.



Obrázek 39: Ocelové panely s organickými povlaky obsahující Zinkfosfát při OKP = 10 % s Hematitem, kde k adheznímu lomu došlo ve dvou třetinách plochy a v jedné třetině k adheznímu lomu mezi nátěrovým filmem a lepidlem

5.4.2 Diskuze ke stanovení přilnavosti mřížkovou metodou.

V této metodě byly organické povlaky rozděleny do dvou skupin, kdy jedna skupina byla ponořena do destilované vody po dobu 96 hodin, a druhá skupina ponechána v suchu. Další dělení organických povlaků proběhlo stejným způsobem jako u ostatních metod. Stupeň přilnavosti byl hodnocen i u vybraných dvouvrstvých organických povlaků, u kterých byly provedeny korozní zkoušky v kondenzační a solné komoře.

Z organických povlaků vodou ředitelného pojiva s obsahem plniv (OKP = 20 %) bylo nejvyšší přilnavosti dosaženo v případě povlaku s obsahem plniva Steopac A a promotoru adheze (stupeň 0). Ostatní organické povlaky dosahovaly přilnavosti odpovídající stupni 1 (ještě způsobilá přilnavost) až na organické povlaky s obsahem Hematitu a Litoponu, u kterých byla přilnavost vyhodnocena stupněm 3. Organické povlaky obsahující promotor adheze vykazovaly stejnou nebo vyšší přilnavost (o 1 stupeň). Z organických povlaků exponovaných 96 hodin ve vodě bylo nejvyššího stupně přilnavosti opět dosaženo u povlaku s obsahem Steopacu A s promotorem adheze, kdy došlo ke snížení přilnavosti oproti suchému nátěrovému

filmu o 1 hodnotící stupeň. Ke snížení přilnavosti v případě organického povlaku s tímto plnivem bez obsahu promotoru adheze také došlo ke snížení přilnavosti ze stupně 1 na stupeň 2. Mezi organické povlaky, u kterých nebyla pozorována změna přilnavosti, patří povlak obsahující TiO_2 a promotor adheze (stupeň 1). U ostatních organických povlaků byla vyhodnocena nižší přilnavost (stupeň 2 a více), také u nich promotor adheze zhoršil nebo neovlivnil stupeň přilnavosti.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb byl nejvyšší dosažený stupeň přilnavosti 1, a to u organických povlaků s obsahem Zinkferritu, PANI a MoS_2 bez promotoru adheze. Ostatní organické povlaky dosahovaly nižší přilnavosti. Promotor adheze měl negativní vliv na přilnavost, nebo jí neovlivnil. V případě ve vodě exponovaných organických povlaků bylo nejvyššího stupně přilnavosti dosaženo u povlaku s obsahem Zinkferritu (stupeň 2), ZnS (stupeň 2) a ZnS s obsahem promotoru adheze (stupeň 2.) ostatní organické povlaky vykazovaly nižší stupeň přilnavosti respektive ještě nižší, než v případě nátěrových filmů nevystavených vodě.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) obsahující plnivo Hematit byl nejvyšší stupeň přilnavosti dosažen u povlaku s obsahem Zinkferritu bez promotoru adheze (0). U organického povlaku se Zinkferritem a s obsahem promotoru adheze byla přilnavost vyhodnocena stupněm 1. Tento stupeň přilnavosti byl dosažen i u nátěrových filmů s obsahem Perovskitu a organického povlaku s MoS_2 bez promotoru adheze. V případě ve vodě exponovaných organických povlaků si přilnavost udržely ty s obsahem Perovskitu a MoS_2 . U ostatních organických povlaků byl dosažen nižší stupeň přilnavosti, a to i ve srovnání s organickými povlaky, které nebyly vodě vystaveny.

Z dvouvrstvých organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) vystavených prostředí s povšechnou kondenzací (panely S46) po dobu 240 hodin bylo dosaženo nejvyšších stupňů přilnavosti (0 = dobrá přilnavost, 1 = ještě způsobilá přilnavost) dosaženo u všech organických povlaků, kromě těch s promotorem adheze (Mastek, Steopac A, Dorkafil, Wollastonit, Plastorit). Z vybraných dvouvrstvých pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem Omyacardu bylo nejvyšší přilnavosti (stupeň 0) dosaženo u nátěrových filmů s obsahem Zinkferritu a PANI, kde promotor adheze neměl na přilnavost vliv. V případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem hematitu dosáhl nejvyšší přilnavosti (stupeň 1) organický povlak s obsahem MoS_2 , promotor adheze zde také neměl na přilnavost vliv.

Z dvouvrstevných organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) vystavených prostředí neutrální solné mlhy (panely S46) po dobu 120 hodin bylo u všech vybraných organických povlaků, které tomuto prostředí odolaly, dosaženo stupně přilnavosti 0. V případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem Omyacaru bylo nejvyššího stupně přilnavosti dosaženo u povlaku s obsahem ZnS a MoS₂ bez obsahu promotoru adheze. V případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit byl nejvyšší stupeň přilnavosti 0 stanoven u organického povlaku s obsahem Zinkferritu a s promotorem adheze a u organického povlaku s obsahem Sulfidu Molybdeničitého s řezem.

Nepigmentovaný organický povlak dosáhl stupně přilnavosti 1. v případě, kdy nebyl obsažen promotor adheze a stupně 0, kdy promotor adheze byl použit. Stejného hodnocení bylo dosaženo i v případě dvouvrstevného nepigmentovaného nátěrového filmu po 240 hodinách v prostředí s povšechnou kondenzací. Přilnavost nepigmentovaného organického povlaku vystavenému prostředí neutrální solné mlhy po dobu 120 hodin vykazoval přilnavost odpovídající stupni 1, a to jak v případě povlaku bez obsahu promotoru adheze, tak i s jeho obsahem.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyššího stupně přilnavosti u organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) bylo dosaženo u povlaku s obsahem Steopacu A. Přilnavost se v případě vystavení tohoto povlaku vodě snížil a o jeden stupeň. (z hodnotícího stupně 0 na stupeň 1)
- Organické povlaky s obsahem plniv (OKP = 20 %) vykazovaly v průměru vyšší přilnavost než pigmentované organické povlaky (OKP = 10 %).
- Nejvyšší přilnavosti z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) Omyacaru i Hematit bylo dosaženo v případě povlaků s obsahem Zinkferritu a MoS₂. U těchto povlaků byla také zaznamenána nejvyšší odolnost vůči vodě, ale pouze v případě, že se jednalo o organické povlaky bez obsahu promotoru adheze. (nejvyšší přilnavost MoS₂ s plnivem Hematit z hodnotícího stupně 1 na stupeň 2)
- Dvouvrstevné organické povlaky vykazovaly vyšší přilnavost než jednovrstevné, a to i v případě, že byly vystaveny koroznímu prostředí s povšechnou kondenzací i atmosféře neutrální solné mlhy. (nejvyšší četnost stupňů přilnavosti 0)
- Nepigmentované organické povlaky dosahují přilnavosti hodnocené stupněm 0 a 1. Promotor adheze měl jejich případě vliv na vyšší přilnavost.

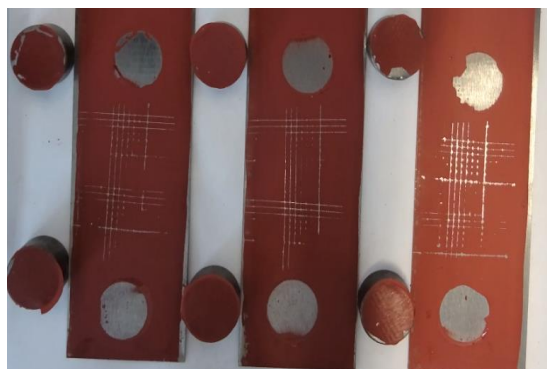
- Nejvyšší stupeň přilnavosti na skleněném panelu byl zaznamenán u organického povlaku s obsahem Steopac A. Po ponoření panelu do destilované vody (96 hodin) došlo k ztrátě přilnavosti o jeden hodnotící stupeň. (ze stupně přilnavosti 0 na stupeň 1)



Obrázek 40: Pojivo s obsahem Steopacu A o OKP = 20 %, hodnocení přilnavosti v mřížce



Obrázek 41: Pojivo s obsahem Wollastonitu o OKP = 20 %, hodnocení přilnavosti v mřížce



Obrázek 42: pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu ZnS o OKP = 10 % s plnivem hematit, hodnocení přilnavosti v mřížce

5.4.3 Diskuze ke stanovení odolnosti vůči ohybu

Tato zkouška byla provedena na stejných organických povlaku, na kterých byla provedena zkouška odolnosti vůči odtrhu a mřížková zkouška přilnavosti. Byla hodnocena

ztráta přilnavosti v místě deformace. Panely byly ohýbány trny o velikosti 8, 6 a 4 mm. 8 mm představovalo nejnižší zátěž pro namáhané místo a 4 největší.

Z organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) dosáhl nejvyšší odolnosti vůči ohybu povlak s obsahem Mastku (s obsahem promotoru adheze i bez něj), který si udržel přilnavost na všech třech trnech. Obdobného výsledku bylo dosaženo i v případě povlaků s obsahem plniva Steopac A a Hematitu, kde organický povlak s obsahem promotoru adheze neztratil na trnu s nejnižším rozměrem přilnavost. Ostatní organické povlaky vykazovaly nižší odolnost vůči ohybu. V případě těchto organických povlaků exponovaných ve vodě ztratily odolnost vůči ohybu na všech trnech všechny povlaky s výjimkou těch, které obsahovaly Steopac A, Hematit, Omyacarb a Blancfixe. Tyto organické povlaky si udržely přilnavost na největším trnu (trn 8 mm). Promotor adheze v případě nátěrových filmů vystavených vodě neměl vliv na odolnost vliv.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb bylo nejvyšší odolnosti vůči ohybu dosaženo u organických povlaků s obsahem ZnS a Zinkferritu, a to jak s obsahem promotoru adheze, tak i bez něj. Tyto nátěrové filmy odolaly ohybu na všech třech trnech. Ostatní nátěrové filmy dosahovaly nižší odolnosti vůči ohybu. V případě vystavení těchto pojiv ve vodě si odolnost (trn 6 mm) udržely organické povlaky obsahující ZnS, MoS₂ a PANI. U povlaků s obsahem ZnS a MoS₂ se jednalo o ty s obsahem promotoru adheze a u povlaku s PANI si uvedenou odolnost udržel i organický povlak bez tohoto promotoru.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit dosahovaly nejvyšší odolnost vůči ohybu (včetně trnu 4 mm) organické povlaky s obsahem ZnS, Zinkferritu a Zinkfosfátu (s obsahem promotoru adheze i bez něj). Ostatní organické povlaky dosahovaly nižších odolností vůči ohybu. Po vystavení těchto povlaků destilované vodě si odolnost vůči ohybu (trn 6 mm) udržely organické povlaky s obsahem ZnS bez promotoru adheze. U ostatních organických povlaků byla odolnost vůči ohybu nižší, tedy maximálně dokázala udržet přilnavost na trnu 8 mm.

Shrnutí výše uvedených výsledků

- Nejvyšší odolnost vůči ohybu z organických povlaků s obsahem pojiv (OKP = 20 %) byla dosažena v případě povlaku s obsahem Mastku. Nejvyšší celková odolnost vůči ohybu včetně schopnosti udržet přilnavost při vystavení vodě byla dosažena u nátěrového filmu s obsahem Steopac A.

- Celková nejvyšší odolnost vůči ohybu byla v případě pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) dosažena u povlaků s obsahem ZnS a Zinkferritu, navíc u pigmentovaných organických povlaků s obsahem Omyacarb u povlaků s obsahem PANI a MoS₂.
- Promotor adheze vylepšil odolnost vůči ohybu v případě organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %). Pigmentované nátěrové filmy (OKP = 10 %) promotor adheze významně neovlivnil.

5.4.4 Shrnutí k diskuzi zkoušek mechanické odolnosti

Nejvyšší odtrhová pevnost byla dosažena u pigmentovaného organického povlaku (OKP = 10 %) s obsahem Omyacarb a ZnO (0,95 MPa). Vysoké odtrhové pevnosti bylo shodně dosaženo i v případě organických povlaků s obsahem Zinkferritu (s promotorem adheze) a oligomeru PANI (bez promotoru). U těchto nátěrových filmů bylo dosaženo povrchové pevnosti o hodnotě 0,64 MPa. Tato odtrhová síla odpovídala té, která byla naměřena v případě nepigmentovaného disperzního vodou ředitelného pojiva.

Nejvyššího stupně přilnavosti při provádění mřížkové zkoušky dosahoval organický povlak s obsahem Steopacu A (stupeň 0). Nátěrové filmy s obsahem tohoto plniva vykazovaly nejvyšší přilnavost také po vystavení vodě (stupeň 1). Vybrané dvouvrstvé organické povlaky s tímto plnivem (panely S46) vykazovaly vysokou přilnavost i po provedení korozních zkoušek jak v prostředí s povšechnou kondenzací, tak v prostředí neutrální solné mlhy (stupeň 0). Podobně vysoká přilnavost byla dosažena i v případě povlaku s obsahem Mastku, ten ale zcela ztratil přilnavost po ponoření ve vodě.

Z pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %) dosahoval vysokého stupně přilnavosti (1) organický povlak s obsahem Zinkferritu a MoS₂ a to s oběma plnivy (Omyacarb i Hematit). Povlaky s obsahem MoS₂ bez promotoru adheze si navíc udržely přilnavost na ocelových panelech ponořených ve vodě, zatímco organické povlaky s obsahem Zinkferritu po ukončení korozních zkoušek v kondenzační a solné komoře vykazovaly nejvyšší stupeň přilnavosti (stupeň 0).

V případě zkoušky odolnosti vůči ohybu bylo nejvyšší odolnosti opakovaně dosaženo u pigmentovaného organického povlaku (OKP = 10 %) s obsahem ZnS, a to jak s plnivem Omyacarb, tak Hematit (trn 4 mm). Tyto organické povlaky si dokázaly částečně udržet přilnavost po vystavení povlaků destilované vodě (trn 6 mm). Stejného výsledku bylo dosaženo i v případě pigmentovaného organického povlaku (OKP = 10 %) s obsahem oligomeru PANI

s plnivem Omyacarb. Vysokou odolnost vůči ohybu (trn 4 mm) vykazovaly i pigmentované nátěrové filmy s obsahem Zinkferritu, u kterých ale po vystavení vodě došlo ke ztrátě odolnosti vůči ohybu (trn 8 mm). Stejně odolnosti, jako u organického povlaku s obsahem Zinkferritu bylo dosaženo i u nátěrového filmu s obsahem Steopacu A (OKP = 20 %). Z organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %) byla vysoká odolnost vůči ohybu zaznamenána také u toho s obsahem Mastku (trn 4 mm), kde došlo k výrazné ztrátě odolnosti po ponoření ve vodě (8 mm).

Z veškerých výsledků zkoušek mechanické odolnosti vyplývají následující závěry:

- Zvýšenou přilnavost a odolnost vůči ohybu vykazují plniva tvořená neizometrickými částicemi, jako Zinkferrit, MoS_2 , a také plniva na bázi Mastku (Talc ST 30 a Steopac A).
- Nejmenší ztráty přilnavosti a odolnosti vůči ohybu po vystavení destilované vodě vykazují pigmentované organické povlaky s obsahem ZnS a MoS_2 .
- Promotor adheze vylepšil přilnavost a odolnost vůči ohybu organických povlaků s obsahem plniv (OKP = 20 %), ale zhoršil tyto vlastnosti v případě povlaků exponovaných ve vodě a pigmentovaných organických povlaků (OKP = 10 %).



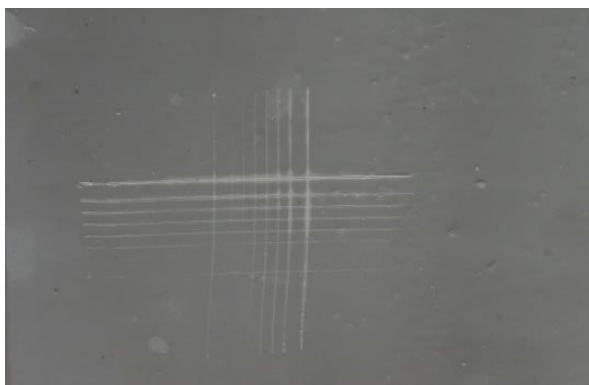
Obrázek 43: Rozdíl v přilnavosti mezi pojivem s pigmentem Zinkferrit s plnivem Omyacarb při použití vybraného promotoru adheze (vpravo) a v případě, kdy aditivum nebylo přidáno (nalevo a uprostřed)



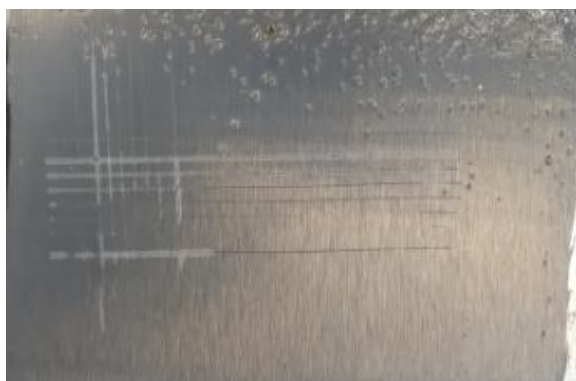
Obrázek 44: Stanovení přilnavosti pojiva s obsahem plniva Steopac A na skleněném panelu exponovaného ve vodě z poloviny plochy (vpravo)



Obrázek 45: Vzhled mřížky pojiva obsahující plnivo Steopac A o OKP = 20 % zhotovené po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální mlhy NaCl



Obrázek 46: : Vzhled mřížky pojiva obsahující plnivo wollastonit o OKP = 20 % zhotovené po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální mlhy NaCl



Obrázek 47: Vzhled mřížky nepigmentovaného pojiva, zhotovené 96 hodin po aplikaci

6 PŘÍNOSY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Z této práce byly získány tři hlavní poznatky. První se týkala samotného vodou ředitelného pojiva. Při práci s touto nátěrovou hmotou byla zjištěna náchylnost tohoto pojiva k vodnému prostředí a podle toho byly zvoleny metody, jako bylo měření zbledání nebo ponoření části ocelových panelů do destilované vody. Navržené formulace s plnivými a pigmenty částečně nebo zcela problém zbledání odstranily. Dále byl u zkoumaného nepigmentovaného organického povlaku na bázi vodou ředitelného disperzního pojiva pozorován výrazný nárůst relativní povrchové tvrdosti až k 50 % standardu 27. den v případě povlaku s přibližnou tloušťkou suchého filmu 50 μm . Prudký nárůst povrchové tvrdosti byl spojován s křehnutím nátěrového filmu. V případě stanovení relativní povrchové tvrdosti veškerých organických povlaků s obsahem plniv a pigmentů (OKP = 20 % i OKP = 10 %) došlo ke snížení počáteční povrchové tvrdosti o 10 % a tvrdost se zvyšovala s časem pouze mírně. Optimálního růstu tvrdosti bylo dosaženo v případě organického povlaku s obsahem plniva Mastku Talc ST-30 (OKP = 20 %) a pigmentovaného organického povlaku s obsahem oligomeru polyanilinu a Benzochinonu s p-fenyldiminem PANI (OKP = 10 %) s vápencem Omyacarb 5VA. Nejvyšších hodnot povrchové tvrdosti a zároveň nejvyšší odolnosti vůči vrypu dosáhl organický povlak s obsahem směsného plniva křemene, slídy, a chloritu Plastorit. To souvisí s druhým poznatkem. Bylo zjištěno, že použitím vhodných plniv lze zvýšit relativní povrchovou tvrdost a odolnost vůči vrypu a že tvar částic těchto plniv hraje rozhodující úlohu při zvyšování této odolnosti i dalších typů odolnosti organického povlaku. Nejvyšších výsledků napříč prováděnými zkouškami dosahovaly lamelární, tedy šupinaté částice. Třetím poznatkem byla problematika objemové koncentrace pigmentu. Ze znalosti testování nepigmentovaných organických povlaků v korozních zkouškách bylo možné usuzovat, zda by případné snížení objemové koncentrace pigmentu nevedlo k zlepšení chování nátěrových filmů s obsahem plniv. Ocelový podklad totiž v případě testování nepigmentovaného organického povlaku v prostředí s povšechnou kondenzací a v atmosféře neutrální solné mlhy po 120 hodinách nejevil známky koroze. Je tedy nutné zvolit plniva, u kterých po zaschnutí vytvoří film optimální strukturu. Použité sypké materiály mohou být samy náchylné k agregacím, čili shlukování a použitý promotor adheze tento jev pravděpodobně podporoval. Pokud je antikorozi pigment obklopen příliš velkým množstvím doprovodného plniva, může dojít k oslabení jeho účinnosti až ztrátě antikorozi vlastností.

Promotor adheze také mohl vázat kationty zinečnatých pigmentů a zhoršovat antikorozi a adhezi vlastnosti přímo uvnitř ochranné vrstvy. Dále bylo zjištěno, že ochranná vrstva

pigmentovaného pojiva vykazuje zvýšenou mechanickou odolnost v případě aplikace druhé vrstvy a to i v případě, že je tento organický povlak namáhán v korozním prostředí.

Mezi organické povlaky, které dosahovaly nejvyšších výsledků napříč provedenými zkouškami, patří ta se směsným plnivem křemene slídy a chloritu Plastorit (OKP = 20 %), s Mastkem s obsahem chloritu Steopac A (OKP = 20 %) a s antikoročním pigmentem Sulfidem zinečnatým (OKP = 10 %). U organických povlaků s obsahem tohoto pigmentu byl naměřen vysoký polarizační odpor $155,75 \cdot 10^3 \Omega$. a dokázaly si udržet vysokou přilnavost při mřížkové zkoušce a zkoušce ohybu a to i po jeho vystavení vodě. Mezi organické povlaky s nejvyššími antikoročními vlastnostmi patřily pigmentované (OKP = 10 %) s obsahem oligomeru PANI a vápencem Omyacarb 5VA. Tento poznatek vyplývá především z vyhodnocení kovového podkladu po odstranění nátěrového filmu u panelů vystavených koroznímu prostředí se zvýšenou vlhkostí, neutrální solné mlhy i atmosféry s obsahem oxidu siřičitého. Organický povlak s tímto oligomerem a plnivem vápencem Omyacarb 5VA také vykazoval nejvyšší odolnost vůči rozpouštědlům. To bylo zjištěno provedením MEK testu, kdy bylo dosaženo nejvyššího stupně 2 a odolávání nátěrového filmu do 65 sekund v případě pojiva s obsahem vápence Omyacarb a stupně 2 s celkovým odoláváním nátěru do 61 sekund v systému s α -modifikací oxidu železitého Hematit Bayferrox 160M.

Po provedení výzkumu je pro vodou ředitelný disperzní epoxid možné doporučit plniva na bázi křemičitanů (Plastorit a Wollastonit) a hydratovaných křemičitanů (Mastek , Steopac A) s lamelárními částicemi a také vodivý oligomer PANI. Promotor adheze lze aplikovat s nepigmentovaným vodou ředitelným disperzním pojivem a v případě pigmentovaného nátěrového filmu s obsahem plniva vápence Omyacarb 5VA.

6.1 Souhrn vlastností vybraných plniv a pigmentů

6.1.1 Vliv plniv na vlastnosti organického povlaku

6.1.1.1 TiO₂ (Oxid titaničitý typu Anatas)

Toto plnivo dosáhlo 27. den relativní povrchové tvrdosti 46,1 %, při Bucholtzově zkoušce bylo u tohoto plniva dosaženo vrypu o délce 1,1 mm (nejnižší odolnost z nátěrových filmů při OKP = 20 %).

V případě zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací dosáhlo koroze v ploše panelu 10-15 %, kdy byla pozorována ztráta adheze na 40 % plochy a koroze v řezu o rozměru 0-0,5 mm. Také byly pozorovány puchýřky o stupni 8F. V případě aplikace s promotorem adheze nebyla koroze ani zaznamenána a puchýřky dosáhly stejného stupně 8F.

Organický povlak s TiO_2 po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy ztratil adhezi dříve než po 96 hodinách, s výjimkou nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze, u kterého došlo k ke korozi na 0,03 % plochy, v řezu byla zaznamenána koroze o rozměru 0-0,5 mm. Výskyt puchýřů nebyl na tomto organickém povlaku zaznamenán.

Naměřený polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,6 \cdot 10^3 \Omega$

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 3 pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze (stupeň 2 před expozicí) a stupněm 1 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.2 Kalcinovaný kaolín (Dorkafil SiO_2 , $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$)

Organický povlak s tímto plnivem dosáhl 27. den relativní povrchové tvrdosti 53,3 %. Při Bucholtzově zkoušce byl u tohoto povlaku naměřen vryp o délce 1,0 mm.

Po provedení zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nevykazoval známky koroze v ploše, ani v řezu panelu, byl zaznamenán výskyt puchýřů o stupni 8M. V případě aplikace s promotorem adheze byla pozorována koroze v ploše $<0,03$ % a puchýře o stupni 6MD.

V případě korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy organický povlak s tímto pojivem prokorodoval na 0,1 % plochy panelu, v řezu dosáhl koroze (0,5-1 m) a výskytu puchýřů (8F). Organický povlak s tímto plnivem a promotorem adheze ztratil přilnavost dříve než po 96 hodinách.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,3 \cdot 10^3 \Omega$. (shodná hodnota s plnivem Mastek)

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.3 BaSO_4 + ZnS (směsné plnivo síranu barnatého a sulfidu zinečnatého Litopon)

Nátěrový film s obsahem tohoto sulfidického plniva dosáhl relativní povrchové tvrdosti 51,4 % a odolnosti vůči vrypu (1,0 mm).

Po korozní zkoušce v prostředí s povšechnou kondenzací nevykazoval známky koroze v ploše, v řezu panelu byla zaznamenána koroze s tloušťkou 0,5-1 mm a puchýře

(6M). V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze nebyla také koroze v ploše pozorována, ale byl zaznamenán výskyt puchýřů (stupeň 4F).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy organický povlak s tímto pojivem prokorodoval v ploše panelu (33 %) a v řezu panelu (>1 mm). Na nátěrovém filmu byly pozorovány puchýře (6MD). Organický povlak s obsahem promotoru adheze ztratil přilnavost dříve než po 96 hodinách.

Polarizační odpor tohoto povlaku dosáhl $5,6 \cdot 10^3 \Omega$

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 5 (3 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 4 (2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.4 H₂MgSiO₄ (Mastek Talc-ST30)

Organický povlak s tímto plnivem vykazoval 27. den relativní povrchovou tvrdost o hodnotě 48 % a odolnost vůči vrypu (1,0 mm).

V případě zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nebyla na nátěrovém filmu pozorována koroze v ploše ani řezu ani výskyt puchýřů. Organický povlak s obsahem promotoru adheze jevil známky koroze v ploše panelu (<0,03 %) a byly na nich pozorovány puchýře v ploše (6F). Koroze v řezu nebyla pozorována.

V případě korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy organický povlak s tímto pojivem prokorodoval v ploše (<0,03 %) a v řezu (>1 mm). Na organických povlácích s tímto plnivem nebyly zaznamenány osmotické puchýře. Nátěrové filmy s obsahem promotoru adheze ztratily přilnavost dříve než po 120 hodinách.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,3 \cdot 10^3 \Omega$ (shodná s plnivem Dorkafil).

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 3 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.5 CaSiO₃ (Wollastonit)

Organický povlak s obsahem tohoto plniva dosáhl 27. den relativní povrchové tvrdosti 47,4 % a odolnosti vůči vrypu (0,9 mm). Celková antikorozi ochrana oceli po 240 hodinách v kondenzační komoře a po 120 hodinách v solné komoře.

V případě zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nebyla pozorována koroze v ploše panelu a koroze v řezu dosáhla 0-0,5 mm. Byl zaznamenán výskyt puchýřů s četností 6M. Organický povlak s obsahem promotoru adheze ztratil přilnavost na 2 % plochy a stupeň puchýřovatění dosáhla stupně 4M.

Po korozní zkoušce v prostředí neutrální solné mlhy byla na organickém povlaku pozorována koroze v ploše (0,03 %), v řezu (>1 mm). Puchýře nebyly zaznamenány. V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo ke korozi v ploše panelu (<0,03 %), ale byla zaznamenána ztráta přilnavosti na 40 % plochy.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $5,5 \cdot 10^3 \Omega$.

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.6 Hematit - α Fe₂O₃ (Bayferrox 160M)

Organický povlak s obsahem tohoto plniva dosáhl relativní povrchové tvrdosti 54,8 % a odolnosti vůči vrypu 1,0 mm.

Po proběhnutí korozní zkoušky s povšechnou kondenzací nebyla koroze v ploše ani řezu pozorována. V případě obsahu promotoru adheze byla pozorována koroze v ploše panelu (0,03 %) Výskyt puchýřů dosáhl stupně 6D a jak na organickém povlaku bez promotoru adheze, tak s ním.

V případě korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy odolal více než 96 hodin pouze organický povlak bez obsahu promotoru adheze, který v den měření zcela ztratil adhezi. Byla u něj vyhodnocena koroze v ploše panelu (>50 %) a koroze v řezu panelu (>1 mm)

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,8 \cdot 10^3 \Omega$ a jednalo se tak o nejvyšší naměřenou hodnotu polarizačního odporu v kategorii plniv.

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 5 (3 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 3 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.7 H₂MgSiO₄ - Mastek, Mg₅Al(OH)₈, Slída AlSi₃O₁₀ – Chlorit (Steopac A)

Nátěrový film obsahující toto plnivo dosáhlo relativní povrchové tvrdosti 50,6 % a odolnosti vůči vrypu 1,1 mm (nejnižší odolnost vůči vrypu).

V případě zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nebyla pozorována koroze v ploše panelu, koroze v řezu panelu dosáhla 0-0,5 mm a stupeň puchýřovatení dosáhl hodnoty 6F. Organický povlak s obsahem promotoru adheze nejevil známky koroze v ploše panelu a byl u něj pozorován stekný stupeň výskytu puchýřů (6F).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy bylo u tohoto organického povlaku pozorováno prokorodování v ploše (10 %), v (řezu 0,5-1 mm) a výskyt puchýřů (6F). V případě tohoto organického povlaku s obsahem promotoru adheze bylo pozorováno prokorodování v ploše panelu (16 %) v řezu (řezu 0,5-1 mm) a výskyt puchýřů nebyl zaznamenán.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $2,2 \cdot 10^3 \Omega$ což byla nejnižší hodnota polarizačního odporu v kategorii plniv.

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 1 (2 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 0 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Jednalo se tak o nejvyšší dosaženou odolnost vůči vodě.

6.1.1.8 CaCO₃ (Omyacarb 5VA)

Organický povlak s obsahem tohoto plniva dosáhl 27. den relativní povrchové tvrdosti 38,3 % a odolnosti vůči vrypu 0,8 (nejvyšší odolnost).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nebyla pozorována koroze v ploše panelu, v řezu panelu dosáhla rozměru 0-0,5 mm a výskyt puchýřů byl vyhodnocen stupněm 6F. V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze nebyla koroze v ploše panelu ani puchýře pozorovány.

V případě korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy byla pozorována koroze v ploše panelu (0,03 %) koroze v řezu (>1 mm). Výskyt puchýřů nebyl zaznamenán. Organický povlak s promotorem adheze ztratil adhezi mezi 96 a 120 hodinou zkoušky.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,7 \cdot 10^3 \Omega$ a jednalo se tak o druhou nejvyšší hodnotu polarizačního odporu.

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.9 SiO₂ – Křemen, KAl(OH)₈ Si₄O₁₀ - Slída, AlSi₃O₁₀ -Chlorit (Plastorit)

Nátěrový film s obsahem tohoto plniva dosáhl nejvyšší povrchové tvrdosti nátěrového filmu při hodnotě 56,3 % a nejvyšší odolnost 0,8 mm (nejvyšší odolnost).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací nebyla pozorována koroze v ploše panelu, koroze v řezu panelu dosáhla tloušťky 0-0,5 mm. Puchýře stupně 8F byly pozorovány pouze v případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze, u kterého byla navíc pozorována i koroze v ploše. (0,03 %).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy byla u tohoto organického povlaku pozorována koroze v ploše panelu (0,03 %) a koroze v řezu (>1 mm). Organický povlak s obsahem promotoru adheze ztratil přilnavost před uplynutím 96 hodin této zkoušky.

Naměřený polarizační odpor tohoto organického povlaku byl $6,1 \cdot 10^3 \Omega$ (shodná hodnota s plnivem Blancfixe).

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.1.10 Srážený BaSO₄ (Blancfixe)

Relativní povrchová tvrdost organického povlaku s tímto plnivem dosáhl relativní povrchové tvrdosti 51,1 % a odolnosti vůči vrypu (1,0 mm).

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací byla koroze v ploše panelu pozorována pouze v případě nátěrového filmu, který obsahoval promotor adheze (0,03 %) a koroze v řezu o rozměru 0-0,5 mm. Stupeň puchýřů dosáhl obdobných hodnot 8M (promotor) a 8 MD (bez promotoru)

V případě korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy byla pozorována koroze v ploše nátěrového filmu až na 5 % plochy a v řezu (0,5-1 mm). V případě tohoto nátěrového filmu byl zaznamenán výskyt puchýřů stupně 8F. V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo ke ztrátě přilnavosti dříve než po 120 hodinách zkoušky.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $6,1 \cdot 10^3 \Omega$ (shodná hodnota s plnivem Plastorit).

Stanovená přilnavost po vystavení organického povlaku vodě byla hodnocena stupněm 2 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.2 Vliv antikorozičního pigmentu a promotoru adheze na vlastnosti organického povlaku v závislosti na typu plniva

6.1.2.1 ZnO (Oxid zinečnatý)

Během zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací a dalších korozních zkoušek byl v případě obsahu plniva Omyacarb testován pouze organický povlak bez obsahu promotoru adheze. Prokorodování bylo pozorováno na 10 % plochy panelu a byl zaznamenán výskyt puchýřů (6M). U organického pojiva s obsahem tohoto pigmentu a plniva Hematit bylo prokorodování v ploše panelu pozorováno na 0,03 % plochy při výskytu puchýřů (4MD) bez obsahu promotoru adheze a s obsahem promotoru adheze bylo pozorováno prokorodování na 1 % plochy s výskytem puchýřů 4D

Při zkoušce v prostředí neutrální solné mlhy bylo na organickém povlaku s tímto pigmentem a plnivem Omyacarb zaznamenáno prokorodování v ploše až 16 %. U tohoto nátěrového filmu došlo po 120 hodinách zkoušky k celkové ztrátě adheze. Organický povlak s tímto pigmentem a obsahem plniva Hematit prokorodoval v ploše (16 %) při výskytu puchýřů 2M. V případě promotoru adheze organický povlak prokorodoval v ploše 33 % při výskytu puchýřů 6M. Koroze v řezu se u všech organických povlaků pohybovala okolo 0,5 mm.

Po provedení zkoušky v prostředí s obsahem SO₂ organický povlak s obsahem Omyacarb jevil známky koroze v 10 % plochy panelu při výskytu puchýřů 8MD. Organický povlak s tímto pigmentem a Hematit prokorodoval v 0,1 % plochy panelu bez výskytu puchýřů s mírnou ztrátou adheze 2 %. Tento nátěrový film s obsahem promotoru adheze dosáhl vyšší hodnoty koroze v ploše (10 %).

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $1,4 \cdot 10^4 \Omega$ v případě plniva Omyacarb a $9,2 \cdot 10^4$ v případě plniva Hematit.

Organické povlaky s tímto pigmentem vykazovaly vyšší povrchovou tvrdost s obsahem plniva Hematit (38,9 %), oproti organickému povlaku s obsahem vápence Omyacarb (30,7 %). Odolnost vůči vrypu se v obou případech pohybovala okolo 1,5 mm (nejnižší odolnost z nátěrových filmů s obsahem antikorozičních pigmentů).

V případě organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 4 (stupeň 4 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 5 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (2 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 4 (3 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Odolnost organického povlaku vůči vodě je s tímto antikoročním pigmentem vyšší v případě použití plniva Hematit.

6.1.2.2 ZnS (Sulfid zinečnatý)

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací byla na organickém povlaku s tímto pigmentem a plnivem Omyacarb pozorována koroze v ploše <0,03 % a výskyt puchýřů (6MD) a ztráta přilnavosti v ploše 7 %. V případě promotoru adheze nedošlo k prokorodování v ploše panelu a výskyt puchýřů byl hodnocen stupněm 6F, při ztrátě adheze v 7% plochy. V případě tohoto pigmentu a plniva Hematit nebyla na organickém panelu pozorována koroze v ploše, byly pozorovány puchýře (4F). Tento organický povlak s obsahem promotoru adheze prokorodoval v ploše 1 %, při výskytu puchýřů 8F, kdy došlo ke ztrátě adheze v 33 % plochy.

V případě testování organických povlaků v prostředí neutrální solné mlhy bylo u organických povlaků s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb pozorováno prokorodování v ploše až 50 %, koroze v řezu (>1 mm) při výskytu puchýřů 8M a ztráta adheze (15 %). Organický povlak s obsahem promotoru adheze ztratil přilnavost před 96 hodinou zkoušky. Nátěrové filmy s obsahem tohoto pigmentu a plniva Hematit prokorodovaly na více než 50 % plochy. U tohoto organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo ke korozi v ploše panelu na 16 % plochy při ztrátě adheze 5 % a výskytu puchýřů stupně 4M. koroze v řezu dosahovala 0,5-1 mm v případě organického povlaku bez promotoru adheze, tak i s obsahem tohoto aditiva.

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s SO₂ byla u organického povlaku s tímto pigmentem a plnivem Omycarb pozorována koroze v ploše panelu (16 %), výskyt puchýřů nebyl pozorován. V případě tohoto nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze došlo k prokorodování v 3 % plochy bez přítomnosti puchýřů. Organický povlak s obsahem tohoto pigmentu a plniva Hematit jevil známky koroze v ploše panelu (15 %) při výskytu puchýřů 2F, zatímco nátěrový film obsahující promotor adheze prokorodoval v ploše (10 %) při pozorování

puchýřů stupně 2M. U všech povlaků s plnivem Hematit došlo v této korozní zkoušce ke ztrátě adheze v 5 % plochy

Naměřený polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $1,3 \cdot 10^4 \Omega$ (Omyacarb) a $9,6 \cdot 10^4 \Omega$ (Hematit), kdy se v případě organického povlaku s obsahem plniva Hematit jednalo o nejvyšší naměřenou hodnotu polarizačního odporu.

Nátěrový film s obsahem tohoto pigmentu dosahoval vyšší povrchové tvrdosti v případě doprovodného plniva Hematit (45,8 %) oproti povlaku s obsahem vápence Omyacarb (41,5 %). Odolnost vůči vrypu byla vyšší v případě plniva Omyacarb (0,8 mm) oproti plnivu Hematit (1,0), kdy se jednalo o nejvyšší odolnost vůči vrypu z antikoročních pigmentů.

U organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 2 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.2.3 $Zn_xFe_{3-x}O_4$ (Směsný oxid zinečnato železitý Zinkferrit)

Po korozní zkoušce v prostředí s povšechnou kondenzací u organického povlaku s tímto antikoročním pigmentem a plnivem Omyacarb nebylo pozorováno prokorodování ani koroze v ploše nátěrového filmu, a to jak u nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze, tak i s obsahem tohoto aditiva. Na obou byly pozorovány puchýře se stupněm 8F-6F. Korozní odolnost tak byla vyšší u tohoto filmu než v případě organického povlaku s tímto pigmentem a plnivem Hematit, kdy povlak vykazoval korozi v ploše panelu (1 %) při výskytu puchýřů 8F, zatímco nátěrový film s obsahem promotoru adheze korozi zcela odolal. Došlo u něj ke ztrátě přilnavosti v ploše (5 %).

V případě zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy organický povlak s tímto pigmentem a plnivem Omyacarb jevil známky koroze v ploše nátěrového filmu (16 %), v řezu (>1 mm) při výskytu puchýře (8M). V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo mezi 96 a 120 hodinou experimentu ke ztrátě adheze (100 %), kdy byla koroze v ploše pozorována také na 16 % plochy.

Po provedení korozní zkoušky v SO₂ komoře bylo na organickém povlaku s obsahem plniva Omyacarb zaznamenáno prokorodování v ploše (16 %) bez výskytu puchýřů. S obsahem promotoru adheze došlo ke korozi v ploše odpovídající stejné hodnotě (16 %), kdy také nebyly pozorovány puchýře. U tohoto nátěrového filmu ale došlo ke ztrátě přilnavosti v 15 % plochy. Organický povlak s tímto pigmentem a plnivem Hematit prokorodoval ve více než 50 % plochy, a to jak v případě obsahu promotoru adheze, tak bez obsahu zmíněného aditiva. V obou případech také došlo ke ztrátě adheze okolo 30 % plochy.

Naměřený polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $7,8 \cdot 10^3 \Omega$ v případě plniva Omycarb a $2,6 \cdot 10^4 \Omega$ pro Hematit.

Nátěrové filmy s tímto pigmentem vykazovaly vyšší povrchovou tvrdost s plnivem Hematit (47,0 %) oproti povlakům s obsahem Omyacarb (46,0 %). Odolnost vůči vrypu byla vyšší v případě plniva Omyacarb (1,0 mm).

U organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 4 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 4 (stupeň 0 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 4 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.2.4 ZnPO₄ · xH₂O (hydrát fosforečnanu zinečnatého Zinkfosfát)

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací byla na organickém povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb pozorována koroze v ploše panelu (<0,03 %) při výskytu puchýřů 8F, zatímco při aplikaci promotoru adheze u tohoto nátěrového filmu došlo ke korozi v 5 % plochy panelu, výskytu puchýřů (6M) a ztrátě přilnavosti (10 %). Organický povlak s tímto pigmentem a plnivem Hematit také prokorodoval na ploše (<0,03 %) při výskytu puchýřů (8MD). V případě tohoto organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo ke korozi v ploše (7 %) při výskytu puchýřů o vysoké četnosti 6D.

V případě korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy byla u nátěrových filmů s plnivem Omyacarb hodnocena koroze v ploše panelu (16 %), v řezu panelu (0-0,5 mm), výskyt puchýřů (2M) a ztráta přilnavosti (15 %). Organický povlak s tímto pigmentem a plnivem Omyacarb, obsahující promotor adheze ztratil přilnavost před 120 hodinou korozní zkoušky. Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a plniva Hematit dosáhl ke korozi v ploše

panelu v 16 % plochy, při výskytu puchýřů (4M) a koroze v řezu dosahující tloušťky (>1 mm). Organický povlak s obsahem promotoru adheze zcela ztratil přilnavost před ukončením korozní zkoušky.

Během korozní zkoušky v SO₂ prostředí došlo u všech organických povlaků s obsahem plniva Omyacarb ke ztrátě přilnavosti mezi 48 a 96 hodinou zkoušky. Organické povlaky s obsahem plniva Hematit odolaly a u nich byla hodnocena koroze v ploše 0,1 % (bez promotoru) a 3 % plochy panelu (s obsahem promotoru.) bez výskytu puchýřů.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $1,6 \cdot 10^4 \Omega$ pro nátěrový film s obsahem Omycarbu a $9,3 \cdot 10^4 \Omega$ pro povlak s plnivem Hematit

Organické povlaky obsahující tento pigment vykazovaly vyšší povrchovou tvrdost v případě obsahu plniva Hematit (44,8 %) oproti těm s obsahem vápence Omyacarb (40,9 %). Odolnost vůči vrypu byla o v případě organického povlaku s obsahem plniva Omyacarb (1,2 mm).

U organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (3 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 3 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 3 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.2.5 Oligomer Benzochinon s p-fenyldiaminem (PANI)

Po provedení korozní zkoušky v prostředí s povšechnou kondenzací byla u organického povlaku s obsahem tohoto oligomeru a plniva Omyacarb pozorována koroze v ploše panelu (<0,03 %). Nebyl zaznamenán výskyt osmotických puchýřků. V případě tohoto nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze nebyla koroze vůbec zaznamenána, ale byly pozorovány puchýře stupně 4MD. U nátěrového filmu s obsahem PANI a plniva Hematit byla pozorována koroze v ploše panelů (0,03) při výskytu puchýřů (8M). U tohoto nátěrového filmu byl testován pouze organický povlak bez obsahu promotoru adheze vzhledem k náhlé ztrátě přilnavosti po 48 hodinách.

V případě korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy byla u organického povlaku s obsahem plniva Omyacarb pozorována koroze v ploše nátěrového filmu (10 %),

korozí v řezu panelu (>1 mm) bez výskytu puchýřů. S obsahem promotoru adheze byla dosažena nižší korozí v ploše panelu (5 %), korozí v řezu (1 mm) při výskytu puchýřů (6M). Organický povlak s PANI a obsahem plniva Hematit zcela ztratil přilnavost, a to jak v případě aplikace promotoru adheze, tak i bez promotoru.

V korozní zkoušce v prostředí SO₂ byla v případě organických povlaků s obsahem plniva Omyacarb pozorována korozí v ploše 1% bez výskytu puchýřků. Tento nátěrový film s obsahem promotoru adheze projevil vyšší korozní odolnost, kdy korozí v ploše dosáhla pouze 0,1 %. Organický povlak s obsahem tohoto oligomeru a plniva Hematit jevil známky korozí v ploše okolo 0,3 % (bezu výskytu puchýřů), zatímco nátěrový film s obsahem plniva Hematit prokorodoval pouze v 1 % plochy.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl $6,3 \cdot 10^3 \Omega$ (Omyacarb) kdy se jednalo o nejnižší hodnotu polarizačního odporu v kategorii antikoročních pigmentů a $7,7 \cdot 10^3 \Omega$ pro organický povlak s obsahem plniva Hematit.

Nátěrový film s tímto oligomerem dosahoval vyšší povrchové tvrdosti v případě obsahu plniva Omyacarb (49,4 %), která byla nejvyšší dosažená v případě organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů, oproti nátěrovým filmům s obsahem Hematitu (44,8 %). Odolnost vůči vrypu (1 mm) byla v případě obou typů plniv totožná.

V případě organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 3 (1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 3 (3 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 5 (stupeň 4 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 3 (stupeň 5 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze.

6.1.2.6 CaTiO₃ (Perovskit)

V prostředí s povšechnou kondenzací byl u nátěrového filmu s obsahem perovskitu a plniva Omyacarb hodnocen pouze povlak s obsahem promotoru adheze, kdy ke korozí v ploše došlo na 0,03 % plochy při výskytu puchýřů (4D). Nátěrový film bez obsahu promotoru adheze ztratil přilnavost před ukončením zkoušky. V případě organických povlaků s tímto pigmentem a plnivem Hematit nebyla u žádného organického povlaku (s promotorem, bez promotoru) pozorována korozí v ploše panelu, kdy v obou případech došlo k výskytu puchýřů s četností mezi 6F a 6M.

Po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy byla u organického povlaku s obsahem perovskitu a plniva Omyacarb vyhodnocena koroze v ploše panelu (33 %), koroze v řezu panelu (0 – 0,5 mm) kdy došlo k úplné ztrátě přilnavosti tohoto povlaku. V případě organického povlaku s obsahem promotoru adheze došlo k prokorodování pouze v 0,1 % plochy při výskytu puchýřů 6F. Organický povlak s obsahem perovskitu a plniva Hematit prokorodoval v 5 % plochy, v řezu (>1 mm), kdy nebyly zaznamenány puchýře. V případě tohoto nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze došlo ke korozi v ploše (0,1 mm) bez koroze v řezu se ztrátou přilnavosti v 10 % plochy. Zaznamenané osmotické puchýře dosahovaly hodnoty 6M.

Po provedení korozního testu v prostředí SO₂ byla na organickém povlaku s plnivem Omyacarb pozorována koroze v ploše (10 %) a nátěrový film s obsahem promotoru se této hodnotě koroze v ploše blížil (5-10 %). Organický povlak s obsahem plniva Hematit vykazoval nižší korozi v ploše (okolo 2 %) a to jak v případě nátěrového filmu bez promotoru adheze, tak s tímto aditivem.

Polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $7,5 \cdot 10^3 \Omega$ v případě nátěrového filmu s plnivem Omyacarb a $1,0 \cdot 10^4 \Omega$ pro povlak s plnivem Hematit

Organický povlak s obsahem tohoto pigmentu dosahuje vyšší povrchové tvrdosti s obsahem plniva Omyacarb (39,0 %) oproti plnivu Hematit (36,8), kdy byla tato povrchová tvrdost zároveň nejnižší z organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů. Stejně tak byla odolnost vůči vrypu vyšší v případě plniva Omyacarb (1,2) oproti 1,5 mm u nátěrového filmu obsahem plniva Hematit.

U organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 3 (3 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 4 (2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 1 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. U nátěrového filmu s tímto pigmentem a plnivem Hematit se jednalo o nejvyšší dosaženou odolnost vůči vystavení vodě v kategorii antikoročních pigmentů.

6.1.2.7 MoS₂ sulfid molybdeničitý

Organický povlak s obsahem tohoto lamelárního antikoročního pigmentu dosahuje vyšší relativní povrchové tvrdosti s obsahem plniva Omycarb (49,8 %) oproti povlaku

s obsahem Hematitu (48,7 %). Stejně tak odolnost vůči vrypu byla vyšší v případě Organického povlaku s obsahem Omyacarb (1,0 mm) proti povlaku s Hematitem (1,1 mm).

V prostředí s povšechnou kondenzací organický povlak s obsahem plniva Omyacarb prokorodoval v ploše (5 %) při výskytu puchýřů (6MD). V případě nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze bylo pozorováno prokorodování v ploše 1 % při výskytu puchýřků 4F. Organický povlak s obsahem MoS₂ a plniva Hematit prokorodoval v ploše nižší než 0,03 %, a to v případě nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze i bez něj. V případě povlaku bez promotoru adheze byly pozorovány puchýře (8M) s obsahem promotoru adheze byly pozorovány puchýře (8F).

Po provedení zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy došlo u organických povlaků s obsahem plniva Omyacarb i u povlaků s plnivem Hematit ke ztrátě adheze dříve než po 120 hodinách. K ztrátě přilnavosti došlo jak u nátěrových filmů s obsahem promotoru adheze, tak i u filmů kde byl obsažen.

Po provedení korozní zkoušky v prostředí SO₂ byla u organických povlalků s obsahem Omyacarb pozorována koroze v ploše panelu (15 %) a byl zaznamenán výskyt puchýřů (2MD). V případě nátěrového filmu s obsahem promotoru adheze byla zaznamenáno koroze v ploše panelu (20 %) a výskyt puchýřů (6M). V případě organických povlaků s obsahem plniva Hematit Bayferrox došlo k celkové ztrátě adheze, po které bylo pozorováno prokorodování v ploše panelu (okolo 25 %) a to u povlaku s obsahem promotoru adheze, tak i bez promotoru.

Naměřený polarizační odpor tohoto organického povlaku dosáhl hodnoty $7,2 \cdot 10^4 \Omega$ v případě organického povlaku s obsahem vápence Omyacarb 5VA a $1,0 \cdot 10^4 \Omega$ pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit.

U organického povlaku s obsahem tohoto pigmentu a plniva Omyacarb byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 3 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 5 (stupeň 2 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Pro nátěrový film s obsahem plniva Hematit byla přilnavost po vystavení organického povlaku vodě hodnocena stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film bez obsahu promotoru adheze a stupněm 2 (stupeň 1 před expozicí) pro nátěrový film s obsahem promotoru adheze. Nátěrového filmu s tímto pigmentem a plnivem Hematit dosáhl druhé nejvyšší dosažené odolnost vůči vystavení vodě v kategorii antikoročních pigmentů.

7 ZÁVĚR

V této diplomové práci bylo studováno epoxidové vodou ředitelné disperzní pojivo a jeho fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti. Dále byl zkoumán vliv vybraných plniv a pigmentů na vlastnosti tohoto pojiva. Pigmenty a plniva byly charakterizovány, u všech byla stanovena hustota, olejové číslo a kritická objemová koncentrace pigmentu. U zkoumaného pojiva byl stanoven obsah sušiny a také epoxidový ekvivalent případně aminové číslo.

Dispergací byly připraveny nátěrové hmoty s obsahem bariérových plniv při OKP = 20 % a antikoročních pigmentů při OKP = 10 %. Nátěrové hmoty byly aplikovány na skleněné panely, kde byla stanovena jejich relativní povrchová tvrdost na kyvadle dle Persoze, odolnost vůči vtlačování metodou dle Bucholtze. Dále zde byl měřen lesk a odolnost vůči organickým rozpouštědlům pomocí MEK testu. Nejvyšší povrchová tvrdost byla stanovena u pojiva s obsahem plniva Plastorit, kde dosáhla 27. den 56,3 % relativní tvrdosti vůči standardu s těsným odstupem za pojivem s obsahem plniva Litopon (51,4 %). V případě pigmentovaných organických povlaků s obsahem (OKP = 10 %) byla povrchová tvrdost nejvyšší v případě nátěrového filmu s obsahem sulfidu molybdeničitého ve směsi s vápencem Omyacarb o hodnotě 49,8 % ve směsi s plnivem Hematit. Druhým antikoročním pigmentem v pořadí byl oligomer PANI. Nejvyšší odolnosti vůči vtlačení bylo dosaženo totožně u pojiv s obsahem Plastoritu a u pojiva se sulfidem zinečnatým a vápencem, kde byl rozměr vrypu dlouhý 0,8 mm. Při stanovení lesku nebyly naměřeny žádné významné změny a to ve všech třech stupních. Dodatečně bylo na skleněných panelech aplikováno nepigmentované pojivo. Jeho povrchová tvrdost dosáhla 65 % povrchové tvrdosti standardu. Nepigmentovaný organický povlak byl také vystaven vodě, kdy bylo měřeno zbledání poklesem transmitance pomocí spektrometru při vlnové délce 500 nm (VIS – zelené světlo). Celkový pokles po 29 dnech měření transmitance byl z 92% na hodnotu 35 % z celkové intenzity paprsku.

V případě stanovení korozní odolnosti byly nátěrové hmoty aplikovány ve dvou vrstvách na ocelové panely. Na ně bylo aplikováno ve dvou vrstvách i nepigmentované pojivo a pojiva s obsahem promotoru adheze. Nátěrové filmy byly testovány v prostředí s povšechnou kondenzací po dobu 240 hodin, v atmosféře neutrální solné mlhy po dobu 120 hodin, a pojiva s antikoročními pigmenty navíc i v atmosféře s obsahem SO₂ také po dobu 120 hodin. Nejvyšší celková korozní odolnost v případě organických povlaků s plnivou při OKP = 20 % byla dosažena u organických povlaků s obsahem plniva Plastorit, a také plniva Wollastonit (OKP = 20 %). Nejvyšší celková antikoroční odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP = 10 %) byla dosažena v případě organického povlaku s obsahem oligomeru PANI s vápencem

Omyacarb a s obsahem Zinkferritu s plnivem Hematit. V kategorii korozních zkoušek byl zařazen i MEK test. Zde nejvyššího výsledku dosáhl také pigmentovaný organický povlak s obsahem oligomeru PANI (OKP = 10 %), kdy bylo po 50 s dosaženo stupně poškození 2 a to jak v systému s vápencem Omyacarb tak s plnivem Hematit. Nejvyššího výsledku MEK testu u nátěrového filmu s obsahem plniva o OKP = 20 % bylo dosaženo opět u toho s obsahem plniva Plastorit, ale pouze do stupně poškození 1. Dodatečně ke korozním zkouškám bylo provedeno stanovení polarizačního odporu metodou lineární polarizace. Nejvyšší polarizační odpor byl naměřen na pigmentovaném organickém povlaku (OKP = 10 %) s obsahem ZnS a Hematitu. Nejnižší polarizační odpor vykazovaly pigmentované nátěrové filmy obsahující vodivý oligomer PANI, kdy se jednalo o charakteristiku samotného pigmentu souvisejícího s jeho funkcí inhibitoru koroze při polarizaci.

Při stanovení mechanické odolnosti byly nátěrové hmoty aplikovány na ocelové panely a byla měřena jejich odolnost vůči odtrhu a ohybu. Také byla měřena jejich přilnavost. Nejvyšší celková mechanická odolnost byla naměřena v případě organického povlaku s obsahem modifikovaného mastku Steopac A (OKP = 20 %). Nátěrové filmy s obsahem tohoto plniva při měření přilnavosti dosáhly nejvyššího stupně 0 a po vystavení vodě u něj došlo k nejmenší změně do stupně 1. Podobná přilnavost byla dosažena i v případě organického povlaku obsahujícího mastek, u kterého byla zaznamenána nejvyšší odolnost vůči ohybu. Přilnavost byla měřena i na nátěrových filmech nanesených na ocelové panely po provedení korozních zkoušek. Nejvyšších výsledků bylo shodně dosaženo u organických povlaků obsahujících Mastek, Steopac A, Wollastonit a Plastorit (OKP = 20 %), a také antikorozi pigment Zinkferrit (OKP = 10 %) s vápencem Omyacarb. Nakonec byla přilnavost měřena na skleněných panelech exponovaných 96 hodin ve vodě. Zde bylo nejvyšší přilnavost opět dosaženo v případě Steopacu A.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] LIDAŘÍK, M., et al. Epoxidové pryskyřice, SNTL. 1959
- [2] MOTAWIE, A.M. & Sherif, M.H. & Badr, Magd & Amer, A.A. & Shehat, A.S. Synthesis and characterization of waterborne epoxy resins for coating application. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2010, 4. 1376-1382.
- [3] WU, S. and Soucek, M. D “Cycloaliphatic Epoxide Crosslinkable Carbonyl Functionalized Acrylic Latexes” Polym. Prepr. 1997, vol. 38(1) , 492.
- [4] ŠŇUPÁREK, Jaromír. Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů. Univerzita Pardubice, 2014.
- [5] PAN, Guoyuan, et al. Synthesis, characterization, and properties of novel novolac epoxy resin containing naphthalene moiety. Polymer, 2007, 48.13: 3686-3693.
- [6] RAFIQUE, Irum, et al. Exploration of epoxy resins, hardening systems, and epoxy/carbon nanotube composite designed for high performance materials: a review. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2016, 55.3: 312-333.
- [7] KVASNIČKOVÁ, Lucie. Polymerní matrice na bázi epoxidizovaných olejů [online] .Brno, 2015. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=100096. Vysoké učení technické v Brně. v Brně.
- [8] HERMAN, M. F. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Concise. 2013
- [9] POTTER, William Geoffrey. Uses of epoxy resins. 1975.
- [10] NAKAMURA, Yoshinobu, et al. Internal stress of epoxy resin modified with acrylic core-shell particles prepared by seeded emulsion polymerization. Journal of applied polymer science, 1986, 32.5: 4865-4871.
- [11] SHIMOKAWA, Wataru, et al. Synthetic resin emulsion and its uses. U.S. Patent No 4,350,788, 1982
- [12] SOMMER, Harry J. Oil-in-water polyepoxide emulsions. U.S. Patent No 3,168,488, 1965.
- [13] MILTON, Yusem. Water emulsion of polymerizable epoxide group containing oil modified alkyd and formaldehyde condensation resins. U.S. Patent No 2,895,930, 1959.
- [14] LI, H.-X.; TSO, S. K.; Deng, H. A conceptual approach to integrate design and control for the epoxy dispensing process. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2001, 17.9: 677-682.
- [15] CHATTERJI, Jiten, et al. Methods of modifying subterranean strata properties. U.S. Patent No 5,875,846, 1999.
- [16] ELMORE, Jimmy D.; Cecil, Joseph L. Stable aqueous epoxy dispersions. U.S. Patent No 4,315,044, 1982
- [17] THOMAS, Adrian. (2017). The versatility of ambient curing waterborne epoxy resin systems I. Surface Coatings International,

- [18] ROSELLI, Sol Natacha; Romagnoli, Roberto; Deyá, C. The anti-corrosion performance of water-borne paints in long term tests. *Progress in Organic Coatings*, 2017, 109: 172-178.
- [19] STARK, Charles J., et al. Aqueous epoxy resin system with curing agent from reacting acid-terminated polyalkylene glycol with epoxy-amine adduct. U.S. Patent No 6,136,894, 2000.
- [20] Glycidyl ethers, Epoxy Modifiers. Chemical Retrieval on the Web, 2018.
- [21] An Epoxy Curing Agent with Superior Carbamate Stability. Troy, Michigan: Paints and Coatings industry, 2019.
- [22] Amine blush. Technical tips, 2015(28), 1-2. Dostupné z: <https://www.epotek.com/site/technical-material/technical-tips.html.pdf>
- [23] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). USA: U.S. Department of Health & Human Services, 1994.
- [24] PALMER, Charles, Improved Epoxy Dispersions . Greenville, South Carolina, USA: Ethox.com, 2019
- [25] GERSHUN, Aleksei V.; Mercer, William C.; Woyciesies, Peter M. Antifreeze concentrates and compositions comprising neodecanoic acid corrosion inhibitors. U.S. Patent No 5,741,436, 1998.
- [26] BARTÍK, Antonín. ASB PORTÁL. Nátěrové hmoty do podzemních prostorů [online]. Praha: Jaga Media, 2012. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/naterove-hmoty-do-podzemnich-prostoru>.
- [27] BURNS, Molly Elise. A comparison of solvent and water-borne alkyd coatings & the history of VOC regulation in the united states. California, San Luis Obispo, USA, 2016 Faculty of California Polytechnic State University.
- [28] XII. Konference Pigmenty a pojiva: Kongres hotel JEZERKA, Seč. Univerzita Pardubice: CHEMAGAZÍN, 2019. ISBN 978-80-906269-4-2., 2019
- [29] Select Adhesion Promoters for Coatings [online]. Paris, France: Specialchem, 2018 Dostupné z: <https://coatings.specialchem.com/selection-guide/select-adhesion-promoters-for-coatings>
- [30] ČSN EN 923:2016. Promotor adheze. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [31] The Basics of Silane Chemistry. USA: Dow Corning Corporation, 2009.
- [32] Promotér adheze 3M™ AP596: Technické údaje [online]. Praha: 3M, 2010. Dostupné z: <http://www.inkline.gr/inkjet/newtech/tech/dispersion/>.
- [33] VIETTI, David E.; ZUPANCIC, Joseph J.; BARRUS, Jonathan. Phosphate adhesion promoters. U.S. Patent No 10,155,890, 2018.
- [34] Zvýšení přilnavosti a korozní odolnosti organických povlaků pomocí bezchromátových pasivací povrchu zároveň pozinkovaných součástí. In: Sborník přednášek - 25. konference žárového zinkování. Ostrava: Asociace českých a slovenských zinkoven, 2019, 48 - 58. ISBN 978-80-905298-8-5. ISSN 8090-5298.

- [35] DISPERSING PROCESS [online]: <http://www.inkline.gr/>. Dostupné z: <http://www.inkline.gr/inkjet/newtech/tech/dispersion/>
- [36] WALKER, Peter. Silane and other adhesion promoters in adhesive technology. Handbook of adhesive technology, 2003, 2: 205-221.
- [37] Lubrizol additives for improved adhesion and corrosion inhibition. Lubrizol [online]. 2013, 2013, 4. Dostupné z: https://lubrizol.com/-/media/Site-Data/Literature/Brochures/Lubrizol-Corrosion-Inhibitors-Brochure_Single-Pg-FIN.pdf.
- [38] HIRSCH, Marc. Adhesion Promoters 101. Prospector [online].Prospector, 2016 Dostupné z:<https://www.ulprospector.com/en/na/Coatings/Detail/30649/647709/Adhesion-Promoters-101>
- [39] MITTAL, Kash L. Silanes and other coupling agents. CRC Press, 2007.
- [40] SINGH, D. D. N.; BHATTACHARYA, Dhruvo. Performance and mechanism of action of self-priming organic coating on oxide covered steel surface. Progress in Organic Coatings, 2010, 67.2: 129-136.
- [41] IRAINOVÁ, Michaela. Vliv složení a morfologie částic plniv na odolnost nátěrových hmot v korozních testech. Pardubice, 2003. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Doc. Ing. Andréa Kalendová, PhD
- [42] JIRÁSEK, Jakub a Martin VAVRO. MINERÁLNÍ PIGMENTY A BARVIVA [online]. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/pigmenty_barviva.html
- [43] Konference Pigmenty a pojiva: Seč The Conference on Pigments and Binders :Seč, Czech Republic. Pardubice: Chemagazín, 2008. ISBN 978-80-260-7210-2.
- [44] ROSSELI, Sol & Romagnoli, Roberto & Deya, Cecilia. (2017). The anti-corrosion performance of water-borne paints in long term tests. Progress in Organic Coatings. 109. 172-178. 10.1016/j.porgcoat.2017.04.031.
- [45] BLUESTEIN, Guillermo & Romagnoli, Roberto & Jaén, Juan & Di Sarli, Alejandro & Amo, B.. (2006). Zinc basic benzoate as eco-friendly steel corrosion inhibitor pigment for anticorrosive epoxy-coatings. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 290. 7-18. 10.1016/j.colsurfa.2006.04.043.
- [46] DEL AMO, Beatriz; ROMAGNOLI, Roberto; VETERE, V. F. Performance of zinc molybdenum phosphate in anticorrosive paints by accelerated and electrochemical tests. Journal of applied electrochemistry, 1999, 29.12: 1401-1407.
- [47] GERSHUN, Aleksei V.; MERCER, William C.; WOYCIESJES, Peter M. Antifreeze concentrates and compositions comprising neodecanoic acid corrosion inhibitors. U.S. Patent No 5,741,436, 1998.
- [48] VESELÝ, David & Kalendová, Andrea & Nemeč, Petr. (2010). Properties of organic coatings depending on chemical composition and structure of pigment particles. Surface and Coatings Technology. 204. 2032-2037. 10.1016/j.surfcoat.2009.11.005.
- [49] KALEDOVÁ, Andréa. Technologie nátěrových hmot I pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty. 1. Univerzita Pardubice:, 2003. ISBN 80-7194-576-5.

- [50] Protective Coatings and Inorganic Anti-Corrosion Pigments [online]. ASTM International, 2014. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/L_Veleva/publication/261176552_Protective_Coatings_and_Inorganic_Anti-Corrosive_Pigments_Chapter_28/links/0deec533c49928d62c000000.pdf
- [51] OLAD, Ali; NOSRATI, Rahimeh. Preparation and corrosion resistance of nanostructured PVC/ZnO–polyaniline hybrid coating. *Progress in Organic Coatings*, 2013, 76.1: 113-118.
- [52] KUBÁTOVÁ, Hana. *Nátěry Kovů*. 1. Praha: Grada, 2000. ISBN 0-247-9035-1.
- [53] *Chemistry, Materials, and Properties of Surface Coatings* [online]. 1. Lancaster, Pennsylvania: DEStech Publications, 2015 . ISBN 978-1-60595-066-2.
- [54] Technický týdeník: Nanolubrikant zlepší materiály pro elektroniku i povlaky [online]. Praha: Business Media CZ, 2017. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/nanolubrikant-zlepsi-materialy-pro-elektroniku-i-povlaky_40476.html
- [55] ZHAO, Xia, et al. Epoxy coating modified by 2D MoS₂/SDBS: fabrication, anticorrosion behaviour and inhibition mechanism. *Rsc Advances*, 2016, 6.100: 97512-97522.
- [56] ČSN EN ISO 787-11 (670520): Všeobecné metody zkoušení pigmentů a plniv - Část 11: Stanovení setřesného objemu a setřesné hustoty Nahrazuje (670520). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [57] ČSN EN ISO 787-5 (670520): Všeobecné metody zkoušení pigmentů a plniv - Část 5: Stanovení spotřeby oleje. Nahrazuje (670520). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [58] ČSN EN ISO 3001: Plasty - Epoxidové sloučeniny - Stanovení epoxidového ekvivalentu. Nahrazuje ČSN (640332) z 1990-09-21. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.
- [59] ČSN EN ISO 9702: Plasty - Aminová tvrdidla pro epoxidy - Stanovení obsahu dusíku v primárních, sekundárních a terciárních aminových skupinách. 56138. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.
- [60] ČSN EN ISO 1514: Nátěrové hmoty - Normalizované podklady pro zkušební nátěry. 673009 nahradila (67 3009). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [61] ČSN EN ISO 1522: Nátěrové hmoty - Zkouška tvrdosti nátěru tlumením kyvadla. (67 3076). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [62] ČSN EN ISO 2808 (673061): Nátěrové hmoty - Stanovení tloušťky nátěru. Nahrazuje (673061). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.
- [63] ČSN EN ISO 4624 (673077): Nátěrové hmoty - Odtrhová zkouška přilnavosti. Nahrazuje (673077). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [64] ČSN EN ISO 2409 (673085): Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška. Nahrazuje (673085). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

- [65] ČSN EN ISO 9227: Korozní zkoušky v umělých atmosférách - Zkoušky solnou mlhou. Nahrazuje (038132). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [66] ČSN EN ISO 6270-1 (673108): Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti proti vlhkosti - Část 1: Kondenzace. Nahrazuje (673108). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [67] ČSN EN ISO 3231 (673096): Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám s obsahem oxidu siřičitého. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [68] ČSN EN 13523-11 (038761): Kontinuálně lakované kovové pásy - Metody zkoušení - Část 11: Odolnost proti rozpouštědlům (zkouška otěrem). ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- [69] ČSN EN ISO 2813 (673066): Nátěrové hmoty - Stanovení čísla lesku při úhlu 20°, 60° a 85°. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- [70] ČSN EN ISO 2815 (673072) Nátěrové hmoty - Buchholzova vrypová zkouška. Nahradila ČSN ISO 2815 (673072) březen 1993. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [71] ČSN EN ISO 1519: Nátěrové hmoty - Zkouška ohybem (na válcovém trnu). 673079. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

9 SEZNAMY

Seznam obrázků

Obrázek 1 Výroba epoxidové pryskyřice z bisfenolu A a epichlorhydrinu	18
Obrázek 2 Rovnice vytvrzení epoxidů aminy	19
Obrázek 3 Butylglycidyl ether (vlevo) a 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)-2,2-dimethylpropan (vpravo)	24
Obrázek 4 Orthokresylglycidyl ether (vlevo) a Trimethylolpropantriglycidyl ether	24
Obrázek 5 Mechanismus karbamace	25
Obrázek 6 2-Oxiranylmethyl 2-ethyl-2,5-dimethylhexanoát	25
Obrázek 7 2,4-distyrylfenol (vlevo) a 2,4,6-tristyrylfenol (vpravo)	26
Obrázek 8 4-kumylfenol	26
Obrázek 9 Ztráta adheze pojiva	28
Obrázek 10 Zirkonium propionát (Vlevo) Isopropyl-tri(oktadecyl)-titanát (vpravo)	29
Obrázek 11 Naznačení propojení kovového substrátu a binderu přes promotor adheze	30
Obrázek 12 Vznik vazby mezi pojivem, silanovým promotorem adheze a podkladem	31
Obrázek 13 Vznik vazby mezi pojivem, titanátovým promotorem adheze a podkladem	31
Obrázek 14 Polyfosforečnan zinečnato hlinitý	33
Obrázek 15 Polyanilin	34
Obrázek 16 Zákryt pórů ve struktuře epoxidu sulfidem molybdeničitým	35
Obrázek 17: Hodnocení stupně koroze v ploše podle ASTM D 610	45
Obrázek 18: Hodnocení četnosti a velikosti puchýřků podle ASTM D 714-87	46
Obrázek 19: Hodnocení přilnavosti podle zkoušky ČSN EN ISO 2409	50
Obrázek 20 Měření zbledání povlaků na skleněných panelech	54
Obrázek 21: Porovnávací epoxid po kontaktu s vodou, detail vzniku puchýřků, den 16	87
Obrázek 22: Charakterizované vodou ředitelné disperzní pojivo po kontaktu s vodou, detail zbledání a vzniku puchýřků, den 16	88
Obrázek 23: Závislost relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného charakterizovaného a srovnávacího pojiva v čase	90
Obrázek 24: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb v čase	90

Obrázek 25: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb v čase	91
Obrázek 26: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit v čase	91
Obrázek 27: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit v čase	92
Obrázek 28: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase	92
Obrázek 29: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase	93
Obrázek 30: Závislost relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 % v čase	93
Obrázek 31: Organický povlak s obsahem Mastku (OKP = 20 %) po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu	98
Obrázek 32: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb a pigmentu Zinkferrit po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu.....	99
Obrázek 33: Organický povlak s obsahem Mastku (OKP = 20 %) po 120 hodinách korozní zkoušky v solné komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu	101
Obrázek 34: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit a pigmentu Zinkferrit po 120 hodinách korozní zkoušky v solné komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu	102
Obrázek 35: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Omyacarb a pigmentu PANI po 120 hodinách korozní zkoušky v SO ₂ komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu	103
Obrázek 36: Pigmentovaný organický povlak (OKP = 10 %) s obsahem plniva Hematit a pigmentu PANI po 120 hodinách korozní zkoušky v SO ₂ komoře, panel po odstranění tohoto nátěrového filmu	103
Obrázek 37: Panely s organickým povlakem obsahující plnivo Hematit při OKP = 20 %, u kterých dosáhl adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem minimálně 50 % testované plochy a adhezní lom mezi lepidlem a nátěrovým filmem 50 % testované plochy	111

Obrázek 38: Panely s organickým povlakem obsahující ZnO při OKP = 10 % s Omyarbem, , kde adhezní lom mezi podkladem a nátěrovým filmem nastal v ploše odpovídající 25 % a kohezní lom nátěrového filmu (B) nastal v 50 % plochy. Ve zbytku plochy zde došlo ke koheznímu lomu v lepidle.	111
Obrázek 39: Ocelové panely s organickými povlaky obsahující Zinkfosfát při OKP = 10 % s Hematitem, kde k adheznímu lomu došlo ve dvou třetinách plochy a v jedné třetině k adheznímu lomu mezi nátěrovým filmem a lepidlem.....	112
Obrázek 40: Pojivo s obsahem Steopacu A o OKP = 20 %, hodnocení přilnavosti v mřížce	115
Obrázek 41: Pojivo s obsahem Wollastonitu o OKP = 20 %, hodnocení přilnavosti v mřížce	115
Obrázek 42: pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu ZnS o OKP = 10 % s plnivem hematit, hodnocení přilnavosti v mřížce	115
Obrázek 43: Rozdíl v přilnavosti mezi pojivem s pigmentem Zinkferrit s plnivem Omyacarb při použití vybraného promotoru adheze (vpravo) a v případě, kdy aditivum nebylo přidáno (nalevo a uprostřed).....	118
Obrázek 44: Stanovení přilnavosti pojiva s obsahem plniva Steopac A na skleněném panelu exponovaného ve vodě z poloviny plochy (vpravo)	118
Obrázek 45: Vzhled mřížky pojiva obsahující plnivo Steopac A o OKP = 20 % zhotovené po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální mlhy NaCl	119
Obrázek 46: : Vzhled mřížky pojiva obsahující plnivo wollastonit o OKP = 20 % zhotovené po provedení korozní zkoušky v prostředí neutrální mlhy NaCl	119
Obrázek 47: Vzhled mřížky nepigmentovaného pojiva, zhotovené 96 hodin po aplikaci.....	119
Obrázek 48: Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Hematit.....	219
Obrázek 49: Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit.....	219
Obrázek 50: Pojivo s obsahem plniva Steopac A při OKP = 20 %	219
Obrázek 51: Stanovení přilnavosti pojiva bez pigmentu 96 hodin po jeho aplikaci na ocelovém panelu	219

Seznam tabulek

Tabulka 1 Typy vodou ředitelných epoxidových pojiv	22
Tabulka 2 Seznam používaných bariérových plniv	37
Tabulka 3 Seznam používaných antikoročních pigmentů.....	38
Tabulka 4 Formulace CHP při OKP = 20 % s obsahem jednoho bariérového pigmentu/plniva	41
Tabulka 5 Formulace CHP při OKP = 10 % s obsahem antikoročního pigmentu a Vápence při Q = 35.....	41
Tabulka 6 Formulace CHP při OKP = 10 % s obsahem antikoročního pigmentu a Hematit při Q = 35.....	41
Tabulka 7: Stupně korozní agresivity prostředí podle normy ČSN EN ISO 12944-2	46
Tabulka 8: Stanovení životnosti nátěru v korozním prostředí	47
Tabulka 9: Hodnocení MEK Testu	48
Tabulka 10 Typy lomů při odtrhové zkoušce.....	49
Tabulka 11 Obsah sušiny a epoxidový ekvivalent testovaného a srovnávacího epoxidu.....	52
Tabulka 12 Obsah sušiny a aminové číslo testovaného a srovnávacího tvrdidla.....	52
Tabulka 13 olejové číslo, KOKP a hustota pigmentů a plniv	53
Tabulka 14 Měření relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného vodou ředitelného disperzního pojiva DFT = 50 ± 5 μm	55
Tabulka 15 Měření relativní povrchové tvrdosti nepigmentovaného srovnávacího epoxidu, DFT = 50 ± 5 μm	55
Tabulka 16: Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva, OKP = 20 %, DFT = 50 ± 10 μm.....	56
Tabulka 17 Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva, Omyacarb a antikoročních pigmentů, DFT = 50 ± 10 μm	56
Tabulka 18 Měření relativní povrchové tvrdosti pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematitu a antikoročních pigmentu OKP = 10 %, DFT = 50 ± 10 μm.....	56
Tabulka 19: Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 %, DFT = 50 ± 10 μm	57
Tabulka 20 Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Omyacarb a antikoročního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm.....	57
Tabulka 21: Bucholtzova zkouška pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematit a antikoročního pigmentu, DFT = 50 ± 10 μm.....	58

Tabulka 22 Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Omyacarb a antikoročního pigmentu, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	58
Tabulka 23 Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva Hematit a antikoročního pigmentu, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	59
Tabulka 24: Hodnocení lesku pigmentovaného vodou ředitelného pojiva s obsahem plniva o OKP = 20 %, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	59
Tabulka 25: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	61
Tabulka 26: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	61
Tabulka 27: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	62
Tabulka 28: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva hematit a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	62
Tabulka 29: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	63
Tabulka 30: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	63
Tabulka 31: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	64
Tabulka 32: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	64
Tabulka 33 Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % s promotorem adheze a bez promotoru a nepigmentovaného pojiva po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	65

Tabulka 34: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze s příčným řezem po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	65
Tabulka 35: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	66
Tabulka 36: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 240 hodinách v kondenzační komoře, DFT = 140 ± 10 μm	66
Tabulka 37 Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm	67
Tabulka 38: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s příčným řezem s obsahem plniva o OKP = 20 % a promotorem a bez promotoru adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	68
Tabulka 39: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	68
Tabulka 40: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	69
Tabulka 41: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm	70
Tabulka 42: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 96 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm	70
Tabulka 43: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva o OKP = 20 % bez promotoru adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm	71
Tabulka 44: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s příčným řezem s obsahem plniva o OKP = 20 % a promotorem a bez promotoru adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm.....	71
Tabulka 45: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikorozičního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = 140 ± 10 μm	72

Tabulka 46: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze po 120 hodinách v solné komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	72
Tabulka 47: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Omyacarb a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 120 hodinách v solné komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	73
Tabulka 48: Vyhodnocení korozní zkoušky pojiv s obsahem plniva Hematit a antikoročního pigmentu o OKP = 10 % bez promotoru a s promotorem adheze s příčným řezem po 120 hodinách v solné komoře, DFT = $140 \pm 10 \mu\text{m}$	73
Tabulka 49: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO_2 pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 a plniva Omyacarb po 96 hodinách, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	74
Tabulka 50: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO_2 pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit po 96 hodinách, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	74
Tabulka 51: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO_2 pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a hematit po 120 hodinách, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	75
Tabulka 52: Vyhodnocení korozní zkoušky v prostředí SO_2 pojiv s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit po 120 hodinách, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	75
Tabulka 53: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem plniv o OKP = 20 % ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	76
Tabulka 54: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	77
Tabulka 55: Výsledek MEK Testu pojiva s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Hematit ve dnech 14 a 28 po aplikaci, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	77
Tabulka 56 Stanovení polarizačního odporu metodou měření lineární polarizace, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}^*$	78
Tabulka 57: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem plniv o OKP = 20 %, DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$	79
Tabulka 58: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a hematit, DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$	79

Tabulka 59: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace jednovrstvého nátěrového filmu s obsahem antikoročních pigmentů o OKP = 10 % a plniva Omyacarb a Hematit, s obsahem promotoru adheze, DFT = $60 \pm 10 \mu\text{m}$	80
Tabulka 60: Výsledek elektrochemického stanovení odporu metodou lineární polarizace dvouvrstvého nátěrového filmu s obsahem plniv o OKP = 20 %, DFT = $110 \pm 10 \mu\text{m}$	80
Tabulka 61: Výsledek zkoušky odtrhové pevnosti pro nepigmentované charakterizované pojivo o třech tvrdících poměrech a srovnávacího pojiva DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	81
Tabulka 62 Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s jedním Plnivem o OKP = 20, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	82
Tabulka 63: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Omyacarb o OKP = 10, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	82
Tabulka 64: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Hematit o OKP = 10, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	83
Tabulka 65: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s jedním plnivem o OKP = 20 exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	83
Tabulka 66: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Omyacarb o OKP = 10, exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	84
Tabulka 67: Výsledek zkoušky lomu, přilnavosti a odtrhového testu pro pigmentovaná pojiva s antikoročním pigmentem a plnivem Hematit o OKP = 10, exponovaných 96 hodin ve vodě, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	84
Tabulka 68: Stanovení přilnavosti pigmentovaných pojiv na skleněných panelech exponovaných ve vodě v polovině plochy po dobu 96 hodin, DFT = $50 \pm 10 \mu\text{m}$	85
Tabulka 69: Stanovení přilnavosti pojiv po 240 hodinách korozní zkoušky v kondenzační komoře, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	85
Tabulka 70: Stanovení přilnavosti pojiv po 120 hodinách korozní zkoušky v prostředí neutrální solné mlhy, DFT = $130 \pm 10 \mu\text{m}$	85

10 PŘÍLOHA

10.1 korozní zkoušky pojiv v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

Pojivo s obsahem TiO_2 při OKP = 20 % (Prostředí H_2O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



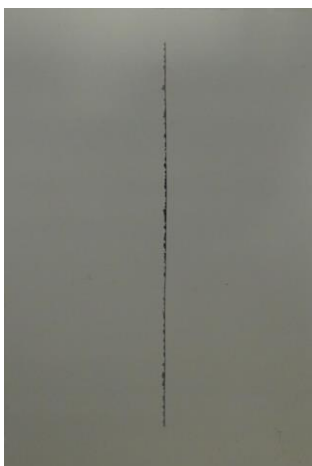
120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)

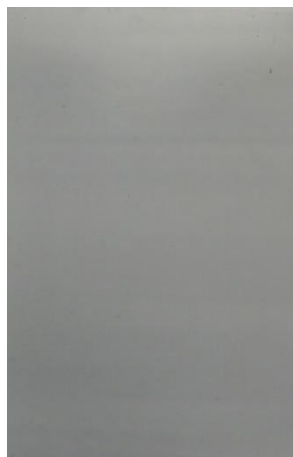


240 hodin

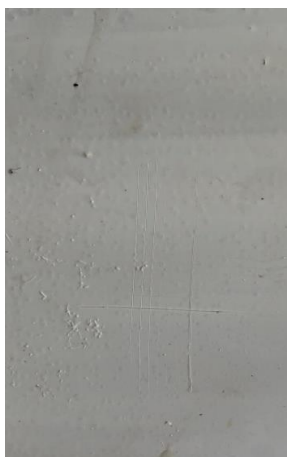


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Dorkafil při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



120 hodin



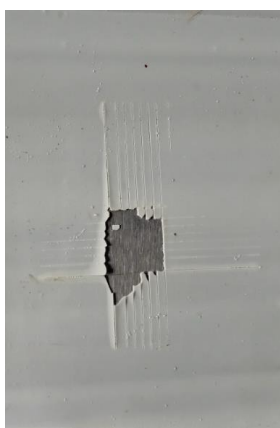
240 hodin



po odstranění nátěru



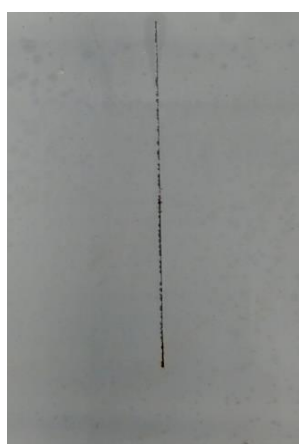
120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

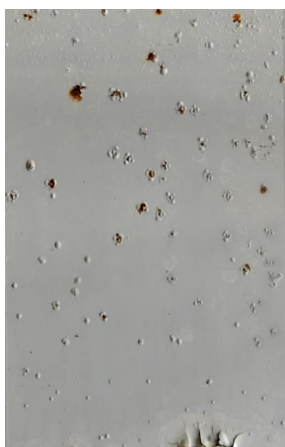


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Litopon při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

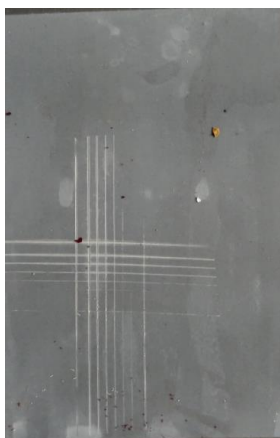


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Mastek při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



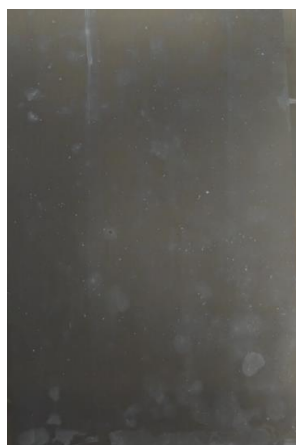
120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



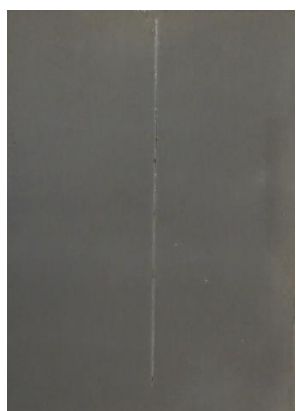
120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

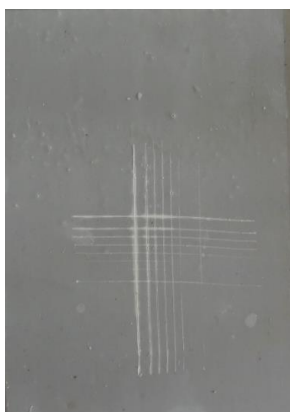


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Wollastonit při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



120 hodin



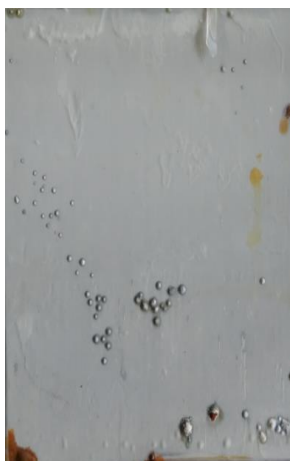
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



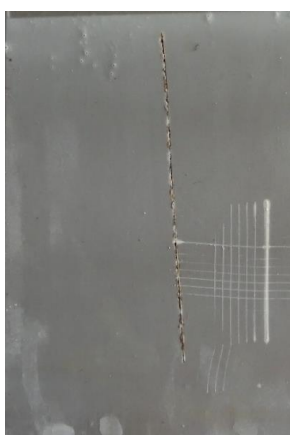
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Hematit při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



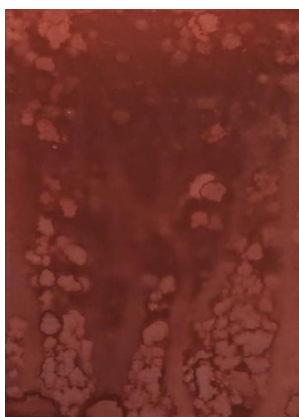
120 hodin



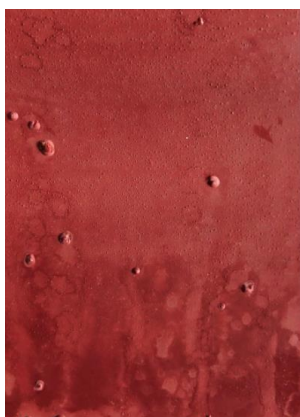
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

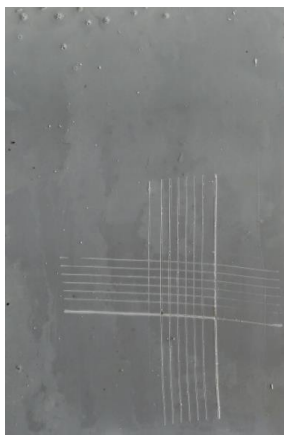


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Steopac A při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



120 hodin



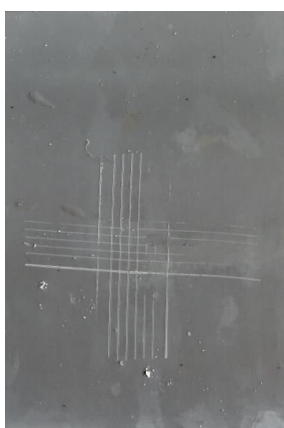
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



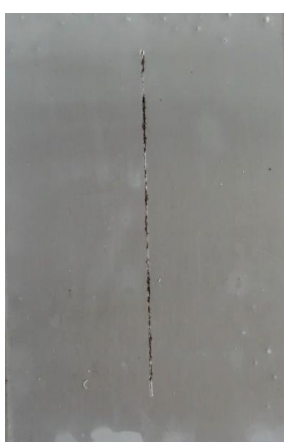
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

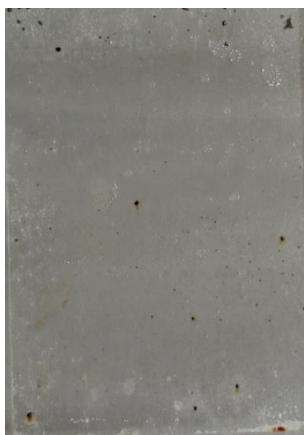


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Omyacarb A při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



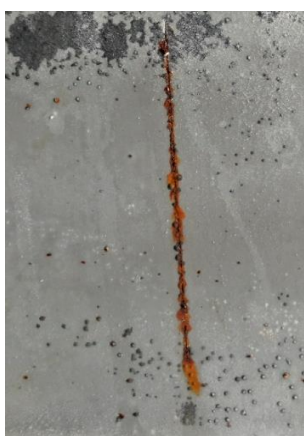
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

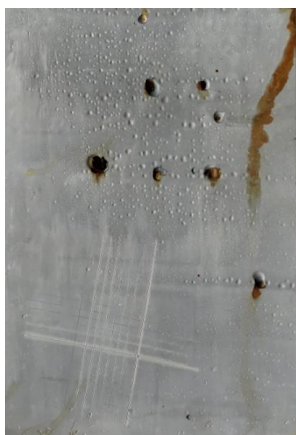


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Plastorit při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



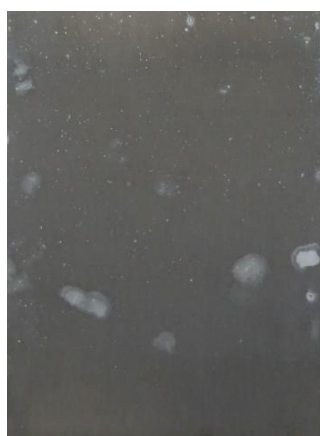
120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



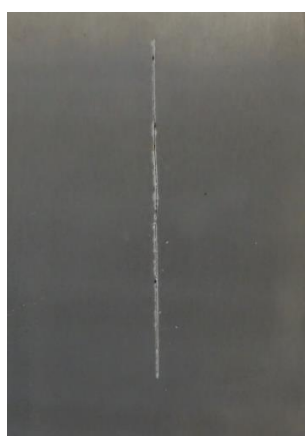
120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin

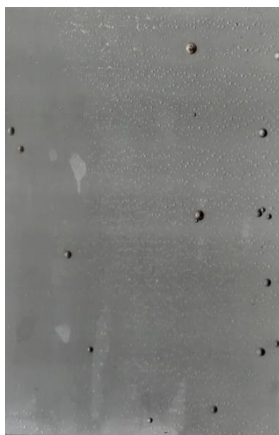


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Blancfixe při OKP = 20 % (Prostředí H₂O)



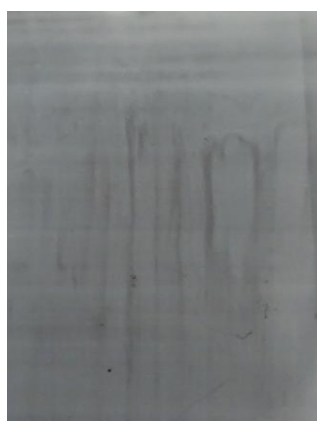
120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (řez)



240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí H₂O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru

Poznámka: Pojivo s tímto pigmentem a s obsahem aditiva ztratilo opakovaně přilnavost po aplikaci a nebylo testováno.

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí H₂O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkferritu při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí H₂O)



120 hodin



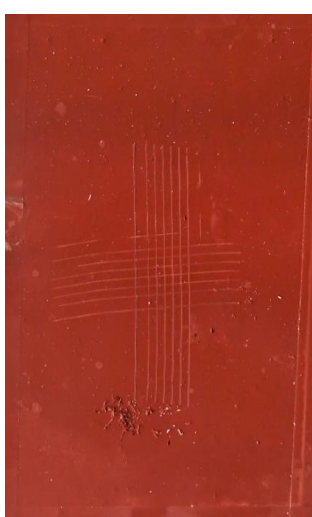
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí H₂O)**



120 hodin



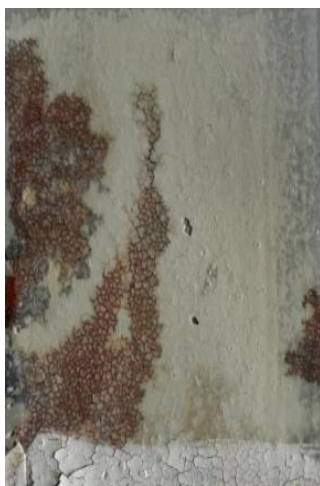
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)

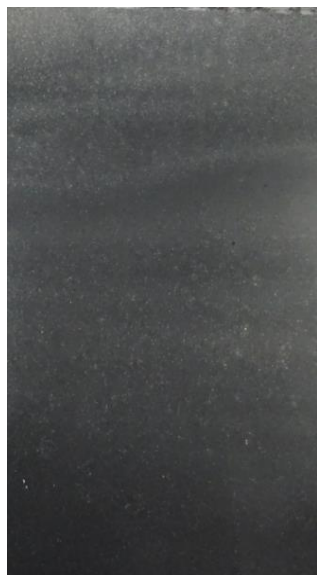


240 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí H₂O)**



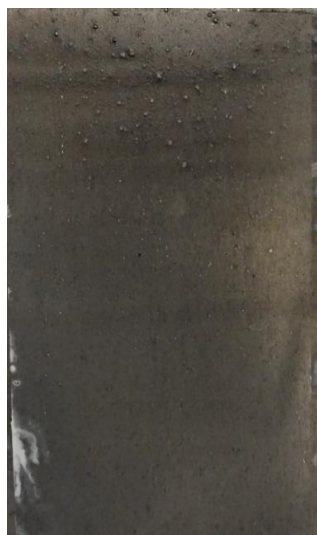
120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí H₂O)**



48 hodin*



96 hodin*

*Poznámka: Ztráta adheze pojiva s tímto pigmentem bez obsahu aditiva proběhla mezi 48 a 96. hodinou zkoušky, fotografie povrchu panelu nebyla přiložena



120 hodin (promotor adheze)

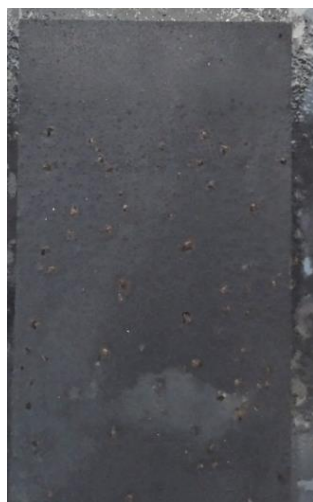


240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí H₂O)



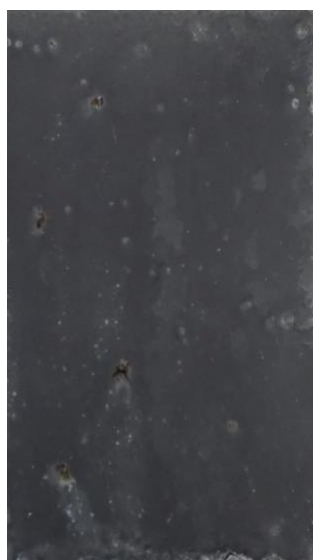
120 hodin



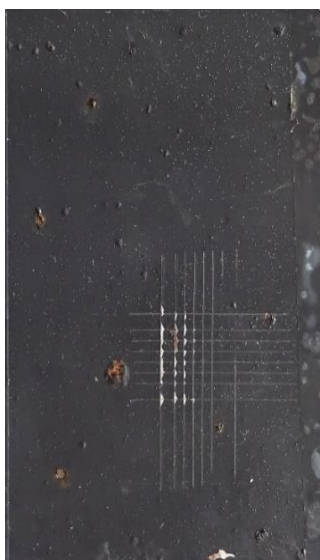
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí H₂O)



120 hodin



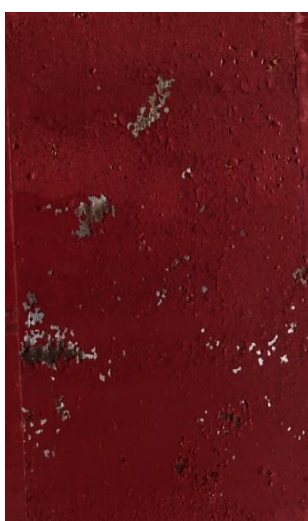
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)

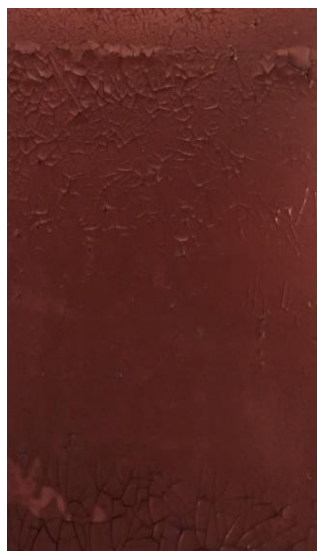


240 hodin

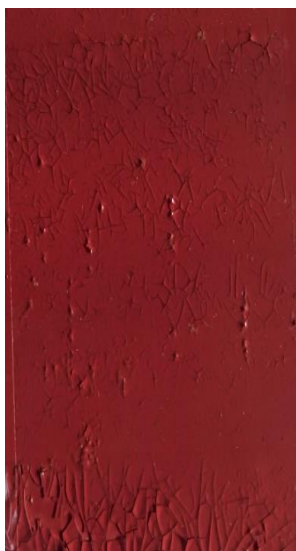


po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí H₂O)



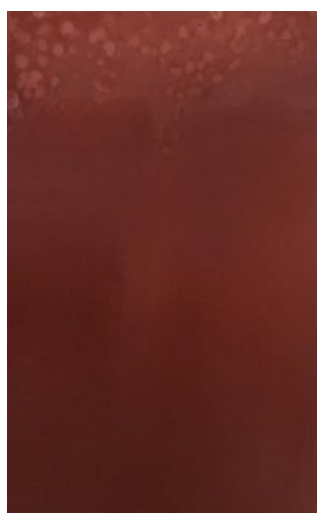
120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkferrit při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí H₂O)**



120 hodin



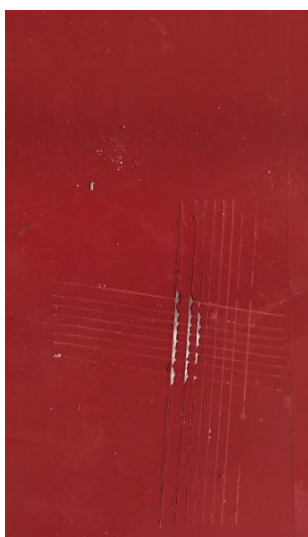
240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)

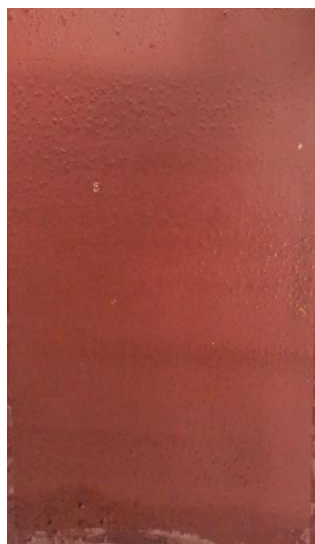


240 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Hematit(Prostředí H₂O)



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



20 hodin (promotor adheze)



240 hodin

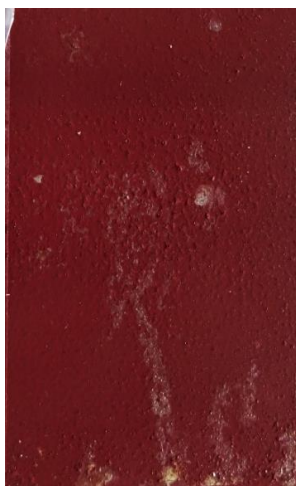


po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí H₂O)**



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru

Poznámka: Pojivo s obsahem tohoto pigmentu s aditivem ztratilo adhezi 48 hodin po zahájení
testu

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí H₂O)**



120 hodin



240 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a
plniva Hematit (Prostředí H₂O)**



120 hodin



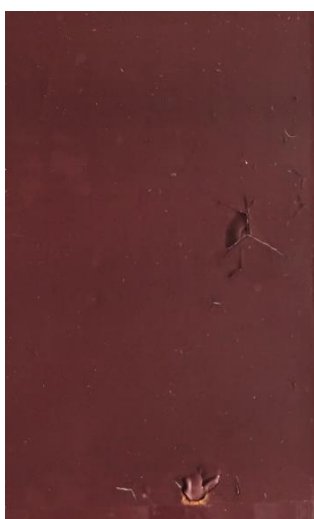
240 hodin



po odstranění nátěr



120 hodin (promotor adheze)



240 hodin



po odstranění nátěru

10.2 korozní zkoušky pojiv v atmosféře neutrální solné mlhy

Pojivo s obsahem plniva Oxidu titaničitého při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)

Poznámka: Z důvodu přehlednosti a lepšího porovnání pojiv byly do této kategorie vloženy poze fotografie panelů, které odolaly v tomto prostředí 120 hodin, nebo zcela neztratily přilnavost



96 hodin



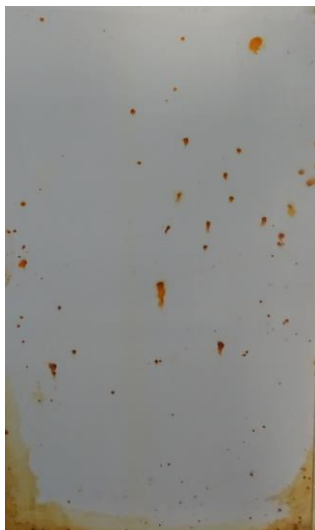
120 hodin



po odstranění nátěru

(řez, promotor adheze)

Pojivo s obsahem plniva Dorkafil při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Litopon při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



48 hodin (řez)



96 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Mastek při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



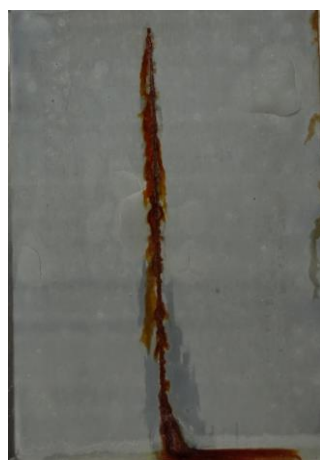
96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



48 hodin



96 hodin

(řez, promotor adheze)

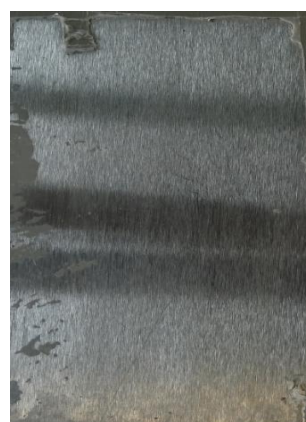
Pojivo s obsahem plniva Wollastonit při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



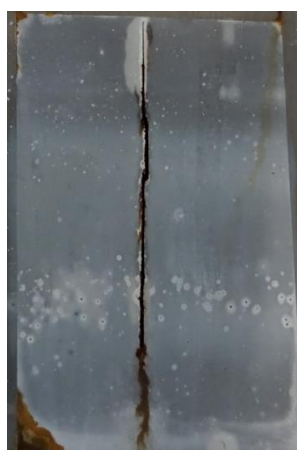
96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin
(řez, promotor adheze)

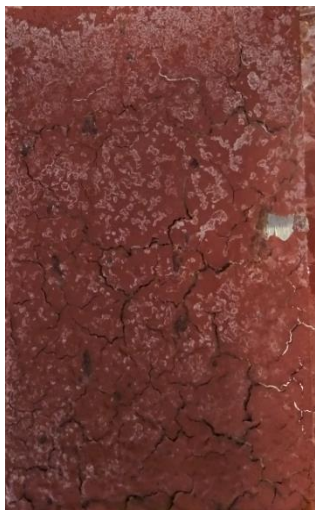


120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Hematit při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Steopac A při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Omyacarb při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



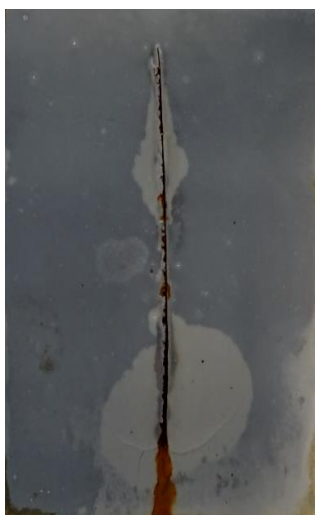
96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Plastorit při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



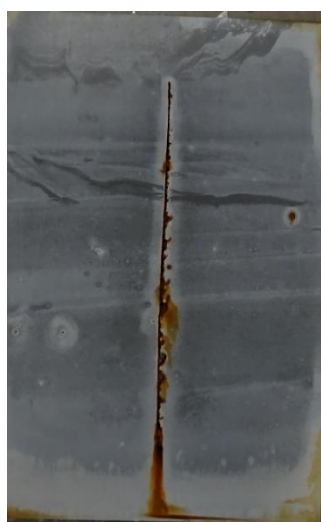
96 hodin



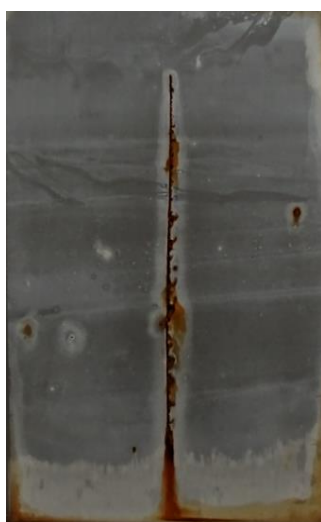
120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem plniva Blancfixe při OKP = 20 % (Prostředí NaCl)



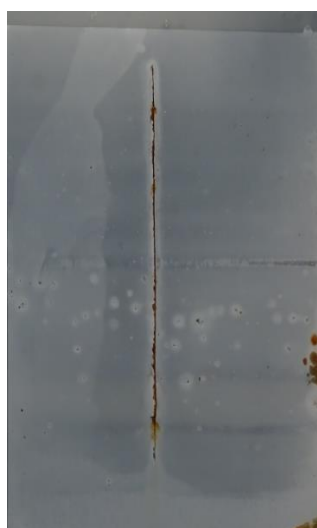
96 hodin



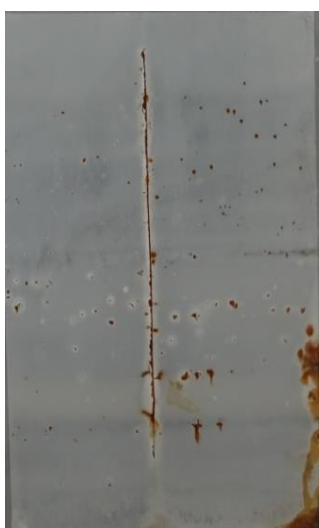
120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozního pigmentu Oxidu zinečnatého* při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí NaCl)

Poznámka: Z důvodu přehlednosti a lepšího porovnání poživ byly do této kategorie vloženy pouze fotografie panelů, které odolaly v tomto prostředí 120 hodin, nebo zcela neztratily přilnavost

*Pojivo s tímto pigmentem a s obsahem aditiva ztratilo opakovaně přilnavost po aplikaci a nebylo testováno.



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



48 hodin (řez)

Fotografie po odstranění nátěru nebyly přiloženy, pojivo ztratilo přilnavost mezi 48. a 96. hodinou testu

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



**48 hodin
(Promotor)**



**96 hodin
(Promotor)**

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkferrit při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin

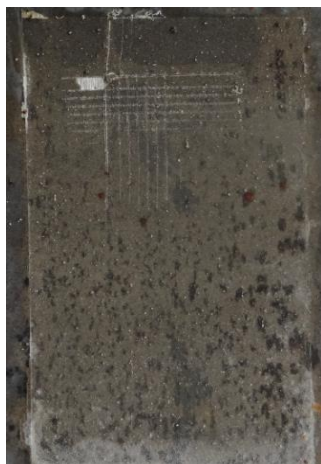


po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí NaCl)**



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí NaCl)**



96 hodin (promotor)



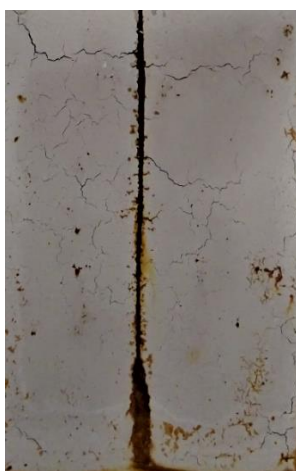
120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pokračování: Pojiva s obsahem antikorozičního pigmentu Oxidu zinečnatého a plniva Hematit (Prostředí NaCl)



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí NaCl)



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziho pigmentu Zinkferritu při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pokračování: Pojiva s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkferritu a plniva Hematit
(Prostředí NaCl)**



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



48 hodin (promotor)



96 hodin

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



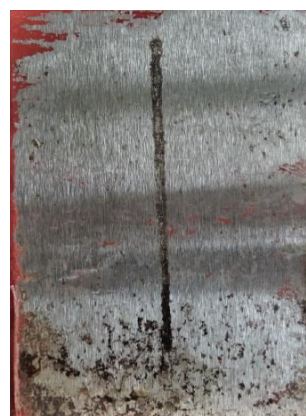
po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a plniva Hematit



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pokračování: Pojivo s obsahem antikoroziho pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a
plniva Hematit (Prostředí NaCl)**



96 hodin (řez)



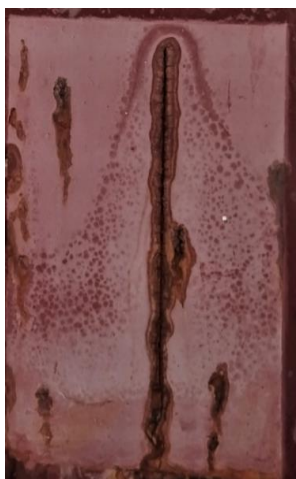
120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a
plniva Hematit (Prostředí NaCl)**



96 hodin



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor)



120 hodin



po odstranění nátěru

Pokračování: Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí NaCl)



96 hodin (řez)



120 hodin



po odstranění nátěru



96 hodin (promotor, řez)



120 hodin



po odstranění nátěru

10.3 Korozní zkoušky v SO₂ komoře

Pojivo s obsahem antikorozního pigmentu oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí SO₂)



120 hodin



Po odstranění nátěru

Poznámka: Pojivo s obsahem promotoru adheze opakovaně ztratilo přilnavost před provedením zkoušek a nebylo zde uvedeno

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí SO₂)



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkferrit při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



Po odstranění nátěru



48 hodin (Promotor)

Poznámka: Toto pojivo ztratilo přilnavost mezi 48 a 96 hodinou zkoušky, fotografie po odstranění nátěru nebyla přiložena

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Omyacarb
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a plniva Omyacarb



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



Po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a plniva Omyacarb (Prostředí SO₂)



120 hodin



po odstranění nátěru

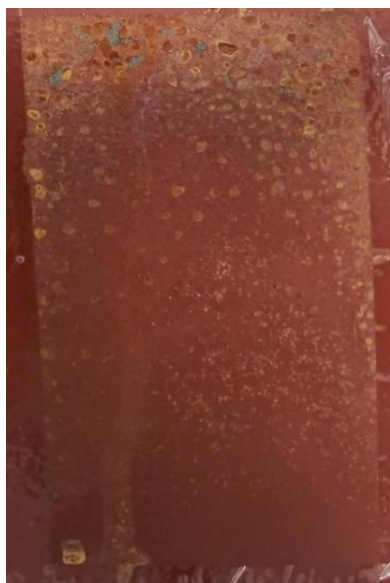


120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí SO₂)



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit (Prostředí SO₂)



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu Zinkferit při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikoroziního pigmentu PANI při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

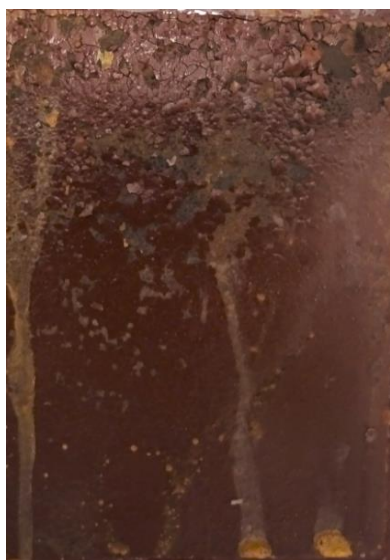
**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Perovskit při OKP = 10 % a plniva Hematit
(Prostředí SO₂)**



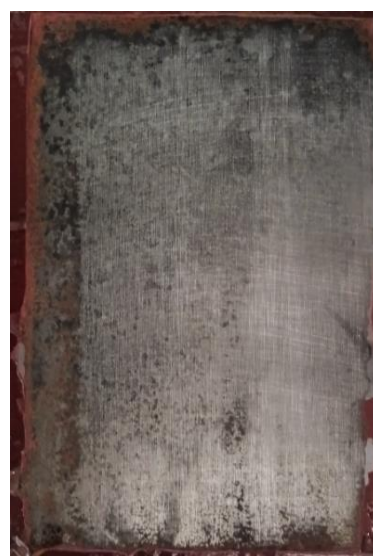
120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)



po odstranění nátěru

**Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Sulfidu molybdeničitého při OKP = 10 % a
plniva Hematit (Prostředí SO₂)**



120 hodin



po odstranění nátěru



120 hodin (promotor)

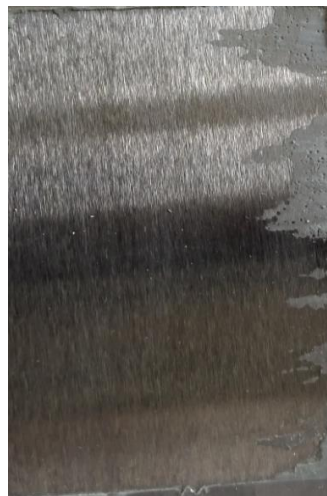


po odstranění nátěru

10.4 Nepigmentovaná plniva



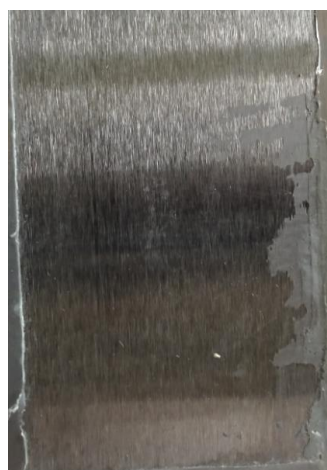
240 hodin (H₂O)



Po odstranění nátěru



240 hodin, promotor (H₂O)



Po odstranění nátěru



120 hodin (NaCl)



Po odstranění nátěru

Nepigmentovaná pojiva: Pokračování



120 hodin, promotor (NaCl)



po odstranění nátěru



120 hodin (SO₂)



po odstranění nátěru

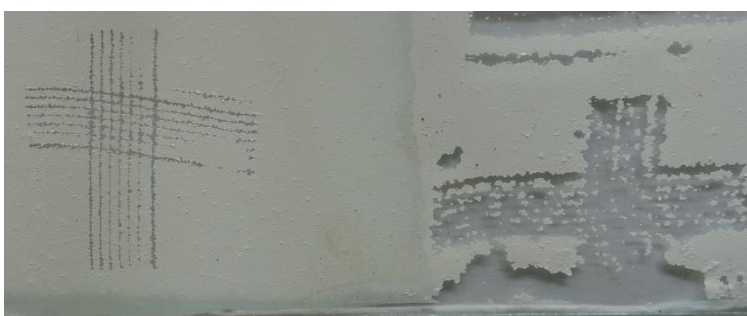


48 hodin, promotor (SO₂)

Zkoušky přilnavosti skleněných panelů exponovaných ve vodě v polovině plochy po dobu 96 hodin, zkouška přilnavosti nepigmentovaného pojiva na ocelovém panelu



Obrázek 48: Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu Zinkfosfát při OKP = 10 % a plniva Hematit



Obrázek 49: Pojivo s obsahem antikorozičního pigmentu oxidu zinečnatého při OKP = 10 % a plniva Hematit



Obrázek 50: Pojivo s obsahem plniva Steopac A při OKP = 20 %



Obrázek 51: Stanovení přilnavosti pojiva bez pigmentu 96 hodin po jeho aplikaci na ocelovém panelu