

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ**

**ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE MAKROMOLEKULÁRNÍCH LÁTEK**  
**Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků**

**Příprava a testování antimikrobiálních vlastností nátěrových hmot se  
zvýšenou chemickou a korozní odolností na bázi latexů s dispergovanými  
MgO částicemi**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**AUTOR PRÁCE:**

Bc. Denisa Steinerová

**VEDOUCÍ PRÁCE:**

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

**KONZULTANT PRÁCE:**

Ing. Jana Machotová Ph.D.

2018

**UNIVERSITY OF PARDUBICE**  
**FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF  
MACROMOLECULAR MATERIALS  
Department of paints and organic coatings

**Preparation and testing of antimicrobial properties of coatings with  
increased chemical and corrosion resistance based on latex dispersed MgO  
particles**

THESIS

**AUTHOR:**

Bc. Denisa Steinerová

**SUPERVISOR:**

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

**CONSULTANT WORK:**

Ing. Jana Machotová Ph.D.

2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONTU)

Jméno a příjmení: **Bc. Denisa Steinerová**  
Osobní číslo: **C16500**  
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Organické povlaky a nátěrové hmoty**  
Název tématu: **Příprava a testování antimikrobiálních vlastností nátěrových hmot se zvýšenou chemickou a korozní odolností na bázi latexů s dispergovanými MgO částicemi**  
Zadávatel katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

### Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte měšičku na zadané téma.
2. Připravte a charakterizujte vybraná pojiva na bázi samosíťujících latexů s MeO dispergovanými částicemi. Charakterizujte základní vlastnosti připravených poživ v kapalném stavu. Proveďte testy na stabilitu ve vlastnostech poživ a stanovte lakařské vlastnosti filmů.
3. Proveďte stejnou charakterizaci a zkoušky s dalšími vybranými typy vodouředitelných poživ. Výsledky porovnejte a určete výhody/nevýhody vůči ostatním typům poživ.
4. Určete na základě dostupných mikrobiologických zkoušek vlastnosti filmu z hlediska odolnosti filmů proti přerůstání plísními a bakteriemi vybraných.
5. Připravte NH s obsahem syntetizovaných latexů s MgO částicemi a na bázi srovnávacích poživ s antikorozními vlastnostmi pro korozní prostředí C3 plus a s odolností vůči vzniku bleskové koroze. Stanovte korozní odolnost NH v závislosti na složení antikorozního pigmentu a definujte pigment pro vysokou korozní odolnost filmu. Stanovte odolnost těchto nátěrových filmů mechanickým vlivům.
6. Připravte NH s obsahem syntetizovaných latexů s MgO částicemi a s obsahem srovnávacích poživ s obsahem s vybraných pro vybraná nejlepších plniv, na základě předchozích výsledků. Proveďte testy antimikrobiální odolnosti a vyjádřete případnou úsporu fungicidů. Stanovte odolnost těchto nátěrových filmů mechanickým vlivům.
7. Stejně zkoušky proveďte s dalšími vybranými typy vodouředitelných poživ. Výsledky porovnejte a určete výhody/nevýhody vůči ostatním typům poživ. Závěrem zhodnoťte vhodnost jednotlivých testovaných poživ pro dané nátěrové systémy. Vyjádřete nové poznatky, závěry a přínosy pro vědu a praxi.

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

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.**  
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek  
Konzultant diplomové práce: **Ing. Jana Machotová, Ph.D.**  
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek  
Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2018**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.  
děkan

L.S.



Ing. Dušan Veselý, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

**Prohlašuji:**

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

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o využití této práce jako školního díla podle § 60 odstavec 1 autorského zákona a dále s tím, že pokud dojde k použití práce bude poskytnuta licenci k použití této práce jinému subjektu. Univerzita Pardubice je 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 Univerzity Pardubice.

V Pardubicích 2018

.....  
Bc. Denisa Steinerová

**Poděkování:**

Tímto bych ráda poděkovala prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. za odborné vedení, ochotu a cenné rady při tvorbě této práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantce Ing. Janě Machotové Ph.D. za pomoc a rady při vykonávání experimentální části práce. Velké díky patří mé rodině a přátelům za podporu v průběhu studia.

## **ANOTACE**

Předmětem této diplomové práce je studium pigmentovaných nátěrových hmot na bázi samosítňující akrylátové polymerní disperze s nanočásticemi oxidu hořečnatého o koncentraci 1,5 %. Součástí této diplomové práce je literární rešerše na téma antimikrobiálních vodných disperzí a veškeré problematiky s ní spojené. V experimentální části byla popsána příprava kopolymerních disperzí na bázi akrylátů s využitím samosítňujícího systému diacetonakrylamidu s dihydrazidem kyseliny adipové. Tato nová vodná disperze byla pro studium porovnávána s vodnými disperzemi bez nanočástic, a to zejména z hlediska použití na nátěry pro hygienické interiérové aplikace. Déle byly hodnoceny fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti pro stanovení jejich použitelnosti a antikorozi odolnost pro stanovení jejich možného použití na antimikrobiální povlaky kovových podkladů kde je vyžadován vysoký stupeň hygieny (například vodovodní potrubí). Kromě hodnocení vodných disperzí byly připraveny a hodnoceny i ve formě pigmentovaných NH. U pigmentovaných NH byl posuzován vliv nového pojiva na antikorozi účinnost filmu, a rovněž vliv jednotlivých pigmentů, plniv a aditiv na tyto vlastnosti. Dále bylo sledováno předpokládané možné ušetření antimikrobiálního aditiva jak pro samostatné pojivo, tak i pro naformulované fasádové barvy. Zpracované výsledky ukázaly na výhody akrylátové polymerní disperze s nanočásticemi oxidu hořečnatého ve srovnání s akrylátovou polymerní disperzí bez nanočástic.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Antimikrobiální nátěrové hmoty, vodou ředitelné nátěrové hmoty, nanočástice MgO, samosítňující akrylátové latexy.

## **ANNOTATION**

The subject of this diploma thesis is the study of pigmented paints based on a self-crosslinking acrylate polymer dispersion with 1,5 % magnesium oxide nanoparticles. Part of this diploma thesis is literary research on antimicrobial water dispersions and all related issues. The experimental part describes the preparation of acrylate-based copolymer dispersions using a diacetoneacrylamide self-crosslinking system with adipic acid dihydrazide. This new aqueous dispersion has been compared with water dispersions without nanoparticles, especially for use in paints for hygienic interior applications. Physical, mechanical and chemical properties for determining their usability and anticorrosion resistance have been further assessed to determine their potential use on antimicrobial coatings of metal substrates where a high degree of hygiene (such as water pipes) is required. In addition to the evaluation of aqueous dispersions, they were prepared and evaluated in the form of pigmented paints. For pigmented paints, the effect of the new binder on the anticorrosion efficacy of the film, as well as the effect of individual pigments, fillers and additives on these properties, were assessed. Furthermore, the presumed possible saving of the antimicrobial additive for both the binder and the preformed façade paints has been investigated. Processed results have shown the advantages of acrylic polymer dispersion with magnesium oxide nanoparticles, in particular against light metal corrosion and antimicrobial properties in interior coatings.

## **KEYWORDS**

Antimicrobial coatings, water-borne coatings, MgO nanoparticles, self-crosslinking acrylic latexes.



## SEZNAM ZKRATEK

1VA	Omyacarb – 1VA
A	akrylát-styrenová pryskyřice Acronal® PRO 780
ADH	dihydrazin kyseliny adipové
BA	butylakrylát
BF	Blanc Fix
BPD	směrnice o biocidních přípravcích (EU Biocidal Products Directive)
CAPP	HEUCOPHOS® CAPP
CHP	HEUCOPHOS® CHP
CLP	Klasifikace, označování a balení látek a směsí (Classification, Labelling and Packaging of substance and mixtures)
CMP	HEUCOPHOS® CMP
DAAM	diacetonakrylamid
E	epoxidová pryskyřice CHS-Epoxy 200 V 55
EPA	agentura pro ochranu životního prostředí (U.S. Environmental Protection Agency)
GU	číslo lesku
ICP-OES	emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry)
KMA	kyselina methakrylová
KOKP	kritické objemové koncentrace pigmentu
L	Litopon 30 %
LO	akrylátová pryskyřice s 0 % nanočástic
LM	akrylátová pryskyřice s 1,5 % nanočástic MgO
M	Mastek – Talc Naitesch SA-20
MALT	agar se sladovým extraktem
MFFT	minimální filmotvorná teplota (Minimal Film Forming Temperature)
MMA	methylmethakrylát
MO	mikroorganismy
MPA	živný (masopeptonový) agar
N	akrylát-uretanová pryskyřice NeoPac E 121
Nano-ZnO	nanočástice oxidu zinečnatého

NH	nátěrová hmota
OKP	objemová koncentrace pigmentu
PC	Parmetol CF8
PE	polyethylen
PM	Parmetol MBX
PVAc	polyvinylacetát
Q	parametr pigmentového systému
S	MicaCelia 100L-HT
SEM-EDX	skenovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní rentgenovou analýzou (Scenning Electron Microscopy – energy dispersive X-ray)
U2	Ultracide FA29
U3	Ultracide FA39
UV	ultrafialové záření
VIS	viditelné záření
VK-Mg	VK-Mg 30 F
VOC	těkavá organická rozpouštědla (volatile organic compounds)
W	Wollastonit K 1025
ZO	Zinc Omadine

# OBSAH

ÚVOD .....	14
1 TEORETICKÁ ČÁST .....	15
1.1 Vodou ředitelné nátěrové hmoty .....	15
1.1.1 Složení vodou ředitelných nátěrových hmot .....	17
1.1.2 Typy vodou ředitelných nátěrových hmot .....	19
1.2 Akrylátové latexy .....	22
1.2.1 Emulzní radikálová polymerace .....	24
1.2.2 Samosíťující vytvrzování .....	27
1.3 Antimikrobiální aditiva .....	29
1.3.1 Antimikrobiální povrch .....	29
1.3.2 Antimikrobiální polymery .....	30
1.3.3 Antimikrobiální účinnost nanočástice .....	31
1.3.4 Antimikrobiální účinnost běžných přísad nátěrových hmot .....	33
1.3.5 Komerční antimikrobiální aditiva .....	35
1.4 Mikrobiální problematika .....	38
1.4.1 Charakteristika vybraných mikroorganismů .....	38
1.4.2 Testování antimikrobiální účinnosti .....	47
2 CÍL PRÁCE .....	49
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	50
3.1 Použité suroviny a chemikálie .....	50
3.1.1 Suroviny a chemikálie použité k syntéze akrylátových latexů .....	50
3.1.2 Srovnávací vodou ředitelné polymerní disperze .....	53
3.1.3 Pigmenty a plniva .....	54
3.1.4 Aditiva .....	58
3.2 Přístroje a zařízení .....	61
3.3 Postup syntézy akrylátových latexů .....	63
3.3.1 Syntéza akrylátového latexu s 1,5 % nanočástic MgO .....	63
3.3.2 Syntéza akrylátového latexu bez nanočástic .....	65
3.4 Příprava modelových nátěrových hmot .....	67
3.4.1 Dispergace akrylátových latexů s 2 a 10 hm. % pigmentů a plniv .....	67
3.4.2 Dispergace akrylátových latexů s antimikrobiálními aditivami .....	67
3.4.3 Formulace nátěrových hmot .....	67
3.5 Příprava zkušebních vzorků .....	69
3.5.1 Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech .....	69
3.5.2 Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech .....	69

3.5.3	Příprava zkušebních vzorků na filtračním papíře .....	69
3.6	Příprava pro mikrobiální testování .....	70
3.6.1	Příprava fyziologického roztoku a živných půd .....	70
3.6.2	Příprava čistých mikrobiálních kultur .....	71
3.6.3	Příprava sterilních podmínek při testování .....	72
3.7	Metody hodnocení vlastností nátěrové hmoty a filmu .....	73
3.7.1	Charakterizace vodou ředitelných polymerních disperzí .....	73
3.7.2	Charakterizace pigmentu pro formulaci modelových nátěrových hmot .....	78
3.7.3	Stanovení fyzikálně-mechanické odolnosti nátěrového filmu .....	80
3.7.4	Stanovení chemické a korozní odolnosti nátěrového filmu .....	88
3.7.5	Stanovení antimikrobiální účinnosti .....	95
4	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ .....	96
4.1	Vyhodnocení vodou ředitelných disperzí pro lakařské účely .....	96
4.1.1	Vyhodnocení vlastností pojiv .....	96
4.1.2	Vyhodnocení fyzikálně-mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrů .....	97
4.1.3	Vyhodnocení chemické a korozní odolnosti nepigmentovaných nátěrů .....	100
4.1.4	Antimikrobiální účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů .....	101
4.2	Vyhodnocení změn vlastností po vystavení pojiva zvýšené teplotě .....	120
4.2.1	Vyhodnocení vlastností pojiv po zvýšené teplotě .....	120
4.2.2	Vyhodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrového filmu pojiv po zvýšené teplotě .....	120
4.2.3	Vyhodnocení chemická a antikorozní odolnosti nátěrového filmu pojiv po zvýšené teplotě .....	123
4.3	Vyhodnocení vlastností antikoročních nátěrových filmů .....	124
4.3.1	Vyhodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrových filmů .....	124
4.3.2	Vyhodnocení chemické a korozní odolnosti nátěrových filmů .....	131
4.4	Vyhodnocení vlastností interiérových nátěrových filmů .....	146
4.4.1	Vyhodnocení mechanických vlastností interiérových nátěrových filmů .....	146
4.4.2	Vyhodnocení antimikrobiálních vlastností interiérových nátěrových filmů ..	146
5	DISKUZE VÝSLEDKŮ .....	148
5.1	Hodnocení vodou ředitelných disperzí pro lakařské účely .....	148
5.1.1	Základní vlastnosti vodou ředitelných disperzí .....	148
5.1.2	Hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nepigmentovaných nátěrů ...	150
5.1.3	Hodnocení chemické a korozní odolnosti nepigmentovaných nátěrů .....	154
5.1.4	Hodnocení antimikrobiální účinnosti nátěrových filmů .....	155
5.2	Hodnocení změn vlastností po vystavení pojiv zvýšené teplotě .....	159
5.3	Hodnocení vlastností antikoročních nátěrových filmů .....	163
5.3.1	Hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrových filmů .....	163

5.3.2	Hodnocení chemické odolnosti nátěrových filmů .....	169
5.3.3	Hodnocení antikorozi odolnosti nátěrových filmů .....	170
5.4	Hodnocení vlastností interiérových nátěrových filmů.....	180
5.4.1	Mechanické vlastnosti interiérových nátěrových filmů .....	180
5.4.2	Hodnocení antimikrobiálních vlastností interiérových nátěrových filmů.....	180
6	POZNATKY A PŘÍNOSY DIPLOMOVÉ PRÁCE .....	183
7	ZÁVĚR.....	184
8	SEZNAM LITERATURY .....	185
9	PŘÍLOHY .....	201

## ÚVOD

V dnešní době jsou na nátěrové filmy kladeny čím dál tím větší nároky. Především se jedná o jejich udržitelnost, bezpečnost, vliv na životní prostředí, zdravotní aspekty a snižování nákladů, které jsou vysokými prioritami v průmyslu nátěrových hmot i ve výrobních společnostech. Vodou ředitelné nátěrové systémy představují univerzální, vysoce kvalitní a ekologicky šetrnou volbu. Podléhají ale mikrobiálnímu osídlení, kterému je zapotřebí zabránit, neboť je ve světě stále větší poptávka po antimikrobiálních nátěrech. Zejména na místech, kde je vyžadován vysoký stupeň hygieny, jako jsou například nemocnice, školy, provozovny vyrábějící léčiva a potraviny, ale i domácnosti kde by měli snížit riziko šíření infekcí.

Akrylátové vodné disperze (latexy) jsou ekologicky nezávadné a jejich syntéza je technologicky na vysoké úrovni. Nedostatky běžných vodných polymerních disperzí, jako nízká odolnost proti rozpouštědlům, lepivost povrchu při vyšších teplotách a křehkost při nízkých teplotách, jsou překonány zavedením síťování emulzní radikálovou polymerací (tzv. samosíťující latexy). Začleněním nanočástic nám nabízí nový způsob, jak vyvinout antibakteriální látky, neboť nanočástice oxidu kovu mají potenciál ke snížení bakteriální kontaminace a zároveň mohou mít příznivý vliv na strukturní vlastnosti povlaku. MgO je důležitý anorganický oxid, který je široce používán v mnoha oblastech a mnoho studií prokázalo, že nanočástice MgO mají velmi destruktivní antibakteriální aktivitu na grampozitivní i na gramnegativní bakterie, a dokonce i na viry a spory [1].

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

V dnešní době je věnována značná pozornost eliminaci těkavých organických rozpouštědel (VOC = volatile organic compounds) a díky tomu přicházejí do popředí vodou ředitelné nátěrové systémy. Tyto nátěrové hmoty (NH) ale podléhají mikrobiálnímu osídlení, a tak je zapotřebí používat různé antimikrobiální látky, které by tomu zabránily.

Vodou ředitelné NH používají vodu jako rozpouštědlo k rozptýlení pryskyřice, díky čemuž se tyto povlaky snadno aplikují. Ve většině případů vodou ředitelné NH obsahují až 80 % vody s malým množstvím jiných rozpouštědel, jako jsou glykolethery. Tyto povlaky jsou známé tím, že jsou ekologické, neboť splňují americké (EPA - U.S. Environmental Protection Agency) a evropské (BPD – Biocidal Products Directive) předpisy vyžadující, aby obsah VOC byl menší než 350 g/l vody [2].

Disperzní NH na bázi vodních disperzí polymerů mají řadu předností, neboť ve svém chování vykazují některé významné odchylky od rozpouštědlových NH. Příkladem je podstatně nižší viskozita při stejné sušině, díky které se získají nátěry s vyšším obsahem sušiny než u rozpouštědlových NH a také konzistence je podstatně méně závislá na teplotě. Roztok filmotvorné látky je nahrazen disperzí polymerů ve vodě. Velikost částic vodných disperzí se nejčastěji pohybuje v rozmezí 0,05 – 1  $\mu\text{m}$ . Mechanické ale i jiné vlastnosti disperzních filmů jsou určovány především volbou monomerů použitých k polymeraci a vlastnosti filmů lze dále optimalizovat jejich vhodnou kombinací [3]. Vodou ředitelné NH můžeme rozdělit do tří primárních kategorií, podle vztahu mezi pojivem a vodnou fází:

- **Vodorozpustné barvy** obsahují ve vodě rozpustné pryskyřice, jejichž jednotlivé molekuly se ve vodě zcela rozpouštějí. Pryskyřice se obvykle vyrábějí polykondenzací nebo polymeračními reakcemi v organickém prostředí. Většinou obsahují organická rozpouštědla, jako jsou alkoholy, glykoléthery, ale i jiná rozpouštědla obsahující kyslík, která jsou rozpustná nebo mísitelná s vodou. Použité pryskyřice zahrnují polyestery, polyakryláty, alkydy, epoxidy a epoxyestery. Tyto barvy poskytují vysoký lesk, vysokou úroveň ochrany proti korozi, dobrý pigment, zvlhčení a stabilizaci.
- **Ve vodě dispergované nebo koloidní nátěry** obsahují malé seskupení nerozpustných částic pryskyřice, které jsou suspendovány ve vodě za použití mechanického míchání. Jako koalescenční činidlo se používá malé množství organických rozpouštědel, která se při sušení odpařují. Průmyslovými pryskyřicemi používanými v těchto typech

disperzních barev jsou kopolymery vinylpropionátu, vinylacetátu, akrylát-metakrylátu, styren-butadienu a polymery. Koloidní disperze se používají především k potahování porézních materiálů.

- **Emulzní barvy** (běžněji označované jako latexy) jsou velmi podobné ve vodě dispergovaným barvám. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že pryskyřičné klastry v emulzích mají tendenci být větší a je zde potřeba emulgátor k udržení klastrů v suspenzi. Použité pryskyřice zahrnují kopolymery styren-butadienu, akryly, alkydy, polyvinylacetát a polystyren. Tyto barvy mají zvýšenou propustnost, která jim umožňuje „dýchat“, čímž se snižuje tvorba puchýřů nebo loupání. Používají se např. jako architektonické nátěry, kterými jsou interiérové a exteriérové barvy [4].

Disperze polymerů se obvykle vyrábějí emulzní polymerací z vhodných monomerů za použití iniciátorů a látek, které stabilizují jak emulzi monomerů ve vodě, tak i vznikající polymer. Pro stabilizaci se používají ochranné koloidy (polyvinylalkoholy), či tenzidy (povrchově aktivní látky), které snižují povrchové napětí kapalin nebo mezifázové napětí nemísících se kapalin. Molekuly tenzidů jsou složeny ze dvou částí a to polární (hydrofilní, lyofilní) a nepolární (hydrofobní, lipofilní). Podle toho, zda ve vodě disociují, se dělí na ionogenní a neionogenní. V disperzi se ochranný koloid nebo tenzid absorbuje na povrchu polymerní částice (nepolární část) a brání statické nebo elektrostatické flokulaci (přiblížení) jednotlivých částic. Koloidní polymerní částice mohou být připraveny s požadovanou morfologií, složením, distribucí velikosti částic, povrchovými skupinami a molekulovou hmotností.

Vodou ředitelné NH jsou využitelné pro různé aplikace, z nichž nejvýznamnější jsou již zmíněné emulzní vodou ředitelné NH, které jsou široce používány v sektoru stavebnictví, pro pokrytí porézních materiálů (jako je papír nebo kůže), pro automobilový průmysl, jako tiskové inkousty, faxy, počítače a další. Klíčovými výhodami vodou ředitelných NH je, že jsou ideálními primery, neboť mají dobrou odolnost proti teplotě a otěru, vynikající přilnavost, nízkou toxicitu a hořlavost díky nízkým hodnotám VOC a k jejich nanášení lze použít běžné aplikační techniky. [4]

Vodou ředitelné NH v průběhu stárnutí degradují procesy, které jsou způsobeny nejen povětrnostními vlivy, jako je sluneční záření, změna teploty, vlhkost, ale i usazováním prachu a mikrobiální kolonizací. Působením mikroorganismů mohou vznikat na objektech často nevratné a významné změny, kterým je třeba předcházet z důvodu znehodnocení nátěrů, ale také kvůli zdravotní nezávadnosti povrchů.



### 1.1.1 Složení vodou ředitelných nátěrových hmot

Nátěrové hmoty jsou souhrnným názvem pro výrobky, které je možné nanášet (v tekutém, těstovitém nebo práškovitém stavu) na vhodný podklad a na tomto podkladu při vhodné aplikaci vytvářejí souvislou, relativně stálou tenkou vrstvu (nátěrový film). NH ve své klasické podobě, skládající se pouze z filmotvorné látky, pigmentů, plniv a těkavých látek, se již vyskytují jen velmi zřídka. Vysoké požadavky, které jsou dnes kladeny na NH, jsou často nesplnitelné bez použití pomocných látek, označovaných zpravidla jako aditiva. Každá NH představuje poměrně složitou směs složek a každá z nich svým způsobem ovlivňuje její vlastnosti a použití [5].

#### 1.1.1.1 Neprchavé složky

Neprchavé složky jsou látky, které tvoří tuhý film po zaschnutí NH. Patří mezi ně pojiva, pigmenty, plniva, aditiva a další látky.

Filmotvorná látka (neboli pojivo) udává základní vlastnosti NH. Pojivo po aplikaci NH vytváří vlastní ochranný film, který určuje základní vlastnosti nátěru, jako je přilnavost k podkladu, pružnost, odolnost a plnivost. Vzhledem k tomu se NH rozdělují do skupin především právě podle použitého pojiva.

Pigmenty jsou drobné částice s velikostí 0,2 – 10  $\mu\text{m}$ , které se nerozpouštějí ve filmotvorných látkách ani v rozpouštědlech. Pigmenty jsou anorganického, organického i kovového původu a dodávají NH optické vlastnosti jako je barevný odstín, kryvost, ale ovlivňují i mechanické a fyzikální vlastnosti. Barevný odstín je způsoben tím, že pigment mění barvu odraženého světla viditelného lidským okem (elektromagnetické záření o vlnové délce 400 až 800 nm) selektivním pohlcováním určitých vlnových délek. Obzvláště důležitá je role pigmentů u NH aplikovaných primárně na kovový podklad. Jedná se o pigmenty, které se účastní elektrodových reakcí zpomalující korozi, nebo které svým bariérovým efektem zabraňují přístupu agresivního média k podkladu.

Plniva jsou nerozpustné přísady, které upravují mechanické vlastnosti NH jako je plnivost, brousitelnost, ale také zvyšují obsah sušiny či korozní odolnost a snižují jejich cenovou náročnost. Mají zanedbatelnou kryvost.

Aditiva (přísady) jsou pomocné látky používané v malém množství upravující určité vlastnosti nátěrového filmu (např. stupeň lesku, urychlují zasychání, odolnost proti tvorbě bublinek) a NH (např. přípravky zpomalující sedimentaci pigmentu, změkčovadla, zahuš'ovadla).

- **Dispergační činidla** umožňují smočení pigmentů a plniv při přípravě pigmentové pasty a tím napomáhají smáčení natíraných povrchů. Pigmentová stabilita vodou ředitelných systémů je způsobena vzájemným elektrostatickým odpuzováním jednotlivých pigmentových částic, používanými dispergačními aditivami jsou polyelektrolyty. To znamená, že se jedná o výše molekulární sloučeniny, které na svých postranních řetězcích mají množství elektrických nábojů. Polyelektrolyty se adsorbují na povrchu pigmentů a tím přenášejí svůj elektrický náboj na pigment. Všechny pigmentové částice jsou nyní elektricky nabity, přičemž je nepodstatné, zda je tento náboj kladný, nebo záporný. Rozhodující je, že všechny částice jsou nabity stejným způsobem [3].
- **Odpěňovací prostředek** zabraňuje vzniku vzduchových bublin a rozrušuje vzniklé vzduchové bubliny při přípravě, přečerpávání, homogenizaci a nanášení NH.
- **Záhustka** upravuje vhodným způsobem reologické chování (viskozitu) NH, zpomaluje sedimentaci pigmentů a plniv, zlepšuje roztíratelnost. Nejčastěji to bývá výše molekulární látka.
- **Koalescent** je organická kapalná látka snižující minimální filmotvornou teplotu tím, že dochází k dočasnému změkčení tvrdého polymeru.
- **Ochranný antimikrobiální prostředek** chrání NH a nátěrový film před mikrobiálním napadením.
- **Antikorozní aditiva** snižují možnost korozního napadení povrchově upraveného kovového podkladu. Při skladování tekuté NH uvnitř kovového obalu zabraňují korozi tohoto kovového obalu a dále také zabraňují vzniku tzv. bleskové koroze [6].

#### 1.1.1.2 Prchavé složky

Jedná se o ředidla a rozpouštědla.

Rozpouštědla představují důležité složky, které slouží k převedení filmotvorné látky do tekutého stavu, ve kterém se zpracovává a nanáší. Ovlivňují tedy především hustotu NH a déle zajišťují u rozpouštědlových materiálů potřebnou smáčivost a vysoušecí parametry. U vodou ředitelných NH je smáčivost, povrchové napětí, tvorba filmu atd. ovlivňována jinými prostředky.

Ředidla jsou specifickou podskupinou rozpouštědel, která se používají k úpravě konzistence NH před aplikací. Jsou vybírána podle způsobu aplikace a parametrů schnutí. Ovlivňují chování NH jako je sedimentaci pigmentů a plniv, rozliv, adhezi apod.

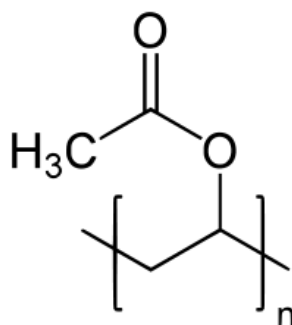
## 1.1.2 Typy vodou ředitelných nátěrových hmot

### 1.1.2.1 Akrylátové latexy

Akrylátové polymery jsou polymery na bázi kyseliny akrylové a jejích homologů a derivátů. Hlavní komerční polymery v této třídě jsou založeny na samotné kyselině akrylové a kyselině metakrylové. Dále jsou používány estery kyseliny akrylové, methakrylové, akrylonitrilu, akrylamidu, kyanoakrylátu a kopolymery těchto sloučenin. Akrylátové latexy budou dále podrobněji probrány v kapitole 1.2 Akrylové latexy [7].

### 1.1.2.2 Polyvinylacetát

Polyvinylacetát (PVAc) je syntetická pryskyřice připravená polymerací vinylacetátu. Pod vlivem radikálových iniciátorů mohou být vinylacetátové monomery spojeny do dlouhých rozvětvených polymerů, ve kterých je struktura dána opakující se jednotkou vinylacetátu, jak je vyobrazeno na obrázku 1. Monomer může být polymerizován, zatímco je dispergován ve vodě za vzniku mléčné emulze. Tato kapalina může být zpracována přímo do latexových barev, ve kterých PVAc tvoří silný, pružný a přilnavý film, ale také se používá jako lepidlo. Při použití v povlacích je PVAc často částečně hydrolyzován na ve vodě rozpustný polymer známý jako polyvinylalkohol [8].



**Obrázek 1** Chemický vzorec polyvinylacetátu; převzato z [9]

### 1.1.2.3 Alkydové emulze

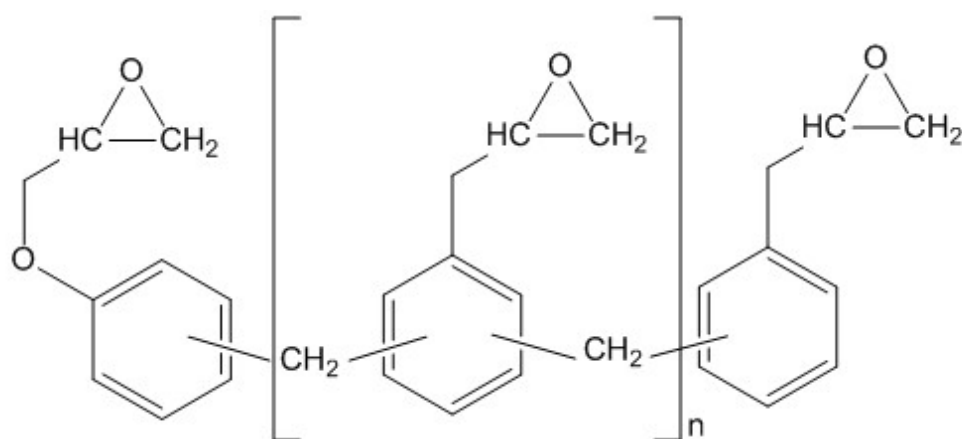
Alkydové pryskyřice jsou reakčním produktem oleje nebo mastných kyselin s určitými polyoly a polykyselinami. Alkydové pryskyřice se dělí:

- a) Podle obsahu oleje nebo mastných kyselin
  - Krátké alkydy            méně než 40 %
  - Střední alkydy            40 až 60 %
  - Dlouhé alkydy            více než 60 %
- b) Podle druhu použitého oleje nebo mastných kyselin

Vlastnosti alkydových pryskyřic závisí především na množství a druhu modifikující složky. Alkydy na bázi vody mají delší dobu zasychání než alkydy na bázi rozpouštědel, avšak konečný výsledek má podobné vlastnosti lesku, průtoku a vyrovnaní. Existují různé postupy pro emulgaci alkydových pryskyřic ve vodě (např. přidáním vnějšího emulgátoru) a díky tomu jsou velmi všestranné, neboť mohou být ředěny vodou na téměř jakoukoli viskozitu. Tyto emulze mají vynikající mechanické a chemické vlastnosti, jsou odolné proti vysokým teplotám, ale rozpouštějí se v běžných organických rozpouštědlech a vzhledem k akrylovým disperzím ztrácí na významu [10].

#### 1.1.2.4 Epoxidové pryskyřice

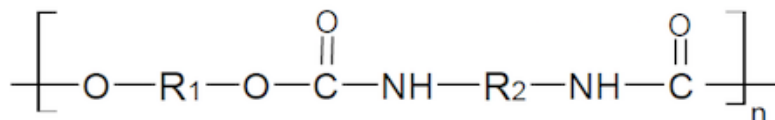
Asi před čtyřiceti lety začali chemici formulovat vodou ředitelné epoxidové pryskyřice a vytvrzovací činidla, která by mohly být formulována při výrazně nižších úrovních VOC než epoxidové povlaky na bázi rozpouštědel. Technický problém, který vzniká je že běžné epoxidové pryskyřice vycházející z bisfenolu A (viz obrázek 2) jsou poněkud hydrofobní a nejsou snadno rozpustné ve vodě. Proto je potřeba přidávat povrchově aktivní látky, které rozptýlí tyto hydrofobní pryskyřice ve vodě. Vodní epoxidové povlaky lze aplikovat při teplotách 4–35 °C v relativní vlhkosti vzduchu do 85 % a s rychlostí vytvrzování 1-3 hodiny, což dává širokou škálu možných pracovních prostředí a podmínek. Vykazují chemickou a tepelnou odolnost, trvalou stálost a dobrou tvrdost. Nejvýznamnější použití epoxidových nátěrů je pro ochranu betonu [11].



Obrázek 2 Chemický vzorec epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu A; převzato z [12]

### 1.1.2.5 Polyuretanové pryskyřice

Polyuretanové pryskyřice se získávají reakcí polyisokyanátu s polyolem za tvorby uretanů (viz obrázek 3). Nátěry na bázi polyuretanů jsou jednosložkové nebo dvousložkové. Jednosložkové systémy jsou vytvrzovány reakcí se vzdušnou vlhkostí a dvousložkové systémy se vytvrzují přidáním tužidla, jímž bývá látka s izokyanátovou skupinou. Tyto NH se vyznačují dobrou adhezí, odolností proti vodě, vysokou odolností proti otěru, trvalou elasticitou a výbornými elektroizolačními vlastnostmi. Aplikují se např. na střechy a jiné velmi namáhané dřevěné či železné konstrukce. Polyuretanové NH se používají v mnoha průmyslových aplikacích a polyuretanové pryskyřice na bázi vody úspěšně nahrazují v mnoha aplikacích systémy založené na organických rozpouštědlech [6].



Obrázek 3 Chemický vzorec polyuretanové pryskyřice

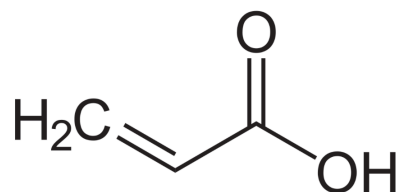
## 1.2 Akrylátové latexy

Akrylátové latexy jsou současnými nejmodernějšími pojivky pro průmyslové povlaky kompatibilní s VOC pro dřevo, kovy, plasty a tvoří většinu trhu s nátěrovými a stavebními nátěry. Vyznačují se vysokou odolností proti působení světla, dobrou chemickou a mechanickou odolností a rychlým zasycháním. Další jejich výhodou je dobrá použitelnost pro cílového zákazníka díky nízkému zápachu a snadné omyvatelnosti vodou [13, 14].

Pro výrobu akrylových disperzí se používá emulzní polymerace základních monomerů – esterů kyseliny akrylové a/nebo kyseliny metakrylové [13].

### Kyselina akrylová

Kyselina akrylová je organická sloučenina a jedná se o nejjednodušší nenasycenou karboxylovou kyselinu, jak je zobrazeno na obrázku 4. Tato korozivní bezbarvá kapalina má charakteristický zápach a je mísitelná s vodou, alkoholy, ethery a chloroformem. Estery a soli kyseliny akrylové jsou společensky známé jako akryláty. Nejvýznamnějšími alkylestery kyseliny akrylové jsou methyl, butyl, ethyl a 2-ethylhexylakrylát. Kyselina akrylová a její estery se snadno spojují nejen vzájemně (polyakryláty), ale také s jinými monomery (akrylamidy, akrylonitril) reakcí na jejich dvojnou vazbu [15].



*Obrázek 4 Chemický vzorec kyseliny akrylové; převzato z [16]*

Kyselina akrylová je vyrobena z propylenu, který je vedlejším produktem výroby ethylenu a benzínu. Kyselina akrylová se používá při výrobě plastů, laků a jiných výrobků, ale také jako chemický meziprodukt. Každý rok se vyrábí více než milion tun [17].

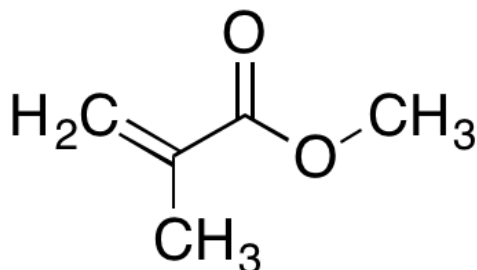
Neexistuje žádná informace o reprodukčních, vývojových nebo karcinogenních účincích, ale pro člověka je silně dráždivá pro pokožku, oči a sliznici. V případě zasáhnutí očí může způsobit až slepotu [15, 17].

### Kyselina metakrylová

Kyselina metakrylová je alifatická nenasycená monokarboxylová kyselina. Jedná se o čirou bezbarvou kapalinu, nebo nízkotající tuhou látku s ostrým zápachem. Je žíravá pro kovy a tkáň. Známa je zejména díky svým esterům, z nichž nejvýznamnější je snadno polymerující

methylester, monomer celé skupiny technicky významných polymethylmethakrylátových materiálů, kterými jsou např. organické sklo a reaktivní pryskyřice [18].

Methylmethakrylát zobrazený na obrázku 5 je methylester kyseliny metakrylové a jedná se o organickou čirou bezbarvou kapalinu. Vyrábí se několika metodami a ta nejčastější je kondenzací acetonu a kyanovodíku [19].



*Obrázek 5 Chemický vzorec methylmethakrylátu; převzato z [20]*

Akutní toxicita methylmethakrylátu je nízká. Po zásahu kůže je lehce dráždivou látkou a má schopnost vyvolat senzibilizaci kůže u vnímavých jedinců. Její páry dráždí oči a dýchací orgány a mimo jiné vykazuje antimikrobiální funkci [21].

#### Akrylátové pryskyřice

Disperze akrylové pryskyřice se skládá z jemné distribuce částic rozdispergovaných ve vodě s řízenou morfologií a samosíťujícím mechanismem. Mikroskopické částice pryskyřice jsou suspendovány ve vodě, nerozpuštěny. Jak se voda odpařuje, částice se k sobě přibližují a jakmile se navzájem dotýkají, spojují se tak, aby vytvořily nekonečný syntetický film. Disperze syntetické pryskyřice ve vodě je mléčně bílá a suchý film je bezbarvý a průhledný. Obvyklým názvem pro disperzní pojivo je latex. Termín latex se však obvykle používá při odkazu na syntetickou disperzi, která není založena na akrylátové pryskyřici, ale na PVAc nebo jeho derivátech. Důležitým rozdílem je, že PVAc pryskyřice není alkalicky odolná nebo mnohem méně než akrylová pryskyřice [13].

Akrylové filmy jsou komplexní chemické systémy, které kombinují organické a anorganické sloučeniny. Jedná se tedy o směs polymerů, pigmentů, plniv a funkčních aditiv. Jsou to obvykle jednokomponentní NH používané tam, kde je požadován vysoký lesk a barevná stabilita. Mokrý nátěr je vodou rozpustný, ale po zaschnutí se stává vůči vodě odolný a při aplikaci na zinkové nátěry nabízí vynikající odolnost proti korozi [22].

### 1.2.1 Emulzní radikálová polymerace

Slovo „emulze“ pochází z latinského slova "mléko", neboť mléko je technicky emulze tuku a vody. Emulze je směs dvou nebo více kapalin, které nejsou normálně mísitelné. V rámci emulze je jedna kapalina (dispergovaná fáze) rozptýlena uvnitř druhé (kontinuální fáze) [3]. Emulzní radikálová polymerace je ekologická metoda, která má zásadní význam pro výrobu široké škály polymerních disperzí. Technologický vývoj této metody začal v roce 1920 a od té doby získává stále větší význam. Celosvětová produkce je několik milionů tun ročně [23].

Emulzní polymerace má několik výhod oproti jiným polymerizačním technikám, například je rychlejší než polymerace v systémech nebo v roztoku za stejné teploty, konverze je v podstatě 100 % a průměrná molekulová hmotnost je obvykle mnohem vyšší než při polymeraci v objemu nebo v roztoku při stejné polymerizační rychlosti. Rozptýlení tepla a kontrola viskozity jsou také mnohem méně problematické než při polymeraci ve velkém [24].

#### 1.2.1.1 Princip emulgace monomeru

V procesu emulzní polymerace se monomer, který je jen málo rozpustný ve vodě polymeruje ve vodném prostředí v přítomnosti povrchově aktivních látek. Kromě methylakrylátu se ostatní akryláty nebo methakryláty s vodou téměř nemísí. Nízká rozpustnost monomeru v disperzním prostředí je jedna z podmínek emulzní polymerace. Tvoří se kapičky, které jsou suspendovány a stabilizovány emulgátory, tak aby systém zaujal co nejnižší povrchovou energii. To znamená, že molekuly emulgátoru se spojují a tvoří micely, které obklopují malé množství monomeru. Zbývající monomer je rozptýlen v malých kapkách, které jsou podstatně větší než micely a tvoří více než 95 % monomeru. Ke stabilizaci emulze je potřebná koncentrace emulgátoru přesahující tzv. kritickou micelární koncentraci. Běžnými emulgátory jsou aniontové a neiontové povrchově aktivní látky a kombinace obou typů často zlepšuje stabilitu rozptýlených kapiček. Typickými aniontovými emulgátory jsou sodné, draselné nebo amonné soli mastných kyselin a typickými neionogenními povrchově aktivními látkami jsou poly(ethylenoxid), polyvinylalkohol a hydroxyethylcelulóza [13, 24, 25].

#### 1.2.1.2 Průběh emulzní polymerace

Emulzní polymerace je iniciována iniciátory rozpustnými ve vodě. Vodou rozpustný iniciátor zajišťuje prostorové oddělení iniciace od propagace, čímž vznikají polymery o vysoké molekulové hmotnosti při relativně vysoké rychlosti polymerace. Průběh emulzní polymerace se skládá ze tří fází.



- **V úvodní fázi** dochází k difúzi primárních radikálů do micel. Na jednu rostoucí částici obvykle připadá průměrně jeden radikál. Reakcí s monomerem vznikají aktivní centra, které při následné propagaci rostou, dokud se nespoteřebuje všechen monomer v micelě.
- **S postupující polymerací** difundují do polymer-monomerních částic další molekuly monomeru z malých kapek. Micely nabývají na objemu a zvyšuje se jejich molární hmotnost. Naopak malé kapky postupně ubývají, dokud nevyjmizí.
- **V závěrečné fázi** probíhá terminační reakce a zbylý monomer ve vodné fázi difunduje do částic, přičemž dochází ke snižování rychlosti reakce. Výsledným produktem je polymer o vysoké molekulární hmotnosti [24, 26].

### 1.2.1.3 Kinetika emulzní polymerace

Celková rychlost spotřeby monomeru s koncentrací latexových částic  $N$  a konstantní koncentrací monomerů  $[M]$  v latexových částicích, může být vyjádřena pomocí rovnice (1):

$$-\frac{d[M]}{dt} = k_p [M] \Sigma [M_i^*] \quad (1)$$

Koncentrace, při které dochází k růstu řetězců  $\Sigma M_i^*$  je definována počtem micel. Pokud přijmeme, že všechny micely obsahují pouze jeden radikál, je jasné, že tento radikál zaniká ve chvíli, kdy vstupuje do micely další radikál. Z tohoto důvodu se polymerace v micelách vyskytuje v polovině případů viz rovnice (2):

$$\Sigma [M_i^*] = \frac{N}{2} \quad (2)$$

a pro celkovou míru spotřeby monomeru tedy platí rovnice (3):

$$-\frac{d[M]}{dt} = k_p [M] \frac{N}{2} \quad (3)$$

Z toho vyplývá že celková rychlost polymerace je konstantní a nezávislá na počáteční rychlosti a konverzi monomerů. Avšak rychlost se zvyšuje s koncentrací emulgátoru, protože  $N$  bude vyšší. Rychlost propagace v aktivní latexové částici se rovná  $k_p[M]$  a životnost rostoucího řetězce je reciproční frekvencí s jakou radikály vstupují do latexové částice. Pokud mají všechny latexové částice stejnou pravděpodobnost, že budou napadeny radikálem, potom se průměrná životnost rostoucího řetězce rovná  $N/\rho$  a tedy průměrný polymerační stupeň je vyjádřen pomocí rovnice (4):

$$\bar{P}_n = k_p [M] \frac{N}{\rho} \quad (4)$$

Celkový i číselný průměrný stupeň polymerace se tak zvyšuje s N a tím i koncentrací emulgátoru [23].

#### 1.2.1.4 Mechanismus radikálové polymerace

Schopnost nenasycených sloučenin reagovat radikálovým mechanismem plyne z charakteru dvojné vazby. Z hlediska kinetiky je radikálová polymerace řetězovou reakcí a její mechanismus je určen základními elementárními pochody, kterými jsou iniciace (zahájení), propagace (růst řetězce) a terminace (končení).

**Iniciací** rozumíme napadení molekuly monomeru primárním radikálem, vzniklým rozpadem iniciátoru. Proces iniciace v sobě zahrnuje dva kroky:

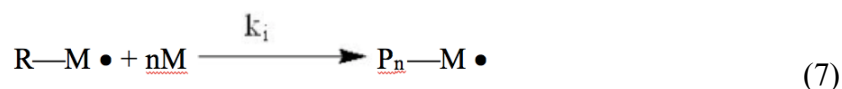
- rozpad iniciátoru vyobrazený rovnicí (5)



- vlastní iniciační reakcí viz rovnice (6)

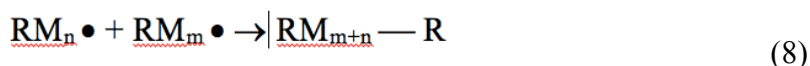


**Propagace** je mnohonásobně opakovaná reakce monomeru s rostoucím radikálem vyobrazená rovnicí (7). Počet opakování tohoto kroku při růstu jedné makromolekuly se pohybuje ve stovkách až mnoha tisících. Obecně se předpokládá, že rychlostní konstanta tohoto kroku se nemění s délkou rostoucího řetězce radikálu.

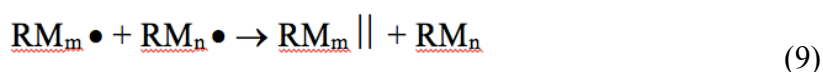


**Terminace** rostoucího radikálu může probíhat dvěma způsoby.

*Terminace rekombinací* způsobuje spojování radikálů kovalentní vazbou a ukončení reakce viz rovnice (8).



*Terminace disproportionací* probíhá pomocí transferu vodíku z jednoho rostoucího řetězce na druhý, přičemž vznikají dvě mrtvé makromolekuly, z nichž jedna nese dvojnou vazbu na konci řetězce [3] viz rovnice (9).

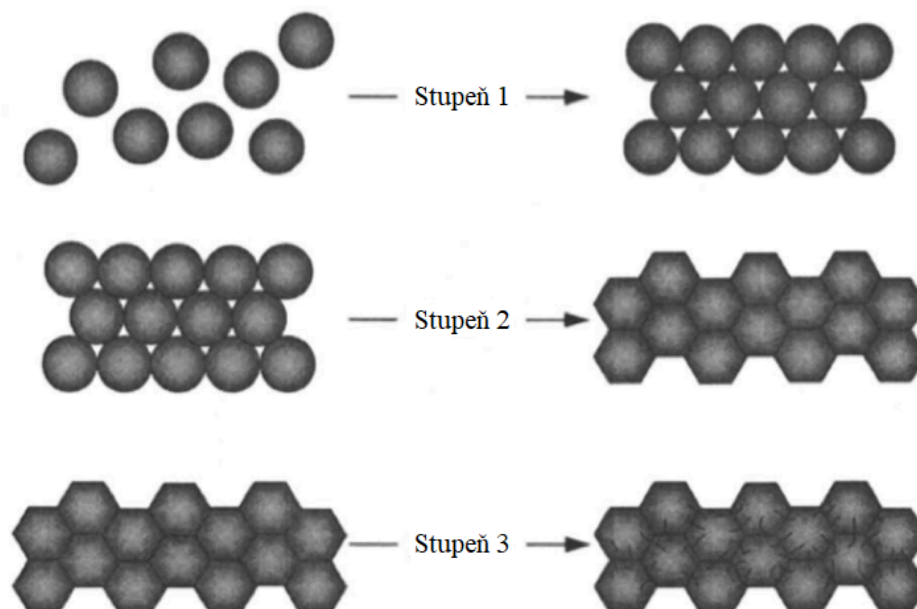


## 1.2.2 Samosíťující vytvrzování

Zvýšení hustoty polymerní sítě je známou cestou, jak dosáhnout lepších fyzikálně-mechanických a chemických vlastností polymerů. Metody zvyšování hustoty polymerní sítě lze rozdělit na zesíťení během syntézy a na post-síťování, probíhající až ve fázi vzniku polymerního produktu, např. nátěrového filmu. V posledních letech jsou předmětem zvýšeného zájmu jednosložková reaktoplastická pojiva na bázi tzv. samosíťujících latexů [27].

Mechanismus samosíťujících akrylátových disperzí je založen na reakci karbonylové skupiny, která je součástí polymerních částic a hydrazinu, rozpuštěného ve vodné fázi disperze. Významnou předností tohoto tzv. keto-hydrazidového post-síťování je velmi rychlý průběh i při běžných teplotách [28]. Tato síťující reakce je kyselě katalyzovaná a převážně probíhá až po vytěkání alkalizačních činidel přítomných v nátěrovém systému, které jsou nezbytné pro zajištění stability latexu při skladování, aby pH bylo alkalické. [29]. Současně se jedná o dehydratační reakci, jejíž rovnováha je posouvána směrem k výsledným produktům vlivem ztráty vody, díky čemuž je možné připravit stabilní jednosložkový nátěrový systém [30].

Po nanesení akrylátové disperze dochází k odpařování vody a k přeměně koloidní disperze na kontinuální polymerní film mající mechanickou celistvost. Kvalita kondenzace filmu, v kombinaci s polymerem určuje konečné vlastnosti povlaku. Proces koalescence filmu je považován za proces ve třech fázích, jak je zobrazeno na obrázku 6.



**Obrázek 6** Schéma procesu koalescence filmu; Převzato a upraveno z [31]

Během prvního stupně dochází k odpařování objemné vody konstantní rychlostí a sférické latexové částice tvoří těsně uzavřenou vrstvu ve snaze nalézt nejnižší energetický stav.

Druhý stupeň začíná ve chvíli, kdy se odpaří dostatečné množství vody a částice jsou v uspořádaném poli. Voda se nadále sníženou rychlostí odpařuje z intersticiálních dutin a latexové částice se deformují.

Třetí stupeň začíná, jakmile je film makroskopicky suchý, ale polymerní částice nadále pozvolna splývají. Vymizení jednotlivých částic nastává, když polymerní řetězce difundují přes hranice částic a vzájemně se splétají, a nakonec tvoří spojitý film [31].

Odborná literatura dokazuje, že keto-hydrazidové síťování úspěšně překonává nedostatky běžných vodných polymerních disperzí, kterými jsou křehkost při nízkých teplotách, lepkavost povrchu při vyšších teplotách a nízká odolnost proti rozpouštědlům. Také se ukázalo, že zesítený nátěrový film vykazuje zvýšené reálné i imaginární složky modulu pružnosti v tahu a dochází k poklesu minimální filmotvorné teploty. Na druhou stranu byla ale zaznamenána zvýšená citlivost vůči vodě, způsobená přítomností polárních skupin, jež jsou produktem keto-hydrazidové reakce [32].

Samosíťující vytvrzování je typem fyzikálního vysoušení, ale některé vodou ředitelné NH tvoří souvislý tenký film pomocí chemického vytvrzování. Při chemickém vytvrzování se z tekuté NH vytvoří film chemickou reakcí, a to buď oxidací, polymerací nebo kondenzací.

- **Oxidační polymerace** nastává při vytvrzování NH, které obsahují vysychavé oleje a proces vytvrzování je velmi zdoluhavý.
- **Polymerace** začíná tehdy, vytvoří-li se volný radikál, který zahájí řetězovou reakci. Polymerační reakce tedy začíná přidáním snadno štěpitelných peroxidů, nebo fotosenzibilizátorů při vytvrzování ultrafialovým zářením.
- **Polykondenzace** je chemická reakce, při které dochází k tvorbě makromolekul z výchozích polyfunkčních nízkomolekulárních sloučenin. Polykondenzace je zahájena iniciátorem reakce a velikost makromolekuly je ovlivněna teplotou, rychlostí odvádění polykondenzační vody a dalšími faktory.

## 1.3 Antimikrobiální aditiva

Pro pojem „antimikrobiální“ existuje několik definic, které se liší v závislosti na použití, funkci, výrobě a regulaci. Obecně však jako antibakteriální označujeme látku, která zabíjí mikroorganismy (MO), nebo zastavuje jejich růst. Pokud antimikrobiální látka MO zabíjí, jedná se o biocidní účinnost a v případě že zastavuje jejich růst, se jedná o bakteriostatickou účinnost.

Existuje rozsáhlá řada antimikrobiálních přísad pro barvy a nátěry, které poskytují trvalou ochranu před negativními účinky MO. Antimikrobiální přísady pro organické povlaky aktivně inhibující růst škodlivých MO s účinností 99,99 % by měli být účinné pro širokému spektru bakterií (grampozitivní i gramnegativní), plísní, virů a prvoků, čímž snižují riziko křížové kontaminace. Zároveň ale musí vyhovovat stávajícím hygienickým protokolům, být barvostálé a odolné proti ultrafialovému (UV) a viditelnému (VIS) záření. Nevýhodou některých antimikrobiálních aditiv jsou možné vedlejší účinky, jako cytotoxicita, alergický účinek, vznik zánětlivých reakcí nebo fenomén vzniku rezistentních kmenů [33, 34].

Mezi nejrozšířenější a nejúčinnější antimikrobiální aditiva patří antibiotika, svět ale musí naléhavě změnit způsob, jakým je používá díky schopnosti bakterií tvořit si vůči nim rezistenci. Další skupina antimikrobiálních aditiv je tvořená anorganickými a organickými sloučeninami, které dříve byly používány, ale dnes již kvůli novým regulacím o nezávadnosti k životnímu prostředí jsou mnohé z nich zakázané, neboť Evropská unie zavádí rámec pravidel týkajících se uvádění biocidních přípravků na trh, aby tak zajistila vysoký stupeň ochrany člověka a životního prostředí. Vychází to z legislativních směrnic a nařízení Evropské unie jako jsou Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 98/8/ES o uvádění biocidních přípravků na trh a Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008. Cílem nařízení CLP (Classification, Labelling and Packaging of substance and mixtures) je sjednotit kritéria pro klasifikaci a označování látek a směsí s platností od 1. 6. 2015. Prostřednictvím nových zjištění se neustále objevují další omezení množství a počtu látek s antimikrobiálními účinky a z tohoto důvodu je zapotřebí hledat nové alternativy antimikrobiální ochrany. Novou strategií v této oblasti se stávají nanočástice a přírodní látky produkované živými organismy jako jsou antimikrobiální peptidy, chitosan, bakteriolytické enzymy a esenciální oleje [34, 35, 36].

### 1.3.1 Antimikrobiální povrch

Prevence tvorby biofilmu a bakteriální adheze na různých typech materiálů se stává předním námětem výzkumu. Existuje mnoho způsobů úpravy povrchů a materiálů na syntetické i přírodní bázi, které brání různými způsoby vzniku biofilmu a tím i vzniku infekcí [36].

Na povrch materiálu může být dodána antimikrobiální aktivita aplikací povlaku obsahujícího antimikrobiální činidla, která inhibují schopnost MO růst na povrchu. Takové povrchy se stále častěji zkoumají pro jejich použití v různých prostředích, jako jsou kliniky, průmysl, a dokonce i v domácnosti. K dosažení antimikrobiální účinnosti se využívá různých strategií jako je např. přidavek antiadhezivních složek, kontrolované uvolňování biocidu, nebo povrchově aktivní systém, kde je antimikrobiální složka zabudována v matrici a neuvolňuje se do okolí [37].

### 1.3.2 Antimikrobiální polymery

Antimikrobiální polymery byly objeveny R. J. Cornellem a L. G. Dunarumem roku 1965 a nabízejí slibnou antimikrobiální strategii pro boj proti patogenům. Tím získaly značnou pozornost jak v akademickém, tak v průmyslovém výzkumu. Od roku 2013 bylo zaznamenáno více než 27 000 patentů na antimikrobiální polymery [38].

Antimikrobiální polymery lze rozdělit na tři typy: polymerní biocidy, biocidní polymery a polymery uvolňující biocidy [39]. Na základě typu polymerního materiálu jsou klasifikovány jako vázaná antimikrobiální činidla. Podle mechanismu antimikrobiální aktivity lze aktivitu antimikrobiálních polymerů klasifikovat jako pasivní nebo aktivní. Tyto antimikrobiální polymery se používají v lékařském, potravinářském a textilním průmyslu [38].

Antimikrobiální polymery jsou nejčastěji aktivní, neboť přímo zabíjejí MO a pasivní antimikrobiální polymery pouze zamezují růstu a adhezi MO k povrchu. Nejčastěji používané aktivní antimikrobiální polymery jsou funkcionalizovány vícemocnými kationty. Mezi tyto polymery patří různé polyakrylamidy, amino funkční alkyly a aryly, polymerakryláty nebo metakrylamidy. Antimikrobiální termoplasty mohou být nanášeny v jedné nebo více vrstvách [40].

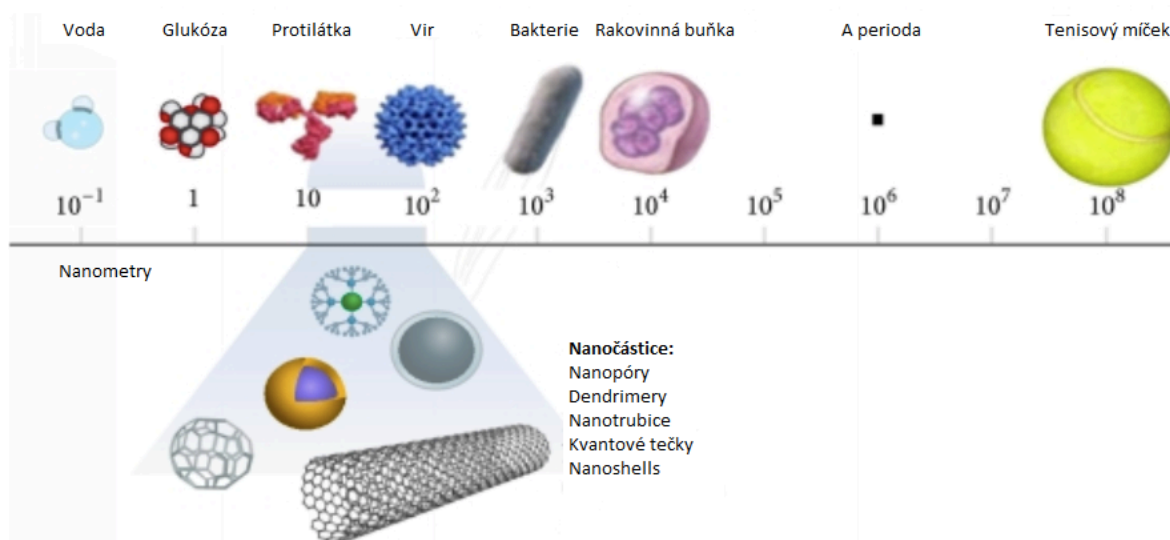
#### 1.3.2.1 Mechanismus účinku

Polymer musí být nejprve absorbován na bakteriální buněčnou stěnu. Většina bakteriálních povrchů je negativně nabitá, proto se ukázalo, že adsorpce polymerních kationtů je účinnější než adsorpce polymerních aniontů. Antimikrobiální látka musí poté difundovat přes buněčnou stěnu a adsorbovat se na cytoplazmatickou membránu. Rozrušení cytoplazmatické membrány a následný únik cytoplazmatických složek vede ke smrti buňky. Antimikrobiální činidla s malými molekulami vynikají v difúzním kroku díky jejich nízké molekulové hmotnosti, zatímco adsorpce je lépe dosažitelná pomocí velkých molekul polymeru [41].

Antimikrobiálního efektu polymerů je docíleno díky vysoké polaritě koncových skupin a 3D polymerní struktuře, díky které vznikají oblasti o vysoké hustotě. Jsou ve vodě nerozpustné a tím nedochází k nežádoucím vedlejším efektům nízkomolekulárních složek a k vyluhování antimikrobiálních složek [34].

### 1.3.3 Antimikrobiální účinnost nanočástice

Nanočástice jsou látky, jejichž jednotlivé atomy jsou uspořádány tak, jak by při normálních rozměrech nebylo možné. Souhrnně se tak nazývají částice, jejichž velikost se nachází v rozmezí 1–100 nm ( $10^{-9}$ – $10^{-7}$  m) jak je zobrazeno na obrázku 7 a mají různou chemickou povahu (uhlík, kovy, oxidy kovů, polymery). Z hlediska původu rozlišujeme nanočástice na přírodní a syntetické. Syntetické nanočástice můžeme dále rozdělit na nanočástice úmyslně vyráběné pro nanotechnologii a nanočástice které vznikají jako nechtěný vedlejší produkt při různých fyzikálních a chemických procesech (např. spalování). Výzkum nanočástic je v současné době oblastí intenzivního vědeckého výzkumu díky široké škále potenciálních aplikací na polích biomedicíny, optiky a elektroniky [42, 43].



*Obrázek 7 Porovnání velikosti nanočástic; převzato a upraveno z [43]*

Nanočástice se stále více využívají k tomu, aby se staly alternativou k antibiotikům. Příklady zahrnují využití nanočástic v antibakteriálních povlácích pro implantabilní pomůcky, léčivé materiály k prevenci infekce, na podporu hojení ran a v antibakteriálních vakcínách pro kontrolu bakteriálních infekcí. Antibakteriální mechanismy nanočástic jsou špatně pochopitelné, ale současně přijaté mechanismy zahrnují indukci oxidativního stresu, uvolňování kovových iontů a neoxidační mechanismy. Vyvinutí antibakteriální rezistence

mikrobů proti účinku vícečetnému simultánnímu mechanismu nanočástice by vyžadovalo několik simultánních genových mutací ve stejné bakteriální buňce. Díky tomu je obtížné, aby se bakteriální buňky staly rezistentní vůči nanočásticím [44].

Existuje již mnoho studií zabývajících se začleněním nanomateriálů do organických povlaků a jejich použitím jako antimikrobiálního povlaku díky vysoce reaktivní povaze. Vzhledem k velikosti nanočástic a díky neviditelnosti pouhým okem je možné je přidávat i do transparentních nátěrů [45]. Nanočástice s sebou nesou ale i jisté nebezpečí, které se od částic větších rozměrů liší především schopností snadno proniknout do organismu, neboť jsou schopné procházet biologickými bariérami, které slouží jako ochrana před škodlivými vlivy vnějšího prostředí. Nanočástice mohou také překročit buněčné membrány, a toho lze využít v různých vědních oblastech, například v biomedicíně či farmakologii. Nese to s sebou ale i jistá rizika, spojená s některými toxickými účinky, jako je např. oxidační poškození biologicky důležitých molekul (DNA, RNA, proteiny, lipidy) [42].

V současnosti jsou nejdůležitějšími nanomateriály pro malířský průmysl nanočástice oxidu stříbrného, oxidu titaničitého a oxidu zinečnatého, ale také je zkoumán oxid křemičitý, oxid hlinitý, oxid hořečnatý, oxid ceru a oxid mědi. Jejich aktivita závisí na velikosti částic, teplotě a vlhkosti prostředí. Nanočástice  $\text{TiO}_2$  jsou používány v různých průmyslových odvětvích a v současné době je zkoumána jeho toxicita, hlavně na úrovni DNA. V současnosti bylo prokázáno, že snižují aktivitu trávicího enzymu pepsinu a mohou tak mít negativní vliv na člověka. Nanočástice  $\text{ZnO}$  mají výborné antimikrobiální účinky na řadu MO, nejsou toxické pro lidské buňky, ale jsou charakterizovány jako vysoce toxická látka pro vodní organismy, která může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí. Jako vhodné antimikrobiální aditivum se jeví nanočástice  $\text{MgO}$ , který je toxikologicky nezávadná a podle CLP není klasifikována jako zdraví a životnímu prostředí nebezpečná látka [46].

#### *1.3.3.1 Nanočástice MgO*

Nanotechnologie nabízí nový způsob, jak vyvinout nové anorganické antibakteriální látky, neboť nano-anorganický oxid kovu má potenciál ke snížení bakteriální kontaminace a zároveň mohou mít příznivý vliv na strukturní vlastnosti povlaku.  $\text{MgO}$  je důležitý anorganický oxid, který je široce používán v mnoha oblastech. Mnoho studií ukázalo, že nanočástice  $\text{MgO}$  mají velmi destruktivní antibakteriální aktivitu, a to jak na grampozitivní, tak i na gramnegativní bakterie, a dokonce i na viry a spory (spory vykazují vyšší odolnost než aktivní buňky, neboť mají odolnější vnější obal). Tento efekt je přisuzován schopnosti narušit



buněčnou stěnu „ostrohrannými“ částicemi, a dále generují kyslíkové radikály, které způsobují poškození proteinů a přímo inhibují esenciální enzymy bakterií [1, 47].

Pro přípravu nanočástic MgO bylo použito mnoho metod, včetně metody sol-gel, hydrotermní metody, metody mikroemulze apod. Morfologii a velikost nanočástic MgO lze řídit úpravou podmínek zpracování. Mnoho prací ukázalo, že antibakteriální aktivita nanočástic MgO závisí na velikosti a je zvýšena s poklesem velikosti částic MgO. Kromě velikosti závisí antimikrobiální vlastnosti i na koncentraci. Vyšší koncentrace nanočástic MgO vedou k větší bakteriální inaktivaci. Přesný antibakteriální mechanismus nanočástic MgO je stále neznámý. Prozatím byla prokázána peroxidace lipidů a tvorba reaktivních druhů kyslíku, jako je superoxidový anion ( $\bullet\text{O}^{2-}$ ), peroxid vodíku ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a hydroxidový radikál ( $\bullet\text{OH}^-$ ). Následně poškozují bakteriální povrch elektrostatickou interakcí mezi bakteriálním povrchem a nanočásticemi MgO [1].

Nanočástice MgO jsou široce používány v mnoha oblastech, a proto byla vypracována studie cytotoxicity nanočástic MgO na lidských endoteliálních buňkách oční dutiny, která ukázala že nízká koncentrace (pod 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) nanočástic MgO nevykazuje cytotoxicitu [48].

#### 1.3.4 Antimikrobiální účinnost běžných přísad nátěrových hmot

Pigmenty a plniva jsou základní složky NH, které dodávají NH optické, mechanické a fyzikální vlastnosti, ale některé také mají potenciál jako antimikrobiální činidla.

##### 1.3.4.1 VK-Mg 30 F

Nanočástice oxidu hořečnatého jsou ve formě bílého prášku. Jsou bez zápachu a netoxické. Mají vysokou tvrdost, čistotu a teplotu tání. Nanočástice oxidu hořečnatého lze aplikovat v povlacích, elektronice, katalýze, keramice, petrochemických výrobcích a mnoha dalších oblastech. Ve srovnání s jinými kovovými nanočásticemi mají nanočástice MgO výhodu, že mohou být připraveny z dostupných a ekonomických prekurzorů [47].

Nanočástice oxidu hořečnatého mají značný potenciál jako antimikrobiální činidla kvůli jejich struktuře, stabilitě a vlastnostem povrchu, jak bylo probráno v Kapitole 1.3.3.1 [45, 49].

##### 1.3.4.2 Uhličitan hořečnatý

Uhličitan hořečnatý, známý také jako magnezit, je bílá, nažloutlá, šedavě bílá až hnědá krystalická pevná látka nebo krystalický prášek. Je obecně používán v průmyslu gumárenství, plastu a NH jako plnivo. Dále se používá v tabákových výrobcích a v papírenských odvětvích, aby byl papír bělejší, lesklý a hladký [50].

Uhličitan hořečnatý je častým lékem proti pálení žáhy a žaludeční nevolnosti způsobené nadprodukcí kyselin v žaludku. Také se používá k prevenci a léčbě nízkého množství hořčíku v krvi. Jako potravinářská přísada je známý pod označením E504. Antimikrobiální vlastnosti uhličitanu hořečnatého jsou způsobeny aniontem uhličitanu, který je reaktivní molekula a vytváří nerozpustné komplexy dvojmocných kovových iontů při alkalickém pH. Hořčík aktivuje různé bakteriální enzymy [50, 51].

#### *1.3.4.3 Nanočástice oxidu zinečnatého*

Nanočástice oxidu zinečnatého jsou všestranné materiály, které se používají v různých výrobcích a aplikacích, jako jsou polovodiče, katalyzátory, barvy. Stále častěji se také vyskytují ve spotřebních výrobcích, jako je opalovací krém, díky jeho silným ultrafialovým absorpčním vlastnostem a tím že jsou pod prahem velikosti viditelnosti lidskému oku [52].

Nanočástice ZnO vykazují atraktivní antibakteriální vlastnosti díky zvýšenému specifickému povrchu, což vede ke zvýšení reaktivity povrchu částic a také tvoří reaktivní druhy kyslíků. Jsou fotooxidační a fotokatalytické. Jedinečná antibakteriální funkce nanočástic oxidu zinečnatého je široce používána ve vyspělé antimikrobiální a samočisticí hygienické keramice, dlaždicích, nátěrech a plastech. Avšak ve srovnání s jinými nanočásticemi se ZnO často vyskytují mezi nejvíce toxickými [53, 54].

#### *1.3.4.4 Zinková běloba*

Oxid zinečnatý je jeden z hlavních bílých pigmentů vyvinutých v 18. století. Ve srovnání s jinými bílými pigmenty má oxid zinečnatý často nejmenší tendenci ke žluté barvě a při stárnutí si zachovává původní bělost, a to nejen v akvarelu, ale také v olejové barvě. Dále se využívá jako přísada v gumárenském průmyslu a má dlouhou historii použití v prostředích proti slunečnímu záření. Reaktivita oxidu zinečnatého je ovlivněna velikostí částic a morfologií, přičemž menší částice jsou reaktivnější. ZnO je kompatibilní se všemi anorganickými pigmenty a je obecně kategorizován jako netoxický. Jeho roční produkce se blíží jednomu a půl milionu tun [53, 55].

Oxid zinečnatý byl používán již od roku 2000 př. n. l. jako součást léčivých mastí a jeho použití v pleťových přípravcích pokračuje dodnes. Zinečnaté ionty ( $Zn^{2+}$ ) vykazují antimikrobiální účinnost proti různým kmenům bakterií a plísní. Částečným rozpuštěním částic ZnO ve vodné suspenzi dochází k uvolňování iontů  $Zn^{2+}$ , které přispívají k antimikrobiální aktivitě ZnO spolu s generováním reaktivních druhů kyslíku a přímým kontaktem se stěnami buněk. Této antimikrobiální aktivity je nejvíce využíváno v textilním průmyslu [47, 55, 56].

#### 1.3.4.5 Titanová běloba

Oxid titaničitý je natrium oxidu titanu, který existuje ve třech formách: rutil, anatas a brookit. Pro NH se  $\text{TiO}_2$  nejčastěji vyskytuje ve formě anatasu. Prášky  $\text{TiO}_2$  byly používány jako bílý pigment od starověku. Také je široce používán k zajištění bělosti v lacích, plastu, papíru a dále se nanočástice titanu používají v textilních, kožených, skleněných a porcelánových materiálech.  $\text{TiO}_2$  je povoleným barvivem v potravinářském průmyslu označeným jako E171 a běžně se vyskytuje ve farmaceutických a kosmetických přípravcích.  $\text{TiO}_2$  dále poskytuje ochranu proti UV záření, čistí životní prostředí, je samočistící a antimikrobiální [45].

Antimikrobiální povrchy polovodičového oxidu titaničitého jsou založeny na jeho schopnosti fotokatalýzy, která rozkládá organické molekuly a inaktivuje MO. Princip je založený na absorpci určité fotonové energie (normálně v UV spektru) krystalovou strukturou oxidu titaničitého, který přenáší elektrony ze spodních hladin do valenčního pásma. Během tohoto procesu se generují volné elektrony a elektronové otvory, které přímo reagují s absorbovanými organickými molekulami. Rozklad škodlivých látek je způsoben také prostřednictvím radikálů vyráběných z přirozeně se vyskytujících molekul vody a kyslíku, o nichž je známo, že mají antimikrobiální účinek [57].

#### 1.3.5 Komerční antimikrobiální aditiva

Komerčně prodávané antimikrobiální inhibitory mají predepsanou účinnost pouze proti určitým MO, např. jsou účinné proti plísním a řasám, ale účinnost proti bakteriím není známá. Navíc neexistuje žádná standardní metoda ani norma měření pro stanovení antimikrobiální účinnosti, a tak nelze výsledky srovnat a ani je nelze považovat za absolutní.

##### 1.3.5.1 Zinc Omadine

Zinc Omadine, známý také pod komerčním názvem Zink Pyrithione je koordinační komplex zinku. Má fungistatický účinek (inhibuje rozdělení houbových buněk), bakteriostatický účinek pro široké spektrum grampozitivních i gramnegativních bakterií (inhibuje procesy bakteriálního dělení), a dále také inhibuje růst kvasinek a řas. Jeho nejznámější použití je při léčbě lupů a seboreické dermatitidy [58, 59].

Vzhledem k nízké rozpustnosti ve vodě (8 ppm při neutrálním pH) je zink pyrithin vhodný pro použití ve venkovních barvách a jiných produktech, které mají zajistit ochranu proti plísním a řasám. Bakterio-fungistatický, popřípadě bakterio-fungicidní účinek je způsoben derivátem pyrithionu a předpokládá se, že účinek vyplývá z jeho schopnosti narušit transport

membrány blokováním protonové pumpy. Je to také účinný algaecid. Jeho rozklad UV světlem je pomalý, a díky tomu poskytuje roky ochrany i před přímým slunečním světlem [60, 61].

#### *1.3.5.2 Parmetol CF8*

Parmetol CF8 je komerční název směsi zinečnaté soli pyrithionu, oxidu zinečnatého a terbutrynu. Jedná se o konzervační prostředek, který obsahuje fungicidní a algicidní aktivní látky. Díky tomu má široké spektrum účinnosti proti řasám, kvasinkám, plísnovým houbám a byla prokázána i jeho účinnost proti vybraným druhům bakterií [62].

Jedná se o velice stabilní disperzi s malým rozměrem částic a tixotropními vlastnostmi s ochranou pro různé druhy nátěrů s venkovním i vnitřním použitím. Produkt je kompatibilní se všemi surovinami, které jsou běžně používány při výrobě systémů na bázi vody. Neobsahuje halogenové organické složky, žádná z aktivních látek není klasifikována jako alergen a obsahuje pouze biologicky odbouratelné složky [62]

#### *1.3.5.3 Parmetol MBX*

Parmetol MBX je komerční název synergicky fungující směsi bis(3-aminopropyl)dodecylaminu, benzisothiazolonu a methylisothiazolinonu. Jedná se o okamžitě účinkující konzervační prostředek pro výrobní hygienu a domácnosti s dlouhotrvající ochranou proti grampozitivním i gramnegativním bakteriím, kvasinkám a plísním [63].

Jedná se o kapalinu světle žluté až oranžové barvy s charakteristickým zápachem, která je biologicky rozložitelná, není bioakumulující a je šetrná k životnímu prostředí. Bylo jí uděleno schválení pro ekoznačky jako je např. „European Flower“ nebo „Nordic Ecolabel“. Neobsahuje formaldehyd ani halogeny. Je nejčastěji používán do procesní vody k zabránění kontaminace výrobního systému MO, ale také se přidává do vodných disperzí na bázi polymerů [63, 64].

#### *1.3.5.4 Ultracide FA 29*

Ultracide FA 29 je komerční název směsi na bázi oktylisothiazolinonu, karbendazinu a diuronu. Jedná se o konzervační prostředek pro vodní technické výrobky a je to širokospektrální fungicid a algaecid. Je účinný proti houbám, řasám, kvasinkám a má mikrobicidní vlastnosti [65].

Jedná se o béžově šedou viskózní kapalinu dispergovatelnou ve vodě s charakteristickým zápachem. Je klasifikován jako nebezpečný produkt pro přepravu a může způsobit dědičné genetické poškození a senzibilizaci při styku s kůží. Je vysoce toxický pro vodní organismy a může způsobit dlouhodobé nepříznivé účinky na vodní prostředí [66].

#### *1.3.5.5 Ultracide FA 39*

Ultracide FA 39 je komerční název směsi na bázi oxidu zinečnatého, oktylisothiazolinonu a zink pyrithionu. Jedná se o vynikající konzervační prostředek pro disperzní barvy, lepidla, tmely a plasty. Je to širokospektrální fungicid a algaecid, je účinný proti houbám, řasám, kvasinkám a poskytují vynikající mikrobicidní vlastnosti [67].

Ultracide FA 39 je šedá viskózní kapalina s charakteristickým zápachem. Je klasifikován jako nebezpečný produkt pro přepravu a je nebezpečný pro životní prostředí a toxický pro vodní organismy. Může způsobit dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí [68].

## 1.4 Mikrobiální problematika

MO jsou všude kolem nás a mohou být příčinou infekčních onemocnění. MO které způsobují onemocnění se nazývají patogeny a patří mezi ně patogenní bakterie způsobující onemocnění jako je angína, ale i tuberkulózu a mor, protozoa způsobující malárii a spavou nemoc a také houby způsobující nemoci jako jsou kožní onemocnění a histoplazmóza. Kromě infekčních onemocnění MO také znehodnocují povrchy, na kterých rostou, neboť z těchto povrchů čerpají živiny a tvoří na nich biofilmy. Biofilmy jsou slizovité povlaky na povrchu předmětu, vyskytující se zejména ve vlhkém prostředí. Skládá se z mikrobiálních buněk a jejich extracelulárních látek [69].

Abychom mohli určit účinnost antimikrobiálních látek je třeba zvolit vhodnou analytickou metodu pro co nejpřesnější stanovení, ale i tak je nutno počítat s nejistotou měření. Dalším důležitým faktorem při testování je charakterizace použitých MO, neboť antimikrobiální látky jsou účinné pouze proti určitým druhům MO a jen zřídka účinkují proti celému spektru MO.

### 1.4.1 Charakteristika vybraných mikroorganismů

Studie byla provedena na modelových druzích MO, kterými byly bakterie a plísně vyskytující se v okolním prostředí a se značnou různorodostí. Materiál pro studium zahrnoval bakterie z rodů *S. aureus* jako zástupce grampozitivních bakterií, *E. coli* jako zástupce gramnegativních bakterií a *P. aeruginosa* zástupce gramnegativních bakterií se zvýšenou odolností proti bakteriostatickým a baktericidním látkám. *P. chrysogenum* a *A. brasiliensis* byli vybráni jako zástupci plísní s přísnou aerobní povahou tzn. rostou pouze za přístupu kyslíku, díky častému výskytu na stěnách a tím na NH, stejně jako modelové druhy bakterií.

#### Bakterie

Bakterie jsou jednotlivé živé prokaryotní buňky (bez jádra) a jsou to nejúspěšnější organismy na světě. Žili na této planetě již dvě miliardy let před prvními eukaryotními buňkami (s jádrem) a během této doby se vyvinuly do milionů různých druhů s jedinečnými vlastnostmi. Jsou užitečné pro přírodu, člověka a život na zemi, ačkoli některé z nich mohou způsobit onemocnění lidí.

Bakterie vykazují širokou rozmanitost tvarů a velikostí s typickou délkou 0,5 až 5  $\mu\text{m}$ . Většina bakteriálních druhů je sférických, nazývajících se koky, nebo jsou tyčinkovité. Bakterie mohou existovat jako jednotlivé buňky, anebo se spojují do párů či skupin jako jsou hrozny nebo řetízky. Často se spojují s povrchy a vytvářejí husté agregace nazývané biofilmy. K jejich

rozlišení se spolu s velikostí, tvarem a seskupením používá Gramovo barvení, které dělí bakterie na dvě skupiny podle jejich buněčné stěny. Grampozitivní bakterie mají tlustou buněčnou stěnu obsahující mnoho vrstev peptidoglykanu a kyseliny teichoové a neobsahují vnější membránu. Na konci Gramova barvení mají grampozitivní bakterie fialovou barvu, neboť nedochází k vymytí primárního barviva (krystalové violeti). Naproti tomu gramnegativní bakterie mají relativně tenkou buněčnou stěnu sestávající se z několika vrstev peptidoglykanů obklopených druhou vnější lipidovou membránou obsahující lipopolysacharidy a lipoproteiny. Gramnegativní bakterie jsou na konci Gramova barvení červené, neboť dojde k vymytí primárního barviva a bakterie jsou dobarveny sekundárním barvivem (safarinovým roztokem), aby byli viditelné v mikroskopu.

### Plísně

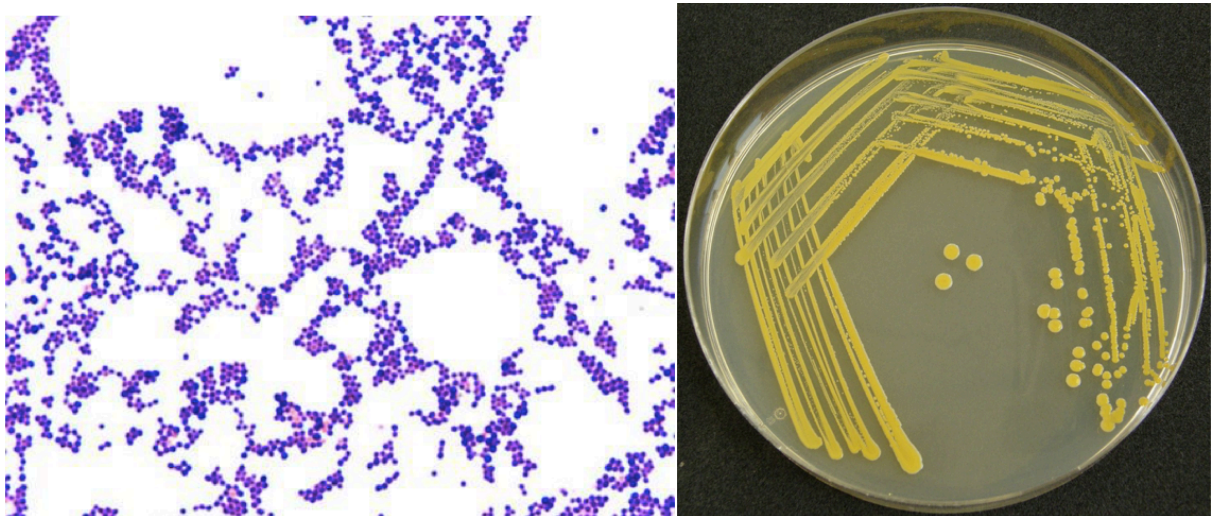
Plísně jsou jedním typem MO a spolu s kvasinkami a kvasinkovými organismy jsou řazeny do samostatné říše hub. Plísně jsou přítomny prakticky všude, včetně potravinářských materiálů, jako je chléb, ovoce a zelenina, které činí nevhodnými k jídlu. Ale na druhou stranu jsou také užitečné při přípravě potravin, jako je sýr a některé orientální potraviny. Spolu s houbami rozkládají organické materiály, jsou potřebné k recyklaci živin v životním prostředí a významně se podílí na koloběhu látek a energie v přírodě [70, 71].

Plísně jsou mnohobuněčné eukaryotní organismy s heterotrofní výživou (živiny získávají absorpcí z okolního prostředí). Jedná se o vláknité houby, které jsou snadno rozeznatelné díky typickému růstu s bavlněným vzhledem. Nomenklatura plísní je složitá a identifikace se provádí pomocí mikroskopického vyšetření na základě viditelných morfologických charakteristik. Plísně se skládají z velkého množství vláken nazývaných Hyfy a hmota těchto Hyf je známá jako Mycelium. Hyfy mohou být klasifikovány jako vegetativní (rostoucí část) nebo plodné (reprodukční část). Spory plísní jsou jednobuněčné či mnohobuněčné výtrusy sloužící k jejich rozmnožování, šíření a přežívání v nepříznivých podmínkách. V případě mnoha patogenních plísní hrají spory rovněž významnou úlohu v patogenezi mykotických onemocnění [70, 72].

#### 1.4.1.1 *Staphylococcus aureus*

##### Základní charakteristika

- *Staphylococcus aureus* je nejvýznamnější druh rodu *Staphylococcus* (čeleď *Staphylococcaceae*) zobrazený na obrázku 8
- Jedná se o fakultativně anaerobní, nepohyblivé, grampozitivní koky o velikosti 0,7-0,9 μm, které nejčastěji vytvářejí hroznovité shluky
- Produkují zlatožlutý pigment a na krevním agaru způsobují úplnou hemolýzu
- Jsou kataláza pozitivní, zkvašují manitol a produkují plazmakoagulázu



Obrázek 8 vlevo: *S. aureus* barvený dle Grama pod světelným mikroskopem při zvětšení 1000x; vpravo: *S. aureus* na MPA agaru po 24 hodinové inkubaci při 37 °C; Převzato z [73, 74]

##### Faktory virulence

Produkují velké množství biologicky aktivních látek, které se dělí do tří skupin:

- Adhezivní faktor – plazmakoagulázy a clumping (shlukovací) faktor, způsobující polymeraci rozpustného fibrinogenu na nerozpustný fibrin, a dále několik produktů polysacharidové podstaty označované jako sliz, které jim umožňují vázat se na vhodný povrch díky čemuž mají významnou roli při tvorbě biofilmu.
- Propagační a transportní faktor – hemolyziny (alfa-hemolysin který je typický pro *S. aureus*).
- Ochranné faktory a toxiny – toxické exoproteiny, které stafylokoky chrání, anebo jsou původci toxikóz – toxin syndromu toxického šoku (TSST-1).



### Další významné vlastnosti

Celosvětovým problémem je výskyt kmenů *S. aureus* rezistentních k oxacilinu (methicillin – rezistentní *S. aureus* = MRSA), antibiotiku používaném především při léčbě nozokomiálních infekcí). *S. aureus* dokáže tvořit mnohovrstevný biofilm.

### Patogeneze

*S. aureus* přirozeně osidluje kůži a oblast nosohltanu lidí a teplokrevných zvířat. Při oslabení imunitního systému hostitele může vyvolat různá onemocnění jako jsou alimentární onemocnění, kožní záněty, pneumonie, bakteriální endokarditidy atd.

### Epidemiologický význam

*S. aureus* je komenzálem člověka a teplokrevných živočichů, ale také se pomnožují v potravinách skladovaných delší dobu při pokojové teplotě. Díky rychlému průběhu stafylokokové enterotoxikózy a podobnosti příznaků onemocnění s jinými alimentárními intoxikacemi, je mnoho případů stafylokokové enterotoxikózy nezaznamenáno.

### Kultivace a metody stanovení

Pro stanovení *S. aureus* se používají živná média obsahující selektivní látky inhibující růst doprovodných MO, např. 5,5-10 % NaCl, azid sodný, teluricitan draselný, chlorid lithný či některá antibiotika (polymyxin, atd.). Stanovení lze provést také pomocí genetických testů.

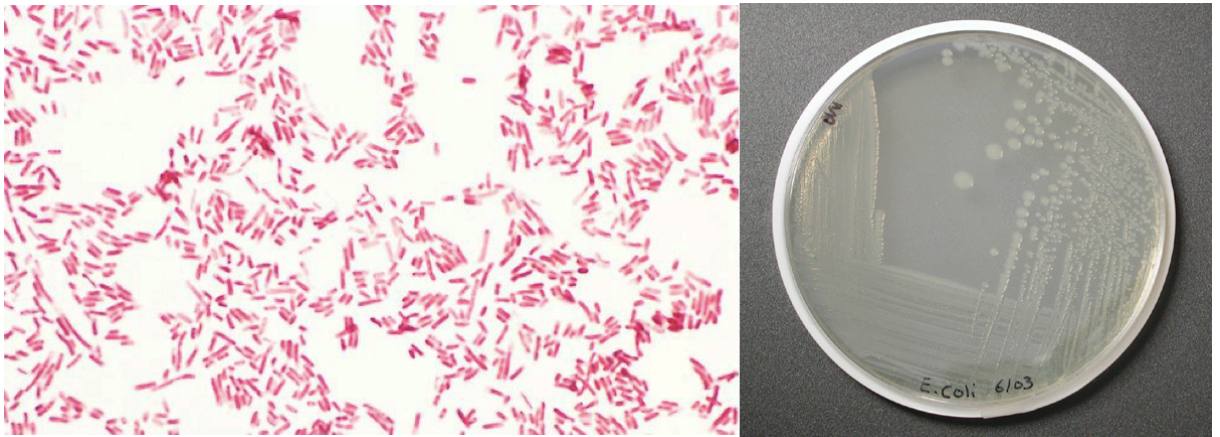
*S. aureus* se množí při teplotách 7-48 °C, pasterační teploty nepřežívá, ale mrazení odolává velmi dobře. Může růst v rozmezí pH 4-10, je relativně odolný sušení a je tolerantní k vyšším koncentracím NaCl v prostředí (10-15 %). Jeho růst je omezen přítomností jiné mikroflóry a z toho důvodu se dobře množí např. v tepelně zpracovaných výrobcích [71, 74].

#### *1.4.1.2 Escherichia coli*

##### Základní charakteristika

- *Escherichia coli* je druh patřící do rodu *Escherichia* (čeleď *Enterobacteriaceae*) zobrazený na obrázku 9
- Jedná se o fakultativně anaerobní, nesporotvorné, krátké gramnegativní tyčinky, které jsou pohyblivé díky přítomnosti peritrichálních bičků (po celém povrchu)
- Velikost buněk je v průměru 1-1,5 x 2-6 μm, vyskytují se jednotlivě, ve dvojicích nebo krátkých řetězcích a mohou tvořit polysacharidová pouzdra
- Na povrchu buňky se vyskytují různé druhy fimbrií, které jim umožňují adhezi k hostitelským buňkám a v menší míře se vyskytují i tzv. sex pili

- Glukózu a další cukry fermentují za tvorby kyselin a plynů, tvoří z tryptofanu indol a některé patogenní kmeny jsou acidorezistentní.



**Obrázek 9** vlevo: *E. coli* barvený dle Grama pod světelným mikroskopem při zvětšení 1000x; vpravo: *E. coli* na MPA agaru po 24 hodinové inkubaci při 37 °C; Převzato z [75, 76]

### Faktory virulence

Kmeny *Escherichia coli* produkují řadu faktorů virulence a mezi nejvýznamnější patří shiga-like toxiny, hemolyziny a intimin.

### Další významné vlastnosti

Jejich významnou vlastností je rezistence k antimikrobiálním látkám. Míra antibiotické rezistence je považována za ideální indikátor selekčního tlaku způsobeného používáním antibiotik. Mimo to patří *E. coli* mezi MO schopné přenášet geny rezistence a to jak na příbuzné i nepříbuzné druhy patogenních bakterií.

### Patogeneze

Patogenní kmeny *E. coli* mohou způsobit různá onemocnění intestinální i extraintestinální povahy jako jsou gastroenteritidy, infekce močového traktu, septicémie, pneumonie a další.

### Epidemiologický význam

Většina kmenů *E. coli* je nepatogenních a některé z nich tvoří běžnou součást střevní mikroflóry člověka a teplokrevných zvířat. Nejběžnější příčinou přenosu infekce na člověka jsou kontaminované potraviny. Díky nízké infekční dávce (<50 bakterií) je další možnou cestou přenos fekálně-orální.

### Kultivace a metody stanovení

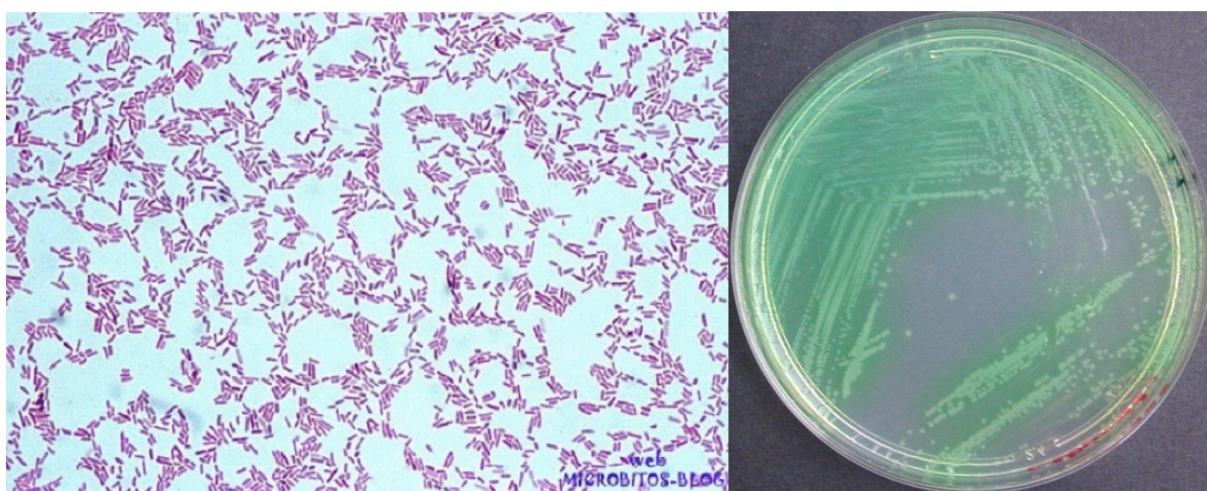
K prokázání přítomnosti *E. coli* se využívá selekčního tlaku zvýšením kultivační teploty (44-45 °C) za pomoci selekčních činidel, která potlačují růst grampozitivních bakterií (např. žlučové soli či tergitol). Z biochemických vlastností je to schopnost tvořit z tryptofanu indol a enzym  $\beta$ -D-glukuronidázu.

Rostou v teplotním rozmezí 7-48 °C, při pH 4-10, přežívají mrazení, jsou citlivé k záhřevu a pasterační teploty je devitalizují. Dobře rostou při obsahu NaCl do 2,5 %, ale tolerují i koncentrace vyšší (6-8 %). Běžně se používají jako modelové organismy pro studium fyziologie bakterií, metabolismu, genetické stavby či regulace a funkce buněčné stěny [1].

#### 1.4.1.3 *Pseudomonas aeruginosa*

##### Základní charakteristika

- *Pseudomonas aeruginosa* je druh patřící do rodu *Pseudomonas* (čeleď *Pseudomonadaceae*) zobrazená na obrázku 10
- Jsou to anaerobní, nesporotvorné, gramnegativní tyčinky, pohyblivé díky jednomu či více polárním bičíkům, a někdy jsou obaleny slizovou vrstvou
- Velikost buněk je v průměru 0,5-1 x 1,5-3  $\mu\text{m}$  a vyskytují se nejčastěji jednotlivě
- Tvoří pigmenty, a to jednak žlutozelený fluorescein a modrozelený pyocyanin, který tvoří jen ona
- Na krevním agaru vyvolávají výraznou zónu úplné hemolýzy, kultury mají charakteristický zápach po trimetylaminu a jsou kataláza a oxidáza pozitivní



Obrázek 10 vlevo: *P. aeruginosa* barvený dle Grama pod světelným mikroskopem při zvětšení 1000x; vpravo: *P. aeruginosa* na MPA agaru po 24 hodinové inkubaci při 37 °C; Převzato z [77, 78]

### Faktory virulence

*P. aeruginosa* produkuje exotoxin A, který blokuje proteosyntézu, alginát působí jako adhezivní faktor, pyocyanin vytváří volné kyslíkové radikály a pyoverdin je zodpovědný za vázání železa a zelenomodré zbarvení kolonií na krevním agaru. Dále tvoří proteázy a hemolyziny.

### Další významné vlastnosti

Je značně rezistentní vůči antibiotikům a je pozorně sledována v lékařství a hygienické a potravinářské mikrobiologii.

### Patogeneze

Jako potenciální patogen způsobuje řadu onemocnění – zánět močových cest, středního ucha či hnisání popálenin. Na patogenitě se podílejí jednak faktory vázané na bakteriální buňku (stěnový lipopolysacharid), ale také extracelulární produkty (enzymy).

### Epidemiologický význam

Bakterie rodu *Pseudomonas* jsou v přírodě velmi hojné a vyskytují se například ve vodě či uvnitř těl rostlin. Přestože tato bakterie disponuje širokou řadou virulentních faktorů, vyvolává infekci jen při snížené odolnosti organismu (může dojít ke kolonizaci, avšak nevznikne onemocnění). Závažná je infekce u pacientů s cystickou fibrózou, u diabetiků a intravenózních narkomanů.

### Kultivace a metody stanovení

K průkázání přítomnosti *Pseudomonas aeruginosa* se využívá tvorba pigmentů (které jsou rozpustné ve vodě a zabarvují půdu) spolu v kombinaci s barvením dle Grama a určením morfologie. Stanovení lze provést také pomocí genetických testů.

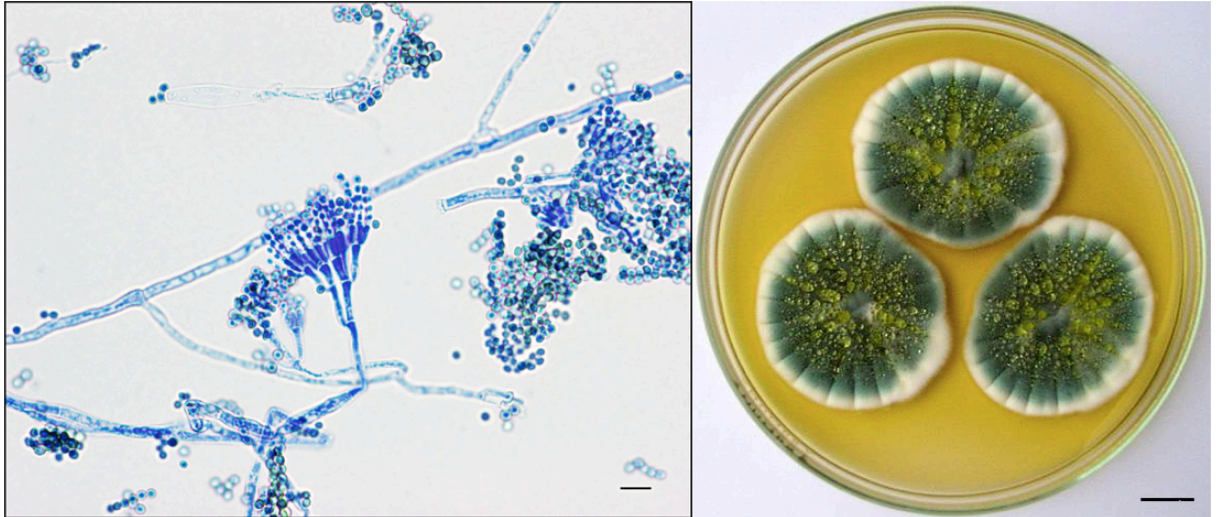
*P. aeruginosa* roste v širokém rozmezí teplot 4-43 °C a dobře roste na základních půdách. Je velmi odolná, a to i k desinfekčním prostředkům [71, 79].

#### *1.4.1.4 Penicillium chrysogenum*

##### Základní charakteristika

- *Penicillium chrysogenum* z rodu *Penicillium*, patřící do říše Fungi – oddělení Ascomycota – řád Eurotiales – čeleď Trichocomaceae je zobrazen na obrázku 11
- Vykazuje typickou strukturu eukaryotních buněk
- Velikost konidiofor je asi 200–300 µm a konidií 2,5 – 4 µm

- Mají sametový povrch zbarvený žlutozeleně a vyznačují se paprscitým rýhováním pronikajícím i na jejich spodní stranu. Spodní strana kolonií je zbarvená žlutě a v mnoha případech lze pozorovat charakteristickou difuzi pigmentu do okolí půdy [80, 81]



**Obrázek 11** vlevo: *P. chrysogenum* barvený modrým inkoustem a projasněný 10% KOH zobrazený pod světelným mikroskopem při zvětšení 400x; vpravo: *P. chrysogenum* na MALT agaru po inkubaci 10 dní při 25 °C; Převzato z [82, 83]

### Faktory virulence

*P. chrysogenum* má na svém povrchu mnoho konidií, které jsou příčinou patogenity u lidí a také mají za následek vznik alergií. Do vzduchu se dostávají při rozmnožování. Kromě toho na svoji obranu produkují nejen penicilin, ale také proteiny, které mu poskytují rezistenci k určitým antibiotikům.

### Další významné vlastnosti

*Penicillium chrysogenum* je široce studovaný druh *Penicillium* a má významnou roli ve zdravotnictví jako antibiotikum, protože může vytvářet penicilin (beta – laktamové antibiotikum), který inhibuje biosyntézu bakteriálních buněčných stěn ovlivňujících lýzu buňky a může také pomoci při ochraně plodin před určitými patogenními útoky [84].

### Patogeneze

*P. chrysogenum* je zřídka patogenní, výjimkou jsou lidé s těžkým potlačením imunitního systému. Ale může působit také jako alergen a induktor astmatu. Obsahuje aktivní alergen, která způsobuje zúžení dýchacích cest s následným astmatickým šokem [81].

### Epidemiologický význam

*Penicillium chrysogenum* se hojně vyskytuje po celém světě. Je jedním z nejběžnějších druhů rodu *Penicillium* kontaminujících potraviny rostlinného i živočišného původu. Vyskytuje se také často na stěnách a ve vlhkých půdách s dostatečným množstvím uhlíku a dusíku.

### Kultivace a metody stanovení

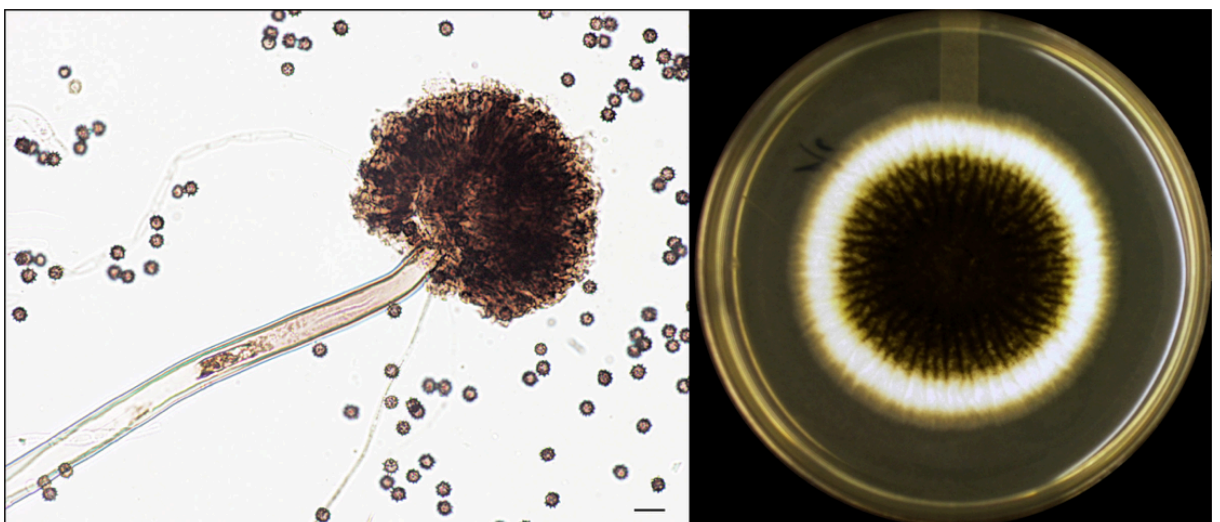
Pro diagnostiku těchto plísní používáme diagnostické půdy, jako jsou Czapek agar s kvasničným extraktem (CYA) nebo na agaru se sladovým extraktem (MEA).

*P. chrysogenum* roste v rozmezí teplot 4-37 °C. Kolonie jsou poměrně rychle rostoucí, po 7 dnech při 25 °C dosahují cca 30-45 mm v průměru [83].

#### 2.4.1.5 *Aspergillus brasiliensis*

##### Základní charakteristika

- *Aspergillus brasiliensis* z rodu *Aspergillus* patří do říše Fungi – oddělení Askomycota – řád Eurotiales – čeleď Trichocomaceae zobrazen na obrázku 12
- *Aspergillus brasiliensis* patří do sekce *A. niger*, u kterých jsou společným znakem černé kolonie a donedávna byl součástí kmene *A. niger* (patřící také do sekce *Nigri*)
- Velikost konidiofor je různě dlouhá, často i 1-3 mm a konidii 3,5-5 μm
- Jsou to rychle rostoucí černé kolonie kulovitěho tvaru. Odlišení od dalších druhů černě zbarvených *Aspergillů* je na základě morfologických znaků dosti obtížná [85, 86, 87]



**Obrázek 12 vlevo: *A. brasiliensis* barvený černým inkoustem a projasněný 10% KOH zobrazený pod světelným mikroskopem při zvětšení 400x; vpravo: *A. brasiliensis* na MALT agaru po inkubaci 10 dní při 25 °C; Převzato z [88, 89]**

## Faktory virulence

*Aspergillus brasiliensis* produkuje nafto-gamma-pyrony, tensidol A a B a pyrofen společně s *A. niger*, ale produkuje také několik unikátních sloučenin, díky kterým byl zařazen jako samostatný druh. Také jako jediný dokáže růst na D-galaktóze, a to naznačuje významný rozdíl mezi tímto druhem a ostatními černými aspergily [87, 90].

## Další významné vlastnosti

Je využíván jako velmi odolný organismus na ověřování čistoty při studiích prováděných ve sterilních výrobních zařízeních. Používá se také v průmyslu, zejména při výrobě enzymů a také má roli při solubilizaci sulfidů těžkých kovů [85].

## Patogeneze

*A. brasiliensis* je zřídka patogenní a je považován za netoxinogenní, oproti *A. niger*, který produkuje ochratoxin A (mykotoxin). Díky tomu je málo pravděpodobné, že způsobí lidské onemocnění. Výjimkou jsou lidé s těžkým potlačením imunitního systému [87, 90].

## Epidemiologický význam

Vyskytují se hojně po celém světě s afinitou k teplejším oblastem. Jsou velmi rozšířené v půdě a často se vyskytují i ve vnitřním prostředí, kde tvoří černé kolonie. Kontaminují mnoho potravin, a to jak rostlinného, tak i živočišného původu [86].

## Kultivace a metody stanovení

Diagnostické rozlišení *Aspergillus brasiliensis* od ostatních druhů černých aspergilů se provádí pomocí půd s přídavkem D-galaktózy. Další možností stanovení jsou genetické testy [86, 90].

*A. brasiliensis* roste v rozmezí teplot 15-46 °C. Kolonie jsou rychle rostoucí, po 7 dnech při 25 °C dosahují cca 40-60 mm v průměru.

### 1.4.2 Testování antimikrobiální účinnosti

V posledních letech existuje rostoucí zájem o výzkum a vývoj nových antimikrobiálních látek z různých zdrojů pro boj s mikrobiální rezistencí. Testy antimikrobiální účinnosti se provádějí, aby se prokázalo, zda produkty s antimikrobiálními nebo konzervačními účinky skutečně fungují. Součástí těchto studií může být také testování minimální inhibiční koncentrace, potřebná doba k usmrcení a testování inhibiční zóny.

Neexistuje žádná standardní metoda publikovaná buď EPA nebo BPD k určení účinnosti antibakteriální barvy a mnoho průmyslových skupin zveřejňuje své vlastní standardní metody, které jsou primárně určeny k určení aktivity antimikrobiálních činidel v neporézních materiálech a mnoho z těchto metod je přijato k testování antibakteriální účinnosti nátěrových filmů. Existují však i kvalitativní antibakteriální testy používané komerčně na základě zónové difúzní analýzy k určení schopnosti ošetřeného předmětu zabránit mikrobiálnímu růstu. Antibakteriální účinnost se hodnotí tvorbou inhibičních zón v živném agaru, který byl na povrchu naočkován nebo pruhován bakteriemi. Tato metoda je běžně používána k prozkoumání účinnosti antibiotik. Pro kvantitativní vyhodnocení jsou nejpoužívanější japonské průmyslové normy (JIS) Z2801: 2000 a ASTM E 2180-01. Při způsobu JIS Z2801 je povlečený povrch inokulován bakteriální buněčnou suspenzí a udržován v těsném kontaktu pomocí sterilní polypropylenové fólie obvykle po dobu 24 hodin. Hodnota antimikrobiální aktivity byla určena rozdílem v logaritmické hodnotě počtu životaschopných buněk mezi antimikrobiálními produkty a neošetřenými produkty. ASTM E 2180-01 je metoda, která byla navržena spíše pro hydrofobní nebo tvrdé povrchy. Je podobná metodě JIS. Při metodě ASTM se však bakteriální suspenze vyrábí v agarové suspenzi a aplikuje se na zkušební povrch za vzniku pseudo-biofilmu, čímž se dosáhne rovnoměrného, dokonalého kontaktu. Antibakteriální účinnost je určena procentuálním snížením počtu bakterií z ošetřených a neošetřených vzorků [91].

#### *1.4.2.1 Zónová difúzní analýza*

Cílem zkoušky zónové difúzní analýzy je stanovit citlivost nebo odolnost MO na různé antimikrobiální sloučeniny, aby bylo možné vybrat pouze účinné produkty pro spotřebitele. Přítomnost nebo nepřítomnost růstu na, nebo kolem antibakteriální sloučeniny je nepřímou úměrou schopnosti této sloučeniny inhibovat daný MO. Metoda se provádí v Petriho miskách vylitých agarem, na které je umístěn filtrační papír impregnovaný známou koncentrací antimikrobiální sloučeniny. Na takto připravené Petriho misky je nanášena rovnoměrně suspenze MO o známe koncentraci s následnou inkubací. Čas a teplota inkubace se volí podle použitého druhu MO. Antimikrobiální látka vzhledem ke své podstatě nemůže difundovat do okolí agaru, tudíž inhibiční zóna přímo udává náchylnost k dané antimikrobiální sloučenině. Takto provedená zkouška ovšem neudává, zda je použitá antimikrobiální sloučenina biostatické či biocidní povahy. K tomuto určení se používá následný obtiskový test, při kterém je impregnovaný filtrační papír ze zónové difúzní analýzy obtisknut na čistou Petriho misku s agarem. Po ukončení inkubace je pozorováno, zda dojde či nedojde k růstu MO.



## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce byla formulace a příprava nátěrových hmot s lepší chemickou odolností, vykazující určité antimikrobiální vlastnosti i bez obsahu příslušného aditiva, popř. se sníženým obsahem aditiv (vůči jiným vodou ředitelným pojivům). Cílem bylo také zjistit potenciální antikorozi vlastnosti a vliv připravených pojiv na odolnost vůči bleskové korozi kovového podkladu.

Úkolem práce byla tedy formulace a studium vlastností nátěrových hmot určených pro minerální a kovové podklady. Byly hodnoceny vlastnosti nátěrových hmot na bázi vodou ředitelných samosíťujících latexů s dispergovanými MgO nanočásticemi s předpokládanou zvýšenou chemickou odolností a určitými antimikrobiálními vlastnostmi, jak u samostatného pojiva, tak ve formě pigmentované nátěrové hmoty.

Pro splnění cílů práce byla provedena syntéza pojiva s obsahem MgO nanočástic a bez obsahu anorganických oxidů a jejich hodnocení (stabilita, základní lakařské vlastnosti, antimikrobiální testy, odolnost proti chemickým a tepelným vlivům). U připravených pojiv byla předpokládána zvýšená chemická odolnost a určité antimikrobiální vlastnosti. Dále byla provedena formulace a příprava nátěrových hmot dispergací s vybranými pigmenty, plnivy a aditivy. Jako výsledek práce byla tedy předpokládaná nátěrová hmota na bázi samosíťujících latexových částic s nanočásticemi MgO, která bude chemicky odolná, na kovových materiálech vykazující nulový či nízký sklon k bleskové korozi (nepigmentované/pigmentované nátěry) a po formulaci s antikorozi pigmenty a inhibitory koroze vykazující antikorozi vlastnosti pro korozi prostředí typu C3. Byly provedeny testy bleskové koroze, testy chemické a fyzikálně-mechanické odolnosti, jakožto i korozi testy jak připravených pojiv, tak s vybranými srovnávacími pojivy. Byl posouzen vliv nového pojiva na antimikrobiální odolnost filmu, a rovněž vliv jednotlivých pigmentů, plniv a aditiv na tyto vlastnosti. Byl vyhodnocen i vliv pojiva a pigmentu na korozi a chemickou odolnost filmu ve srovnání s jinými typy pojiv.

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

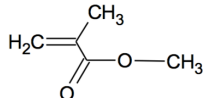
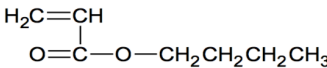
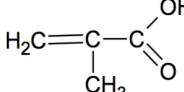
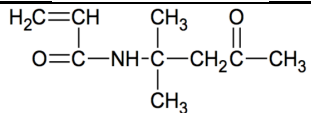
#### 3.1 Použité suroviny a chemikálie

##### 3.1.1 Suroviny a chemikálie použité k syntéze akrylátových latexů

###### 3.1.1.1 Monomery

Syntéza akrylátových latexů byla provedena za použití monomerů, které jsou uvedeny v tabulce 1 obsahující základní informace o monomerech.

*Tabulka 1 Popis použitých monomerů*

Monomer	Zkratka	Chemický vzorec	Výrobce
Methylmethakrylát	MMA		Sigma-Aldrich s.r.o.
Butylakrylát	BA		Sigma-Aldrich s.r.o.
Kyselina methakrylová	KMA		Sigma-Aldrich s.r.o.
Diacetonakrylamid	DAAM		Sigma-Aldrich s.r.o.

Charakteristické vlastnosti monomerů jsou uvedeny v tabulce 2.

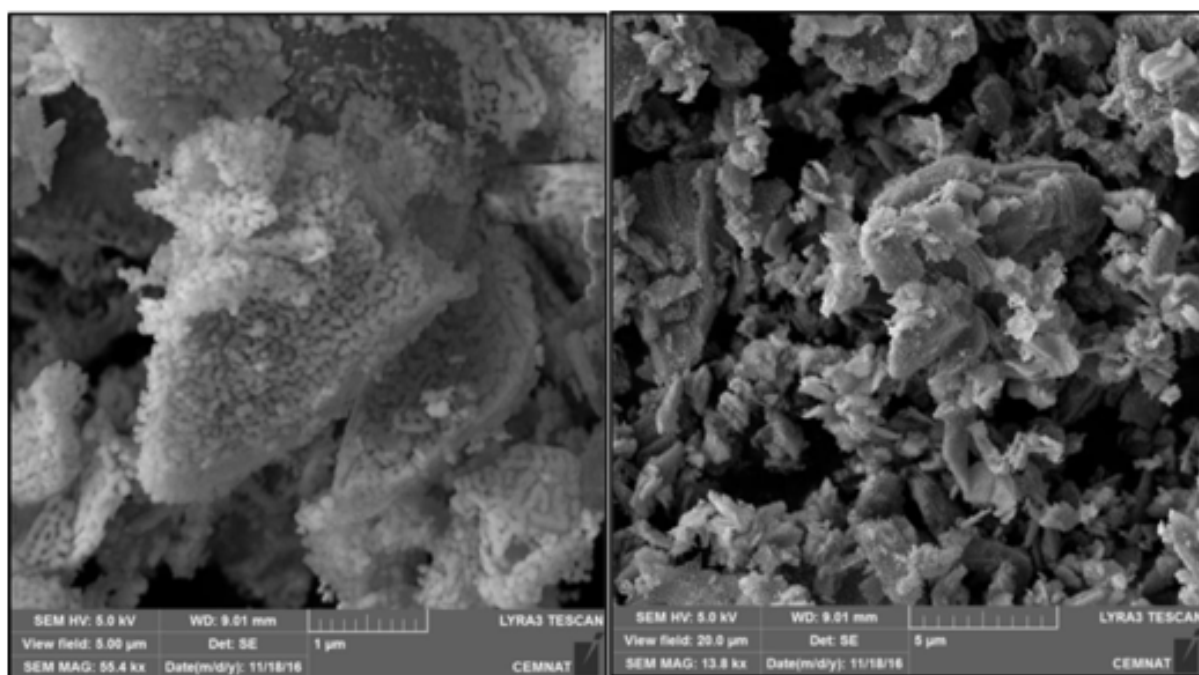
*Tabulka 2 Charakteristické vlastnosti monomerů*

Monomer	Mr [g/mol]	Bod tání [°C]	Bod varu [°C]	Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	CAS No.
MMA	100,1	-48	100	0,943	80-62-6
BA	128,2	-64	147	0,883	141-32-2
KMA	86,1	15	160	1,018	79-41-4
DAAM	169,2	56	120	0,965	2873-97-4

### 3.1.1.2 Nanočástice

#### Oxid hořečnatý:

Sumární vzorec:	MgO
CAS No.:	1309-48-4
Čistota:	98 %
Velikost částic:	<200 nm
Výrobce/Dodavatel:	Lach-Ner



**Obrázek 13** Zobrazení morfologie nanočástic MgO pomocí skenovací elektronové mikroskopie při různých zvětšeních

### 3.1.1.3 Chemikálie použité k syntéze akrylátových latexů

#### Dihydrazid kyseliny adipové (ADH)

Funkce:	síťovadlo
CAS No.:	1071-93-8
Sumární vzorec:	$C_6H_{14}N_4O_2$
Obsah aktivní složky:	>98 %
Molární hmotnost:	174,2 g/mol
Hustota:	1,29 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Sigma-Aldrich s.r.o.

#### Disponil FES 993 IS

Funkce:	emulgátor
CAS No.:	68891-38-3
Složení:	polyglykoethersulfát mastného alkoholu, sodná sůl
Charakteristika:	anionaktivní tenzid na bázi sodné soli mastné kyseliny
pH:	7 – 8,5
Hustota:	1,1 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	BASF Inc.

#### Peroxodisíran amonný

Funkce:	iniciátor
CAS No.:	7727-54-0
Sumární vzorec:	$(NH_4)_2S_2O_8$
Obsah aktivní složky:	99,9 %
Molární hmotnost:	228,2 g/mol
Hustota:	1,98 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Lach-Ner s.r.o.

### 3.1.2 Srovnávací vodou ředitelné polymerní disperze

#### Acronal® PRO 780

Typ pojiva:	kopolymer butyl akrylátu a styrenu
CAS No.:	1336-21-6
Sušina:	51,67
Viskozita:	264 mPa/s
pH:	7,86
Hustota:	1,0381 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	BASF

#### CHS-Epoxy 200 V 55

Typ pojiva:	nízkomolekulární epoxidová pryskyřice
Vytvrzovací prostředek:	Telalit 180
Epoxidový ekvivalent:	1,88-2,22 mol/kg
Sušina:	58,24
Viskozita:	407 mPa/s
pH:	7,76
Hustota:	1,0831 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Spolchemie

#### NeoPac E 121

Typ pojiva:	aniontový alifatický kopolymer akrylátu a urethanu
CAS No.:	220482-56-4
Sušina:	36,60
Viskozita:	75 mPa/s
pH:	8,15
Hustota:	1,0091 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	DSM Coating Resins, LLC.

### 3.1.3 Pigmenty a plniva

#### Blanc Fixe

Složení:	uměle srážený BaSO <sub>4</sub>
CAS No.:	7727-43-7
Hustota:	4,502 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	11,92 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	63,41 %
Výrobce/Dodavatel:	SIGMA-ALDRICH

#### Hematit Bayferrox 120 M:

Složení:	α- Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CAS No.:	1309-37-1
Hustota:	5,0387 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	20,217 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	47,72
Výrobce/Dodavatel:	LANXESS Shanghai Pigments Co., Ltd.

#### HEUCOPHOS® CAPP:

Složení:	směs AlPO <sub>4</sub> , CaSiO <sub>3</sub>
CAS No.:	7784-30-7, 1305-78-8, 7631-86-9, 7732-18-5
Hustota:	2,6018 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	44,58 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	44,51 %
Výrobce/Dodavatel:	Heucotech Ltd./Heubach

#### HEUCOPHOS® CHP

Složení:	CaHPO <sub>4</sub>
CAS No.:	7757-93-9
Hustota:	2,8773 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	39,73 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	44,85 %
Výrobce/Dodavatel:	Heucotech Ltd./Heubach

### HEUCOPHOS® CMP:

Složení:	směs $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ a $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
CAS No.:	25618-23-9
Hustota:	2,7991 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	48,71 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	40,55 %
Výrobce/Dodavatel:	Heucotech Ltd./Heubach

### Litopon 30 %

Složení:	směsná sůl ZnS a BaSO <sub>4</sub>
CAS No.:	1345-05-7
Hustota:	4,36 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	16,75 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	56,01 %
Výrobce/Dodavatel:	3P-CHEM s.r.o.

### Mastek – Talc Naitesch SA-20

Složení:	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
CAS No.:	14807-96-6
Hustota:	2,8217 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	59,57 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	35,62 %
Výrobce/Dodavatel:	PENTA s.r.o.

### MicaCelia 100L-HT

Složení:	muskovit, $\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
CAS No.:	12001-26-2
Hustota:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	82,87 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	29,36 %
Výrobce/Dodavatel:	Ziegler & Co. GmbH

### Nano oxid zinečnatý

Složení:	nanočástice ZnO
CAS No.:	1314-13-2

Hustota: 5,606 g/cm<sup>3</sup>  
Olejové číslo: 26,43 g/100 g<sub>PIG</sub>  
KOKP: 38,56 %  
Výrobce/Dodavatel: SIGMA-ALDRICH

Omyacarb – 1VA

Složení: CaCO<sub>3</sub>  
CAS No.: 471-34-1  
Hustota: 2,935 g/cm<sup>3</sup>  
Olejové číslo: 23,84 g/100 g<sub>PIG</sub>  
KOKP: 57,07 %  
Výrobce/Dodavatel: Omya CZ s.r.o.

Omyacarb – 2VA

Složení: CaCO<sub>3</sub>  
CAS No.: 471-34-1  
Hustota: 2,7237 g/cm<sup>3</sup>  
Olejové číslo: 25,34 g/100 g<sub>PIG</sub>  
KOKP: 49,21 %  
Výrobce/Dodavatel: Omya CZ s.r.o.

Plastorit® Micro:

Složení: směs SiO<sub>2</sub>, (Mg,Fe,Li)AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub> a Mg<sub>3</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>  
CAS No.: 12511-31-8  
Hustota: 2,7373 g/cm<sup>3</sup>  
Olejové číslo: 27,23 g/100 g<sub>PIG</sub>  
KOKP: 55,50  
Výrobce/Dodavatel: Imerys Performance Additives

Sulfid zinečnatý

Složení: čistý ZnS  
CAS No.: 1314-98-3  
Hustota: 4,1 g/cm<sup>3</sup>  
Olejové číslo: 13,57 g/100 g<sub>PIG</sub>  
KOKP: 62,57 %  
Výrobce/Dodavatel: SIGMA-ALDRICH



#### Titanová běloba

Složení:	TiO <sub>2</sub> typu anatas
CAS No.:	13263-67-7
Hustota:	3,780 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	35,42 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	40,99 %
Výrobce/Dodavatel:	PRECHEZIA a.s.

#### Uhličitan hořečnatý

Složení:	MgCO <sub>3</sub>
CAS No.:	39409-82-0
Hustota:	2,16 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	80,86 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	34,75 %
Výrobce/Dodavatel:	Lach-Ner

#### VK-Mg 30 F

Složení:	nanočástice MgO
CAS No.:	1309-48-4
Hustota:	3,576 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	46,87 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	35,69 %
Výrobce/Dodavatel:	Lach-Ner

#### Wollastonit K 1025:

Složení:	CaSiO <sub>3</sub>
CAS No.:	13983-17-0
Hustota:	2,9042 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	32,71 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	49,46 %
Výrobce/Dodavatel:	MINKO

#### Zinková běloba

Složení:	ZnO
----------	-----

CAS No.:	1314-13-2
Hustota:	5,606 g/cm <sup>3</sup>
Olejové číslo:	19,87 g/100 g <sub>PIG</sub>
KOKP:	45,50 %
Výrobce/Dodavatel:	SIGMA-ALDRICH

### 3.1.4 Aditiva

#### BENTONE® EW

Funkce:	reologické aditivum
Složení:	Na <sub>(0,67)</sub> (Mg, Li) <sub>6</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>20</sub> (OH, F) <sub>4</sub> (smektitová hlína)
CAS No.:	12173-47-6
Čistota:	> 99 %
Hustota:	2,5 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Elementis GmbH, Německo

#### DEHYDRAN® 1239

Funkce:	odpěňovač
Složení:	modifikované polysiloxany
Viskozita:	5-15 mPa.s
Hustota:	0,89-0,93 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Henkel KGaA, Německo

#### Dispex® Ultra FA 4480 (Hydropalat® 1080)

Funkce:	dispergační aditivum
Složení:	mono funkční blokový kopolymer oleo alkylenoxidu
CAS No.:	200513-78-6
Obsah aktivní složky:	> 80 %
Viskozita:	290 mPa.s
Bod vzplanutí:	350 °C
pH:	6-7,5
Hustota:	1,03 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	BASF, Německo

### NOPCOSPERSE N (HYDROPALAT 3043)

Funkce:	dispergační aditivum
Složení:	sodná sůl kyseliny akrylové
CAS No.:	9003-04-7
Sušina:	35 %
Viskozita:	150 mPa.s
pH:	6,5-7,5
Výrobce/Dodavatel:	Henkel KGaA, Německo

### Parmetol CF8

Funkce:	antimikrobiální aditivum
Složení:	$C_{10}H_8N_2O_2S_2Zn$ , ZnO, $C_{10}H_{19}N_5S$
CAS No.:	13463-41-74, 1314-13-2, 886-50-0
Obsah aktivní složky:	28,2-34,6 %
pH:	5,5-9
Hustota:	1,223 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Schülke & Mayr GmbH

### Parmetol MBX

Funkce:	antimikrobiální aditivum
Složení:	$C_7H_5NOS$ , $C_{18}H_{41}N_3$ , $C_4H_5NOS$
CAS No.:	2634-33-5, 2372-82-9, 2682-20-4
Obsah aktivní složky:	7-8,4 %
pH:	8-9
Hustota:	1,015 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Schülke & Mayr GmbH

### SER AD FA 179

Funkce:	inhibitor bleskové koroze
Složení:	chelátové sloučeniny zinku rozpuštěné ve směsi rozpouštědel
Viskozita:	250 mPa.s
Bod vzplanutí:	62 °C
pH:	8-9
Hustota:	1,08 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Sigma-Aldrich, Německo

### TELALIT 180

Funkce:	sít'ovadlo
Složení:	modifikovaný adukt polyaminu ve vodě
Aminové číslo:	130-150 mg KOH/g
Sušina:	50
Viskozita:	950-1100 mPa/s
pH:	10-13
Výrobce/Dodavatel:	Spolchemie a.s., ČR

### Ultracide FA 29

Funkce:	antimikrobiální aditivum
Složení:	$C_9H_{10}Cl_2N_2O$ , $C_9H_9Cl_2N_3O_2$ , $C_{11}H_{19}NOS$
CAS No.:	330-54-1, 10605-21-7, 26530-20-1
Obsah aktivní složky:	21-70 %
pH:	6-8
Hustota:	1,1 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Ultra Química Lda.

### Ultracide FA 39

Funkce:	antimikrobiální aditivum
Složení:	ZnO, $C_{11}H_{19}NOS$ , $C_{10}H_8N_2O_2S_2Zn$
CAS No.:	1314-13-2, 26530-20-1, 13463-41-74
Obsah aktivní složky:	3-30 %
pH:	6-8
Hustota:	1,03 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Ultra Química Lda.

### Zinc Omadine

Funkce:	antimikrobiální aditivum
Sumární vzorec:	$C_{10}H_8N_2O_2S_2Zn$
CAS No.:	13463-41-7
Obsah aktivní složky:	52-56 %
pH:	6,5 – 8,5
Hustota:	1,12 g/cm <sup>3</sup>
Výrobce/Dodavatel:	Lonza

## 3.2 Přístroje a zařízení

### Příprava akrylátového latexu:

- Laboratorní váhy, KERN & Sohn GmbH, Německo
- Polymerační aparatura pro přípravu vodné disperze typu cere-shell
- Ultrazvuková lázeň KRAINTEK K-12.F., Kraitex s.r.o., Slovenská Republika
- Dispergator SilentCrusher M, Heidolph, Německo

### Charakterizace pojiva:

- Laboratorní váhy, KERN & Sohn GmbH, Německo;
- Laboratorní sušárna typu Memmert, Německo
- Přenosný pH – metr Mettler Toledo FiveEasy FE20, Merck KGaA, Německo
- Viskozitometr RotoVisco RT10/94, HAAKE, Německo
- Rotační viskozimetr Brookfield LVDV-E Viscometer, Brookfield Engineering Laboratories, USA
- Laboratorní elektrická muflová pec 3013, Clasic, Česká Republika
- ICP spektrometr ThermoScientific iCAP 7000 Series, Thermo Fisher Scientific, Německo
- DLS Zetasizer Nano ZS, Malvern Instruments Ltd., Velká Británie
- Zetasizer Nano ZS, Velká Británie (vel.č. + zeta pot.)
- Skenovací elektronový mikroskop LYRA 3, Tescan, Česká Republika
- Disperzní rentgenový mikroanalyzátor AZtec Y-Max 20, Oxford Instruments, Velká Británie
- ICP spektrometr ThermoScientific iCAP 7000 Series, Thermo Fischer Scientific, Německo

### Příprava nátěrového filmu:

- Laboratorní váhy, KERN & Sohn GmbH, Německo
- Analytické váhy, OHAUS, Švýcarsko
- Míchadlo Heidolph RK3, Německo
- Disolver DISPERMAT, Donventa AG, Švýcarsko
- Autopyknometr Micrometrics AutoPyknometr 1320, USA
- Krabicová nanášecí pravítka se štěrbinou 100-150 a 200-250  $\mu\text{m}$

- Disolver DISPERMAT, Donventa AG, Švýcarsko

#### Stanovení fyzikálně-mechanické odolnosti nátěrového filmu:

- Kyvadlový přístroj 3034M001 Elcometer, kyvadlo typu Persoz, Německo
- Buchholzův přístroj, BYK GARDNER, Německo
- Leskoměr Micro Tri – Gloss, BYK GARDNER, Německo
- Tříbodové mechanické měřidlo tloušťky, BYK GARDNER, Německo
- Tloušťkoměr MINITEST 1100, ElektroPhysik, Německo
- Řezací nůž pro stanovení přilnavosti, Elcometer Instruments GmbH, Německo
- Minimum film forming temperature bar, BYK GARDNER, Německo
- Elcometer 1720 – Přístroj pro testování otěruvzdornosti, omyvatelnosti a dalších mechanických vlivů, Elcometer, Anglie
- Přístroj na stanovení odolnosti úderem 1615, Elcometer, Anglie
- Přístroj na stanovení odolnosti ohybem 1506, Elcometer, Anglie
- Erichsenův přístroj na stanovení odolnosti hloubením, ERICHSEN, Německo

#### Stanovení chemické a antikorozi odolnosti nátěrového filmu:

- Laboratorní sušárna typu Memmert, Německo
- Solná truhlová komora SKB400ATR s kondenzací mlhy NaCl, Liebisch, Německo
- Kondenzační komora, Kovofiniš Ledec nad Sázavou, Česká Republika
- Ostatní běžné vybavení chemické laboratoře

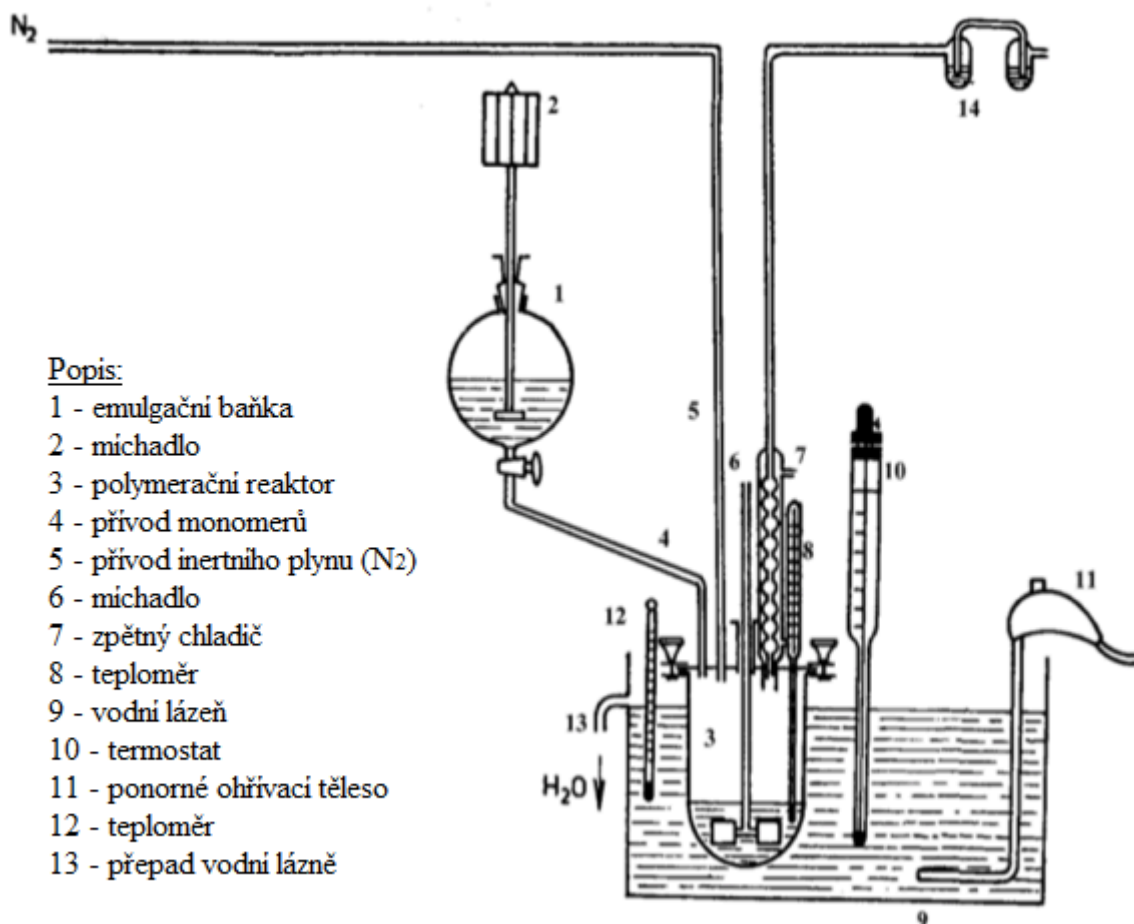
#### Stanovení antimikrobiální účinnosti nátěrového filmu:

- Biologický termostat BT 120M, Laboratorní přístroje Praha, Česká Republika
- Sterilizátor STERIMAT 5104.2, BMT Medical Technology s.r.o., Česká Republika
- Sterilizátor Sterilab, BMT Medical Technology s.r.o., Česká Republika
- Autokláv PS 20A, Chirana, Slovenská Republika
- Světelný box, GTI Minimatcher 4e, USA
- Optický mikroskop Eclipse E200, Nikon, Japonsko
- Počítačka kolonií LBK 2002, POL-EKO-APARATURA sp.j., Polsko
- Mikropipety Discovery Comfort, HTL, Polsko
- Ostatní běžné vybavení mikrobiologické laboratoře

### 3.3 Postup syntézy akrylátových latexů

#### 3.3.1 Syntéza akrylátového latexu s 1,5 % nanočástic MgO

K syntéze byla použita semikontinuální emulzní polymerace provedená na aparatuře znázorněné na obrázku 14, kterou byla připravena vodná disperze typu Core-Shell.



Obrázek 14 Polymerační aparatura pro přípravu vodné disperze typu Core-Shell; převzato a upraveno z [29]

Do reakční nádoby byla předložena demineralizovaná voda a emulgátor dle níže uvedené receptury. Reakční nádoba byla vložena do reaktoru vyhřátého na 85 °C a bylo zapnuto míchadlo. Přívod inertního plynu (N<sub>2</sub>) byl nastaven tak, aby vodním uzávěrem zpětného chladiče procházely bubliny.

Do emulgační baňky byla předložena demineralizovaná voda, roztok iniciátoru (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, emulgátor Disponil FES 993 a monomery tvořící „Core“. Použitím míchadla se vytvořila emulze monomerů. Po zhomogenizování emulze v emulgační baňce byl do reakční nádoby přidán iniciátor a za stálého míchání reakční směsi bylo spuštěno přikapávání emulze

monomerů tvořící „Core“. Doba přikapávání byla 90 min. Po skončení přikapu se teplota reakční směsi udržovala na 85 °C po dobu 15 min.

Pro přípravu emulze monomerů tvořící „Shell“ byla do Ehrlenmayerovy baňky (250 ml) předložena demineralizovaná voda, roztok iniciátoru  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ , emulgátor Disponil FES 993 a KMA a celá směs byla krátce zamíchána. Do druhé Ehrlenmayerovy baňky (250 ml) byly předloženy ostatní monomery (MMA, BA) a nanočástice MgO. Tato směs byla po dobu 30 min dispergována pomocí dispergátoru Heidoph při 20 000 rpm. Poté se baňka opatřila zátkou a byla vložena na 1 hodinu do ultrazvukové lázně (stupeň 9), přičemž teplota ultrazvukové lázně se udržovala do 25 °C. Po vyjmutí z ultrazvuku se suspenze krátce rozdispergovala pomocí dispergátoru a poté se Ehrlenmayerovy baňky smíchaly dohromady a opět se 1-3 minuty dispergovaly a ihned poté byla celá směs přelita do emulgační baňky a bylo spuštěno přikapávání. Doba přikapávání byla 75 minut.

Po skončení přikapu emulze monomerů se teplota reakční směsi udržovala na 85 °C po dobu 120 minut. Vzniklý latex byl za neustálého míchání chlazen v reakční nádobě pod inertní atmosférou na teplotu 25 °C, poté byl přefiltrován a uložen do PE (polyethylenové) láhve. U připraveného latexu byl stanoven obsah koagulátu, sušina, pH a viskozita.

Nakonec bylo do latexu po kapkách za neustálého míchání přidáno síťovadlo, aby se zabránilo srážení latexu. 5 g dihydrazidu kyseliny adipové (ADH) ve formě 10 % vodného roztoku, rozpuštěného v ultrazvukové lázni. Poté se znovu stanovila viskozita a pH.

**Tabulka 3 Složení polymeračního systému včetně nanočástic MgO**

<b>Násada do reaktoru</b>	<b>g</b>
voda	110
Disponil FES 993 IS	1
roztok peroxodisíranu amonného (0,8 g $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ + v 30 ml vody)	30,8
Přidá se po vyhřátí násady v reaktoru na 85 °C	
<b>Emulze monomerů Core</b>	<b>g</b>
voda	120
Disponil FES 993 IS	14,8
Monomery	200
roztok peroxodisíranu amonného (0,8 g $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ + v 30ml vody)	30,8
<b>Emulze monomerů Shell</b>	<b>g</b>
voda	220
Disponil FES 993 IS	14,8
Monomery	200
Nanočástice MgO	6
roztok peroxodisíranu amonného (0,8 g $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ + v 30 ml vody)	30,8



**Tabulka 4 Použité monomery a jejich poměr včetně nanočástic MgO**

Akrylátový latex s 1,5 % nanočástic MgO				
Monomer	Core [%]	Core [g]	Shell [%]	Shell [g]
MMA	43	86	39	78
BA	53	106	52	104
KMA	4	8	4	8
DAAM	-	-	5	10
MgO	-	-	3	6

### 3.3.2 Syntéza akrylátového latexu bez nanočástic

K syntéze byla použita semikontinuální emulzní polymerace provedená na aparatuře znázorněné na obrázku 14, kterou byla připravena vodná disperze typu Core-Shell.

Do reakční nádoby byla předložena demineralizovaná voda a emulgátor dle níže uvedené receptury. Reakční nádoba byla vložena do reaktoru vyhřátého na 85 °C a bylo zapnuto míchadlo. Přívod inertního plynu (N<sub>2</sub>) byl nastaven tak, aby vodním uzávěrem zpětného chladiče procházely bubliny.

Do emulgační baňky byla předložena demineralizovaná voda, roztok iniciátoru (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, emulgátor Disponil FES 993 a monomery tvořící „Core“. Použitím míchadla se vytvořila emulze monomerů. Po zhomogenizování emulze v emulgační baňce byl do reakční nádoby přidán iniciátor a za stálého míchání reakční směsi bylo spuštěno přikapávání emulze monomerů tvořící „Core“. Doba přikapávání byla 90 min. Po skončení přikapání se teplota reakční směsi udržovala na 85 °C po dobu 15 min.

Pro přípravu emulze monomerů tvořící „Shell“ byla do Ehrlenmayerovy baňky (500 ml) předložena demineralizovaná voda a monomer DAAM, který byl rozpuštěn pomocí ultrazvukové lázně (stupeň 9), přičemž teplota ultrazvukové lázně se udržovala do 25 °C. Po rozpuštění DAAM, byly do Ehrlenmayerovy baňky dále předloženy zbývající monomery, roztok iniciátoru (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> a emulgátor Disponil FES 993. Tato směs byla krátce dispergována pomocí dispergátoru Heidoph při 20 000 rpm a ihned se celá směs přelila do emulgační baňky, spustilo se míchání a bylo spuštěno přikapávání. Doba přikapávání byla 75 minut.

Po skončení přikapání emulze monomerů se teplota reakční směsi udržovala na 85 °C po dobu 120 minut. Vzniklý latex byl za neustálého míchání chlazen v reakční nádobě pod inertní atmosférou na teplotu 25 °C, poté byl přefiltrován a uložen do PE láhve. U připraveného latexu byl stanoven obsah koagulátu, sušina, pH a viskozita.

Nakonec bylo do latexu po kapkách za neustálého míchání přidáno síťovadlo, aby se zabránilo srážení latexu. 5 g ADH ve formě 10 % vodného roztoku, rozpuštěného v ultrazvukové lázni. Podle potřeby byl latex zalkalizován 20 % roztokem amoniaku na pH 8-9. Poté se znovu stanovila viskozita a pH.

**Tabulka 5 Složení polymeračního systému**

<b>Násada do reaktoru</b>		<b>g</b>
voda		110
Disponil FES 993 IS		1
roztok peroxidisíranu amonného (0,8 g (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> + v 30 ml vody)		30,8
Přidá se po vyhřátí násady v reaktoru na 85 °C		
<b>Emulze monomerů Core</b>		<b>g</b>
voda		120
Disponil FES 993 IS		14,8
Monomery		200
roztok peroxidisíranu amonného (0,8 g (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> + v 30ml vody)		30,8
<b>Emulze monomerů Shell</b>		<b>g</b>
voda		220
Disponil FES 993 IS		14,8
Monomery		200
roztok peroxidisíranu amonného (0,8 g (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> + v 30 ml vody)		30,8

**Tabulka 6 Použité monomery a jejich poměr**

<b>Akrylátový latex s 0 % nanočástic MgO</b>				
<b>Monomer</b>	<b>Core [%]</b>	<b>Core [g]</b>	<b>Shell [%]</b>	<b>Shell [g]</b>
MMA	43	86	39	78
BA	53	106	52	104
KMA	4	8	4	8
DAAM	-	-	5	10

### 3.4 Příprava modelových nátěrových hmot

#### 3.4.1 Dispergace akrylátových latexů s 2 a 10 hm. % pigmentů a plniv

Pro zkoumání antimikrobiální účinnosti pigmentů a plniv, konkrétně VK-Mg 30 F, nanočástice oxidu zinečnatého, Zinková běloba, Titanová běloba, Uhličitan hořečnatý, Blanc Fix, Sulfid zinečnatý, Litopon 30 %, MicaCelia 100L-HT a Omyacarb – 1VA, byly připraveny disperze akrylátových latexů s 2 a 10 hm. % vybraných pigmentů. Dispergace byla připravena na míchadle Heidolph RK3 při otáčkách 1000 ot./min po dobu 30 minut, čímž bylo docíleno rovnoměrného rozptýlení a napojení pigmentu na kapalnou fázi.

#### 3.4.2 Dispergace akrylátových latexů s antimikrobiálními aditivami

Pro zkoumání možného ušetření antimikrobiálních aditiv, konkrétně Zinc Omadine, Parmetol CF8, Parmetol MBX, Ultracide FA29 a Ultracide FA39, byly připraveny disperze čistých a pigmentovaných (2 hm. %) akrylátových latexů s koncentrací antimikrobiálních aditiv doporučenou výrobcem a nižší. Dispergace byla provedena na míchadle Heidolph RK3 při otáčkách 1000 ot./min po dobu 30 minut, čímž bylo docíleno rovnoměrného rozptýlení aditiva v kapalně fázi.

#### 3.4.3 Formulace nátěrových hmot

Formulace NH byla provedena v programu „FORMUL“. Pro přípravu NH byla použita syntetizovaná akrylátová pojiva, akrylátová pryskyřice s 1,5 % nanočástic MgO a akrylátová pryskyřice s 0 % nanočástic MgO. Jako srovnávací vodou ředitelná pojiva pro testování antikoroziční účinnosti byla zvolena: akrylát-styrenová pryskyřice Acronal® PRO 780, akrylát-uretanová pryskyřice NeoPac E 121 a epoxidová pryskyřice CHS-Epoxy 200 V 55. Pro testování otěruvzdornosti a antimikrobiální účinnosti interiérových barev byla zvolena jako srovnávací disperze akrylát-styrenová pryskyřice Acronal® PRO 780.

##### 3.4.3.1 Formulace antikorozičních nátěrových hmot

Zkoumané vodou ředitelné polymerní disperze byly připraveny při objemové koncentraci pigmentu (OKP) 5 % a 10 %. Syntetizovaná akrylátová pojiva a akrylát-styrenové pojivo byly připraveny s pigmenty: HEUCOPHOS® CMP, HEUCOPHOS® CAPP, Wollastonit K 1025, Mastek – Talc Naitsch SA-20 a HEUCOPHOS® CHP. Akrylát-uretanová a epoxidová pojiva byla připravena s pigmentem HEUCOPHOS® CAPP. Plnivo bylo přidáno

tak, aby se OKP zvýšilo o 2 %. Při OKP 5 % bylo použito plnivo Hematit Bayferrox 120 M a při OKP 10 % Plastorit® Micro. Dále byl pomocí Omyacarb – 1VA upraven parametr pigmentového systému na Q = 50 %. Jednotlivé formulace NH v hmotnostních procentech jsou uvedeny v tabulkách viz příloha A.

Dispergace byla provedena pomocí vysokokonzentrovaných pigmentových vodných past, na přístroji Disolver DISPERMAT. Do dispergační nádoby bylo předloženo 20 ml demineralizované vody do které se za míchaní 2-3 m/s přidalo 0,3 hm. % dispergačního aditiva NOPCOSPERSE N, 0,2 hm. % dispergačního aditiva Dispex® Ultra FA 4480, 0,5 hm. % odpěňovače DEHYDRAN® 1239 a 0,5 hm. % reologického aditiva BENTONE® EW, které zajišťují řádnou dispergaci NH a následně vytvoření nátěrového filmu bez defektů. Směs se nechala míchat při stejné rychlosti po dobu 5 minut. Poté se do systému postupně přidával zhomogenizovaný práškový podíl, a to takovou rychlostí, aby byl dispergačním kotoučem plynule odebírán. Po přidání celého objemu byly otáčky zvýšeny na 10-15 m/s po dobu 30 minut. Po této době se otáčky snížily na minimum a pomalu se přidalo pojivo. Rychlost otáček se po přidání pojiva opět zvýšil na 2-3 m/s a homogenizace pokračovala dalších 5 minut. Před koncem dispergace bylo přidáno 0,5 hm. % antikorozního aditiva SER AD FA 179 a konzistence NH byla upravena vhodným množstvím reologického aditiva BENTONE® EW.

#### *3.4.3.2 Formulace interiérových nátěrových hmot*

Interiérové NH byly připraveny při OKP MgCO<sub>3</sub> 13 % s následným přidáním TiO<sub>2</sub> tak, aby se OKP zvýšilo o 2 %. Dále byl pomocí Omyacarb – 2VA upraven parametr pigmentového systému na Q = 110 %. Jednotlivé formulace NH v hmotnostních procentech jsou uvedeny v tabulce viz příloha A.

Dispergace byla provedena pomocí vysokokonzentrovaných pigmentových vodných past, na přístroji Disolver DISPERMAT. Do dispergační nádoby bylo předloženo 20 ml demineralizované vody do které za míchaní 2-3 m/s bylo přidáno 0,3 hm. % dispergačního aditiva NOPCOSPERSE N, 0,2 hm. % dispergačního aditiva Dispex® Ultra FA 4480 a 0,5 hm. % odpěňovače DEHYDRAN® 1239. Směs se nechala míchat při stejné rychlosti po dobu 5 minut. Poté se do systému postupně přidával zhomogenizovaný práškový podíl, a to takovou rychlostí, aby byl dispergačním kotoučem plynule odebírán. Po přidání celého objemu byly otáčky zvýšeny na 10-15 m/s po dobu 30 minut. Po této době se otáčky snížily na minimum a pomalu se přidalo pojivo. Rychlost otáček se po přidání pojiva opět zvýšil na 2-3 m/s a homogenizace pokračovala dalších 5 minut. Před koncem dispergace bylo přidáno antimikrobiální aditivum Zinc Omadine o hm. % 0,3, 0,1 a 0.

### 3.5 Příprava zkušebních vzorků

#### 3.5.1 Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech

Zkoumané NH byly pro stanovení fyzikálně-mechanické a chemické odolnosti zhotoveny na skleněných panelech o rozměrech 200 x 100 x 5 mm. Skleněné panely byly před nanesením NH dokonale očištěny horkou vodou s tenzidy a odmaštěny chloroformem. Zhotovení nátěrů bylo provedeno pomocí nanášecího pravítka se štěrbinou 150  $\mu\text{m}$  až 250  $\mu\text{m}$  při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  % a i při stejných podmínkách byly nátěrové filmy ponechány vysychat.

#### 3.5.2 Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech

Zkoumané NH byly pro stanovení mechanické odolnosti nanесeny na nízkouhlíkové ocelové panely třídy 11 o rozměrech 215 x 45 x 1 mm, pro stanovení bleskové koroze o rozměrech 102 x 51 x 0,8 mm, pro korozní zkoušky o rozměrech 152 x 102 x 0,8 mm a pro střídání teplot byly navíc použity i 98 % hliníkové panely 3003H14 o rozměrech 152 x 102 x 0,6 mm, které byly použity i pro stanovení nasákavosti „Sandwich testem“ a pro stanovení odolnosti proti náhlým změnám teploty o rozměrech 152 x 76 x 0,6 mm. Povrch panelu byl před nanesením NH odmaštěn chloroformem a na takto připravené panely byl zhotoven nátěr nanášecím pravítkem se štěrbinou 150  $\mu\text{m}$  až 250  $\mu\text{m}$  při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %. Při stejných podmínkách byly nátěrové filmy ponechány vysychat. Pro korozní zkoušky byly zhotoveny nátěry nanášecím pravítkem se štěrbinou 200  $\mu\text{m}$  pro první nátěr a druhý až čtvrtý nátěr byl zhotoven nanášecím pravítkem se štěrbinou 250  $\mu\text{m}$  s intervalem vysychání 48 hodin, které byly následně oblepeny těsnicí samolepicí páskou, aby se zabránilo nežádoucímu prokorodování zkoušených vzorků.

#### 3.5.3 Příprava zkušebních vzorků na filtračním papíře

Zkoumané NH pro antimikrobiální hodnocení účinnosti byly připraveny na filtračním papíře Munktell Filtrak 391 o průměru 15 cm a gramáži 84 g/m<sup>2</sup>. Před nanesením NH byl filtrační papír vystaven UV záření o vlnové délce 280-400 nm po dobu 20 minut. NH byly na filtrační papír aplikovány štětcem ve dvou na sebe kolmých směrech a čtyřech vrstvách, přičemž mezi jednotlivými nanášenými vrstvami byl dodržován časový odstup minimálně 4 hodin. Nanесení a zaschnutí nátěrového filmu probíhalo při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %. Po zaschnutí byly z filtračního papíru vystřiženy zkušební vzorky o rozměrech 5 cm x 5 cm, které byly opět vystaveny UV záření (280-400 nm) po dobu 20 minut.

### 3.6 Příprava pro mikrobiální testování

#### 3.6.1 Příprava fyziologického roztoku a živných půd

##### Fyziologický roztok:

Výrobce:	Lachema a.s., ČR	
Složení:	- demineralizovaná voda	1000 ml
	- chlorid sodný	8,5 g
Postup přípravy:	Příprava fyziologického roztoku byla provedena rozpuštěním 8,5 g NaCl v 1000 ml demineralizované vody. Následně byl fyziologický roztok po dobu 20 minut sterilizován v autoklávu při teplotě 121 °C a tlaku 215 kPa. Po vychladnutí byl roztok uchováván v lednici při teplotě 2–5 °C.	

##### Živný agar No. 2 – MPA

Výrobce:	HIMEDIA, Indie	
Složení půdy:	- demineralizovaná voda	1000 ml
	- agar	15 g
	- masový pepton	10 g
	- hovězí extrakt	10 g
	- chlorid sodný	5 g
Postup přípravy:	Příprava živného agaru No. 2 byla provedena navážením 40 g práškového agaru do 1000 ml demineralizované vody. Následně byla půda po dobu 20 minut sterilizována v autoklávu při teplotě 121 °C a tlaku 215 kPa. Po sterilizaci a ochlazení na teplotu 45 °C byl živný agar naléván do jednorázových Petriho misek. Ztuhlý agar v miskách byl poté uchováván v lednicích při teplotě 2–5 °C půdou vzhůru.	

##### MALT agar

Výrobce:	HIMEDIA, Indie	
Složení půdy:	- demineralizovaná voda	1000 ml
	- sladový extrakt	30 g
	- agar	15 g
Postup přípravy:	Příprava MALT agaru byla provedena navážením 45 g práškového agaru do 1000 ml demineralizované vody. Následně	

byla půda po dobu 20 minut sterilizována v autoklávu při teplotě 121 °C a tlaku 215 kPa. Po sterilizaci a ochlazení na teplotu 45 °C byl živný agar naléván do jednorázových Petriho misek. Ztuhlý agar v miskách byl poté uchováván v lednicích při teplotě 2–5 °C půdou vzhůru.

Sterilizace živných půd byla provedena na principu desinfekce vlhkým vzduchem, která je nejčastějším a nejspolehlivějším typem sterilizace. V průběhu dochází ke karamelizaci cukrů, denaturaci bílkovin, inaktivaci vitamínu či až k hydrolytickému poškození sloučenin.

### 3.6.2 Příprava čistých mikrobiálních kultur

Jako testovací MO byly použity následující sbírkové kultury.

Bakterie:	<i>Staphylococcus aureus</i>	CCM 4223
	<i>Escherichia coli</i>	CCM 4517
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CCM 3955
Plísně:	<i>Penicillium chryseogenum</i>	CCM 8034
	<i>Aspergillus brasiliensis</i>	CCM 8222

Zásobní kultury bakterií byly pěstovány na MPA agaru v termostatu při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin a plísně byly pěstovány na MALT agaru při laboratorní teplotě 25±2 °C po dobu 7 dní. Po inkubaci byly MO uchovány agarem vzhůru v chladu (lednici při 5±2 °C) a jednou měsíčně byly přeočkovány.

Pro testování nátěrů byly vždy použity čerstvé kolonie ihned po inkubaci, které byly připraveny dle potřeby z kultur zásobních za stejných kultivačních podmínek.

### 3.6.3 Příprava sterilních podmínek při testování

Při testování antimikrobiální účinnosti je důležité dbát na sterilní podmínky, aby se zabránilo možné kontaminaci a následnému znehodnocení vzorků. Sterilizací rozumíme soubor činností, které slouží k odstranění nebo usmrcení buněk.

#### Sterilizace prostředí

Sterilizace vzduchu a povrchů laboratoře byla provedena pomocí UVR-Mi UV germicidním zářením. UV lampa s vlnovou délkou záření 280–400 nm, byla spuštěna každý den ráno po dobu 20 minut, aby došlo k zbavení ovzduší nežádoucích zárodků, virů, kvasinek a spor plísní. Při samotném provádění testů byla sterilita nejbližšího prostředí zajištěna plamenem z kahanu.

#### Sterilizace skleněného vybavení laboratoře

Sterilizace skleněného vybavení laboratoře byla provedena pomocí sterilizátoru STERIMAT při teplotě 170 °C po dobu 30 minut. Sterilizátor funguje na principu dezinfekce suchým vzduchem s nucenou cirkulací vzduchu a v průběhu dochází k usmrcení MO. Tento typ sterilizace je určen pro sterilizaci předmětů z kovu, skla a keramiky a nelze zde sterilizovat termolabilní materiál.

#### Sterilizace umělohmotného vybavení laboratoře

Sterilizace umělohmotného vybavení laboratoře byla provedena pomocí autoklávu PS 20A po dobu 20 minut, při teplotě 105 °C a tlaku 101,5 kPa. Sterilizátor funguje na principu dezinfekce vlhkou párou a jedná se o nejčastější a nejspolehlivější typ sterilizace termolabilních nástrojů a laboratorních materiálů.

#### Sterilizace kovového vybavení laboratoře

Sterilizace kovového vybavení laboratoře byla provedena pomocí Bunsenova kahanu, jehož plamen dosahuje teploty až 1550 °C. Dezinfekce plamenem patří mezi sterilizace suchým vzduchem a jedná se o nejstarší a nejspolehlivější způsob sterilizace, ale s omezením jen na kovové vybavení, jako jsou kultivační kličky, pinzety atd. Vyžihání bylo provedeno ve 2/3 plamene do červeného žáru, kdy dochází ke karamelizaci cukrů, denaturaci bílkovin, inaktivaci vitamínu či až k hydrolytickému poškození sloučenin a tím k usmrcení veškerých MO.



## 3.7 Metody hodnocení vlastností nátěrové hmoty a filmu

### 3.7.1 Charakterizace vodou ředitelných polymerních disperzí

#### 3.7.1.1 Stanovení obsahu koagulátu

Stanovení obsahu koagulátu bylo provedeno dle normy ČSN 64 9008 síťovou analýzou. Koagulát udává množství disperze, která se v průběhu polymerace srazí. Po dokončení polymerace byly zkoagulované částice odděleny na jemném síti a po vysušení při laboratorní teplotě byly zváženy. Obsah koagulátu byl stanoven v procentech dle rovnice (10):

$$\text{obsah koagulátu [\%]} = \frac{m_{(\text{koagulát})}}{\frac{\text{sušina [\%]}}{100} \times m_{(\text{emulze})} + m_{(\text{koagulát})}} \times 100 \quad (10)$$

#### 3.7.1.2 Stanovení obsahu sušiny

Stanovení obsahu sušiny bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 3251 (67 3031). Sušina představuje hmotnostní podíl netěkavých složek ve vodné disperzi. Do čistých a vysušených Petriho misek bylo na analytických vahách naváženo  $1,0 \pm 0,2$  g pojiva, takto připravené vzorky byly umístěny do sušárny s nucenou cirkulací vyhřátého vzduchu na teplotu  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 60 minut. Po vysušení a vychladnutí v exsikátoru byly misky znovu zváženy. Pro každou vodou ředitelnou polymerní disperzi byly připraveny 3 vzorky a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr, který byl dosazen do rovnice (11) pro výpočet obsahu sušiny:

$$S = \frac{m_1}{m_0} \times 10 \quad (11)$$

$S$  – obsah sušiny [%],  $m_0$  – hmotnost vzorku před vysušením [%],  $m_1$  – hmotnost vzorku po vysušení [%]

#### 3.7.1.3 Stanovení pH

Hodnota pH byla stanovena dle normy ČSN EN ISO 787-9 (64 9004). Měření bylo provedeno na pH metru s kombinovanou elektrodou (viz obrázek 15), který byl před měřením kalibrován technickými pufrů o pH 4 a 7. Elektroda byla před měřením opláchnuta demineralizovanou vodou a ořena filtračním papírem. Poté byla ponořena do kádinky s pojivem, které bylo důkladně promícháno. Po ustálení potenciálu byla na displeji přístroje odečtena hodnota pH. Měření bylo pro každou vodou ředitelnou polymerní disperzi provedeno 3x a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.



*Obrázek 15 pH metr Mettler Toledo FE20 FiveEasy; převzato z [92]*

#### *3.7.1.4 Zdánlivá viskozita dle Brookfielda*

Stanovení zdánlivé viskozity bylo provedeno dle normy ČSN ISO 2555 (64 0346), která je určena pro neneutonské kapaliny. Měřená viskozita popisuje vnitřní tření v proudící kapalině. Pro měření viskozity polymerních vodných disperzí byl použit rotační viskozimetr Brookfield LVDV-E (viz Obrázek 16) vybavený sadou čtyř výměnných vřeten LV1 – 4 a souosým stacionárním válcem, mezi nimiž je umístěna měřená kapalina. Vřeteno bylo během měření uvedeno do rotačního pohybu na konstantní rychlost 100 otáček/min a typ vřetena byl zvolen tak, aby hodnota kroutícího momentu byla v rozmezí od 10 % do 100 %. Hodnota zdánlivé viskozity byla po ustálení odečtena z displeje přístroje a měření bylo pro každou polymerní vodnou disperzi provedeno 3x, ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.



*Obrázek 16 Rotační viskozimetr Brookfield LVDV-E Viscometer; převzato z [93]*

### 3.7.1.5 Stanovení hustoty pojiva

Stanovení hustoty pojiva bylo provedeno pyknometrickou metodou, která je založena na porovnání hmotnosti určitého objemu zkoumané kapaliny s hmotností stejného objemu kapaliny o známé hustotě. Objem větší kapaliny roste s rostoucí teplotou čímž klesá hustota, proto je potřeba vždy při stanovení hustoty kapalin měřit při stejné teplotě. Měření bylo provedeno pomocí pyknometru, nádoby, která pojme vždy stejný objem vody. Prázdný a suchý pyknometr byl zvážen a stejně tak naplněný zkoumaným latexem a srovnávací kapalinou při teplotě  $20 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %. Při plnění pyknometru bylo dbáno na to, aby na pyknometru nebyla ani kapička kapaliny, neboť správné naplnění pyknometru je klíčové pro dosažení správných výsledků. Získané hodnoty byly dosazeny do rovnice (12), ze které byly vypočteny jednotlivé hustoty pojiv.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \cdot \rho_s \quad (12)$$

$\rho$  - hustota pojiva [ $\text{kg/m}^3$ ],  $\rho_s$  – hustota srovnávací kapaliny [pro vodu při 20 °C =  $998,2002 \text{ kg/m}^3$ ],  $m_1$  – hmotnost pyknometru [g],  $m_2$  – hmotnost pyknometru naplněného stanovovaným pojivem [g],  $m_3$  – hmotnost pyknometru naplněného srovnávací kapalinou (vodou) [g]

### 3.7.1.6 Stanovení minimální filmotvorné teploty

Minimální filmotvorná teplota (MFFT – Minimal Film Forming Temperature) byla stanovena dle normy ISO 2115 (64 9006) na přístroji MFFT 60 (viz Obrázek 17), který je opatřen poniklovanou měděnou deskou vytvářející teplotní spád. Po ustálení teplot, byl na povrch desky zhotoven nanášecím pravítkem film o přibližné tloušťce 50  $\mu\text{m}$ . Zasychání filmu bylo urychleno proudem vzduchu, procházejícího pod krytem přístroje a tepelné rozmezí přístroje bylo nastaveno tak, aby se předpokládaná hodnota MFFT nacházela uprostřed desky. Po zaschnutí byla pomocí dotykového teploměru stanovena hodnota MFFT na rozmezí kde kontinuální čirý film přecházel v popraskaný. Pro každý vzorek bylo měření provedeno 3x a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.



*Obrázek 17 Přístroj MFFT 60 pro stanovení minimální filmotvorné teploty, převzato z [94]*

### *3.7.1.7 Stanovení velikosti částic a zeta-potenciálu*

Stanovení velikosti částic a zeta-potenciálu bylo provedeno pomocí měření dynamického rozptylu světla (DLS – Dynamic Light Scattering) na přístroji Zetasizer Nano ZS. Metoda je založena na měření fluktuace intenzity rozptýleného světelného paprsku z laserového zdroje způsobeného Brownovým pohybem. Fluktuace souvisí s interferenčním zeslabováním a zesilováním světla rozptýleného na nestacionárních částicích disperzního prostředí, fotonásobičem je zaznamenáván časový průběh intenzity rozptýleného světla a pomocí autokorelační funkce je vypočtena rychlost difúze částic a jejich velikost. Měření bylo provedeno na Ústavu environmentálního a chemického inženýrství Univerzity Pardubice.

### *3.7.1.8 Stanovení obsahu popela*

Stanovení obsahu popela bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 3451-1 (64 0219). Prázdný žíhací kelímek byl vyžhán do konstantní hmotnosti v muflové peci při teplotě 550 °C a po vychladnutí v exsikátoru byl zvážen na analytických vahách s přesností na 0,1 mg. Předem zvážený a vysušený vzorek byl vložen do kelímku, který byl následně umístěn do muflové pece vyhřáté na 600 °C, kde byl žhán po dobu 30 minut. Po ukončení spalování byl kelímek umístěn do exsikátoru a po vychladnutí byl zvážen na analytických vahách. Žhání a vážení bylo opakováno, dokud nebyla dosažena konstantní hmotnost. Obsah popela byl vyjádřen pomocí hmotnostních % dle následující rovnice (13):

$$\text{obsah popela [\%]} = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad (13)$$

$m_0$  – hmotnost suché navážky [g];  $m_1$  – hmotnost získaného popela [g]

### *3.7.1.9 Stanovení obsahu nanočástic MgO pomocí ICP-OES*

Zjištění obsahu Mg v nátěrovém filmu bylo provedeno elementární analýzou pomocí emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES – Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry). Měření bylo provedeno na ICP spektrometru ThermoScientific iCAP 7000 Series atomovou spektrometrickou metodou. Vzorek byl testován ve formě aerosolu s rychlostí průtoku 1,5 ml/min a příkon Ar plazmatu činil 1000 W. Měření bylo provedeno ve společnosti MemBrain s.r.o., Stráž pod Ralskem.

### *3.7.1.10 Stanovení morfologie práškových nanočástic MgO pomocí SEM-EDX*

Při syntéze latexů byly použity práškové nanočástice MgO jejichž morfologie byla sledována pomocí skenovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní rentgenovou analýzou (SEM-EDX – Scanning Electron Microscopy – energy dispersive X-ray). Měření bylo provedeno na skenovacím elektronovém mikroskopu LYRA 3 pomocí energiově disperzního rentgenového mikroanalyzátoru AZtec Y-Max 20. Sledováním byla verifikována přítomnost a rozmístění nanočástic v nátěrovém filmu na ploše lomu, připraveného v prostředí kapalného dusíku. Před vlastním měřením byly vzorky nejprve pokryty vrstvou zlata o tloušťce 0,20 nm – 0,25 nm pomocí přístroje SCD 050 a následné vlastní měření bylo provedeno v režimu sekundárních elektronů a zpětně odražených elektronů při urychlovacím napětí 30 kV a zvětšení 1000 až 30000. Měření bylo provedeno v Centru materiálů a nanotechnologií (CEMNAT) Univerzity Pardubice.

### *3.7.1.11 Stanovení změny stability syntetizovaných latexů při skladování*

Pro stanovení změny stability syntetizovaných pojiv při skladování bylo od každého latexu odlito 50 ml do malých Erlenmayerových baněk se zábrusem. Uzavřené baňky byly vloženy do sušárny vyhřáté na 50 °C, kde byly ponechány. Před vložením do sušárny a po každém cyklu byly změřeny vlastnosti hodnotící stabilitu latexu, kterými byly pH, viskozita, velikost částic, zeta potenciál a zkontroloval se vzhled latexu.

### *3.7.1.12 Stanovení odolnosti pojiva proti zvýšené teplotě 60 °C*

Tato metoda slouží k posouzení odolnosti disperze ke zvýšeným teplotám 60 °C. Měření bylo provedeno pomocí PE lahvičky o objemu 100 ml do které bylo naváženo 100 g vzorku s přesností  $\pm 0,5$  g. Lahvička se uzavřela a byla umístěna na 22 hodin do sušárny vyhřáté na 60 °C s následným vyjmutím a ponecháním 2 hodiny při laboratorní teplotě. Po této době byl vizuálně posouzen vznik koagulátu natažením kontrolního filmu na skleněný panel.

### 3.7.2 Charakterizace pigmentu pro formulaci modelových nátěrových hmot

#### 3.7.2.1 Stanovení olejového čísla

Stanovení olejového čísla bylo provedeno na základě normy ČSN 67 0351 metodou tlouček – miska. Olejové číslo je definováno spotřebou lněného oleje v gramech, které je potřebné na vytvoření pasty definovaných vlastností ze 100 g pigmentu. Lněný olej byl využit z důvodu vhodné viskozity a další jeho výhodou je, že neobsahuje žádná rozpouštědla. Do třecí misky s glazovaným povrchem bylo naváženo 0,5 – 1,5 g pigmentu s přesností 0,01 g a za lehkého míchání tloučkem s povrchem bez glazování byl z byřety přikapáván lněný olej. Míšení bylo provedeno po každém přikapnutí oleje a měření se ukončilo ve chvíli kdy byl veškerý pigment nabalen na tlouček (právě nasycený olejem) a neulpíval na stěnách třecí misky. V tuto chvíli byla se na byřeti odečtena spotřeba oleje v ml. Měření bylo provedeno pro každý pigment 3x při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %. Ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr, který byl dosazen do rovnice (14).

$$o. \text{ č.} = \frac{100 \times V_{LO} \times \rho}{m_{PIG}} \quad (14)$$

*o.č.* – olejové číslo [g/100 g<sub>PIG</sub>]; *V<sub>OL</sub>* – objem spotřebovaného lněného oleje [ml]; *ρ* - hustota lněného oleje [g/cm<sup>3</sup>]; *m<sub>PIG</sub>* – hmotnost navážky pigmentu [g]

#### 3.7.2.2 Stanovení měrné hmotnosti pigmentů

Měrná hmotnost (hustota) je důležitým parametrem sloužící k charakterizaci látek a tím umožňuje posouzení použitelnosti pigmentů v daných pojivech, neboť stabilita vzniklé suspenze závisí na rozdílu hustoty pigmentu a pojiva. Měření bylo provedeno na plynovém autopyknometru Micrometrics Auto Pyknometr 1320 (viz obrázek 18), který stanovuje hustotu pigmentu na základě měření plynu (helium), které je vytěsněno vzorkem pigmentu. Na základě tohoto měření a za pomoci zadání navážené hmotnosti vypočte autopyknometr hustotu předloženého vzorku s přesností na  $1 \cdot 10^{-3}$  g/cm<sup>3</sup> v závislosti na teplotě. Měření bylo opakováno do ustálení hodnoty.



*Obrázek 18 Micromeritics Auto Pycnometr 1320, převzato z [95]*

### 3.7.2.3 Výpočet kritické objemové koncentrace pigmentu

U každého pigmentu je potřeba znát hodnotu kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP), neboť ovlivňuje chování celého systému, funkční vlastnosti i vzhled výsledného filmu. KOKP je definována jako OKP při které se prudce mění vlastnosti nátěrového filmu jako je například lesk, tvrdost a tvorba puchýřků. Pokud je  $OKP = KOKP$  jsou prostory mezi plnivem a částicemi pigmentu právě vyplněny pojivem. Ze stanovených hustot a olejového čísla byla vypočtena hodnota KOKP dle rovnice (15).

$$KOKP = \frac{\frac{10\,000}{\rho_{PIG}}}{\frac{100}{\rho_{PIG}} + \frac{o.č.}{\rho_{LO}}} \quad (15)$$

$KOKP$  – kritická objemová koncentrace pigmentu;  $\rho_{PIG}$  – hustota pigmentu [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ];  $\rho_{LO}$  – hustota lněného oleje [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ];  $o.č.$  – olejové číslo [ $\text{g}/100 \text{ g}_{PIG}$ ]

### 3.7.3 Stanovení fyzikálně-mechanické odolnosti nátěrového filmu

#### 3.7.3.1 Hodnocení vzhledu nátěrového filmu

Nátěry na skleněných panelech byly nejprve vizuálně ohodnoceny. Byla sledována přítomnost zákalu (Z), množství cizích částic (Č), množství bublin (B), množství prasklin (X) a vzhled povrchu (P) podle kritérií uvedených v tabulce 7 s hodnotami 1-X, kde 1 je nejlepší.

**Tabulka 7 Kritéria pro hodnocení vzhledu nátěrového filmu**

Zákal		Částice		Bubliny		Praskliny		Povrch	
Z1	bez zákalu	Č1	0 částic/cm <sup>2</sup>	B1	bez bublin	X1	bez prasklin	P1	hladký slitý
Z2	slabý zákal	Č2	3 částic/cm <sup>2</sup>	B2	ojedinělé bubliny	X2	ojedinělé praskliny	P2	Stopy po pravítku
Z3	silný zákal	Č3	10 částic/cm <sup>2</sup>	B3	bubliny po celé ploše	X3	praskliny po celé ploše	P3	Pomerančová kůra, dolíčky
Z4	zbělení	Č4	více jak 10 částic/cm <sup>2</sup>	–	–	–	–	–	–

#### 3.7.3.2 Stanovení lesku nátěrového filmu

Lesk nátěrového filmu byl stanoven na základě normy ISO 2813 (91 0273). Lesk je optická vlastnost povrchu materiálů projevující se pravidelným odrazem světelných paprsků a změna lesku je sledována v čase jako indikátor destruktivních pochodů v nátěru. Principem metody je stanovení intenzity odraženého elektromagnetického záření, které dopadá na vzorek pod jistým úhlem a intenzita odraženého světla je měřena fotometricky. Stanovení lesku bylo provedeno na přístroji Micro-TRI-9/gloss (viz obrázek 19) při úhlu pozorování 20°, 60° a 85°. Před měřením byl proměřen referenční vzorek, lesklá černá destička s definovaným indexem lomu 1,567. Měření vzorku bylo provedeno nátěrovém filmu o tloušťce 50±10 μm na černé podložce na třech různých místech při teplotě 23±2 °C a relativní vlhkosti vzduchu 50±5 %. Pro každý vzorek bylo měření provedeno 3x. Hodnotící veličinou je číslo lesku (GU).



**Obrázek 19 Leskoměr Micro Tri – Gloss**



### 3.7.3.3 Měření tloušťka nátěrového filmu

Stanovení tloušťky nátěru bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 2808 (67 3061). Měření nátěrového filmu na skleněných panelech bylo provedeno pomocí tříbodového tloušťkoměru, jehož střední bod byl umístěn do předem připraveného otvoru, kde byl kopistem odstraněn nátěr a boční body byly umístěny na nátěrovém filmu. Tloušťka nátěru byla odečtena z ciferníku. U nátěrových filmů na ocelových panelech byl použit pro měření elektromagnetický hloubkoměr s elektrodou reagující na železný povrch. Tloušťka nátěru byla změřena přiložením elektrody na film a hodnota byla odečtena z displeje přístroje. Přístroje pro měření tloušťky jsou zobrazeny na obrázku 20. Měření tloušťky bylo provedeno u každého vzorku na třech různých místech a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.



Obrázek 20 vlevo: tříbodový tloušťkoměr; vpravo: elektromagnetický hloubkoměr MINITEST 1100

### 3.7.3.4 Stanovení otěruvzdornosti

Zkouška otěruvzdornosti za mokra byla provedena na základě normy ČSN EN ISO 11998, která je určená pro venkovní a vnitřní povrchové úpravy stavebních konstrukcí a dílců. Nátěrový film byl pro testování nanesen na speciální černé testovací panely firmy LANETA o rozměru 165 x 432 mm. Před testováním byl vzorek zvážen a vlastní obrušování bylo provedeno abrazivními tampony za stálého promývání vodou na přístroji Elcometer 1720 při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %. Po ukončení testu byl vzorek omyt a po vyschnutí opět zvážen. Vyhodnocení zkoušky bylo provedeno výpočtem průměrné tloušťky NH podle rovnic (16) a (17). Měření bylo provedeno u každého vzorku 3x při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %, ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.

$$L = \frac{m_1 + m_2}{A} \quad (16)$$

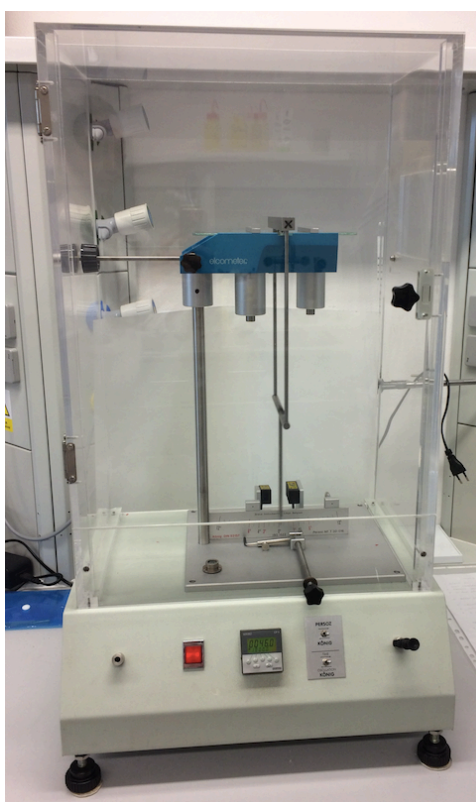
$L$  – hodnota úbytku hmotnosti nátěru [ $\text{g}/\text{m}^2$ ];  $A$  – plocha [ $\text{m}^2$ ];  $m_1$  – počáteční hmotnost zkušební vzorku [g];  
 $m_2$  – hmotnost suchého zkušební vzorku po 200 cyklech otěru [g]

$$L_{dif} = \left( \frac{m_1 + m_2}{\rho_{nv}} \right) \times \frac{1}{A} = \frac{L}{\rho_{nv}} \quad (16)$$

$L_{dif}$  – úbytek tloušťky suchého nátěru [ $\mu\text{m}$ ];  $\rho_{dif}$  – hustota netěkavých složek nátěru [ $\text{g/ml}$ ];  $A$  – plocha [ $\text{m}^2$ ];  $m_1$  – počáteční hmotnost zkušební vzorku [ $\text{g}$ ];  $m_2$  – hmotnost suchého zkušební vzorku po 200 cyklech otěru [ $\text{g}$ ]

### 3.7.3.5 Stanovení tvrdosti nátěrového filmu tlumením kyvadla

Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 1522 (67 3076) metodou Persoz. Měření tvrdosti dle Persoze bylo provedeno na přístroji Elcometer (viz Obrázek 21) s váhou kyvadla 500 g a délkou 435 mm, přičemž kyvadlo dosedalo na nátěrový film nanesený na skleněném panelu dvěma ocelovými kuličkami o průměru 8 mm.



**Obrázek 21** Kyvadlový přístroj Elcometer, typ Persoz

Podstatou této metody je stanovení počtu kmitů při útlumu kyvadla nátěrem z amplitudy  $12^\circ$  na  $4^\circ$ . Pro kalibraci kyvadla byl na začátku a konci měření proměřen skleněný standard, který má tvrdost 100 % a poté byl proměřen vzorek na třech místech nátěrového filmu o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  při teplotě  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5\%$ . Ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr, ze kterého byla vyjádřena tvrdost nátěru v procentech vztahených k tvrdosti skleněného standardu, podle rovnice (18).

$$\text{tvrdost} [\%] = \frac{\text{počet kmitů}_{\text{vzorek}}}{\text{počet kmitů}_{\text{standard}}} \times 100 \quad (18)$$

### 3.7.3.6 Stanovení tvrdosti nátěrového filmu dle Buchholze

Stanovení tvrdosti nátěru dle Buchholze bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 2815 (67 3072). Měření tvrdosti nátěrového filmu bylo provedeno na vtiskovém přístroji (viz obrázek 22) pro měření délky vtláčení ostří, ve formě kovového pravoúhlého bloku.



**Obrázek 22 Buchholzův přístroj pro stanovení tvrdosti nátěrů**

Měření bylo provedeno na vodorovném povrchu zkušebního nátěru o tloušťce  $50 \pm 10$   $\mu\text{m}$  při působení přídatného závaží  $500 \pm 5$  g a doba kontaktu se vzorkem činila  $35 \pm 1$  s. Délka vtisku byla odečtena na stupnici přístroje při osvětlení pod úhlem světelných paprsků větší než  $60^\circ$ . Vzorek byl proměřen na třech místech při teplotě  $23 \pm 2$   $^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %. Ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr a hodnota odolnosti proti vrypu byla vypočtena pomocí rovnice (19):

$$\text{Odolnost proti vrypu} = \frac{100}{\text{délka vrypu [mm]}} \quad (19)$$

### 3.7.3.7 Stanovení odolnosti proti náhlým změnám teploty

Stanovení odolnosti proti náhlým změnám teploty bylo provedeno dle normy ČSN 73 2681. Odolnost nátěrových filmů je do značné míry ukazatelem fyzikálně mechanických vlastností nátěrového filmu nebo jiných technologických vlastností NH. Při náhlých změnách teploty může docházet v nátěrovém filmu k defektům a různým poškozením jako jsou např. praskliny nebo trhliny. Stanovení odolnosti bylo založeno na střídavém působení vysokých a nízkých teplot na nátěrový film a následném stanovení změny dekorativních a ochranných vlastností. Během jednoho cyklu byl nátěrový film vystaven působení teploty  $70$   $^\circ\text{C}$  po dobu 45-50 minut s následným ostřikem studenou vodou po dobu 5-10 minut.

### 3.7.3.8 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci hloubením

Zkouška hloubením byla provedena dle normy ČSN EN ISO 1520 (67 3081) na hloubícím Erichsonově přístroji TESTER 102004007 zobrazeném na obrázku 23. Principem metody je vtlačování vrcholu polokulovitěho vtlačovacího tělesa o průměru 10 mm do ocelového panelu, na který byl nanesen zkoumaný nátěr o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  a hodnocení jeho odolnosti vůči popraskání nebo odlupování od podkladu. Vzorek byl upnut mezi upínací prstenec a matici tak, aby středová osa vtlačovacího tělesa byla od jakékoli hrany plechu vzdálena minimálně 35 mm s nátěrem směrem k matici. Vtlačování vtlačovacího tělesa probíhalo konstantní rychlostí, do doby, kdy byla pozorována první degradace nátěru, nebo dokud nebylo dosaženo předepsané hloubky vtisku. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x při teplotě  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5 \%$ .



**Obrázek 23 Erichsonův přístroj pro deformaci hloubením**

### 3.7.3.9 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem

Stanovení odolnosti nátěrového filmu padajícím závažím bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 6272 (67 3018). Principem metody je hodnocení odolnosti nátěrového filmu o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  vůči popraskání nebo odlupování od podkladu při deformaci padajícím závažím. Měření bylo provedeno na přístroji Elcometer s kovovým padajícím závažím o hmotnosti 1000 g s koncem ve tvaru polokoule o průměru  $20 \pm 1 \text{ mm}$  zobrazený na obrázku 24, přičemž síla úderu je dána výškou umístění závaží. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x při teplotě  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5 \%$ .



**Obrázek 24** *Přístroj Elcometr pro deformaci úderem*

#### *3.7.3.10 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu*

Ohybová zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 1519 (67 3018) na zařízení Elcometer pro ohybovou zkoušku se sadou trnů o průměru 2, 4, 5 a 6 mm (viz obrázek 25). Principem metody je ohýbání ocelového panelu, na který byl nanesen zkoumaný nátěr o tloušťce  $50\pm 10\ \mu\text{m}$  přes válcový trn a hodnocení jeho odolnosti vůči popraskání nebo odlupování od podkladu. Vzorky byly vždy do stojanu vkládány tak, aby byl nátěr při ohýbání směrem ven. Ohnutí bylo provedeno do úhlu  $180^\circ$  a postupovalo se od trnu s největším průměrem po trn s nejnižším průměrem, dokud nedošlo k degradaci nátěru. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x při teplotě  $23\pm 2\ ^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5\ \%$ .


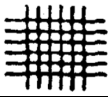


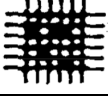
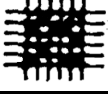


**Obrázek 25** *Přístroj Elcometer pro deformaci ohybem*

### 3.7.3.11 Stanovení přilnavosti nátěrového filmu mřížkovou metodou

Stanovení přilnavosti nátěrového filmu bylo provedeno dle normy ČSN ISO 2409 (67 3085). Podstatou metody je určení odolnosti nátěru k oddělení od podkladu při zhotovení řezu až k podkladu nejprve v jednom směru a poté ve směru kolmém za vzniku mřížky. Řez byl proveden pomocí řezacího nože Cross Cut s šesti paralelními noži vzdálenými od sebe 1 mm na nátěrovém filmu o tloušťce  $50\pm 10$   $\mu\text{m}$  a se vzdálenými od sebe 3 mm na nátěrovém filmu o tloušťce  $100\pm 10$   $\mu\text{m}$ . Po zhotovení mřížky bylo vizuálně hodnoceno poškození podle klasifikační škály od 0 do 5, kdy 0 je nejlepší (viz tabulka 8).

**Tabulka 8 Klasifikační škála hodnocení poškození nátěru u mřížkové zkoušky**

Hodnocení přilnavosti	Vzhled	Projevy poškození
0		Okraje řezů jsou hladké, žádný čtverec nevykazuje stopy po odloupenutí.
1		Nepatrné odloupenutí v místech křížení řezů s poškozením nátěru do 5 % z celkové plochy.
2		Nepatrné nebo částečné odloupenutí v místech křížení řezů s poškozením nátěru 5–15 % celkové plochy.
3		Částečné nebo úplné odloupenutí v místech křížení řezů, nebo podíl řezů s poškozením nátěru 15–35 % celkové plochy.
4		Na povrchu nátěru jsou viditelné velké změny s poškozením mřížky v rozmezí 35–65 %.
5		Poškození, které je větší než u stupně 4

### 3.7.3.12 Stanovení celkové mechanické odolnosti

Na základě změřených hodnot mechanických zkoušek (odolnost vůči ohybu přes válcové trny, odolnost vůči volnému pádu závaží na rub a líc, odolnost vůči hloubení a stanovení přilnavosti nátěrového filmu) byla zjištěna celková odolnost nátěru o tloušťce  $50\pm 10$   $\mu\text{m}$  sjednocením výsledků dle stupnice v tabulce 9 určené pro hodnocení mechanických vlastností NH.

Tabulka 9 Stupnice hodnocení mechanické odolnosti

Stupnice pro hodnocení fyzikálně- mechanických vlastností	Ohyb [mm]	Úder		Hloubení [mm]	Přilnavost [stupeň]
		Rub [cm]	Líc [cm]		
100	4	100	100	10	0
95					
90	6	80	80	8	1
85					
80					
75	8	60	60	6	2
70					
65					
60					
55	10	40	40	4	3
50					
45					
40					
35					
30	12	20	20	2	4
25					
20					
15					
10					
5					
0	16	0	0	0	5

Z těchto přiřazených hodnot byla následně vypočtena celková fyzikálně-mechanická odolnost dle rovnice (20):

$$\text{Celková fyzikálně – mechanická odolnost} = \frac{Y_1+Y_2+Y_3+Y_4+Y_5}{5} \quad (20)$$

$Y_1$  – hodnota odolnosti nátěru při ohybu na válcovém trnu;  $Y_2$  – hodnota odolnosti nátěru při úderu (rub);

$Y_3$  – hodnota odolnosti nátěru při úderu (líc);  $Y_4$  – hodnota odolnosti nátěru při hloubení;

$Y_5$  – hodnota přilnavosti nátěru

### 3.7.4 Stanovení chemické a korozní odolnosti nátěrového filmu

#### 3.7.4.1 Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči methylethylketonu

Stanovení chemické odolnosti nátěru vůči methylethylketonu bylo provedeno na základě normy ASTM D-4752-10 otěrovým testem. Principem metody je schopnost nátěru odolávat účinkům methylethylketonu, který účinně rozpouští shluky organických polymerních řetězců nebo způsobuje bobtnání polymerní sítě. Zkouška byla provedena na skleněných panelech s tloušťkou nátěrového filmu 50  $\mu\text{m}$  pomocí vatové tyčinky namočené do roztoku methylethylketonu. Touto tyčinkou byly po nátěru prováděny tzv. dvojtahy s rychlostí přibližně 1 dvojtah/s. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  %. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí tabulky 10.

**Tabulka 10 Stupně hodnocení otěrového testu vůči methylethylketonu**

Stupeň poškození	Projevy poškození
0	Úplné obnažení podkladu
1	Značné a hluboké narušení nátěrového filmu, ale již ne až na podklad
2	Zřetelné poškození nátěrového filmu
3	Lehké poškození nátěrového filmu
4	Povrch nátěru bez poškození s vyleštěním otírané plochy a na otěrové gáze je pouze nepatrné množství nátěrového filmu
5	Povrch nátěru bez vyleštění a ani nejsou zbytky nátěru na gáze

#### 3.7.4.2 Stanovení odolnosti nátěru proti tvorbě osmotických puchýřů

Stanovení odolnosti nátěru proti tvorbě osmotických puchýřů bylo provedeno dle normy ČSN EN 13523-27 (67 3086) Sandwich-testem. Principem metody je stanovení sorpčních vlastností nátěrového filmu ve vztahu k osmotickým dějům (vznik osmotických puchýřů) v prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Osmotické puchýře vznikají jsou-li pod povlakem nebo v povlaku přítomny rozpustné soli, které se v kontaktu s difundující vodou rozpouští na koncentrované roztoky a díky osmotické hnačí síle a semipermeabilitě nátěru dochází k transportu další vody z okolního prostředí do puchýřů. Zkouška byla provedena na hliněných panelech s tloušťkou nátěru 50  $\mu\text{m}$ . Zaschlé vzorky byly po dvou směrem k nátěrům prokládány filtračním papírem přesahující okraje, který byl předem máčeny v destilované vodě po dobu 30 minut. Následně byly pevně převázány a vloženy do PE sáčku, který byl také převázán. Poté byly vloženy do termostatu s teplotou  $40\pm 2$  °C a hodnoceny po 24, 48, 120, 168 a 240 hodinách. Při každé kontrole se vždy znovu provedli všechny dílčí postupy pro provedení



zkoušky. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr a hodnocen dle normy ASTM D 714-87.

#### *3.7.4.3 Zrychlená ponorová zkouška odolnosti nátěrů dle Machu a Schiffmana*

Zrychlená ponorová zkouška chemické odolnosti organických povlaků dle Machu a Schiffmana byla provedena na základě normy ČSN 67 3087. Zkouška byla provedena na ocelových panelech s tloušťkou nátěrového filmu  $100\pm 10$   $\mu\text{m}$  opatřené křížovým zkušebním řezem až na podklad o délce 8 cm. Takto připravené vzorky byly umístěny do reakčního roztoku, který se skládal z 50 g NaCl, 10 ml (30%)  $\text{H}_2\text{O}_2$  a destilované vody doplněné na 1000 ml. Do roztoku byly vzorky umístěny tak, aby mezi nimi byla minimální vzdálenost 15 mm, a aby na 1000 ml zkušebního roztoku připadaly nejvýše 4 vzorky. Při zkoušce byla stanovena velikost plochy nátěru, odpovídající ztrátě přilnavosti k podkladu v okolí řezu.

#### *3.7.4.4 Zrychlený laboratorní test pro zjištění bleskové koroze*

Zrychlený laboratorní test pro zjištění bleskové koroze byl provedeno na základě normy ČSN EN ISO 8501-4 určené pro rychlé zjištění korozní odolnosti vodou ředitelných NH. Měření bylo provedeno na nátěrech o tloušťce 50  $\mu\text{m}$  zhotovených na ocelových panelech. Takto připravené vzorky byly ponechány vysychat při teplotě  $23\pm 2$   $^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 5$  % po dobu 2 hodin, po této době byly vzorky zhodnoceny a umístěny na 16 hodin do lednice s teplotou vzduchu 5  $^{\circ}\text{C}$ . Po vyjmutí z lednice byly rovnoměrně přes celý nátěr pokryty filtračním papírem máčeným v destilované vodě a zatíženy sklem, aby se docílilo 100 % kontaktu nátěru s vodou, která se nechala působit na nátěrový film po dobu 2 hodin při laboratorní teplotě. Po odstranění filtračního papíru a osušení vzorků byly opět vyhodnoceny korozní projevy dle stupnice ASTM D 610-85 a jodové číslo dle Jodometrické stupnice. Měření bylo provedeno pro každý vzorek 3x a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr.

#### *3.7.4.5 Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám*

Stanovení odolnosti nátěrového filmu vlhkým atmosférám bylo provedeno na základě normy ČSN 03 8131. Vzorky na ocelových panelech oblepené těsnící samolepicí páskou byly opatřeny zkušebním řezem až na podklad o délce 8 cm. Takto připravené vzorky s tloušťkou  $100\pm 10$   $\mu\text{m}$  byly umístěny do kondenzační komory s atmosférou 100 % relativní vlhkostí vzduchu, kde byly nepřetržitě exponovány při teplotě  $38\pm 2$   $^{\circ}\text{C}$ . Po expozici byl vyhodnocen stupeň puchýřovatení dle normy ASTM D 714-87 a byly vyhodnoceny korozní projevy na nátěru dle stupnice ASTM D 610-85. Po vyhodnocení korozních projevů na nátěru byl nátěrový

film odstraněn pomocí odstraňovače nátěrů a následně byly vyhodnoceny korozní projevy v ploše panelů.

#### *3.7.4.6 Stanovení odolnosti neutrální solné mlže*

Stanovení odolnosti nátěrového filmu v neutrální solné mlže bylo provedeno na základě normy ČSN ISO 9227, která stimuluje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů jako jsou přímořské oblasti nebo posolené silnice. Zkušební vozky oblepené těsnící samolepící páskou byly opatřeny zkušebním řezem až na podklad o délce 8 cm. Zkouška byla provedena v solné komoře (viz obrázek 26) do které byly umístěny vzorky s tloušťkou  $100\pm 10\ \mu\text{m}$  na něž působila 5 % mlha NaCl za zvýšené vlhkosti vzduchu a při teplotě  $35\pm 1\ \text{°C}$ . Po vyhodnocení korozních projevů na nátěru byl nátěrový film odstraněn pomocí odstraňovače nátěrů a následně byly vyhodnoceny korozní projevy v ploše panelů.



**Obrázek 26 Solná kondenzační truhlová komora SKB400ATR, převzato z [96]**

#### *3.7.4.7 Zrychlená cyklická zkouška s expozicí v solné mlze v kombinaci se střídáním teplot*

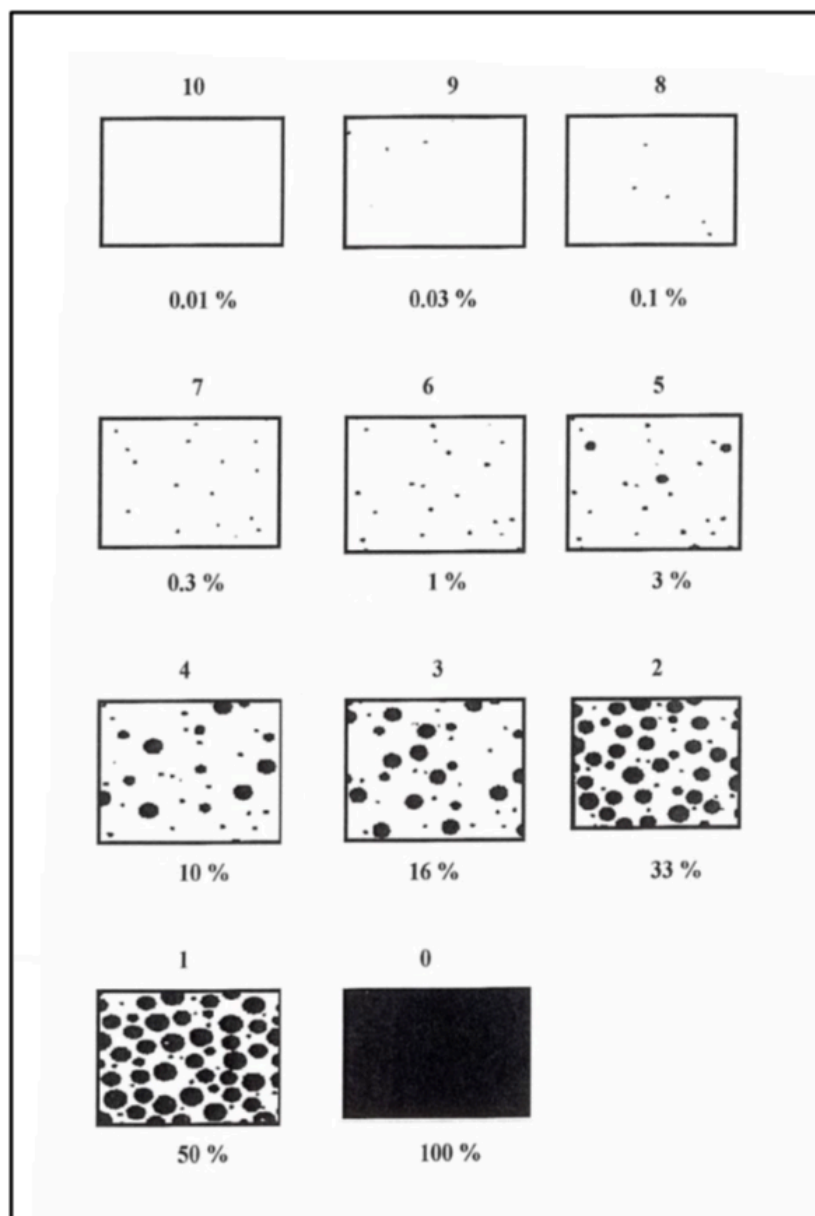
Zrychlená korozní zkouška s vloženými cykly střídání teplot vychází ze zkoušky v korozním prostředí neutrální mlhy NaCl dle normy ČSN ISO 9227 a ze zkoušky pro stanovení odolnosti NH proti střídání teplot dle normy ČSN 67 3098. Zkouška byla provedena na ocelových a hliníkových panelech s tloušťkou nátěrového filmu  $100\pm 10$   $\mu\text{m}$  oblepené těsnící samolepící páskou, na které byl zhotoven zkušební řez až na podklad o délkou 8 cm. Takto připravené vzorky byly vystaveny cyklům trvajících 96 hodin. Jeden cyklus se skládal ze čtyř 24 hodinových intervalů: z expozice v prostředí neutrální mlhy NaCl za teploty  $35\pm 1$   $^{\circ}\text{C}$ , vystavení vlivům zvýšené teplotě ( $60$   $^{\circ}\text{C}$ ), opětná expozice v prostředí neutrální mlhy NaCl za teploty  $35\pm 1$   $^{\circ}\text{C}$  a vystavení vlivům nízké teploty ( $-20$   $^{\circ}\text{C}$ ). Po vyhodnocení korozních projevů na nátěru byl nátěrový film na ocelových panelech odstraněn pomocí odstraňovače nátěrů a následně byly vyhodnoceny korozní projevy v ploše panelů.

#### *3.7.4.8 Hodnocení vzhledu nátěrového filmu a stupně koroze*

Vyhodnocení korozních projevů po provedení zrychlených korozních zkoušek bylo provedeno u všech zkušebních panelů dle subjektivních metod a získané výsledky byly zpracovány dle norem ASTM. Byl hodnocen jak povrch nátěrového filmu, tak i povrch kovového podkladu pod nátěrem. Ze získaných údajů byla zjištěna celková antikorozní účinnost vycházející z tabulek uvedených u norem ASTM.

#### Hodnocení podkorodování v ploše podkladu

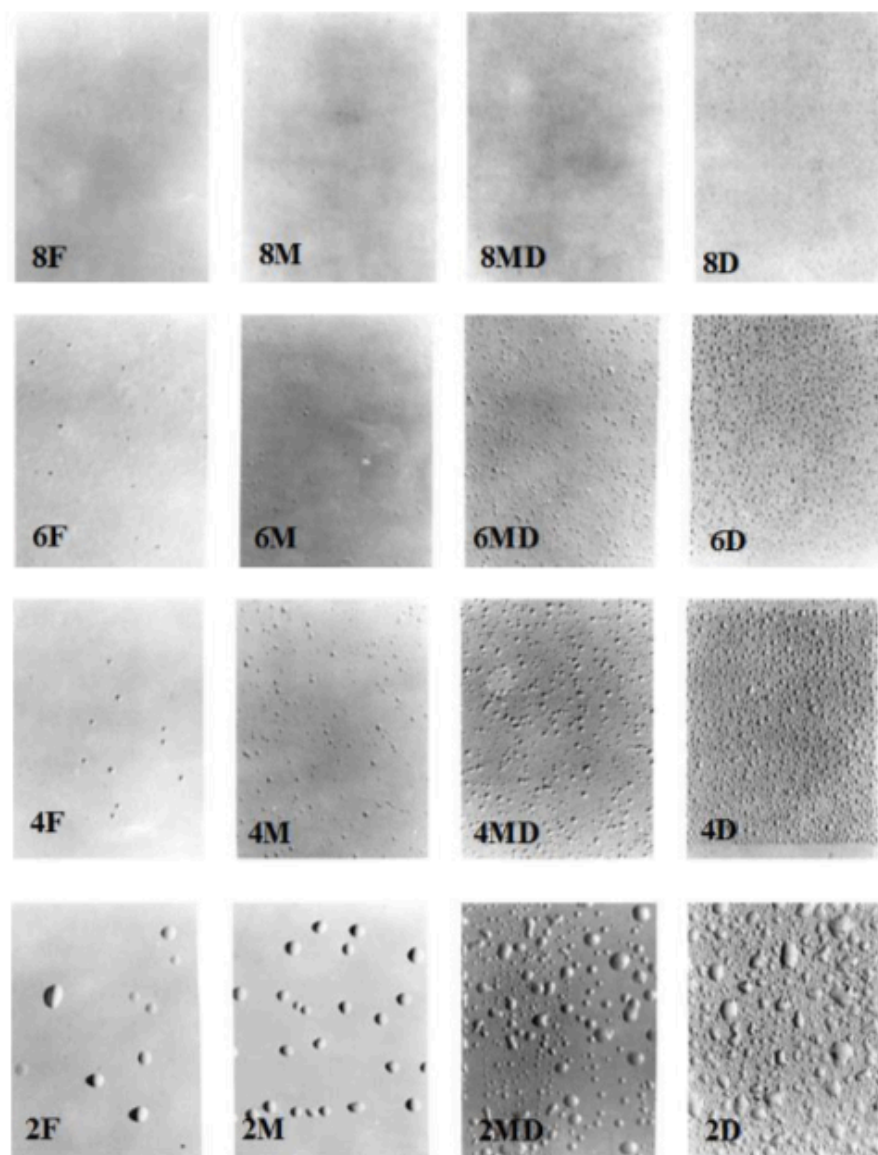
Vyhodnocení ochranné funkce organického povlaku proti podkorodování bylo provedeno dle normy ASTM D 610-85. Hodnocení bylo provedeno vizuálně na ocelových panelech po odstranění nátěru podle standardů zobrazených na obrázku 27, které vyjadřují procentuální podkorodování nátěrového filmu. Stejným způsobem byly hodnoceny i projevy bleskové koroze a prokorodování.



*Obrázek 27 Stupnice korozních projevů dle ASTM D 610-85*

### Hodnocení puchýřů

Hodnocení puchýřů bylo provedeno dle normy ASTM D 714-87, která udává odolnost organického povlaku ke tvorbě defektů vlivem difuze prostředí nátěrem k podkladu a porušení tím jeho přilnavosti. Hodnocení bylo provedeno dle fotografických standardů (viz obrázek 28). Standardy jsou rozděleny do čtyř skupin podle velikosti puchýřů označených číslicemi 8, 6, 4 a 2 (8 pro nejmenší a 2 pro největší) a četností puchýřů označených písmeny F (few), M (medium), MD (medium dense) a D (dense). Stejným způsobem byly hodnoceny i puchýře v řezu.



***Obrázek 28 Stupnice k hodnocení stupně puchýřovatení povrchu organického povlaku dle normy ASTM D 714-87***

### Hodnocení koroze v řezu

Hodnocení koroze zkušebního řezu bylo provedeno dle normy ASTM D 1654-92, která posuzuje, zda jsou aktivní složky nátěru schopny zabránit šíření koroze z místa mechanického poškození. Vyhodnocení bylo provedeno vizuálně podle pravítka na ocelových panelech po odstranění nátěru a hodnocena byla šířka poškození v milimetrech vzniklá vlivem koroze vypočítaná podle rovnice (21).

$$M = C - \frac{W}{2} \quad (21)$$

$M$  – podrezivění v řezu [mm];  $C$  – šířka podrezivění v řezu [mm];  $W$  – šířka řezu [mm]

Celkové hodnocení korozních zkoušek (celková antikoroziční účinnost, komplexní účinnost)

Na základě získaných hodnot antikoroziční účinnosti nátěru (stupeň puchýřovatení, koroze v řezu a podkorodování podkladu) byla dle normy ČSN ISO 2409 zjištěna sjednocením výsledků dle stupnice v tabulka 11 určené pro hodnocení antikoroziční účinnosti.

*Tabulka 11 Stupnice hodnocení antikoroziční účinnosti dle normy ČSN ISO 2409*

Stupnice pro hodnocení antikoroziční účinnosti	Hodnocení dle ASTM D 714-87 [st.]	Hodnocení dle ASTM D 1654-92 [mm]	Hodnocení dle ASTM D 610-85 [%]
100		0	< 0,03
95			0,1
90		0 – 0,5	0,3
85			
80		0,5 – 1,0	1
75	8F		
70	6F	1,0 – 2,0	3
65	4F		
60	2F	2,0 – 3,0	10
55	8M		
50	6M	3,0 – 5,0	
45	4M		
40	2M	5,0 – 7,0	16
35	8MD		
30	6MD	7,0 – 10	
25	4MD		
20	2MD	10 – 13	33
15	8D		
10	6D	13 – 16	
5	4D		
0	2D	> 16	> 50

Z těchto přiřazených hodnot byla následně vypočtena celková antikoroziční účinnost dle rovnice (22).

$$\text{Antikoroziční účinnost} = \frac{A+B+C}{3} \quad (22)$$

*A* – hodnota ASTM D 714-87; *B* – hodnota ASTM D 1654-92; *C* – hodnota ASTM D 610-85

### 3.7.5 Stanovení antimikrobiální účinnosti

#### 3.7.5.1 Stanovení antibakteriální účinnosti nátěrového filmu

Stanovení antibakteriálních účinků nátěrových filmů bylo provedeno na základě normy ISO 22196 (JIS Z 2801) difúzní analýzou. Pro testování byly připraveny 24 hodinové kultury bakterií, které byly kultivovány na živném MPA agaru při teplotě 37 °C. Pomocí McFarlandovy zákalové stupnice byly bakteriální kultury rozsuspendovány ve sterilním fyziologickém roztoku do zákalu o hodnotě 1 s následným řaděním na denzitu přibližně 10<sup>6</sup> cfu/ml.

Do středu Petriho misky s MPA živným agarem byl sterilní pinzetou umístěn vzorek nátěrem směrem vzhůru. Na takto připravené misky bylo pomocí mikropipety nanášeno 0,1 ml suspenze bakteriálních buněk o denzitě 10<sup>6</sup> cfu/ml a pomocí L-hokejky byla suspenze rovnoměrně rozprostřena po celém povrchu. Takto inokulované vzorky byly inkubovány při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin. Kontrola denzity byla provedena vyočkováním suspenze na čistý živný agar, který by po inkubaci měl obsahovat 300 bakteriálních kolonií. Po inkubaci byl odečten nárůst bakteriálních kolonií na testovaném materiálu, popř. i v jeho okolí.

Poté byl vzorek pomocí sterilní pinzety obtisknut nátěrem na čistý živný agar a inkubace probíhala opět při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin. Po inkubaci byl odečten nárůst bakteriálních kolonií v procentech. Testování pro každý vzorek bylo provedeno 2x.

#### 3.7.5.2 Stanovení antifungistické účinnosti nátěrového filmu

Stanovení antifungistických účinků nátěrových filmů bylo provedeno na základě normy ISO 22196 (JIS Z 2801) difúzní analýzou. Pro testování byly připraveny 5-ti denní dobře osporované kultury plísní, které byly kultivovány ve zkumavkách na šikmém MALT agaru při laboratorní teplotě 24-25 °C. Do takto připravených zkumavek bylo napipetováno 5 ml sterilního fyziologického roztoku a 100 µm TWEEN® 20, protřepáním byla připravena suspenze spor. Suspenze byla přelita do Erlenmeyerovy baňky s perlami, která protřepáním zajistila rozrušení shluků spor a jejich rovnoměrné rozprostření v objemu. Požadovaná denzita 10<sup>6</sup> buněk/ml byla zajištěna řaděním dle potřeby a zjištěna pomocí mikroskopu spočítáním spor v Bürkerově komůrce.

Do středu Petriho misky s MALT agarem byl sterilní pinzetou umístěn vzorek nátěrem směrem vzhůru. Na takto připravené misky bylo napipetováno 0,1 ml suspenze spor o denzitě 10<sup>6</sup> buněk/ml a pomocí L-hokejky byla suspenze rovnoměrně rozprostřena po celém povrchu. Kontrola denzity byla provedena vyočkováním suspenze na čistý MALT agar. Takto inokulované vzorky byly inkubovány při laboratorní teplotě 24-25 °C po dobu 5-7 dní. Po inkubaci byl odečten nárůst na testovaném materiálu, popř. i v jeho okolí.

## 4 VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ

### 4.1 Vyhodnocení vodou ředitelných disperzí pro lakařské účely

Hodnoceno bylo pět typů vodou ředitelných pojiv, z nich dvě byly syntetizovány a testovány, konkrétně akrylátové pryskyřice s 0 % a 1,5 % nanočástic MgO a tři srovnávací vodou ředitelná komerční pojiva, konkrétně akrylát-styrenová pryskyřice Acronal® PRO 780, akrylát-uretanová pryskyřice NeoPac E 121 a epoxidová pryskyřice CHS-Epoxy 200 V 55.

V dalším textu jsou pro pojiva použity zkratky: akrylátové pryskyřice s 1,5 % nanočástic MgO – LM, akrylátové pryskyřice s 0 % nanočástic MgO – L0, akrylát-styrenová pryskyřice Acronal® PRO 780 – A, akrylát-uretanová pryskyřice NeoPac E 121 – N a epoxidová pryskyřice CHS-Epoxy 200 V 55 – E.

#### 4.1.1 Vyhodnocení vlastností pojiv

##### 4.1.1.1 Základní vlastnosti pojiva

Tabulka 12 zobrazuje základní charakteristické vlastnosti hodnocených pojiv, které byly získány pomocí metod uvedených v kapitolách 3.7.1.1–3.7.1.6.

*Tabulka 12 Základní vlastnosti hodnocených pojiv*

Použité pojivo	Obsah koagulátu [%]	Sušina [%]	pH	Viskozita [mPa.s]	Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	MFFT [°C]
LM	12,08	52,58	10,34	8,28	1,0501	1,9
L0	0	50,98	8,44	27,87	1,0131	5,8
A	-	51,67	7,86	264	1,0381	16,5
N	-	36,60	8,15	75	1,0091	1,2
E	-	55,02	7,76	407	1,0831	5,1

##### 4.1.1.2 Výsledky změny stability syntetizovaných latexů při skladování

Hodnocení stability bylo provedeno ponecháním syntetizovaných latexů v sušárně při teplotě 50 °C po dobu 1 měsíce (odpovídající cca ½ roku skladování) a po dobu 2 měsíců (odpovídající cca 1 roku skladování) metodou uvedenou v kapitole 3.7.1.11. Tabulka 13 zobrazuje změnu stability u sledovaných parametrů.



**Tabulka 13 Stabilita syntetizovaných latexů při skladování**

Sledované parametry	Počáteční hodnoty		Po 1 měsíci v sušárně		Po 2 měsících v sušárně	
	LM	L0	LM	L0	LM	L0
pH	10,34	8,44	9,78	8,34	9,01	8,20
Viskozita [mPa.s]	8,28	27,87	8,23	26,68	8,21	25,9
Velikost částic [nm]	181,8	140,3	193,3	140,4	194,6	140,2
Zeta potenciál [mV]	-30,9	-39,0	-21,1	-39,9	-23,3	-49,9

#### 4.1.1.3 Výsledky obsahu nanočástic syntetizovaných latexů pomocí obsahu popela a ICP-OES

Pro stanovení reálného obsahu MgO nanočástic v akrylátovém latexu byl u syntetizovaných akrylátových disperzí stanoven obsah popela (viz kapitola 3.7.1.8) a obsah kovu metodou ICP-OES (viz kapitola 3.7.1.9). Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 14 včetně výsledku obsahu popela MgO získaného odečtením nespalitelného podílu změřením akrylátového latexu bez nanočástic.

**Tabulka 14 Obsah nanočástic pomocí obsahu popela a ICP-OES**

Použité pojivo	Stanovení pomocí obsahu popela			Stanovení pomocí ICP-OES	
	Teoretický obsah nanočástic [%]	Obsah popela [%]	Obsah nanočástic [%]	Obsah kovu [mg/kg]	Obsah kovu [%]
LM	1,5	1,474	1,22	6680	0,67
L0	0	0,255	0,0	0,713	0

#### 4.1.2 Vyhodnocení fyzikálně-mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrů

##### 4.1.2.1 Vyhodnocení vizuálních vlastností nepigmentovaných nátěrových filmů

Vizuální vlastnosti nátěrového filmu jsou hodnoceny pomocí vzhledu, lesku a tloušťky s metodikou provedení dle kapitol 3.7.3.1–3.7.3.3. Hodnoty vzhledu nátěrových filmů jsou uvedeny v tabulce 15, které byly odečteny po 10 dnech vysychání. Lesk nátěrových filmů byl hodnocen po 1, 2, 7, 14, 21, 28, 35 a 42 dnech pro případnou indikaci destruktivních pochodů v nátěru jejichž výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 16. Tloušťka nátěrového filmu pojiv byla měřena také v čase, ale z důvodu konstantní tloušťky je uvedena v tabulce 17 pouze jako konstantní hodnota.

**Tabulka 15 Vzhled nepigmentovaných nátěrových filmů**

Použité pojivo	Vzhled				
	Zákal (Z)	Částice (Č)	Bubliny (B)	Praskliny (X)	Povrch (P)
LM	1	1	1	1	1
L0	1	2	1	1	1
A	2	2	1	1	1
N	1	2	1	1	1
E	2	1	2	1	2

**Tabulka 16 Lesk nepigmentovaných nátěrových filmů v čase**

Doba měření [dny]	úhel	Lesk [GU]				
		LM	L0	A	N	E
1.	20°	137	139	104	123	134
	60°	134	136	127	124	137
	85°	105	108	103	105	105
2.	20°	138	139	86,2	138	143
	60°	134	135	116	148	155
	85°	105	108	101	112	109
7.	20°	137	139	77,6	150	152
	60°	134	135	115	151	154
	85°	105	108	96,4	110	106
14.	20°	137	140	77,3	148	152
	60°	135	136	113	152	148
	85°	105	108	94,9	110	106
21.	20°	138	138	76,7	150	158
	60°	134	136	113	152	150
	85°	105	108	95,4	110	106
28.	20°	132	136	75,6	149	161
	60°	132	132	112	153	152
	85°	105	105	96,6	111	105
35.	20°	133	135	74,4	146	161
	60°	133	132	106	151	152
	85°	105	107	97,9	108	106
42.	20°	130	135	74,8	146	161
	60°	132	132	106	151	154
	85°	104	107	98,6	109	106

**Tabulka 17 Tloušťka nepigmentovaných nátěrových filmů**

Použité pojivo	Tloušťka nátěrového filmu [μm]	
	Sklo	Ocel
LM	40±5	46±5
L0	32±5	41±5
A	35±5	42±5
N	30±5	34±5
E	45±5	54±5

#### 4.1.2.2 Výsledky změny tvrdosti nepigmentovaných nátěrových filmů

U hodnocených povrchů byla stanovena tvrdost nátěrového filmu po 1, 2, 7, 14, 21, 28, 35 a 42 dnech pomocí tlumení kyvadla nátěrovým filmem dle Persoze (viz kapitola 3.7.3.5) a odolností proti vrypu vtiskovým přístrojem dle Buchholze (viz kapitola 3.7.3.6). Hodnoty časového průběhu tvrdosti jednotlivých nátěrových filmů jsou uvedeny pro měření dle Persoze v tabulce 18 a pro měření dle Buchholze v tabulce 19.

**Tabulka 18 Povrchová tvrdost nepigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Persoze**

Doba měření [dny]	Tvrdost nátěrového filmu [%]				
	LM	L0	A	N	E
1	16,99	18,25	33,41	29,29	16,02
2	22,09	23,95	38,54	34,48	24,21
7	22,17	23,79	44,80	43,32	27,71
14	22,54	24,18	45,77	44,19	30,88
21	22,48	24,08	46,03	47,57	36,45
28	22,71	25,23	46,26	48,66	40,89
35	22,84	27,03	46,92	49,07	40,90
42	22,99	27,25	47,13	50,34	41,29

**Tabulka 19 Odolnost proti vtisku nepigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Buchholze**

Doba měření [dny]	Odolnost proti vtisku				
	LM	L0	A	N	E
1	48	43	48	65	40
2	58	63	61	81	52
7	63	71	62	81	58
14	63	71	65	83	60
21	91	91	65	83	62
28	91	100	68	90	70
35	91	100	72	91	76
42	91	100	74	92	81

#### 4.1.2.3 Výsledky mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů

Mechanické vlastnosti nátěrového filmu byly hodnoceny pomocí odolnosti proti deformaci hloubením, úderem, ohybem a přilnavostí nátěru metodami popsány v kapitolách 3.7.3.8–3.7.3.11 a ze získaných hodnot byla vypočtena celková odolnost nátěrového filmu (viz kapitola 3.7.3.12). Zkoušky byly provedeny na ocelových panelech nátěrem od deformačního tělesa vyjma úderu provedeného na rub i líc a přilnavosti měřené na ocelových i skleněných

panelech. Nátěrové filmy byly před měřením ponechány 10 dní vysychat. Hodnoty měření jsou uvedeny v tabulce 20.

**Tabulka 20 Mechanické vlastnosti nepigmentovaných nátěrových filmů**

Použité pojivo	Hloubení [mm]	Úder		Ohyb [mm/trn]	Přilnavost [st.]		Celková odolnost [-]
		Rub [cm]	Líc [cm]		Sklo	Plech	
LM	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
L0	> 10	85	> 100	< 4	1	0	<b>97</b>
A	> 10	90	> 100	< 4	2	1	<b>94</b>
N	> 10	5	> 100	6	3	1	<b>74</b>
E	> 10	5	55	8	1	1	<b>72</b>

#### 4.1.2.4 Výsledky odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů proti náhlým změnám teploty

Hodnocení odolnosti pojiv vůči náhlým změnám teploty bylo provedeno dle postupu v kapitole 3.7.3.7 na nátěrových filmech nanesených na hliníkové panely, které byly ponechány 10 dní vysychat. U každého pojiva bylo provedeno předepsaných 25 cyklů. Po každém cyklu byla provedena prohlídka panelu a po ukončení zkoušky byla zjišťována přilnavost za mokra a za sucha, které byly porovnány s počátečními hodnotami. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 21.

**Tabulka 21 Změny dekorativních a ochranných vlastností nepigmentovaných nátěrových filmů po jejich vystavení náhlým změnám teploty**

Použité pojivo	Přilnavost [st.]		
	Počáteční hodnoty	Za mokra	Za sucha
LM	1	1	1
L0	1	1	1
A	2	2	2
N	1	1	1
E	1	1	1

#### 4.1.3 Vyhodnocení chemické a korozní odolnosti nepigmentovaných nátěrů

##### 4.1.3.1 Výsledky odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu

Hodnocení chemické odolnosti pojiv vůči methylethylketonu bylo provedeno metodou popsanou v kapitole 3.7.4.1 u nátěrových filmů na skleněných panelech vysychajících 28 dní. Hodnocení bylo provedeno po 50 dvojtazích, kde se hodnotil stupněm poškození (viz tabulka 10) a počet dvojtahů při kterých došlo k obnažení podkladu. Pokud se nepodařilo do 300 sekund obnažit podklad, byl test ukončen. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 22.

**Tabulka 22 Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu**

Použité pojivo	Stupeň hodnocení po 50 dvojtazích	Počet dvojtahů [s]
LM	4	> 300
L0	0	28
A	0	36
N	4	99
E	4	142

#### 4.1.3.2 Zrychlený laboratorní test pro zjištění bleskové koroze nepigmentovaných nátěrů

Projevy bleskové koroze byly hodnoceny u nátěrů na ocelových panelech po 2 hodinách od aplikace nátěru a po zrychleném laboratorním testu popsáném v kapitole 3.7.4.4 dle ASTM D 610-85. Současně bylo hodnoceno i jodové číslo dle Jodometrické stupnice. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 23.

**Tabulka 23 Odolnost nátěrových filmů proti vzniku bleskové koroze**

Použité pojivo	2 hodiny po natření		Po celém cyklu	
	BK [%]	JČ [st.]	BK [%]	JČ [st.]
LM	0,01	0,01	0,01	0,01
L0	0,1	4	3	8
A	1	6	3	12
N	0,01	0,01	0,01	0,01
E	0,01	0,01	0,01	0,01

#### 4.1.4 Antimikrobiální účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů

Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti pojiv byly připraveny zkušební vzorky podle postupu popsáném v kapitole 2.5.3 na kterých byla hodnocena antibakteriální a antifungální účinnost proti vybraným sbírkovým kulturám (viz kapitola 2.6.2). Antibakteriální účinnost byla stanovena difúzní analýzou a obtiskovou metodou popsanou v kapitola 3.7.5.1 a antifungální účinnost byla stanovena difúzní analýzou popsanou v kapitola 3.7.5.2. Výsledky měření jsou uvedeny v % účinnosti (tzn. 100 % - nenarostli žádné MO, 0 % - narostlo 300±20 kolonií).

#### 4.1.4.1 Antimikrobiální účinnost nepigmentovaných vodou ředitelných pojiv

Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti LM ve srovnání s L0 a A byla nejprve testována surová pojiva jejichž bakteriostatická a fungistatická účinnost je uvedena v tabulce 24 a bakteriocidní účinnost v tabulce 25.

**Tabulka 24 Mikrobistatická účinnost pojiv**

Pojivo	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
LM	90 %	80 %	70 %	100 %	50 %
Zóna inhibice	∅	∅	∅	∅	∅
L0	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Zóna inhibice	∅	∅	∅	∅	∅
A	90 %	70 %	50 %	0 %	0 %
Zóna inhibice	∅	∅	∅	∅	∅

**Tabulka 25 Baktericidní účinnost pojiv**

Pojivo	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
LM	80 %	70 %	50 %
L0	0 %	0 %	0 %
A	0 %	0 %	0 %

#### 4.1.4.2. Antimikrobiální účinnost syntetizovaných pojiv s běžnými přísadami nátěrových hmot

Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti syntetizovaných pojiv, byla sledována změna antimikrobiálních vlastností po přidání 2 hm. % a 10 hm. % pigmentů a plniv připravených postupem uvedeným v kapitole 3.4.1.

V dalším textu jsou pro pigmenty použity zkratky VK-Mg 30 F – VK-Mg, nanočástice oxidu zinečnatého – nano-ZnO, Blanc Fix – BF, Litopon 30 % - L, MicaCelia 100L-HT – S, Omyacarb – 1VA - 1VA a pro zinkovou bělobu, titanovou bělobu, uhličitan hořečnatý a sulfid zinečnatý byly použity jako zkratky jejich sumární vzorce. Výsledky měření mikrobiostatické a bakteriocidní účinnosti jsou uvedeny pro LM v tabulkách 26-29 a pro L0 v tabulkách 30-33.

**Tabulka 26 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s 2 hm. % běžných přísad**

LM + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 0,1 mm	100 % 0,1 mm	50 % ∅	100 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 1 mm	100 % ∅	95 % ∅	40 % ∅	100 % ∅
ZnO Zóna inhibice	100 % 3 mm	100 % 0,1 mm	70 % ∅	60 % ∅	100 % ∅
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	98 % ∅	95 % ∅	80 % ∅	10 % ∅	0 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	99 % ∅	95 % ∅	95 % ∅	50 % ∅	50 % ∅
BF Zóna inhibice	80 % ∅	70 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnS Zóna inhibice	95 % ∅	50 % ∅	50 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
L Zóna inhibice	90 % ∅	65 % ∅	50 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
S Zóna inhibice	60 % ∅	60 % ∅	45 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
1VA Zóna inhibice	60 % ∅	50 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
čistý Zóna inhibice	90 % ∅	80 % ∅	70 % ∅	100 % ∅	50 % ∅

**Tabulka 27 Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s 2 hm. % běžných přísad**

LM + OKP 2 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	95 %	90 %
Nano-ZnO	100 %	50 %	30 %
ZnO	100 %	95 %	40 %
TiO <sub>2</sub>	90 %	60 %	40 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	80 %	70 %
BF	75 %	60 %	40 %
ZnS	50 %	45 %	30 %
L	50 %	40 %	20 %
S	20 %	15 %	10 %
1VA	20 %	15 %	0 %
čistý	80 %	70 %	50 %



**Tabulka 28 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s 10 hm. % běžných přísad**

LM + OKP 10 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 8 mm	100 % 0,1 mm	100 % 0,1 mm	50 % ∅	100 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 1 mm	100 % ∅	95 % ∅	40 % ∅	100 % ∅
ZnO Zóna inhibice	100 % 3 mm	100 % ∅	70 % ∅	60 % ∅	100 % ∅
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % 0,5 mm	95 % ∅	85 % ∅	10 % ∅	0 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % 0,5 mm	100 % ∅	100 % ∅	50 % ∅	50 % ∅
BF Zóna inhibice	80 % ∅	70 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnS Zóna inhibice	90 % ∅	85 % ∅	50 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
L Zóna inhibice	90 % ∅	70 % ∅	60 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
S Zóna inhibice	60 % ∅	60 % ∅	50 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
1VA Zóna inhibice	60 % ∅	50 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
čistý Zóna inhibice	90 % ∅	80 % ∅	70 % ∅	100 % ∅	50 % ∅

**Tabulka 29 Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s 10 hm. % běžných přísad**

LM + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %
Nano-ZnO	100 %	60 %	40 %
ZnO	90 %	50 %	40 %
TiO <sub>2</sub>	90 %	40 %	30 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	90 %	70 %
BF	40 %	60 %	20 %
ZnS	50 %	40 %	35 %
L	50 %	40 %	20 %
S	30 %	20 %	10 %
IVA	20 %	15 %	0 %
čistý	80 %	70 %	50 %

**Tabulka 30 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s 2 hm. % běžných přísad**

L0 + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 1 mm	100 % ∅	100 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % ∅	95 % ∅	80 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnO Zóna inhibice	100 % ∅	90 % ∅	100 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	95 % ∅	95 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	0 % ∅	30 % ∅	60 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
BF Zóna inhibice	100 % ∅	30 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnS Zóna inhibice	20 % ∅	40 % ∅	10 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
L Zóna inhibice	40 % ∅	40 % ∅	30 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
S Zóna inhibice	0 % ∅	30 % ∅	20 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
1VA Zóna inhibice	0 % ∅	20 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
čistý Zóna inhibice	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	50 % ∅

**Tabulka 31 Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s 2 hm. % běžných přísad**

L0 + OKP 2 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	55 %	50 %	25 %
Nano-ZnO	20 %	15 %	15 %
ZnO	15 %	10 %	5 %
TiO <sub>2</sub>	20 %	25 %	10 %
MgCO <sub>3</sub>	15 %	10 %	10 %
BF	0 %	5 %	0 %
ZnS	20 %	20 %	5 %
L	0 %	0 %	0 %
S	0 %	10 %	10 %
1VA	0 %	0 %	0 %
čistý	0 %	0 %	0 %

**Tabulka 32 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s 10 hm. % běžných přísad**

L0 + OKP 10 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 1 mm	100 % ∅	100 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % ∅	95 % ∅	80 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnO Zóna inhibice	100 % ∅	90 % ∅	100 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % ∅	100 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	0 % ∅	30 % ∅	60 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
BF Zóna inhibice	100 % ∅	30 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
ZnS Zóna inhibice	20 % ∅	40 % ∅	10 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
L Zóna inhibice	40 % ∅	40 % ∅	30 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
S Zóna inhibice	0 % ∅	30 % ∅	20 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
1VA Zóna inhibice	0 % ∅	20 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
čistý Zóna inhibice	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅	0 % ∅

**Tabulka 33 Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s 10 hm. % běžných přísad**

L0 + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	60 %	70 %	30 %
Nano-ZnO	20 %	15 %	25 %
ZnO	15 %	0 %	5 %
TiO <sub>2</sub>	35 %	20 %	10 %
MgCO <sub>3</sub>	10 %	20 %	10 %
BF	5 %	0 %	0 %
ZnS	20 %	35 %	10 %
L	5 %	0 %	0 %
S	10 %	10 %	0 %
1VA	0 %	5 %	0 %
čistý	0 %	0 %	0 %

#### 4.1.4.3. Antimikrobiální účinnost syntetizovaných pojiv s antimikrobiálními aditivami

Pro hodnocení možného ušetření antimikrobiálních aditiv, konkrétně Zinc Omadine, Parmetol CF8, Parmetol BMX, Ultracide FA29 a Ultracide FA39 byla syntetizovaná pojiva naformulována postupem popsáním v kapitole 3.4.2. Zinc Omadine byl testován i v kombinaci s 2 hm. % vybraných neúčinnějších běžných přísad NH (viz kapitola 4.1.4.1). Množství použitého antimikrobiálního aditiva bylo zvoleno dle doporučení výrobce a nižší.

V dalším textu jsou pro antimikrobiální aditiva použity zkratky: Zinc Omadine – ZO, Parmetol CF8 – PC, Parmetol MBX – PM, Ultracide FA29 – U2 a Ultracide FA39 – U3. Výsledky měření mikrobistatické a baktericidní účinnosti jsou uvedeny pro LM v tabulkách 34-41 a pro L0 v tabulkách 42-49.

**Tabulka 34 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,3 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm	100 % 2 mm
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % > 20 mm	100 % 20 mm	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 7 mm
ZnO Zóna inhibice	100 % 20 mm	100 % 20 mm	100 % 5 mm	100 % > 20 mm	100 % 5 mm
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % > 20 mm	100 % 20 mm	100 % 3 mm	100 % > 20 mm	100 % 20 mm
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm	100 % 5 mm	100 % > 20 mm	100 % 20 mm
čistý Zóna inhibice	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm	100 % 5 mm	100 % 2 mm	100 % 5 mm

**Tabulka 35 Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,3 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %
Nano-ZnO	100 %	100 %	100 %
ZnO	100 %	100 %	100 %
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	100 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	100 %	100 %
čistý	100 %	100 %	100 %

**Tabulka 36 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,2 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 2 mm	100 % > 20 mm	100 % 1 mm
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 1 mm	100 % 10 mm	100 % 3 mm
ZnO Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 1 mm	100 % > 20 mm	100 % 2 mm
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % ∅	100 % 20 mm	100 % 10 mm
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 2 mm	100 % 1 mm	100 % 20 mm	100 % 10 mm
čistý Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 0,5 mm	100 % 10 mm	100 % 1 mm

**Tabulka 37 Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,2 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %
Nano-ZnO	100 %	100 %	100 %
ZnO	100 %	100 %	100 %
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	100 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	100 %	100 %
čistý	100 %	100 %	100 %



**Tabulka 38 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,1 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 8 mm	100 % 8 mm	100 % 0,5 mm	100 % 10 mm	100 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 2 mm	100 % 5 mm	100 % 0,5 mm	100 % 10 mm	100 % ∅
ZnO Zóna inhibice	100 % 0,5 mm	100 % 0,5 mm	100 % 0,5 mm	100 % > 20 mm	100 % 1 mm
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % 8 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % 10 mm	100 % 1 mm
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 0,8 mm	100 % ∅	100 % 10 mm	100 % 2 mm
čistý Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 8 mm	100 % 0,5 mm	100 % 10 mm	100 % 1 mm

**Tabulka 39 Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad**

LM + ZO 0,1 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %
Nano-ZnO	100 %	100 %	80 %
ZnO	100 %	100 %	70 %
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	80 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	95 %	90 %
čistý	100 %	100 %	90 %

**Tabulka 40 Mikrobistatická účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů LM s antimikrobiálními aditivami**

LM	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
PC 2 % Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 15 mm	100 % 5 mm	100 % 10 mm	100 % 10 mm
PC 1 % Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 15 mm	100 % 5 mm	100 % 10 mm	100 % ∅
PC 0,5 % Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 15 mm	100 % ∅	100 % 8 mm	100 % ∅
PC 0,3 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % 3 mm	100 % ∅
PM 0,4 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 2 mm	90 % ∅	80 % ∅	50 % ∅
PM 0,3 % Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 1 mm	80 % ∅	60 % ∅	50 % ∅
PM 0,2 % Zóna inhibice	100 % 3 mm	100 % ∅	80 % ∅	50 % ∅	50 % ∅
PM 0,1 % Zóna inhibice	100 % 1 mm	100 % ∅	70 % ∅	30 % ∅	25 % ∅
U2 2 % Zóna inhibice	20 % ∅	90 % ∅	20 % ∅	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm
U2 1 % Zóna inhibice	10 % ∅	80 % ∅	10 % ∅	100 % > 20 mm	100 % 10 mm
U2 0,3 % Zóna inhibice	10 % ∅	70 % ∅	0 % ∅	100 % 1 mm	100 % 10 mm
U2 0,1 % Zóna inhibice	10 % ∅	60 % ∅	0 % ∅	100 % > 20 mm	100 % ∅
U3 2 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % ∅	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm
U3 1 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % ∅	100 % 10 mm	100 % 10 mm
U3 0,8 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	90 % ∅	100 % 3 mm	100 % 1 mm
U3 0,5 % Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 5 mm	80 % ∅	100 % ∅	100 % ∅

**Tabulka 41 Baktericidní účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů LM s antimikrobiálními aditivami**

LM	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
PC 2 %	100 %	100 %	100 %
PC 1 %	100 %	100 %	20 %
PC 0,5 %	100 %	100 %	0 %
PC 0,3 %	100 %	100 %	0 %
PM 0,4 %	100 %	20 %	20 %
PM 0,3 %	100 %	20 %	20 %
PM 0,2 %	90 %	10 %	10 %
PM 0,1 %	80 %	10 %	10 %
U2 2 %	20 %	50 %	0 %
U2 1 %	10 %	30 %	0 %
U2 0,3 %	10 %	20 %	0 %
U2 0,1 %	10 %	10 %	0 %
U3 2 %	100 %	100 %	20 %
U3 1 %	100 %	100 %	20 %
U3 0,8 %	100 %	100 %	10 %
U3 0,5 %	80 %	80 %	0 %

**Tabulka 42 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,3 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 15 mm	100 % ∅	100 % > 20 mm	100 % 5 mm
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 20 mm	100 % ∅	100 % ∅	100 % > 20 mm	100 % 2 mm
ZnO Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % ∅	100 % 20 mm	100 % 5 mm
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 5 mm	100 % ∅	100 % 5 mm	100 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 5 mm	100 % > 20 mm	100 % ∅
čistý Zóna inhibice	100 % ∅	100 % ∅	100 % ∅	100 % 3 mm	100 % ∅

**Tabulka 43 Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,3 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %
Nano-ZnO	100 %	100 %	100 %
ZnO	100 %	100 %	100 %
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	100 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	100 %	100 %
čistý	100 %	100 %	100 %

**Tabulka 44 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,2 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	8 mm	5 mm	∅	> 20 mm	2 mm
Nano-ZnO	100 %	100 %	50 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	3 mm	∅	∅	10 mm	2 mm
ZnO	100 %	100 %	55 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	∅	4 mm	∅	10 mm	3 mm
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	3 mm	5 mm	∅	5 mm	∅
MgCO <sub>3</sub>	100 %	100 %	60 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	5 mm	8 mm	∅	> 20 mm	∅
čistý	100 %	100 %	60 %	100 %	100 %
Zóna inhibice	∅	∅	∅	∅	∅

**Tabulka 45 Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,2 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	100 %	100 %	75 %
Nano-ZnO	100 %	90 %	35 %
ZnO	95 %	100 %	40 %
TiO <sub>2</sub>	100 %	100 %	80 %
MgCO <sub>3</sub>	100 %	100 %	80 %
čistý	70 %	70 %	30 %

**Tabulka 46 Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,1 % + OKP 2 %	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
VK-Mg Zóna inhibice	100 % 3 mm	100 % 0,5 mm	100 % ∅	100 % > 20 mm	100 % ∅
Nano-ZnO Zóna inhibice	100 % 2 mm	100 % 2 mm	100 % ∅	100 % 8 mm	100 % 2 mm
ZnO Zóna inhibice	100 % ∅	100 % 2 mm	100 % ∅	100 % 5 mm	100 % 2 mm
TiO <sub>2</sub> Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 3 mm	100 % ∅	100 % 5 mm	100 % ∅
MgCO <sub>3</sub> Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 5 mm	50 % ∅	100 % 20 mm	100 % ∅
čistý Zóna inhibice	100 % ∅	100 % ∅	50 % ∅	100 % ∅	100 % ∅

**Tabulka 47 Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad**

L0 + ZO 0,1 % + OKP 10 %	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
VK-Mg	80 %	75 %	65 %
Nano-ZnO	90 %	90 %	30 %
ZnO	90 %	100 %	40 %
TiO <sub>2</sub>	50 %	50 %	15 %
MgCO <sub>3</sub>	50 %	40 %	15 %
čistý	70 %	50 %	20 %

**Tabulka 48 Mikrobistatická účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů L0 s antimikrobiálními aditivami**

L0	Mikroorganismy				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
PC 2 % Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % 10 mm	100 % 10 mm
PC 1 % Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % 5 mm	100 % ∅
PC 0,5 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % ∅	100 % ∅
PC 0,3 % Zóna inhibice	100 % 8 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	80 % ∅	100 % ∅
PM 0,4 % Zóna inhibice	100 % 3 mm	90 % ∅	90 % ∅	0 % ∅	50 % ∅
PM 0,3 % Zóna inhibice	100 % ∅	80 % ∅	80 % ∅	0 % ∅	50 % ∅
PM 0,2 % Zóna inhibice	90 % ∅	70 % ∅	50 % ∅	0 % ∅	50 % ∅
PM 0,1 % Zóna inhibice	80 % ∅	40 % ∅	40 % ∅	0 % ∅	25 % ∅
U2 2 % Zóna inhibice	20 % ∅	80 % ∅	20 % ∅	100 % > 20 mm	100 % 15 mm
U2 1 % Zóna inhibice	10 % ∅	80 % ∅	10 % ∅	100 % > 20 mm	100 % ∅
U2 0,3 % Zóna inhibice	10 % ∅	80 % ∅	10 % ∅	100 % 10 mm	100 % ∅
U2 0,1 % Zóna inhibice	10 % ∅	60 % ∅	10 % ∅	100 % 1 mm	100 % ∅
U3 2 % Zóna inhibice	100 % 10 mm	100 % 8 mm	100 % ∅	100 % > 20 mm	100 % > 20 mm
U3 1 % Zóna inhibice	100 % 8 mm	100 % 5 mm	100 % ∅	100 % 1 mm	100 % ∅
U3 0,8 % Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 3 mm	100 % ∅	100 % ∅	100 % ∅
U3 0,5 % Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 2 mm	80 % ∅	100 % ∅	100 % ∅

**Tabulka 49 Baktericidní účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů L0 s antimikrobiálními aditivami**

L0	Mikroorganismy		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
PC 2 %	80 %	85 %	90 %
PC 1 %	80 %	80 %	20 %
PC 0,5 %	75 %	80 %	0 %
PC 0,3 %	75 %	80 %	0 %
PM 0,4 %	95 %	20 %	15 %
PM 0,3 %	85 %	0 %	0 %
PM 0,2 %	75 %	0 %	0 %
PM 0,1 %	30 %	0 %	0 %
U2 2 %	50 %	50 %	0 %
U2 1 %	20 %	0 %	0 %
U2 0,3 %	10 %	0 %	0 %
U2 0,1 %	0 %	0 %	0 %
U3 2 %	100 %	100 %	20 %
U3 1 %	100 %	100 %	0 %
U3 0,8 %	80 %	100 %	0 %
U3 0,5 %	20 %	0 %	0 %

## 4.2 Vyhodnocení změn vlastností po vystavení pojiva zvýšené teplotě

Všechna hodnocená pojiva byla vystavena 6 cyklům zvýšené teploty s postupem provedení popsáním v kapitole 3.7.1.12. Z důvodu že nedošlo ke vzniku koagulátu ani jiným znatelným změnám byly s těmito pojivy provedeny zkoušky pro zjištění změny lakařských vlastností.

### 4.2.1 Vyhodnocení vlastností pojiv po zvýšené teplotě

#### 4.2.1.1 Výsledky vlastností pojiv po zvýšené teplotě

Tabulka 50 zobrazuje základní vlastnosti hodnocených pojiv, která v porovnání s tabulkou 12 zobrazuje změny, které nastaly po vystavení pojiva zvýšené teplotě.

*Tabulka 50 Základní vlastnosti hodnocených pojiv po zvýšené teplotě*

Použité pojivo	Sušina [%]	pH	Viskozita [mPa.s]	Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	MFFT [°C]
LM	54,12	10,05	8,41	1,0501	1,9
L0	52,65	8,13	28,99	1,0131	7
A	53,96	7,86	271	1,0381	20,9
N	38,61	8,13	76	1,0091	-1,2
E	56,77	7,75	409	1,0831	5,8

### 4.2.2 Vyhodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrového filmu pojiv po zvýšené teplotě

#### 4.2.2.1 Vyhodnocení vizuálních vlastností nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě

Pro stanovení změny vizuálních vlastností nátěrových filmů pojiv vystavených zvýšené teplotě byly provedeny simultánní zkoušky jako u surových pojiv. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 51-53.

*Tabulka 51 Vzhled nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě*

Použité pojivo	Vzhled				
	Zákal	Částice	Bubliny	Praskliny	Povrch
LM	1	1	1	1	1
L0	1	2	1	2	1
A	2	2	1	1	1
N	1	3	1	2	2
E	2	1	2	1	2



**Tabulka 52 Lesk nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase**

Doba měření [dny]	úhel	Tloušťka NF 30±10 μm				
		LM	L0	A	N	E
1.	20°	135	138	25,3	155	165
	60°	152	153	65,1	156	161
	85°	111	107	61,4	110	105
2.	20°	138	138	27,4	155	161
	60°	153	152	65,8	154	157
	85°	115	107	61,8	110	105
7.	20°	151	142	28,1	153	156
	60°	155	153	66,7	154	153
	85°	116	110	62,7	110	105
14.	20°	151	142	29,2	153	159
	60°	156	154	68,6	155	153
	85°	115	111	64,1	112	103
21.	20°	151	144	33,1	151	161
	60°	156	154	70,1	152	152
	85°	115	111	65,6	107	103
28.	20°	153	145	35,2	148	151
	60°	157	154	106	153	153
	85°	116	110	97,2	109	97,6
35.	20°	153	144	35,7	147	150
	60°	158	154	107	154	153
	85°	115	111	98,6	107	96,7
42.	20°	154	144	35,9	146	149
	60°	161	151	108	153	153
	85°	115	109	98,9	108	96,2

**Tabulka 53 Tloušťka nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě**

Použité pojivo	Tloušťka nátěrového filmu [μm]	
	Sklo	Ocel
LM	40±5	46±5
L0	32±5	41±5
A	34±5	40±5
N	30±5	33±5
E	40±5	52±5

#### 4.2.2.2 Výsledky změny tvrdosti nátěrového filmu pojiv po zvýšené teplotě

Stejně jako u surových pojiv byla i u pojiv po zvýšené teplotě stanovena tvrdost nátěrového filmu po 1, 2, 7, 14, 21, 28, 35 a 42 dnech pomocí tlumení kyvadla nátěrovým filmem dle Persoze (viz kapitola 3.7.3.5) a odolností proti vrypu vtiskovým přístrojem dle Buchholze (viz kapitola 3.7.3.6). Hodnoty časového průběhu tvrdosti jednotlivých nátěrových filmů jsou uvedeny pro měření dle Persoze v tabulce 54 a pro měření dle Buchholze v tabulce 55.

**Tabulka 54 Povrchová tvrdost nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase dle Persoze**

Doba měření [dny]	Tvrdost dle Persoze [%]				
	LM	L0	A	N	E
1	18,33	20,24	24,48	13,86	12,93
2	18,82	21,41	26,86	21,27	14,92
7	20,09	25,00	39,72	42,03	27,71
14	20,76	26,18	41,11	44,80	30,95
21	19,72	25,18	43,65	47,11	36,69
28	17,92	22,76	44,21	48,73	33,03
35	21,21	27,71	44,54	49,52	33,31
42	22,62	26,19	44,93	50,04	34,75

**Tabulka 55 Odolnost proti vtisku nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase dle Buchholze**

Doba měření [dny]	Odolnost proti vtisku				
	LM	L0	A	N	E
1	56	56	57	65	44
2	67	63	62	74	55
7	71	67	63	76	60
14	91	71	63	79	60
21	91	71	67	102	62
28	100	83	81	112	68
35	100	83	81	112	76
42	100	83	83	112	82

#### 4.2.2.3 Výsledky mechanické odolnosti nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě

Pro stanovení změny mechanické odolnosti nátěrových filmů pojiv vystavených zvýšené teplotě byly provedeny simultánní zkoušky jako u surových pojiv. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 56.

**Tabulka 56 Mechanické vlastnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě**

Použité pojivo	Hloubení [mm]	Úder		Ohyb [mm]	Přilnavost [st.]		Celková odolnost [-]
		Rub [cm]	Líc [cm]		Sklo	Plech	
LM	> 10	> 100	> 100	< 4	1	0	<b>98</b>
L0	> 10	> 100	> 100	< 4	1	1	<b>97</b>
A	> 10	80	> 100	< 4	2	2	<b>90</b>
N	> 10	5	> 100	8	4	2	<b>64</b>
E	> 10	5	25	8	0	0	<b>69</b>

#### 4.2.3 Vyhodnocení chemická a antikorozní odolnosti nátěrového filmu pojiv po zvýšené teplotě

##### 4.2.3.1 Výsledky nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě vůči methylethylketonu

Stanovení změny odolnosti pojiv vystavených zvýšené teplotě vůči methylethylketonu bylo provedeno podle postupu v kapitole 3.7.4.1 na nátěrových filmech vysychajících 28 dní. Měření bylo zaznamenáno stejně jako u surových pojiv pro porovnání. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 57.

**Tabulka 57 Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě vůči methylethylketonu**

Použité pojivo	Stupeň hodnocení v 50. sekundě	Počet dvojtahů [s]
LM	0	> 300
L0	0	23
A	0	32
N	3	85
E	1	58

##### 4.2.3.2 Výsledky bleskové koroze pojiv po zvýšené teplotě

Projevy bleskové koroze pojiv po zvýšené teplotě byly hodnoceny u nátěrů na ocelových panelech po 2 hodinách od aplikace nátěru a po zrychleném laboratorním testu popsáném v kapitole 3.7.4.4 dle ASTM D 610-85. Současně bylo hodnoceno i jodové číslo. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 58.

**Tabulka 58 Odolnost nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě proti vzniku bleskové koroze**

Použité pojivo	2 hodiny po natření		Po celém cyklu	
	BK [%]	JČ [st.]	BK [%]	JČ [st.]
LM	0,01	0,01	0,01	0,01
L0	0,1	4	3	8
A	1	6	3	12
N	0,01	0,01	0,01	0,01
E	0,01	0,01	0,01	0,01

### 4.3 Vyhodnocení vlastností antikoročních nátěrových filmů

Pro hodnocení antikoroční účinnosti LM ve srovnání s L0 a komerčními pojivy byly naformulovány a připraveny antikoroční barvy s postupem popsaným v kapitole 3.4.3.1. Sledován byl i vliv použitého plniva a pigmentu při 5 % a 10 % OKP. V dalším textu jsou pro pigmenty použity zkratky: HEUCOPHOS® CAPP – CAPP, HEUCOPHOS® CHP – CHP, HEUCOPHOS® CMP – CMP, Mastek – Talc Naitsch SA-20 – M a Wollastonit K 1025 – W.

#### 4.3.1 Vyhodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrových filmů

##### 4.3.1.1 Vyhodnocení vizuálních vlastností nátěrových filmů

Vizuální vlastnosti antikoročních nátěrových filmů byly hodnoceny pomocí vzhledu, lesku a tloušťky metodami popsanými v kapitolách 3.7.3.1–3.7.3.3. Hodnoty vzhledu nátěrových filmů jsou uvedeny v tabulkách 59-60, které byly odečteny po 10 dnech vysychání. Lesk nátěrových filmů byl hodnocen po 1, 2, 7 a 28 dnech pro případnou indikaci destruktivních pochodů v nátěru a výsledky měření jsou uvedeny v Tabulkách 61-62. Tloušťka nátěrových filmů je uvedena v Tabulkách 63-64.

**Tabulka 59 Vzhled nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M**

Systém s OKP 5 %		Vzhled				
Pojivo	Pigment	Zákal	Částice	Bubliny	Praskliny	Povrch
LM	CAPP	1	2	1	1	1
	CHP	1	2	1	1	1
	CMP	1	2	1	1	1
	M	1	2	1	1	1
	W	1	2	1	1	1
L0	CAPP	1	2	1	1	1
	CHP	1	3	1	1	1
	CMP	1	3	1	1	1
	M	1	2	1	1	1
	W	1	3	1	1	1
A	CAPP	1	2	1	1	1
	CHP	1	3	1	1	2
	CMP	1	3	1	1	1
	M	1	2	1	1	1
	W	1	2	1	1	1
N	CAPP	1	2	1	1	1
E	CAPP	1	2	2	1	2

**Tabulka 60 Vzhled nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro**

Systém s OKP 10 %			Vzhled			
Pojivo	Pigment	Zákal	Částice	Bubliny	Praskliny	Povrch
LM	CAPP	1	2	1	1	1
	CHP	1	2	1	1	1
	CMP	1	2	1	1	1
	M	1	2	1	1	1
	W	1	2	1	1	1
L0	CAPP	1	2	1	1	1
	CHP	1	2	1	1	1
	CMP	1	2	1	1	1
	M	1	2	1	1	1
	W	1	2	1	1	1
A	CAPP	2	2	1	1	1
	CHP	2	2	1	1	2
	CMP	2	2	1	1	1
	M	2	2	1	1	1
	W	2	2	1	1	1
N	CAPP	1	2	1	1	1
E	CAPP	1	2	2	1	2

**Tabulka 61 Lesk nátěrových filmů v čase s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M v čase**

Systém s OKP 5 %		Lesk [GU]											
Poj.	Pig.	1			2			7			28		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
LM	CAPP	0,3	2,7	25,7	0,3	2,7	25,2	0,3	2,6	25,2	0,3	2,6	22,7
	CHP	0,3	2,6	25,8	0,3	2,6	25,7	0,3	2,6	25,2	0,3	2,7	24,8
	CMP	0,3	2,6	19,4	0,3	2,6	19,5	0,3	2,6	19,5	0,3	2,7	19,5
	M	0,4	3,7	20,9	0,4	3,7	20,7	0,4	3,9	20,6	0,4	3,9	20,3
	W	0,4	3,5	18,2	0,4	3,4	18,4	0,4	3,6	18,3	0,4	3,7	18,3
L0	CAPP	48,6	78,3	93,7	48,0	78,4	93,5	49,4	79,3	93,2	48,2	78,1	90,9
	CHP	31,2	66,5	82,7	31,4	66,2	82,0	30,4	64,5	81,1	28,1	63,2	80,4
	CMP	25,5	65,4	83,9	24,8	64,1	83,2	25,1	65,2	80,2	27,1	67,1	80,1
	M	59,4	79,7	95,7	60,2	79,6	95,9	58,9	79,8	95,8	59,8	78,7	95,3
	W	54,3	70,7	77,6	50,1	74,4	73,0	48,8	72,4	72,1	48,9	72,1	70,3
A	CAPP	0,6	6,4	34,8	0,7	7,4	34,3	0,7	7,5	34,7	0,6	6,0	32,9
	CHP	0,6	7,1	34,4	0,7	6,6	34,6	0,7	6,8	33,3	0,7	6,8	33,1
	CMP	1,1	6,8	42,3	1,1	6,5	40,2	1,1	6,5	39,2	1,1	6,5	37,9
	M	1,3	12,1	42,7	1,1	10,3	41,1	1,1	10,4	40,4	1,1	10,7	39,8
	W	1,1	9,1	36,9	1,1	9,4	36,6	1,0	9,0	36,7	0,8	7,4	32,7
N	CAPP	32,9	68,5	82,5	32,7	73,7	82,9	32,3	69,3	82,6	32,1	68,2	81,4
E	CAPP	4,1	30,6	51,8	3,9	29,2	50,6	2,6	24,6	49,6	2,1	20,1	43,2

**Tabulka 62 Lesk nátěrových filmů v čase s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro v čase**

Systém s OKP 5 %		Lesk											
		1			2			7			28		
Poj.	Pig.	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
LM	CAPP	0,5	4,2	28,9	0,5	4,3	28,2	0,5	4,4	28,0	0,3	4,7	18,8
	CHP	0,4	2,5	20,7	0,4	2,5	20,5	0,4	2,8	20,1	0,2	2,9	13,9
	CMP	0,3	2,4	15,8	0,3	2,3	15,8	0,3	2,3	15,8	0,3	2,3	15,6
	M	0,4	2,3	12,7	0,4	2,6	12,5	0,4	2,7	12,3	0,2	2,8	12,6
	W	0,3	2,5	8,5	0,3	2,4	8,5	0,3	2,4	8,5	0,2	2,4	8,8
L0	CAPP	2,4	17,7	53,2	2,3	18,3	53,1	2,2	17,2	53,2	2,2	17,6	52,6
	CHP	4,7	20,4	56,5	5,8	20,2	56,5	12,2	19,1	56,0	12,7	18,8	55,8
	CMP	3,1	20,0	52,2	3,0	20,1	52,2	2,9	19,9	50,1	2,8	20,0	50,1
	M	4,0	25,1	55,0	3,8	25,1	54,8	3,6	24,9	54,9	3,1	25,0	55,1
	W	5,4	32,0	64,8	5,3	31,9	64,7	5,2	31,8	64,1	5,2	32,0	55,5
A	CAPP	0,5	2,4	12,0	0,4	2,6	12,5	0,4	2,6	11,1	0,2	2,1	10,2
	CHP	0,4	3,0	16,6	0,4	3,0	16,2	0,3	2,7	16,1	0,2	2,7	16,1
	CMP	0,3	1,4	11,2	0,3	1,4	11,2	0,3	1,8	10,1	0,2	1,9	10,1
	M	0,8	8,2	21,8	0,8	8,1	21,4	0,8	7,6	20,6	0,8	7,6	20,4
	W	0,5	4,6	13,0	0,5	4,4	11,7	0,4	4,4	11,3	0,3	4,4	8,4
N	CAPP	32,3	68,1	81,5	32,4	68,1	81,4	32,1	67,9	81,4	32,1	68,2	81,4
E	CAPP	4,1	29,5	51,2	3,4	25,8	47,7	2,9	23,3	45,4	2,5	20,6	42,8

**Tabulka 63 Tloušťka nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M**

Systém s OKP 5 %		Tloušťka nátěrového filmu [μm]	
Pojivo	Pigment	Sklo	Ocel
LM	CAPP	45±5	95±10
	CHP	48±5	89±10
	CMP	42±5	92±10
	M	46±5	98±10
	W	43±5	96±10
L0	CAPP	37±5	95±10
	CHP	39±5	94±10
	CMP	36±5	89±10
	M	33±5	101±10
	W	33±5	95±10
A	CAPP	39±5	102±10
	CHP	45±5	97±10
	CMP	41±5	93±10
	M	42±5	102±10
	W	48±5	101±10
N	CAPP	32±5	91±10
E	CAPP	49±5	110±10

**Tabulka 64 Tloušťka nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro**

Systém s OKP 10 %		Tloušťka nátěrového filmu [ $\mu\text{m}$ ]	
Pojivo	Pigment	Sklo	Ocel
LM	CAPP	40 $\pm$ 5	94 $\pm$ 10
	CHP	30 $\pm$ 5	89 $\pm$ 10
	CMP	32 $\pm$ 5	97 $\pm$ 10
	M	48 $\pm$ 5	93 $\pm$ 10
	W	38 $\pm$ 5	96 $\pm$ 10
L0	CAPP	36 $\pm$ 5	92 $\pm$ 10
	CHP	33 $\pm$ 5	97 $\pm$ 10
	CMP	31 $\pm$ 5	101 $\pm$ 10
	M	32 $\pm$ 5	98 $\pm$ 10
	W	33 $\pm$ 5	97 $\pm$ 10
A	CAPP	32 $\pm$ 5	104 $\pm$ 10
	CHP	42 $\pm$ 5	98 $\pm$ 10
	CMP	41 $\pm$ 5	91 $\pm$ 10
	M	40 $\pm$ 5	95 $\pm$ 10
	W	43 $\pm$ 5	93 $\pm$ 10
N	CAPP	31 $\pm$ 5	89 $\pm$ 10
E	CAPP	42 $\pm$ 5	104 $\pm$ 10

#### 4.3.1.2 Výsledky změny tvrdosti nátěrového filmu v čase

U všech antikoročních NH byla stanovena tvrdost nátěrového filmu po 1, 2, 7 a 28 dnech pomocí tlumení kyvadla nátěrovým filmem dle Persoze (viz kapitola 3.7.3.5) a odolností proti vrypu vtiskovým přístrojem dle Buchholze (viz Kapitola 3.7.3.6). Hodnoty časového průběhu tvrdosti jednotlivých nátěrových filmů jsou uvedeny pro měření dle Persoze v tabulkách 65 a 66 a pro měření dle Buchholze v tabulkách 67 a 68.

**Tabulka 65 Povrchová tvrdost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Persoze v čase**

Systém s OKP 5 %		Tvrdost nátěrového filmu [%] v čase			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28
LM	CAPP	18,84	22,51	24,19	24,51
	CHP	21,62	24,36	24,65	24,74
	CMP	20,00	23,35	24,19	24,63
	M	21,62	25,75	26,98	27,48
	W	21,40	22,27	23,95	24,11
L0	CAPP	17,17	23,17	24,54	24,89
	CHP	24,59	25,40	26,16	26,23
	CMP	19,72	28,17	30,79	31,04
	M	21,35	25,40	25,46	25,75
	W	22,74	27,94	28,44	28,65
A	CAPP	23,20	30,48	38,66	39,08
	CHP	26,22	31,64	37,27	42,47
	CMP	21,81	31,17	36,81	39,08
	M	26,45	28,41	36,34	39,03
	W	24,36	27,71	38,89	38,97
N	CAPP	26,22	36,95	45,36	47,09
E	CAPP	28,07	33,03	33,13	33,25

**Tabulka 66 Povrchová tvrdost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Persoze v čase**

Systém s OKP 10 %		Tvrdost nátěrového filmu [%] v čase			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28
LM	CAPP	19,07	21,35	25,11	25,64
	CHP	19,30	22,97	25,11	25,62
	CMP	20,70	22,74	23,95	24,12
	M	22,56	23,43	25,81	26,17
	W	20,70	22,97	24,88	25,06
L0	CAPP	25,49	27,79	29,97	29,92
	CHP	26,17	26,96	28,26	29,56
	CMP	24,21	26,58	30,29	31,15
	M	22,94	24,09	28,17	28,36
	W	23,29	25,84	29,83	31,09
A	CAPP	31,02	35,10	38,80	40,78
	CHP	25,46	29,33	36,72	39,08
	CMP	28,47	31,18	35,33	45,87
	M	25,93	26,56	36,72	45,87
	W	24,07	28,18	36,95	38,83
N	CAPP	30,79	36,26	48,80	50,73
E	CAPP	15,05	26,33	29,33	31,31



**Tabulka 67 Tvrdosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Buchholze v čase**

Systém s OKP 5 %		Odolnost proti vtisku v čase			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28
LM	CAPP	62	67	71	74
	CHP	63	71	77	78
	CMP	62	69	71	75
	M	61	70	76	77
	W	63	69	71	72
L0	CAPP	54	56	62	73
	CHP	61	65	69	75
	CMP	55	64	62	72
	M	55	53	56	65
	W	56	61	64	66
A	CAPP	55	59	67	68
	CHP	56	67	67	67
	CMP	53	58	59	66
	M	50	57	63	68
	W	56	58	60	62
N	CAPP	58	60	62	64
E	CAPP	51	60	65	68

**Tabulka 68 Tvrdost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Buchholze v čase**

Systém s OKP 10 %		Odolnost proti vtisku v čase			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28
LM	CAPP	77	83	85	86
	CHP	71	82	90	91
	CMP	70	81	87	96
	M	55	77	80	82
	W	79	83	89	90
L0	CAPP	76	82	84	86
	CHP	60	61	64	83
	CMP	66	66	67	77
	M	61	62	64	71
	W	61	63	65	78
A	CAPP	61	71	73	76
	CHP	57	69	75	82
	CMP	60	66	70	74
	M	55	57	60	62
	W	59	64	69	74
N	CAPP	55	74	77	85
E	CAPP	45	54	58	73

#### 4.3.1.3 Výsledky mechanické odolnosti nátěrových filmů

Mezi důležité vlastnosti antikoročních organických povlaků je jejich fyzikálně-mechanická odolnost proti porušení deformací. Pro stanovení celkové odolnosti byla u nátěrových filmů hodnocena odolnost proti deformaci hloubením, úderem, ohybem a jejich přílnavost k podkladu metodami popsány v kapitolách 3.7.3.8–3.7.3.12. Deformace ohybem byla provedena na ocelových panelech nátěrem od deformačního tělesa stejně jako deformace hloubením, pro kterou byl nátěr opatřen křížovým řezem z důvodu 100 % odolnosti všech hodnocených vzorků u klasického provedení. Křížový řez byl umístěn do středu vtláčovacího tělesa a sledována byla hodnota při které došlo k oddělení nátěru od podkladu. Deformace úderem byla provedena na rub i líc a přílnavost byla hodnocena jak na ocelových, tak na skleněných panelech. Nátěrové filmy byly před měřením ponechány 10 dní vysychat. Hodnoty měření jsou uvedeny v tabulkách 69 a 70.

**Tabulka 69 Mechanické vlastnosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M**

Systém s OKP 5 % Pojivo	Pigment	Hloubení [mm]	Úder [cm]		Ohyb [mm]	Přílnavost [st.]		Celková odolnost [-]
			Rub	Líc		Sklo	Plech	
LM	CAPP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	100
	CHP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	100
	CMP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	100
	M	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	100
	W	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	100
L0	CAPP	8,93	> 100	> 100	< 4	1	0	97
	CHP	4,08	> 100	> 100	< 4	1	0	91
	CMP	4,51	90	> 100	< 4	2	1	87
	M	> 10	> 100	> 100	< 4	1	0	98
	W	5,96	60	> 100	< 4	2	0	87
A	CAPP	7,25	> 100	> 100	< 4	1	0	95
	CHP	> 10	> 100	> 100	< 4	1	0	98
	CMP	4,30	90	> 100	6	2	0	86
	M	> 10	90	> 100	< 4	2	1	93
	W	4,04	90	> 100	< 4	2	0	88
N	CAPP	3,47	5	> 100	6	3	1	65
E	CAPP	8,12	75	> 100	6	0	0	94

**Tabulka 70 Mechanické vlastnosti nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro**

Systém s OKP 10 %		Hloubení [mm]	Úder [cm]		Ohyb [mm]	Přilnavost [st.]		Celková odolnost [-]
Pojivo	Pigment		Rub	Líc		Sklo	Plech	
LM	CAPP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
	CHP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
	CMP	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
	M	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
	W	> 10	> 100	> 100	< 4	0	0	<b>100</b>
L0	CAPP	> 10	45	> 100	< 4	1	0	<b>86</b>
	CHP	> 10	30	> 100	< 4	2	1	<b>88</b>
	CMP	9,12	45	> 100	< 4	2	1	<b>84</b>
	M	> 10	25	> 100	< 4	2	1	<b>84</b>
	W	8,96	35	> 100	< 4	2	1	<b>85</b>
A	CAPP	> 10	80	> 100	< 4	1	0	<b>97</b>
	CHP	> 10	95	> 100	< 4	1	0	<b>98</b>
	CMP	7,59	80	> 100	< 4	1	0	<b>94</b>
	M	> 10	80	> 100	< 4	1	0	<b>97</b>
	W	8,53	90	> 100	< 4	1	0	<b>93</b>
N	CAPP	3,73	3	> 100	< 4	3	1	<b>67</b>
E	CAPP	> 10	65	> 100	< 4	0	0	<b>96</b>

#### 4.3.2 Vyhodnocení chemické a korozní odolnosti nátěrových filmů

##### 4.3.2.1 Výsledky odolnosti nátěrových filmů vůči methylethylketonu

Hodnocení chemické odolnosti antikorozních NH vůči methylethylketonu bylo provedeno metodou popsanou v kapitole 3.7.4.1 na nátěrových filmech vysychajících 10 dní. Hodnocení bylo provedeno po 50 dvojtazích, kde se hodnotil stupněm poškození a počet dvojtahů při kterých došlo k obnažení podkladu (viz tabulka 10). Pokud se nepodařilo do 300 sekund obnažit podklad, byl test ukončen. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 71 a 72.

**Tabulka 71 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vůči methylethylketonu v čase**

Systém s OKP 5 %		Stupeň hodnocení v 50. sekundě				Počet dvojtahů [s]			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28	1	2	7	28
LM	CAPP	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	CHP	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	CMP	4	4	4	4	>300	245	154	81
	M	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	W	4	4	4	4	>300	>300	>300	216
LO	CAPP	0	0	0	0	80	44	37	24
	CHP	2	1	0	0	90	67	28	25
	CMP	0	0	0	0	17	15	13	13
	M	0	0	0	0	58	40	30	24
	W	0	0	0	0	42	38	32	28
A	CAPP	2	2	2	1	95	91	88	55
	CHP	2	2	2	1	113	105	94	54
	CMP	2	2	2	1	79	67	52	28
	M	2	2	2	1	103	98	91	53
	W	2	2	2	1	81	77	72	57
N	CAPP	1	1	0	0	141	135	121	100
E	CAPP	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300

**Tabulka 72 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vůči methylethylketonu v čase**

Systém s OKP 10 %		Stupeň hodnocení v 50. sekundě				Počet dvojtahů [s]			
Pojivo	Pigment	1	2	7	28	1	2	7	28
LM	CAPP	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	CHP	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	CMP	4	4	4	4	>300	>300	183	172
	M	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
	W	4	4	4	4	>300	>300	>300	>300
LO	CAPP	2	2	1	0	67	66	63	47
	CHP	2	2	2	1	75	71	63	52
	CMP	1	1	0	0	55	53	49	21
	M	3	3	3	2	98	96	90	71
	W	3	3	3	2	116	116	112	62
A	CAPP	3	3	3	3	263	224	154	99
	CHP	2	2	2	1	>300	287	160	84
	CMP	2	2	2	1	211	179	72	30
	M	2	2	2	1	188	167	149	104
	W	2	2	2	1	283	192	73	70
N	CAPP	3	3	3	3	>300	273	165	100
E	CAPP	3	2	2	2	155	149	125	143

#### 4.3.2.2 Výsledky odolnosti nátěrových filmů dle Machu a Schiffmana

Stanovení odolnosti antikoročních nátěrových filmů vůči zkoušce dle Machu a Schiffmana bylo provedeno dle metody popsané v kapitole 3.7.4.3 na nátěrových filmech vysychajících 10 dní. Hodnocení bylo provedeno po 24 hodinové expozici v reakčním roztoku při teplotě  $35\pm 0,5$  °C, po oplachu destilovanou vodou a 8 hodinách vysychání při laboratorní teplotě  $23\pm 2$  °C. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 73 a 74.

**Tabulka 73 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Machu a Schiffmana**

Systém s OKP 5 %		Puchýře v ploše	Odlupování v okolí řezu [%]
Pojivo	Pigment		
LM	CAPP	4M	15
	CHP	4M	25
	CMP	6M	25
	M	6D	5
	W	4M	25
L0	CAPP	2MD	25
	CHP	2MD	10
	CMP	8D	50
	M	4MD	20
	W	2MD	50
A	CAPP	6D	10
	CHP	6D	15
	CMP	8D	50
	M	2D	15
	W	2M	50
N	CAPP	8D	100
E	CAPP	2D	100

**Tabulka 74 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Machu a Schiffmana**

Systém s OKP 10 %		Puchýře v ploše	Odlupování v okolí řezu [%]
Pojivo	Pigment		
LM	CAPP	8M	0
	CHP	4MD	20
	CMP	4MD	20
	M	2 MD	20
	W	8MD	10
L0	CAPP	2M	35
	CHP	2M	5
	CMP	4M	5
	M	2 MD	5
	W	2 MD	5
A	CAPP	6D	5
	CHP	6MD	5
	CMP	6D	5
	M	6 MD	5
	W	6MD	10
N	CAPP	2D	100
E	CAPP	8M	100

#### 4.3.2.3 Výsledky zrychleného laboratorního testu pro zjištění bleskové koroze

Projevy bleskové koroze byly hodnoceny u nátěrů na ocelových panelech po 2 hodinách od aplikace nátěru a po zrychleném laboratorním testu metodou popsanou v kapitole 3.7.4.4 dle ASTM D 610-85. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 75 a 76.

**Tabulka 75 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vůči vzniku bleskové koroze**

Systém s OKP 5 %		Blesková koroze [%]	
Pojivo	Pigment	Po 2 hodinách	Po celém cyklu
LM	CAPP	0,01	0,01
	CHP	0,01	0,01
	CMP	0,01	0,01
	M	0,01	0,01
	W	0,01	0,01
L0	CAPP	0,1	16
	CHP	0,03	16
	CMP	0,03	33
	M	0,1	33
	W	0,03	33
A	CAPP	0,1	1
	CHP	5	3
	CMP	0,03	10
	M	0,1	3
	W	0,1	3
N	CAPP	0,01	0,01
E	CAPP	0,01	0,01

**Tabulka 76 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vůči vzniku bleskové koroze**

Systém s OKP 10 %		Blesková koroze [%]	
Pojivo	Pigment	Po 2 hodinách	Po celém cyklu
LM	CAPP	0,01	3
	CHP	0,01	1
	CMP	0,01	33
	M	0,01	10
	W	0,01	3
L0	CAPP	50	100
	CHP	33	33
	CMP	16	50
	M	50	100
	W	50	100
A	CAPP	50	100
	CHP	33	33
	CMP	10	33
	M	50	100
	W	50	100
N	CAPP	0,01	1
E	CAPP	0,01	0,03

#### 4.3.2.4 Výsledky odolnosti nátěrových filmů vlhkým atmosférám

U všech antikoročních NH byla stanovena odolnost nátěrového filmu vysychajícího 10 dní proti vlhkým atmosférám dle metody popsané v kapitole 3.7.4.5. Vyhodnocení bylo provedeno po expozici 480 hodin. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 77 a 78.

**Tabulka 77 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vlhkým atmosférám po expozici 480 hodin**

Systém s OKP 5 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	6MD	0,01	33	0	6M
	CHP	8M	1	16	0	8F
	CMP	8M	2	16	0	8F
	M	6M	3	10	0	8F
	W	6M	1	16	1,5	8F
L0	CAPP	4MD	1	33	0,2	8F
	CHP	6D	0,01	16	0	6M
	CMP	6MD	1	33	0,1	6M
	M	6MD	0,01	16	0,1	6MD
	W	6MD	3	33	0	6MD
A	CAPP	8MD	0,01	0,3	0,2	8MD
	CHP	8M	0,01	33	0,1	8M
	CMP	8D	0,01	50	0	8F
	M	8MD	0,01	33	0,2	6M
	W	8MD	0,01	1	0,1	8F
N	CAPP	8MD	0,01	33	0	8F
E	CAPP	8MD	0,01	0,01	0	8F



**Tabulka 78 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vlhkým atmosféram po expozici 480 hodin**

Systém s OKP 10 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	6MD	1	10	0,2	8F
	CHP	6MD	1	10	0,4	8F
	CMP	8M	0,1	10	0,2	6MD
	M	6M	0,03	10	1	8F
	W	6M	3	16	0,1	8F
L0	CAPP	6D	0,03	33	0	6MD
	CHP	6D	16	33	0	6D
	CMP	8MD	33	33	0,1	8M
	M	8D	0,01	100	0	8F
	W	8D	3	50	0	8F
A	CAPP	8F	0,01	3	0,2	8M
	CHP	8D	0,1	100	0,2	8M
	CMP	8F	0,01	1	0,2	8MD
	M	8D	3	100	0,2	8D
	W	8F	0,1	0,3	0,4	6M
N	CAPP	6M	0,01	33	1	8MD
E	CAPP	8F	0,01	0,01	0	8F

#### 4.3.2.5 Výsledky odolnosti nátěrového filmu neutrální solné mlže

Hodnocení odolnosti antikoročních nátěrových filmů vůči působení neutrální solné mlže bylo provedeno dle postupu popsáném v kapitole 3.7.4.6 na nátěrových filmech vysychajících 10 dní. Hodnocení bylo provedeno po 120, 240 a 360 hodinách expozice. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 79–84.

**Tabulka 79 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlže po expozici 120 hodin**

Systém s OKP 5 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	8F	0,01	10	0	8F
	CHP	8F	0,3	10	0,4	8MD
	CMP	6M	0,01	10	0,8	6M
	M	6M	1	10	0	6M
	W	6M	1	3	0	8MD
L0	CAPP	6D	10	10	0	8F
	CHP	8D	16	16	0	8F
	CMP	6MD	0,03	33	0	8F
	M	6D	0,1	50	0	8F
	W	6MD	3	16	0,1	8F
A	CAPP	8D	0,01	50	0,1	8F
	CHP	8D	16	33	0,1	8F
	CMP	6MD	0,3	33	0,1	8F
	M	8D	1	50	0,1	8F
	W	8D	0,3	50	0,1	8M
N	CAPP	8F	0,01	33	0,1	8F
E	CAPP	8F	0,01	16	0,1	8F

**Tabulka 80 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlže po expozici 240 hodin**

Systém s OKP 5 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	8M	0,01	10	0	8F
	CHP	6M	3	10	0,4	4MD
	CMP	6M	0,01	10	1	6M
	M	4M	1	10	0	4M
	W	6M	1	10	0	6MD
L0	CAPP	6MD	10	33	0,1	8F
	CHP	6D	16	50	0	6F
	CMP	6MD	0,03	50	0	8F
	M	8MD	3	50	0	8M
	W	6D	0,03	50	0	8F
A	CAPP	8D	0,01	50	0,2	8M
	CHP	8D	16	100	0,1	8F
	CMP	6MD	3	33	0,1	8F
	M	8D	1	50	0,1	6F
	W	8D	16	50	0,1	8M
N	CAPP	6MD	1	33	0,5	8F
E	CAPP	-	-	-	-	-

**Tabulka 81 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlže po expozici 360 hodin**

Systém s OKP 5 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	6MD	0,01	16	0	8F
	CHP	6M	3	16	0,4	4MD
	CMP	6M	0,3	10	1	6MD
	M	4M	1	16	0	4MD
	W	4M	1	16	0,2	6MD
L0	CAPP	6MD	16	33	0	8F
	CHP	6D	33	33	0	6F
	CMP	6MD	16	50	0	8M
	M	4MD	16	50	0	6F
	W	6MD	33	50	0	6F
A	CAPP	6D	10	100	0,2	8M
	CHP	6D	33	100	0,1	8F
	CMP	6MD	16	50	0,1	8F
	M	8D	33	50	0,1	6F
	W	6D	16	50	0,1	6MD
N	CAPP	6MD	16	50	0,5	8F
E	CAPP	-	-	-	-	-

**Tabulka 82 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlže po expozici 120 hodin**

Systém s OKP 10 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	8M	0,3	16	0	8F
	CHP	8M	0,3	16	0,1	8F
	CMP	8M	0,1	10	0,1	8F
	M	8M	1	16	0,1	8F
	W	8M	1	16	0,1	8MD
L0	CAPP	8D	16	50	0	8F
	CHP	6D	33	33	0	8MD
	CMP	6D	16	33	0	8MD
	M	6D	33	50	0	8M
	W	8D	33	50	0	8M
A	CAPP	8D	0,03	50	0,1	8F
	CHP	8D	1	50	0,1	8F
	CMP	8D	1	33	1,2	6MD
	M	8D	1	50	0,1	8F
	W	8D	0,1	50	0,6	6MD
N	CAPP	6M	0,01	33	0,8	8F
E	CAPP	-	-	-	-	-

**Tabulka 83 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlže po expozici 240 hodin**

Systém s OKP 10 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	6M	1	16	0,1	8F
	CHP	8M	1	16	0,2	8M
	CMP	8M	1	10	0,2	8M
	M	6M	3	16	0,6	8M
	W	8M	3	16	0,6	8F
L0	CAPP	6D	16	50	0	6M
	CHP	6D	33	50	0,4	6MD
	CMP	6D	50	33	0	6MD
	M	6D	50	50	0	6MD
	W	6D	50	50	0	8MD
A	CAPP	8D	1	50	0,2	8M
	CHP	8D	1	100	0,2	6MD
	CMP	8D	3	33	1,2	8M
	M	8D	10	50	0,4	8F
	W	8D	3	50	1	6MD
N	CAPP	6M	0,1	33	1	8M
E	CAPP	-	-	-	-	-

**Tabulka 84 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlže po expozici 360 hodin**

Systém s OKP 10 %		Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment					
LM	CAPP	6M	1	33	0,3	8M
	CHP	6MD	3	16	0,3	8M
	CMP	6M	10	10	0,2	8M
	M	4M	10	33	0,6	6F
	W	6MD	3	33	0,6	8M
L0	CAPP	6D	33	50	0	6M
	CHP	4D	100	50	0,5	6MD
	CMP	6D	50	50	0	6MD
	M	6D	100	50	0	6MD
	W	6D	50	100	0	6MD
A	CAPP	8D	16	50	1,2	6D
	CHP	6D	10	100	0,5	6D
	CMP	8D	10	50	1,2	6D
	M	6D	33	100	0,8	6MD
	W	6D	16	50	1,6	4MD
N	CAPP	4M	0,3	33	1	6MD
E	CAPP	-	-	-	-	-

#### 4.3.2.6 Výsledky odolnosti nátěrového filmu proti neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot

U všech antikoročních NH byla hodnocena odolnost vůči zrychlené cyklické zkoušce s expozicí v solné mlze v kombinaci se střídáním teplot dle metody popsané v kapitole 3.7.4.7 na nátěrových filmech vysychajících 10 dní. Zkouška byla provedena jak na ocelových, tak i na hliněných panelech. Na ocelových panelech byly provedeny 2 cykly a na hliněných panelech 3 cykly. Hodnocení bylo provedeno po posledním cyklu a výsledky měření jsou uvedeny pro ocelové panely v tabulkách 85 a 86, a pro hliníkové panely v tabulkách 87 a 88.

**Tabulka 85 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M proti neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot po 2 cyklech na ocelových panelech**

Systém s OKP 5 %		Přilnavost	Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment						
LM	CAPP	0	6M	1	16	0,3	8F
	CHP	1	6M	3	10	0,4	6M
	CMP	1	6M	0,3	10	0,3	6F
	M	0	6MD	3	16	0	8F
	W	0	4M	3	16	0,4	8D
L0	CAPP	1	8MD	1	50	0,2	8F
	CHP	2	8D	3	50	0,1	8F
	CMP	1	8M	0,03	33	0,1	8F
	M	0	8D	0,01	50	0,2	8F
	W	1	8D	0,01	50	0	8F
A	CAPP	1	8D	16	100	0,1	8MD
	CHP	2	8D	16	50	0,2	6MD
	CMP	3	6MD	3	33	0,1	8MD
	M	1	8D	3	100	0,2	8D
	W	2	8D	3	50	0,1	8D
N	CAPP	2	6MD	3	100	0,1	6M
E	CAPP	-	-	-	-	-	-

**Tabulka 86 Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlže v kombinaci se střídáním teplot po 2 cyklech na ocelových panelech**

Systém s OKP 10 %		Přilnavost	Puchýře v ploše	Prokoro-dování	Podkoro-dování	Koroze v řezu	Puchýře v řezu
Pojivo	Pigment						
LM	CAPP	0	6M	3	16	0,1	8F
	CHP	1	6M	10	10	0,2	8F
	CMP	1	8MD	0,3	16	0,4	6M
	M	1	6M	10	16	0,4	4M
	W	1	6M	10	16	0,2	6M
L0	CAPP	1	8D	16	50	0,1	8F
	CHP	2	8MD	33	50	0,2	8F
	CMP	2	8MD	50	50	0	8F
	M	2	8MD	33	33	0,2	8F
	W	1	6MD	50	33	0,1	8F
A	CAPP	2	8MD	16	33	1	6D
	CHP	2	8D	16	100	0,2	8MD
	CMP	2	8D	16	50	0,2	6D
	M	2	8D	16	100	0	8M
	W	2	8D	16	50	0,2	8D
N	CAPP	2	6MD	33	100	0,1	6MD
E	CAPP	-	-	-	-	-	-

**Tabulka 87 Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlže v kombinaci se střídáním teplot po 3 cyklech na hliníkových panelech**

Systém s OKP 5 %		Přilnavost	Puchýře v ploše
Pojivo	Pigment		
LM	CAPP	0	6M
	CHP	0	6MD
	CMP	0	8MD
	M	0	6MD
	W	0	6MD
L0	CAPP	5	6MD
	CHP	1	6MD
	CMP	2	6M
	M	2	6MD
	W	5	4MD
A	CAPP	1	8MD
	CHP	2	6MD
	CMP	2	6MD
	M	2	6MD
	W	3	8M
N	CAPP	3	8M
E	CAPP	5	8MD

**Tabulka 88** *Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlže v kombinaci se střídáním teplot po 3 cyklech na hliníkových panelech*

Systém s OKP 10 %		Přilnavost	Puchýře v ploše
Pojivo	Pigment		
LM	CAPP	0	6F
	CHP	0	6MD
	CMP	0	6MD
	M	0	8M
	W	0	8MD
L0	CAPP	5	6M
	CHP	1	6MD
	CMP	2	8M
	M	3	6MD
	W	5	6MD
A	CAPP	2	8F
	CHP	2	8M
	CMP	2	8M
	M	3	8M
	W	3	6F
N	CAPP	3	8M
E	CAPP	5	-

#### 4.3.2.6 Výsledky celkové srovnávací antikoroziční účinnosti

Ze získaných výsledků měření odolnosti nátěrových filmů vůči vlhkým atmosférám, neutrální solné mlze, vzniku bleskové koroze a zrychlené cyklické zkoušce s expozicí v solné mlze v kombinaci se střídáním teplot na ocelových panelech byla vypočtena celková antikoroziční odolnost korozních zkoušek (viz kapitola 3.7.4.8) a celková srovnávací antikoroziční odolnost nátěru jejich zprůměrováním. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 89 a 90.

**Tabulka 89 Hodnocení celkové srovnávací antikoroziční účinnosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M**

Systém s OKP 5 %		Celková odolnost korozních zkoušek [-]						Celková antikoroziční účinnost [-]
Pojivo	Pigment	Vlhkým atmosf.	Neutrální solné mlze			BK	Cykl. zkoušce	
			120 h	240 h	360 h			
LM	CAPP	60	82	74	69	100	73	<b>76</b>
	CHP	70	68	59	55	100	68	<b>70</b>
	CMP	68	68	64	62	100	75	<b>73</b>
	M	71	64	62	58	100	69	<b>71</b>
	W	63	67	64	56	100	60	<b>68</b>
L0	CAPP	58	61	55	53	40	62	<b>55</b>
	CHP	60	54	52	44	40	54	<b>51</b>
	CMP	54	65	61	45	20	72	<b>53</b>
	M	58	56	52	47	20	63	<b>49</b>
	W	50	61	57	44	20	63	<b>49</b>
A	CAPP	78	56	52	43	80	45	<b>59</b>
	CHP	64	48	44	39	70	42	<b>51</b>
	CMP	59	61	57	47	60	50	<b>56</b>
	M	59	52	51	39	70	47	<b>53</b>
	W	76	50	40	34	70	44	<b>52</b>
N	CAPP	66	72	59	47	100	53	<b>66</b>
E	CAPP	82	76	-	-	100	-	<b>43</b>



**Tabulka 90 Hodnocení celkové srovnávací antikoroziční účinnosti nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro**

Systém s OKP 10 %		Celková odolnost korozních zkoušek [-]						Celková antikor. účinnost [-]
		Vlhkým atmosf.	Neutrální solné mlže			BK	Cykl. zkoušce	
Pojivo	Pigment		120 h	240 h	360 h			
LM	CAPP	67	72	67	59	70	71	<b>68</b>
	CHP	67	70	64	57	80	71	<b>68</b>
	CMP	66	75	68	63	20	66	<b>60</b>
	M	73	68	59	55	60	63	<b>63</b>
	W	65	68	64	51	70	63	<b>63</b>
L0	CAPP	52	46	38	36	0	52	<b>37</b>
	CHP	36	37	30	25	20	49	<b>33</b>
	CMP	44	41	32	28	0	48	<b>32</b>
	M	58	37	28	28	0	53	<b>34</b>
	W	52	38	29	28	0	51	<b>33</b>
A	CAPP	78	56	48	27	0	42	<b>42</b>
	CHP	51	52	43	34	20	43	<b>41</b>
	CMP	76	43	46	31	20	38	<b>42</b>
	M	38	52	48	29	0	48	<b>36</b>
	W	80	44	39	28	0	39	<b>38</b>
N	CAPP	69	65	60	53	80	41	<b>61</b>
E	CAPP	70	-	-	-	100	-	<b>28</b>

## 4.4 Vyhodnocení vlastností interiérových nátěrových filmů

Pro hodnocení použitelnosti LM jako antimikrobiálního interiérového nátěrového filmu byl připraven a naformulován spolu s L0 a A postupem popsaným v kapitole 3.4.3.2.

### 4.4.1 Vyhodnocení mechanických vlastností interiérových nátěrových filmů

#### 4.4.1.1 Výsledky otěruvzdornosti interiérových nátěrových filmů

U interiérových nátěrů byla hodnocena odolnost vůči otěruvzdornosti podle postupu popsaném v kapitole 3.7.3.4 na nátěrovém filmu naneseném pravítkem se štěrbinou 250  $\mu\text{m}$  ve třech vrstvách s průměrnou tloušťkou  $150\pm 10$   $\mu\text{m}$ , který vysychal 5 dní. Hodnocen byl úbytek nátěrového filmu v  $\mu\text{m}$  po jeho vystavení 200 cyklům otěru. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 91.

**Tabulka 91** Odolnost interiérových nátěrových filmů vůči otěru za mokra

Fasádová barva	Úbytek nátěrového filmu [ $\mu\text{m}$ ]
LM	18,36
L0	18,92
A	19,20

### 4.4.2 Vyhodnocení antimikrobiálních vlastností interiérových nátěrových filmů

#### 4.4.2.1 Výsledky antimikrobiální účinnosti interiérových nátěrových filmů

Pro hodnocení možného ušetření antimikrobiálního aditiva u fasádové barvy LM bylo do naformulovaných fasádových barev přidáno a rozdispergováno 0,3, 0,1 a 0 hm. % ZO. Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti byly připraveny zkušební vzorky podle postupu popsaném v kapitole 2.5.3 na kterých byla hodnocena antibakteriální a antifungální účinnost proti vybraným sbírkovým kulturám (viz kapitola 2.6.2). Antibakteriální účinnost byla stanovena difúzní analýzou a obtiskovou metodou popsanou v kapitola 3.7.5.1 a antifungální účinnost byla stanovena difúzní analýzou popsanou v kapitola 3.7.5.2. Výsledky měření jsou uvedeny pro bakteriostatickou a fungistatickou účinnost v tabulce 92 a pro bakteriocidní účinnost v tabulce 93 v % účinnosti (tzn. 100 % - nenarostli žádné MO, 0 % - narostlo  $300\pm 20$  kolonií).

**Tabulka 92 Mikrobistatická účinnost interiérových nátěrových filmů s klesající koncentrací ZO**

Fasádová barva		Mikroorganismy				
Pojivo	ZO [%]	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>A. brasiliensis</i>
LM	0,3 Zóna inhibice	100 % >20 mm	100 % >20 mm	100 % 20 mm	100 % 10 mm	100 % 10 mm
	0,1 Zóna inhibice	100 % 15 mm	100 % 20 mm	100 % 15 mm	100 % 1 mm	100 % 1 mm
	0 Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 10 mm	100 % 5 mm	100 % ∅	50 % ∅
L0	0,3 Zóna inhibice	100 % 20 mm	100 % 20 mm	100 % 10 mm	100 % 1 mm	100 % 1 mm
	0,1 Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 2 mm	100 % ∅	90 % ∅	100 % ∅
	0 Zóna inhibice	100 % ∅	100 % ∅	90 % ∅	0 % ∅	0 % ∅
A	0,3 Zóna inhibice	100 % 20 mm	100 % 20 mm	100 % 10 mm	100 % 10 mm	100 % 10 mm
	0,1 Zóna inhibice	100 % 5 mm	100 % 5 mm	100 % ∅	50 % ∅	100 % ∅
	0 Zóna inhibice	100 % ∅	100 % ∅	100 % ∅	0 % ∅	0 % ∅

**Tabulka 93 Baktericidní účinnost interiérových nátěrových filmů s klesající koncentrací ZO**

Fasádová barva		Mikroorganismy		
Pojivo	ZO [%]	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
LM	0,3	100 %	100 %	100 %
	0,1	100 %	100 %	100 %
	0	100 %	100 %	100 %
L0	0,3	100 %	100 %	100 %
	0,1	100 %	90 %	90 %
	0	0 %	0 %	0 %
A	0,3	100 %	100 %	100 %
	0,1	100 %	100 %	60 %
	0	70 %	50 %	0 %

## 5 DISKUZE VÝSLEDKŮ

### 5.1 Hodnocení vodou ředitelných disperzí pro lakařské účely

Pro charakterizaci pojiva LM byly všechny získané výsledky měření porovnávány s pojivem L0, akrylátovou disperzí syntetizovanou stejným způsobem pouze bez nanočástic MgO. Dále byly syntetizované vodné disperze porovnávány i s jinými typy pojiv vodou ředitelných disperzí pro porovnání vlastností pojiva LM s komerčními produkty.

#### 5.1.1 Základní vlastnosti vodou ředitelných disperzí

##### 5.1.1.1 Základní vlastnosti pojiv

U všech hodnocených pojiv byla pro formulaci NH stanovena sušina, pH, zdánlivá viskozita, hustota a MFFT (viz tabulka 12) metodami popsány v kapitolách 3.7.1.1–3.7.1.6. Sušina latexů byla srovnatelná a pohybovala se v rozmezí 50,98 – 55,02 % s jedinou nižší hodnotou u pojiva N a to 36,6 %. Hodnoty pH a viskozity byly u jednotlivých latexů dosti různé. L0 měl před alkalizací pH 2,1 což bylo způsobeno přítomností sulfátových a karboxylových skupin, které se vyskytovaly na povrchu latexových částic díky adsorbovaným molekulám emulgátoru, reakcí iniciátoru s monomerem a kopolymerované kyselině methakrylové. Alkalizací bylo pH upraveno na 8,44. U pojiva LM bylo naměřeno pH 10,34, které bylo způsobeno přítomností bazických nanočástic MgO, což bylo pravděpodobně způsobeno rozpouštěním určitého podílu oxidu hořečnatého (rozpustnost MgO ve vodě při 30 °C je 0,0086 g/100 ml) za vzniku iontů  $Mg^{2+}$  a  $OH^-$ , které způsobily zvýšení pH latexu. Z tohoto důvodu nebylo třeba pojivo LM alkalizovat. U pojiva L0 byl vlivem alkalizace pozorován i nárůst zdánlivé viskozity v důsledku zvětšení objemu latexových částic vlivem hydroplastifikace emulzního kopolymeru. U komerčních pojiv se hodnoty pH a viskozity pohybovaly v rozmezí udávaném výrobcem. Hustota všech vzorků byla  $1,05 \pm 0,05$  g/cm<sup>3</sup> a MFFT se pohybovalo v rozmezí 1,2–16,5 což značí že všechny vzorky tvoří nátěrový film při pokojové teplotě, přičemž LM a N vykazovali nejnižší MFFT, které nepřesahovalo 2 °C. Důvod rozdílného chování pojiv LM a L0 mohlo být způsobeno zvýšenou hydroplastifikací emulzních kopolymerů obsahujících karboxylové skupiny v důsledku částečné rozpustnosti nanočástic MgO ve vodě, čímž docházelo ke vzniku hydroxylových iontů, díky kterým mohlo z nedisociovaných karboxylových skupin ( $-COOH$ ) dojít ke vzniku disociovaných skupin ( $-COO^-$ ) schopných molekulárně vázat větší podíl vody.

U syntetizovaného pojiva LM byl stanoven reálný obsah nanočástic MgO a obsah Mg (viz tabulka 14) metodami popsány v kapitolách 3.7.1.8 a 3.7.1.9. Obě metody prokázaly, že skutečný obsah nanočástic (1,22 %) byl nižší než teoretický (vyjádřený množstvím nanočástic MgO předložených do reakční směsi – 1,5 %) z důvodu zvýšené tvorby koagulátu (12,08 %) bohatého na nanočástice MgO během syntézy. Při porovnání hodnot obsahu koagulátu pojiva LM s L0 (0 %) lze konstatovat, že přítomnost nanostrukturního oxidu hořčíku vedla k mírnému poklesu koloidní stability disperze během syntézy. Tento efekt pravděpodobně souvisí se vznikem komplexních vazeb mezi karboxylovými skupinami vázanými na polymerních řetězcích a dvojmocným iontem kovu, který byl v koloidním systému přítomen jak ve své disociované formě, tak na povrchu nanočástic kovu.

#### *5.1.1.2 Studium stability samosíťujících latexů*

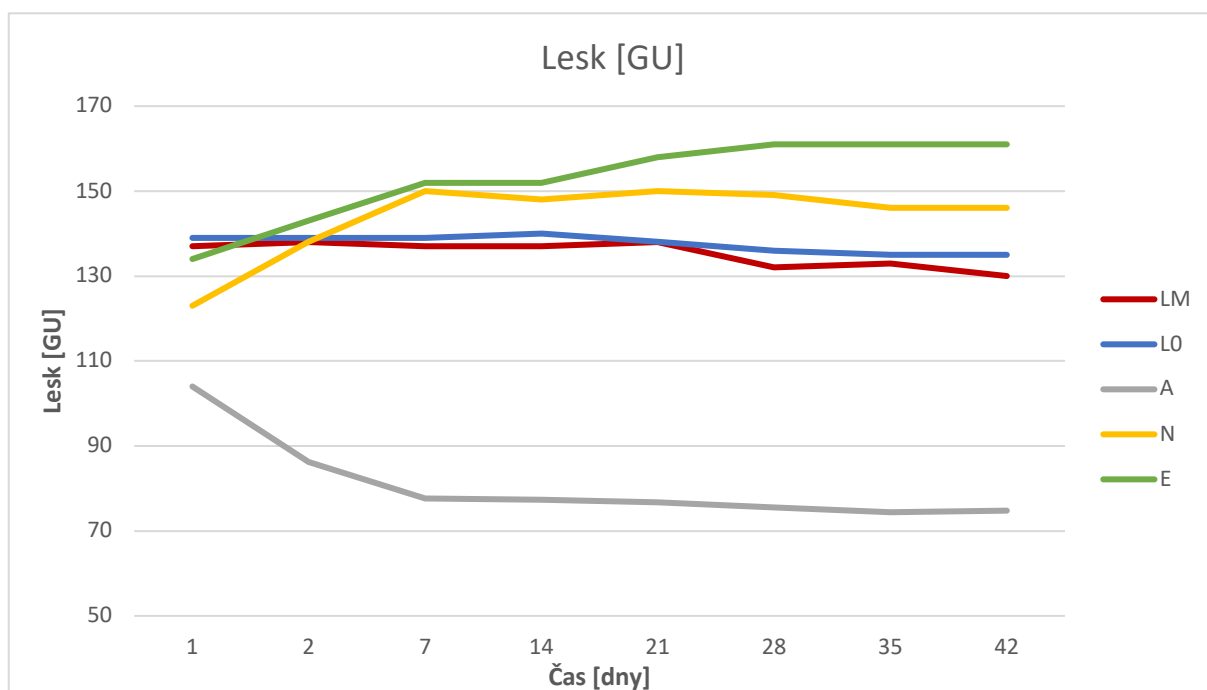
Testování syntetizovaných latexů, které bylo provedeno metodou popsanou v kapitole 3.7.1.11 ukázalo, že oba latexy byly stabilní minimálně po dobu 12 měsíců (viz tabulka 13) uchovávání při laboratorní teplotě ( $21 \pm 2$  °C), což odpovídalo 2 měsícům v sušárně při 50 °C. Při skladování byla sledována změna pH, viskozity, velikosti částic, zeta potenciálu, a tvorba koagulátu. Všeobecně lze říci, že po 1 měsíci skladování při zvýšené teplotě se hodnoty pH u obou latexů, ve srovnání s počátečními hodnotami pH mírně snižovaly, což u pojiva L0 zalkalizovaného amoniakem může být vysvětleno jeho odpařováním. Dalším možným vysvětlením u obou syntetizovaných latexů může být také ustalování celého systému (například mohlo docházet k orientaci kyselých karboxylových skupin z vnitřní struktury na povrch latexových částic). V průběhu dalšího skladování se pH už nijak významně neměnilo a hodnoty po 1 a 2 měsících v sušárně byly téměř stejné. Viskozita se u obou latexů během skladování významně nezměnila a nedošlo ani ke tvorbě koagulátu. Pokles hodnoty viskozity se pohyboval v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Dále se ukázalo, že velikost částic se u pojiva LM v čase měnila oproti pojivu L0. Velikost částic byla také zjišťována z důvodu sledování, zda došlo během syntézy k rozrušení aglomerátů, ve kterých byly nanočástice MgO do latexu vnášeny a zda se vyskytují v koloidní soustavě skutečně ve formě nanočástic. Velikost částic  $188 \pm 6$  nm nám ukazuje, že v disperzi nebyly ve významném zastoupení přítomny aglomeráty sestávající z nanočástic MgO nebo zkoagulovaných latexových částic. Absolutní hodnoty Zeta-potenciálu (a tedy i elektrostatické stability částic) u počátečního hodnocení latexů ukázaly, že přítomnost nanočástic významně neovlivnil velikost Zeta-potenciálu. S délkou skladování při 50 °C se však (ve srovnání s počátečními hodnotami) u pojiva L0 Zeta-potenciál zvyšoval (zřejmě docházelo k orientaci kyselých karboxylových skupin na povrch latexových částic) a

u vzorků s nanočásticemi MgO mírně poklesl z počáteční hodnoty -30,9 mV na hodnotu -23,3 mV po 2 měsících v sušárně. U pojiva LM lze tedy předpokládat mírnou tendenci k aglomeraci (či flokulaci) částic během skladování, a tudíž i k mírnému poklesu stability (o 7,6 mV).

## 5.1.2 Hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nepigmentovaných nátěrů

### 5.1.2.1 Vizualní vlastnosti nepigmentovaných nátěrových filmů

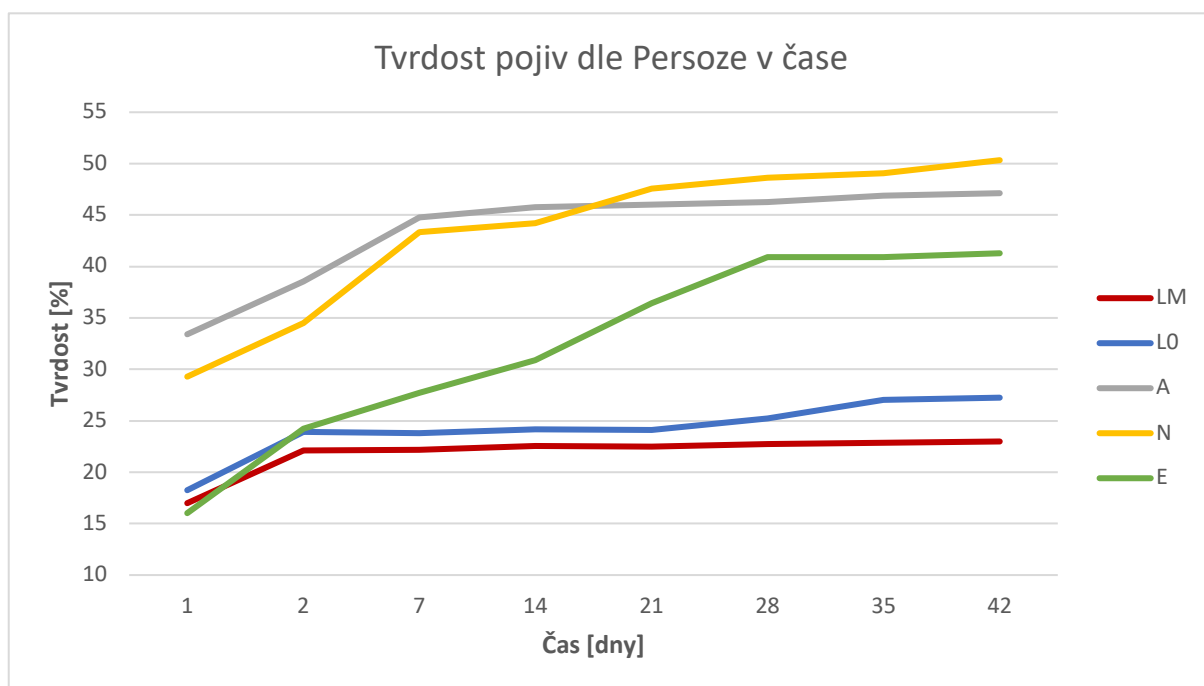
Vizuální vlastnosti nátěru byly hodnoceny u nátěrových filmů o tloušťce  $40 \pm 10 \mu\text{m}$  na skleněných panelech metodami popsány v kapitolách 3.7.3.1 a 3.7.3.2. Všechny nátěrové filmy měly velmi dobré vzhledové vlastnosti (viz tabulka 15). Syntetizované latexy byly bez zákalu, bez částic, měly hladký, slitý povrch a na pojivu L0 se v ojedinělém množství vyskytovaly částice stejně jako u komerčního pojiva N. U pojiva A se vyskytoval slabý zákal s ojedinělými částicemi a u pojiva E slabý zákal, ojedinělé bubliny a na povrchu byly stopy po pravítku, které mírně snižovaly vizuální vlastnosti. Lesk nátěrového filmu byl sledován při úhlech  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  a  $85^\circ$ . Pro běžné užití je doporučeno používat geometrii  $60^\circ$ , která by měla poskytovat hodnoty lesku od 10 do 70 GU. Pokud lesk přesahuje GU 70 je doporučeno užít geometrii  $20^\circ$  a naopak, v případě matných povlaků s leskem nižším než 10 GU je vhodné použít geometrii  $85^\circ$ . Z tohoto důvodu bylo provedeno měření při geometrii  $20^\circ$  při které docházelo i k největší změně GU. Jak je patrné z vizualizace na obrázku 29 u akrylátových poživ byl lesk téměř konstantní s mírným snížením (o 5 %) v čase u pojiva LM. U pojiva A byl sledován pokles lesku s nejstrmějším průběhem mezi 1 a 7 dnem o  $\frac{1}{4}$  a ve srovnání s leskem oproti ostatním poživům byl průměrně o  $\frac{1}{2}$  nižší. Lesk poživ N a E se v čase zvyšoval s největší změnou (20 %) mezi 1 a 7 dnem. Z měření lesku je zřejmé, že A je z poživ nejvíce matný a E nejlesklejší.



**Obrázek 29** Hodnocení čísla lesku v čase u nepigmentovaných nátěrových filmů; pozn.: body měření byly propojeny spojnicí pro vizualizaci průběhu

#### 5.1.2.2 Hodnocení změny tvrdosti nepigmentovaných nátěrových filmů v čase

Měření tvrdosti bylo provedeno u nátěrů o tloušťce  $40 \pm 10 \mu\text{m}$  připravených na skleněných panelech metodami popsány v kapitolách 3.7.3.5 a 3.7.3.6. Měření dle Persoze ukázalo (viz obrázek 30) na podobný časový průběh relativní povrchové tvrdosti akrylátových disperzí, u kterých došlo během prvního dne k prudkému vzestupu relativní tvrdosti z důvodu vysychání a postupné koalescenci nátěru a dále se relativní tvrdost dále dlouhodobě mírně zvyšovala. U pojiv A, N a E došlo také během prvního dne k prudkému vzestupu relativní tvrdosti, během druhého a sedmého dne se tvrdost dále zvyšovala, a nakonec tvrdost dlouhodobě mírně stoupala. Komerční pojiva po 42 dnech vysychání vykazovala  $48 \pm 2 \%$  relativní povrchovou tvrdost, která byla přibližně dvojnásobná oproti syntetizovaným latexům. Relativní tvrdost všech pojiv odpovídala teoretické tvrdosti jednotlivých typů disperzí a časový průběh způsobu zasychání. Při porovnání akrylátového latexu bez a s nanočásticemi MgO je sledován mírný pokles relativní tvrdosti nátěru, který je způsobený přítomností nanočástic MgO. Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.1.1.1 pravděpodobným vysvětlením je zvýšená hydroplastifikace emulzních kopolymerů obsahujících karboxylové skupiny díky přítomnosti  $\text{OH}^-$  iontů, které se v latexu nacházely jako důsledek reakce povrchu nanočástic MgO s vodou, které způsobily disociaci (ionizaci) karboxylových skupin přítomných v emulzním polymeru.



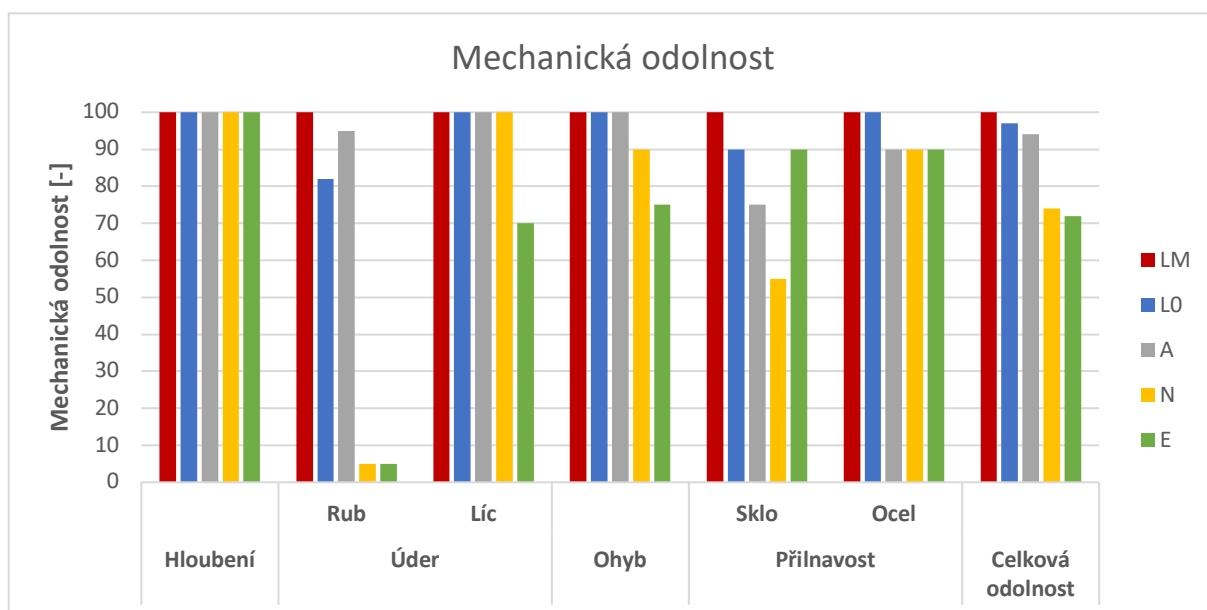
**Obrázek 30** Povrchová tvrdość nepigmentovaných nátěrových filmů v čase; pozn.: body měření byly propojeny spojnicí pro vizualizaci průběhu

Hodnocení tvrdości v čase dle Buchholze ukázalo stejně jako u měření dle Persoze ke zvyšování tvrdości v čase (viz tabulka 19), ale akrylátové latexy s pojivem N vykazovaly nejvyšší tvrdość s hodnotou  $95 \pm 5$ , která byla u pojiv A a E o  $20 \pm 5$  nižší. Snížená tvrdość dle Buchholze pojiva LM ve srovnání s pojivem L0 může být způsobena hydroplastifikací stejně jako u měření dle Persoze.

### 5.1.2.3 Hodnocení mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů

Mechanická odolnost byla hodnocena u nátěrů o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech metodami popsány v kapitolách 3.7.3.8–3.7.3.11. Všechna hodnocená pojiva vykazovala dobré mechanické vlastnosti (viz tabulka 16). Jak je z obrázku 31 zřejmé, pojivo LM vykazovalo 100 % a tím nejlepší mechanickou odolnost. Oproti tomu pojiva L0 a A vykazovala nižší přilnavost a odolnost proti úderu na rub, což dokazuje že nanočástice MgO mají pozitivní vliv na mechanické vlastnosti a zvyšují přilnavost nátěrového filmu akrylátového latexu. Důvodem odolnosti je pravděpodobně vznik ionomerních vazeb mezi kationty hořčíku ( $\text{Mg}^{2+}$ ) a karboxylovými skupinami vázanými na polymerních řetězcích. Nejhuře mechanickému namáhání odolávalo pojivo E s celkovou mechanickou odolností 72 % a pojivo N s celkovou odolností 74 %, které měly pouze 5 % odolnost vůči úderu na rub.





**Obrázek 31** *Mechanická odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů*

#### 5.1.2.4 *Hodnocení odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů náhlým změnám teploty*

Hodnocení pojiv proti náhlým změnám teploty nám ukázalo na velmi dobrou odolnost všech porovnávaných pojiv. Z tabulky 21 je zřejmé, že po vystavení pojiv náhlým změnám teploty postupem popsáním v kapitole 3.7.3.7 nedošlo ke změně přilnavosti, jak za mokra, tak i za sucha. Díky tomu můžeme říci, že všechna testovaná pojiva jsou odolná proti 25 cyklům náhlým změnám teploty.

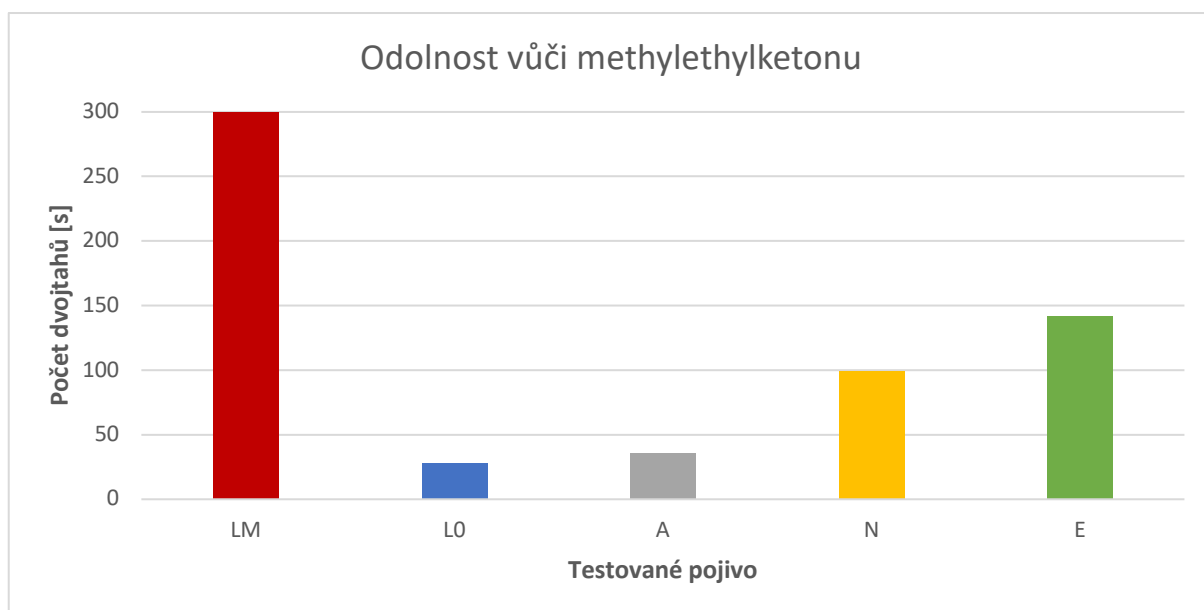
#### 5.1.2.5 *Hodnocení odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů proti tvorbě osmotických puchýřů*

U všech hodnocených pojiv byl proveden test odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů metodou popsanou v kapitole 3.7.4.2. Žádné pojivo nevykazovalo tvorbu puchýřů ani po expozici 240 hodin, po kterých byl test ukončen. Z výsledků měření lze předpokládat, že u testovaných pojiv nedochází k sorpci vody nátěrovým filmem ve vztahu k osmotickým dějům v prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu.

### 5.1.3 Hodnocení chemické a korozní odolnosti nepigmentovaných nátěrů

#### 5.1.3.1 Hodnocení odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu

U všech hodnocených pojiv byl proveden test odolnosti vůči methylethylketonu metodou popsanou v kapitole 3.7.4.1 u nátěrů o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  nanesených na skleněné panely. Z výsledků měření (viz tabulka 22) zobrazených na obrázku 32 jsou zřejmé vynikající vlastnosti pojiva LM, které v porovnání s pojivem L0 ukazují na rapidní nárůst odolnosti proti methylethylketonu vlivem nanočástic MgO. Důvod této odolnosti lze vysvětlit vznikem komplexních (ionomerních) vazeb mezi kationty kovů a karboxylovými skupinami vázanými na polymerních řetězcích. Stejně jako pojivo L0 i pojivo A vykazovalo nízkou odolnost, která se přes pojiva N k E zvyšuje, ale nedosahuje odolnosti pojiva LM. Nízká odolnost pojiva L0 ve srovnání s LM byla způsobena absencí ionomerních vazeb.

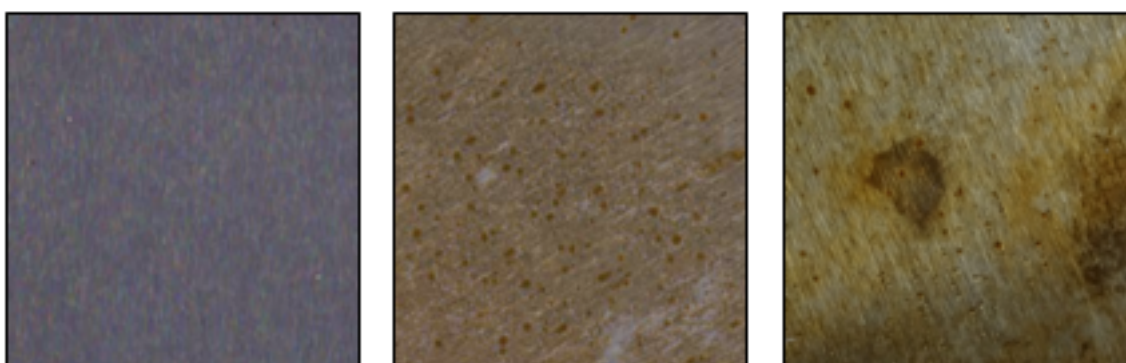


Obrázek 32 Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu

#### 5.1.3.2 Hodnocení odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů vůči tvorbě bleskové koroze

Projevy bleskové koroze byly hodnoceny u čistých pojiv i u pojiv s 10 hm. %  $\text{TiO}_2$ , který zde plnil úlohu inertního pigmentu. U pojiva s  $\text{TiO}_2$  byla hodnocena blesková koroze a u čistých pojiv jodové číslo metodou popsanou v kapitole 3.7.4.4. Jediná pojiva, která vykazovala bleskovou korozi a jodové číslo byla L0 a A, které po 2 hodinách od aplikace nátěru vykazovaly jen minimální korozní projevy i jodové číslo. Po zrychleném laboratorním testu však došlo ke zvýšenému výskytu bleskové koroze i zvýšení jodového čísla (viz tabulka 23). Blesková koroze se ve větší intenzitě objevila v případě latexu L0 ve srovnání s latexem LM.

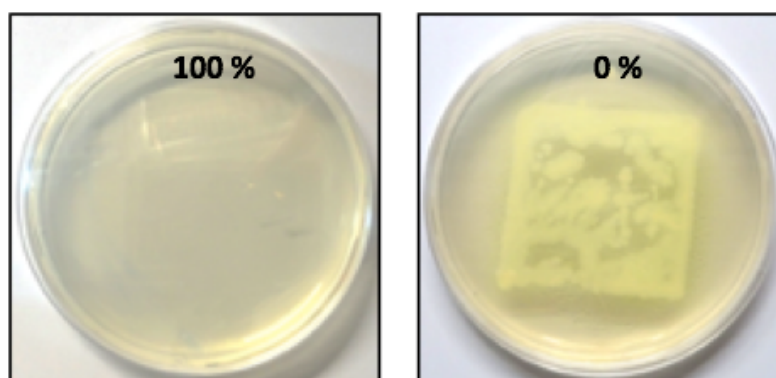
Díky tomu lze konstatovat, že nanočástice MgO plní funkci účinného inhibitoru bleskové koroze pravděpodobně na principu alkalického působení, v jehož důsledku došlo k posunutí pH prostředí v blízkosti oceli do oblasti, kde je koroze ocelového podkladu potlačena. Další možností je potlačení průběhu katodové reakce, ke které dochází při elektrochemické korozi a disociované kationty  $Mg^{2+}$  mohly spolu s kationty kovu vytvořit vrstvu směsných hydroxidů brzdící katodovou reakci (zvýšení polarizačního odporu). Pojiva N a E jsou emulze, které bleskovou korozi nevykazují. Pro vizualizaci jsou uvedeny na obrázku 33 fotografie čistých poživ LM, L0 a A po zrychleném laboratorním testu.



*Obrázek 33 Projevy bleskové koroze po zrychleném laboratorním cyklu nepigmentovaných nátěrových filmů; vlevo: LM, ve středu: L0, vpravo: A*

#### 5.1.4 Hodnocení antimikrobiální účinnosti nátěrových filmů

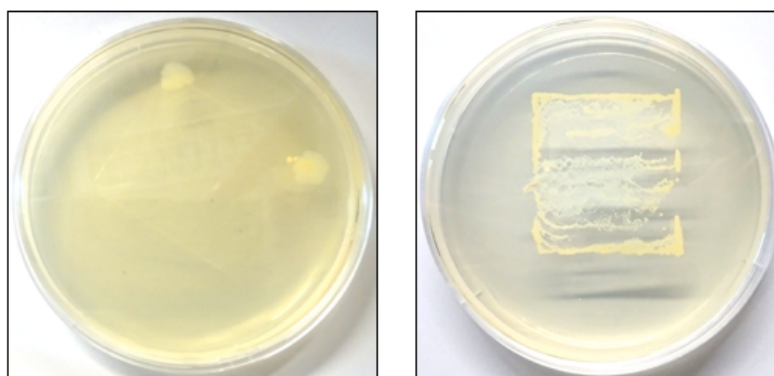
Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti poživ byly připraveny zkušební vzorky podle postupu popsaném v kapitole 2.5.3 na kterých byla hodnocena antibakteriální a antifungální účinnost proti vybraným sbírkovým kulturám (viz kapitola 2.6.2). Antibakteriální účinnost byla stanovena difúzní analýzou a obtiskovou metodou popsanou v kapitola 3.7.5.1 a antifungální účinnost byla stanovena difúzní analýzou popsanou v kapitola 3.7.5.2. Difúzní analýzou byla hodnocena mikrobistatická (bakteristatická a fungistatická) účinnost (zamezení růstu MO) a obtiskovou metodou byla hodnocena mikrobicidní (baktericidní) účinnost (usmrcení MO) v % (tzn. 100 % - nenarostli žádné MO, 0 % - narostlo  $300 \pm 20$  kolonií) jak je pro vizualizaci uvedeno na obrázku 34.



**Obrázek 34 Ukázka hodnocení baktericidní účinnosti**

#### 5.1.4.1 Antimikrobiální účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů

Antimikrobiální účinnost nátěrů pojiva je uvedena v tabulkách 24 a 25 a nárůsty bakterií a plísní před otisky a bakterií po otiscích jsou zobrazeny v příloze H. U pojiva LM byl jako u jediného pojiva pozorován inhibiční efekt, který měl mikrobistatický charakter. Přesný antimikrobiální mechanismus nanočástic MgO je stále neznámý, ale byla prokázána peroxidace lipidů a tvorba reaktivních druhů kyslíku, které mohou zabraňovat růstu MO, ale při koncentraci 1,5 % nejsou dostačující pro mikrobicidní efekt. Vizualizace baktericidní účinnosti nanočástic MgO proti kmenu *S. aureus* je uvedena na obrázku 35.



**Obrázek 35 Vizualizace baktericidní účinnosti nanočástic MgO proti kmenu *S. aureus***

#### 5.1.4.2. Antimikrobiální účinnost syntetizovaných pojiv s běžnými přísadami nátěrových hmot

Pro určení antimikrobiální účinnosti pojiva LM po naformulování NH byla sledována změna antimikrobiální účinnosti, která nastane po přidání 2 a 10 hm. % vybraných pigmentů a plniv připravených postupem popsáním v kapitole 3.4.1 jejichž výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 26–29. Pro určení antimikrobiální účinnosti samostatných pigmentů a plniv, byly stejným způsobem naformulovány i s pojivem L0, který má 0 % účinnost, jak ukázalo

předchozí hodnocení antimikrobiální účinnosti pojiv (viz tabulky 24 a 25). Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 30–33.

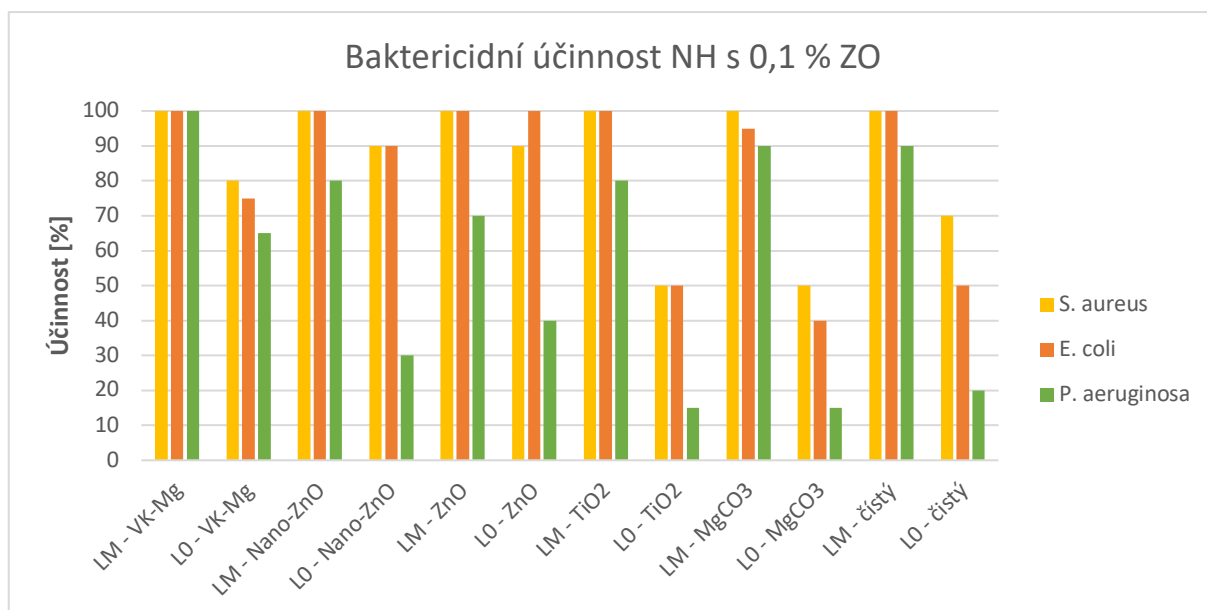
Jak je z měření patrné hm. % testovaného pigmentu či plniva mělo na antimikrobiální účinnost jen minimální dopad. U mikrobistatické účinnosti docházelo ke zvýšení maximálně o 5 % a u baktericidní o 10 %. Dále je patrné že nejlépe účinkovali sloučeniny na základu Zn a Mg spolu s TiO<sub>2</sub>. Účinnost TiO<sub>2</sub> je připisována jejich schopnosti fotokatalýzy. VK-Mg jsou nanočástice MgO, které byly testovány při syntéze LM a již po přidání 2 hm % na celkové reálné 3,22 % nanočástic MgO nám dokazuje, že účinnost nanočástice MgO se s rostoucí koncentrací zvyšuje a při reálné koncentraci 11,22 % dochází již k mikrobicidní účinnosti, jak bylo zmíněno v kapitole 1.3.3.1. Nanočástice ZnO účinkují stejným mechanismem jako nanočástice MgO, který je navíc doplněn fotooxidačním efektem. U ostatních pigmentů a plniv je sledována jen minimální antimikrobiální účinnost, která snižuje i antimikrobiální účinnost LM zastíněním svým povrchem nanočástic MgO.

#### 5.1.4.3. Antimikrobiální účinnost syntetizovaných pojiv s antimikrobiálními aditivy

Hodnocení možné potencionální úspory antimikrobiálního aditiva bylo provedeno u akrylátových latexů podle postupu popsaném v kapitole 3.4.2. ZO byl testován i v kombinaci s 2 hm. % pěti vybraných nejúčinnějších běžných surovin NH (viz tabulky 26–29). Použité množství antimikrobiálního aditiva bylo v rozmezí udávaném výrobcem a nižší. ZO byl testován při koncentraci 0,1 – 0,3 %, PC při koncentraci 0,3 – 2 %, PM při koncentraci 0,1 – 0,4 %, U2 při koncentraci 0,1 – 2 % a U3 při koncentraci 0,5 – 2 %, přičemž antimikrobiální aditiva ZO, MBX a U3 jsou širokospektrálně biocidní, zatímco antimikrobiální aditiva U2 a CF8 jsou určeny primárně proti plísním.

Z tabulek 33–49 je patrné, že u pojiva LM oproti pojivu L0 dochází k ušetření antimikrobiálního aditiva ZO potřebného k mikrobicidní účinnosti u všech sledovaných sbírkových kultur bakterií minimálně o 1/3. Pro vizualizaci byl připraven obrázek 36 při nejnižší testované koncentraci ZO (0,1 %), ze kterého je patrná vyšší odolnost pojiva LM ve srovnání s pojivem L0. Jak je zřejmé z obrázku 36 u pojiva LM při nejnižší testované koncentraci ZO byla sledována mikrobicidní účinnost proti kmenu *S. aureus* a *E. coli* vyjma s MgCO<sub>3</sub>, který snižoval účinnost ve srovnání s čistým pojivem LM. Oproti tomu pojivo LM s VK-Mg mělo jako jediné mikrobicidní účinnost proti kmenu *P. aeruginosa*. Dále bylo měřením dokázáno, že na zamezení růstu plísní postačuje 0,1 % koncentrace a na zamezení růstu bakterií 0,3 % ZO. Účinnost ZO prozatím není přesně znám, ale předpokládá se, že jeho antifungální

účinek vyplývá z jeho schopnosti narušit transport membrány blokováním protonové pumpy, která energizuje transportní mechanismus.

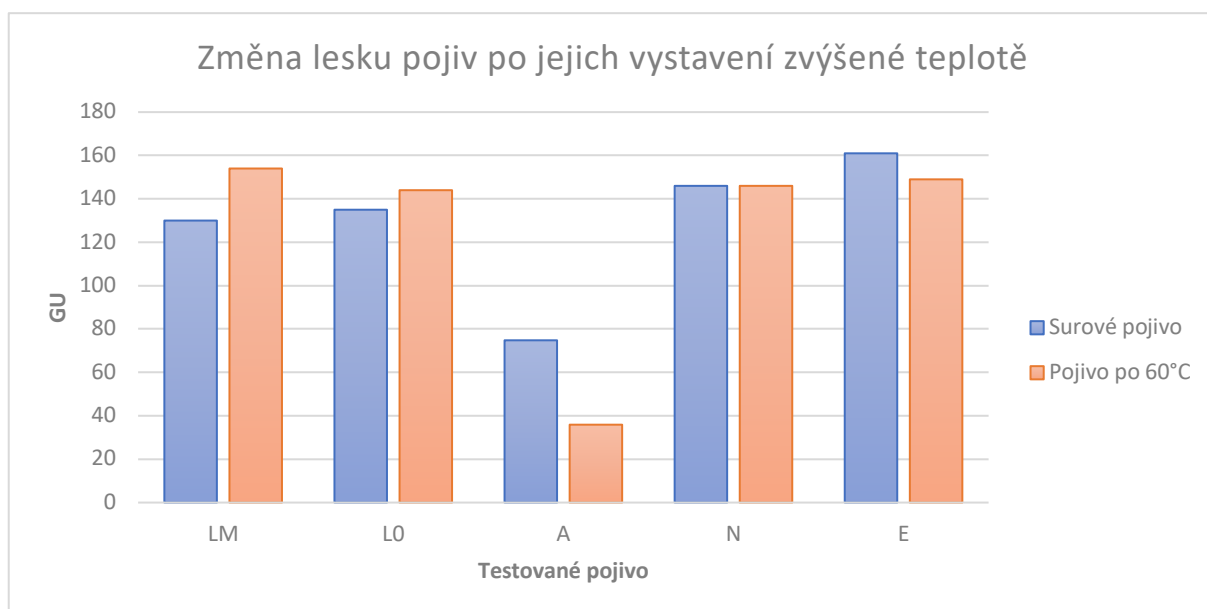


**Obrázek 36** *Baktericidní účinnost syntetizovaných pojiv s obsahem 2 hm. % pigmentů a plniv a 0,1 % ZO*

Stejně jako u ZO i u ostatních antimikrobiálních aditiv byla sledována úspora množství antimikrobiálního aditiva potřebného na dosažení antimikrobiální účinnosti u pojiva LM ve srovnání se srovnávacím pojivem L0. U méně účinných antimikrobiálních aditiv vůči určitému kmenu byla dále sledována zvýšená účinnost ve srovnání s pojivem L0, ale zároveň byla sledována i snížená odolnost ve srovnání s čistým pojivem LM. Mechanismus zhoršení užitečných antimikrobiálních vlastností pojiva LM vlivem testovaných antimikrobiálních aditiv není znám a pro jeho pochopení by bylo zapotřebí provést podrobné zkoumání. Výsledky měření byly tedy závislé na testovaném aditivu a na jeho antimikrobiálních vlastnostech. Ale zároveň nám měření dokazuje, že nanočástice MgO mají určité antimikrobiální vlastnosti, které v kombinaci s antimikrobiálním aditivem zvyšují jeho účinnost což je předmětem této diplomové práce.

## 5.2 Hodnocení změn vlastností po vystavení pojiv zvýšené teplotě

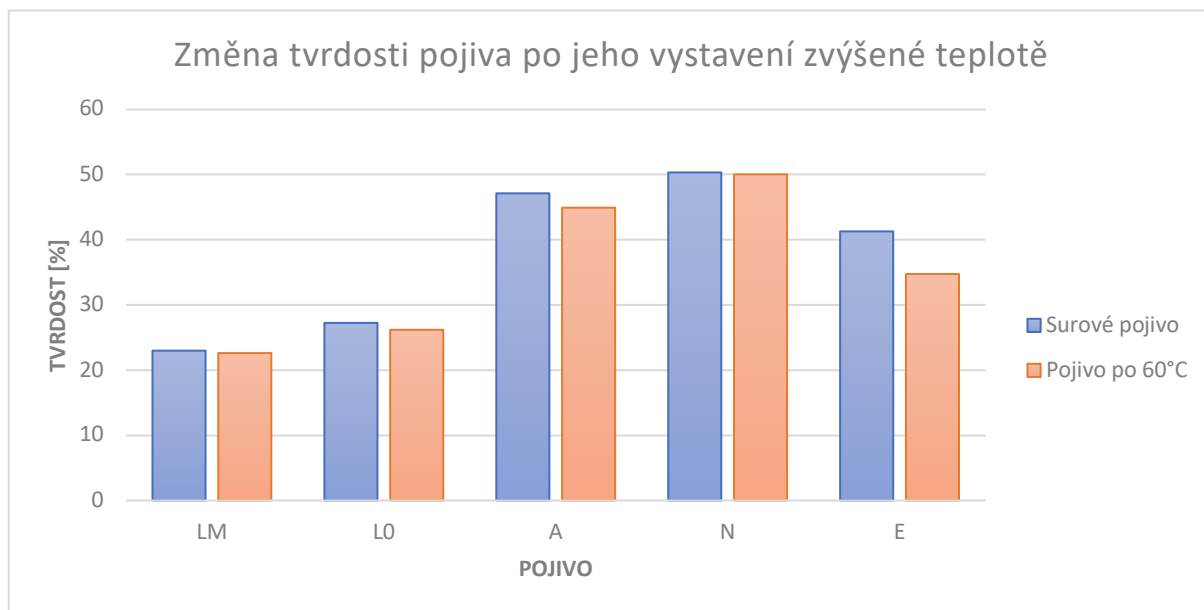
Pojiva hodnocená po vystavení 6 cyklům zvýšené teploty 60 °C (viz kapitola 3.7.1.12) vykazovala minimální odchylky od hodnot surových pojiv. Hodnoceny byly základní vlastnosti pojiv, ale i fyzikálně-mechanické, chemické a antikorozní vlastnosti nátěrových filmů (viz kapitola 4.2). Jedinou výjimkou významného vychýlení od hodnot surových pojiv byl lesk nátěrového filmu pojiva A (viz tabulka 52), který první den vykazoval rapidní snížení GU (pro 20° - 75,67 % 60° - 48,74 % a 85° - 40,39 %), které ale oproti stoupání v čase u surového pojiva A (viz tabulka 16) mírně klesalo a 28 den dosahovalo pro úhel 60° a 85° srovnatelné hodnoty se surovým pojivem. GU geometrie 20° i po 42 dnech nám ukázalo na snížení o 52,00 % jak je zřejmé z obrázku 37, který zobrazuje hodnoty lesku 42. dne při geometrii 20° pojiv před a po vystavení 6 cyklům zvýšené teploty 60 °C při simultánním provedení.



Obrázek 37 Změna lesku nátěrového filmu po vystavení pojiv zvýšené teplotě

Měření tvrdosti bylo provedeno u nátěrů o tloušťce  $40\pm 10$   $\mu\text{m}$  připravených na skleněných panelech metodami popsány v kapitolách 3.7.3.5 a 3.7.3.6. Tvrdost nátěrového filmu dle Persoze u všech pojiv po 42 dnech vykazovala nižší tvrdost oproti surovým pojivům s největší změnou u pojiva E (o 15,84 %), jak je zřejmé z obrázku 38. U akrylátových latexů došlo po prvním dnu ke zvýšení tvrdosti a následné vytvrzování mělo mírnější postup. Mírné snižování tvrdosti u surových pojiv mezi 14 a 21 dnem (viz tabulka 18) se u akrylátových pojiv vystavených zvýšené teplotě projevilo ve větší míře mezi 14 a 28 dnem zároveň s větším

snížením hodnot (viz tabulka 54). U komerčních pojiv bylo během prvního dne sledováno snížení tvrdosti s následným podobným průběhem vysychání jako u surových pojiv.

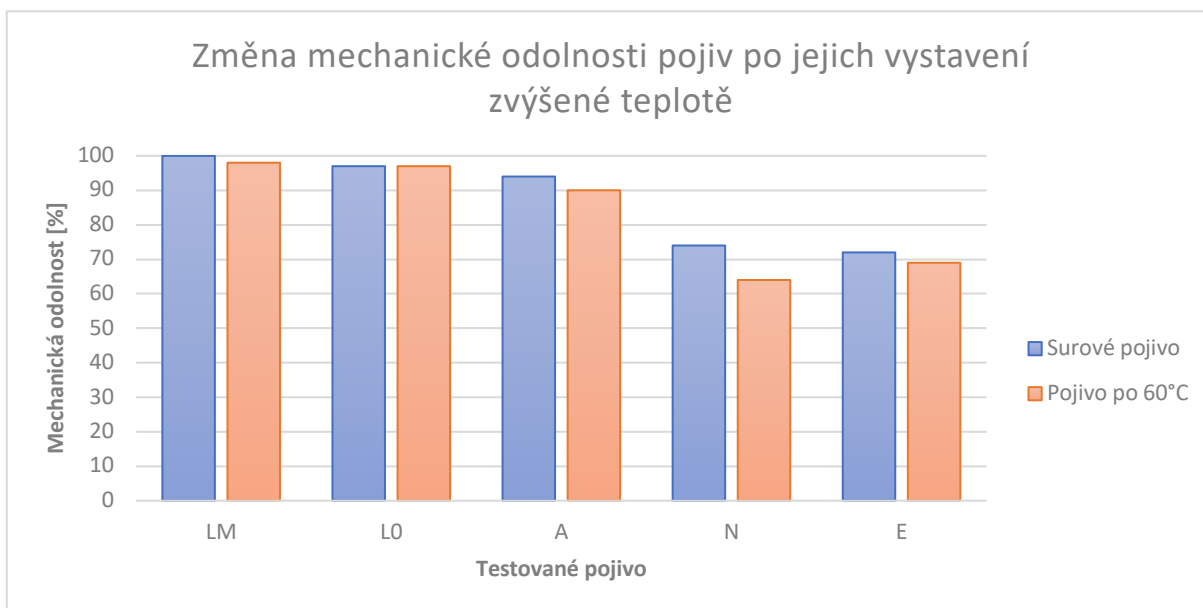


**Obrázek 38** Změna povrchové tvrdosti nátěrůvých dle Persoze po vystavení pojiva zvýšené teplotě

Tvrdotnost nátěru dle Buchholze ukázalo na zvýšení tvrdosti nátěrového filmu po 1 i 42 dnech vysychání vyjma pojiva LO u kterého se projevuje po 42 dnu snížení oproti surovému pojivu (viz tabulky 19 a 55).

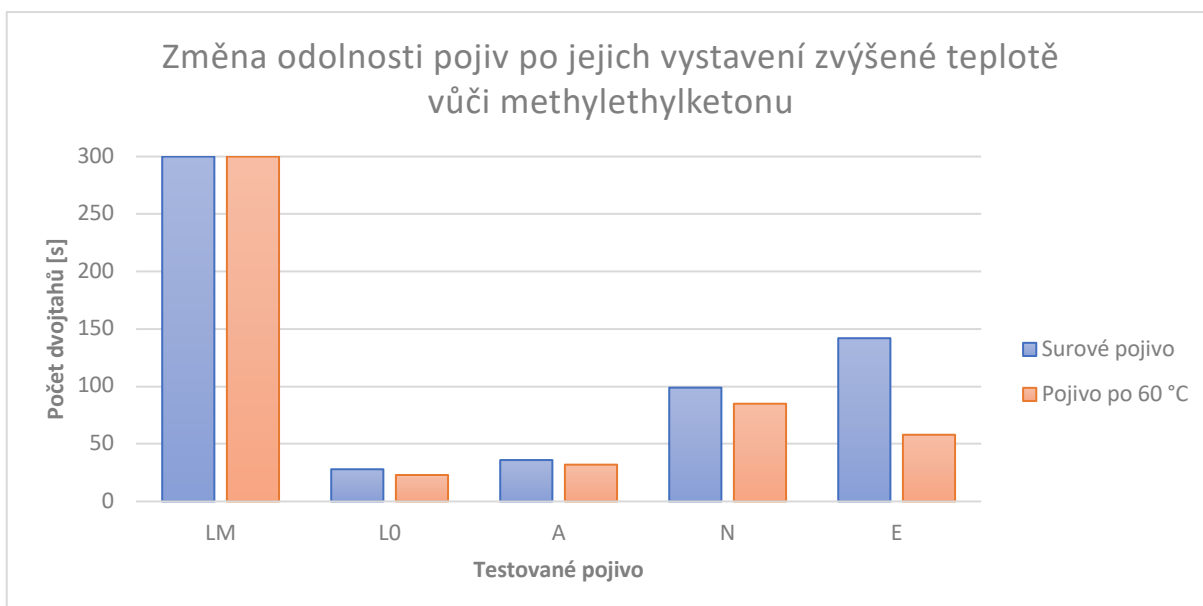
Mechanická odolnost byla hodnocena u nátěrů o tloušťce  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech metodami popsány v kapitolách 3.7.3.8–3.7.3.11 stejně jako u surových pojiv. Na obrázku 39 je zobrazena změna mechanické odolnosti pojiv vystavených zvýšené teplotě která se projevovale u každého pojiva jiným způsobem. Jediným společným rysem všech kopolymer-akrylátových pojiv vystavených zvýšené teplotě bylo snížení přilnavosti. U pojiva LO byla dále sledována zvýšená 100 % odolnost proti úderu na rub, která se u pojiva A snižovala a u pojiva N byla sledována snížená odolnost proti ohybu. U E pojiva docházelo k opačnému efektu sledovaného u akrylátových disperzí. Došlo ke snížení odolnosti proti úderu, ale přilnavost k podkladu se zvýšila.





**Obrázek 39** Změna v mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po jejich vystavení zvýšené teplotě

Odolnost vůči methylethylketonu se u všech pojiv snižovala, jak je patrné z obrázku 40 včetně pojiva LM, u kterého nedošlo ani po 300 dvojtazích k porušení nátěru na podklad, ale došlo k většímu poškození ze stupně 2 na 3. Největší změna nastala u pojiva E, u kterého po vystavení zvýšené teplotě došlo k poklesu chemické odolnosti proti methylethylketonu o 60 % oproti surovému pojivu E.



**Obrázek 40** Změna odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po jejich vystavení zvýšené teplotě vůči methylethylketonu

Projevy bleskové koroze byly hodnoceny u čistých latexů i u latexů s 10 hm. %  $\text{TiO}_2$ , který zde plnil úlohu inertního pigmentu. U pojiva s  $\text{TiO}_2$  byla hodnocena blesková koroze a u čistých pojiv jodové číslo metodou popsanou v kapitole 3.7.4.4. Blesková koroze stejně jako u surových pojiv (viz tabulka 23) nastala pouze u pojiv L0 a A, u kterých se vyskytovaly i stejné projevy bleskové koroze a jodové číslo (viz tabulka 58) jako u surového pojiva z čehož lze usuzovat, že vystavení pojiva zvýšené teplotě 60 °C po dobu 6 cyklů nemá vliv na změnu odolnosti nátěru vůči bleskové korozi.

Z tohoto měření lze usuzovat, že došlo ke tvorbě určitého množství mikrokoagulátů, ale pro přesné určení by bylo zapotřebí provést podrobnější měření v čase s delší expozicí, aby bylo možné určit v jaké rozsahu po čase dojde ke zhoršení užitečných vlastností pojiva a tím jeho nátěrového filmu. Ze získaných hodnot lze konstatovat že zvýšené teplotě 60 °C po 6 cyklech vykazovalo nejvyšší odolnost pojivo LM a nejnižší pojivo E. V porovnání pojiv LM s L0 nedochází k velkým odchylkám v chování. Z toho lze usuzovat, že nanočástice MgO jsou i po zvýšené teplotě v latexu stabilní a ke změně dochází pouze u latexových částic koloidní disperze. Změny vlastností u komerčních pojiv mohou být způsobeny přidanými aditivami, které se vyskytují v polymerní disperzi a mohou zkreslovat výsledky měření.

## 5.3 Hodnocení vlastností antikoročních nátěrových filmů

Pro hodnocení antikoroční účinnosti byla testovaná pojiva připravena a naformulována dle postupu popsaném v kapitole 3.4.3.1. Pro dosažení antikoročních vlastností pro prostředí C3 byla hodnocená pojiva naformulována s pěti anorganickými pigmenty. Vybrány byly dva bariérové pigmenty M ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) s lamelárním a W ( $\text{CaSiO}_3$ ) s jehlicovitým tvarem částic a tři antikorozně chemicky působící pigmenty CAPP ( $\text{AlPO}_4, \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), CHP ( $\text{CaHPO}_4$ ) a CMP (směs  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  a  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ) s tvarem pravidelných částic naformulované při OKP 5 a 10 %. Při OKP 5 % bylo použito Hematit Bayferrox 120 M ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) a při OKP 10 % plnivo Plastorit® Micro ( $\text{SiO}_2, (\text{Mg,Fe,Li})\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  a  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ). Dále bylo pomocí IVA upraven parametr pigmentového systému na  $Q = \text{konst. (50 \%)}$ .

Pro hodnocení antikoroční účinnosti systémů na bázi LM byly všechny získané výsledky měření porovnávány se systémy na bázi L0, akrylátovou disperzí syntetizovanou stejným způsobem pouze bez nanočástic MgO. Dále byly syntetizované vodné disperze porovnávány i s jinými typy pojiv vodouředitelných disperzí pro porovnání vlastností pojiva LM s komerčními produkty.

### 5.3.1 Hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností nátěrových filmů

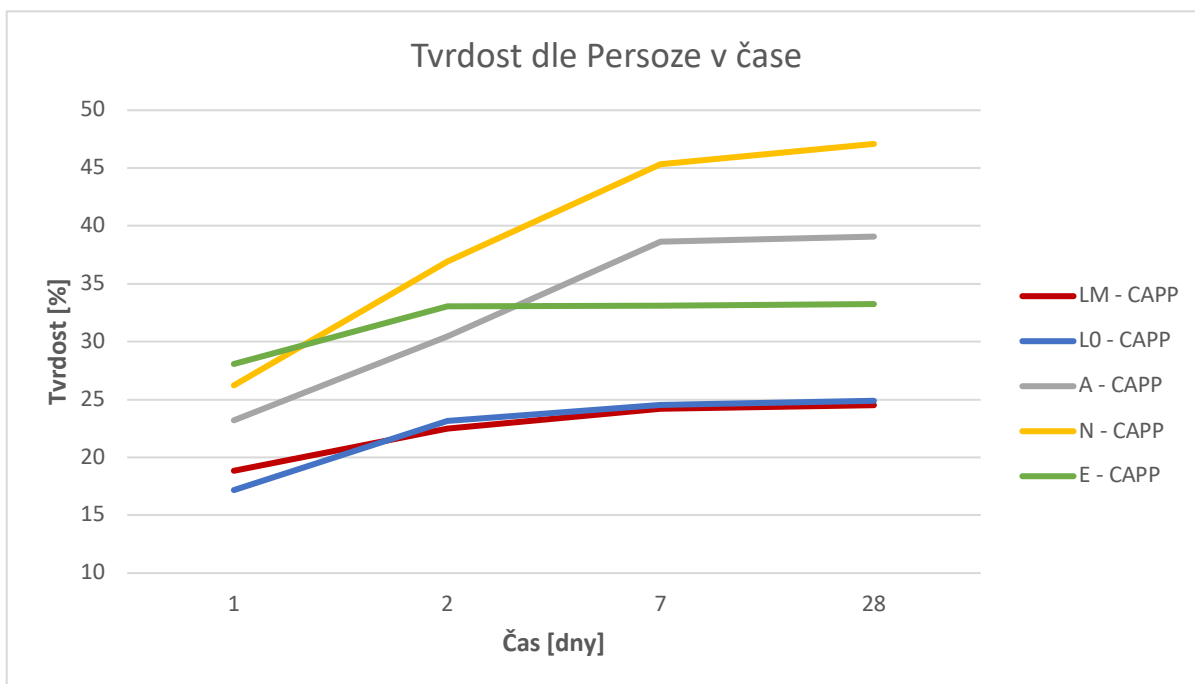
#### 5.3.1.1 Vizuální vlastnosti nátěrových filmů

Vizuální vlastnosti nátěrových filmů byly hodnoceny u nátěrů o tloušťce  $40 \pm 10 \mu\text{m}$  s antikorozními pigmenty o OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro a o OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M. Jak je patrné z tabulek 59 a 60 nejlepší vzhledové vlastnosti (viz kapitola 3.7.3.1) vykazovaly systémy na bázi LM s OKP 5 % i 10 %, které byly bez zákalu, bublin a měly hladký slitý povrch s ojedinělými částicemi. U srovnávacích disperzí došlo k největší změně vzhledových vlastností vlivem plniva (u obou OKP systémů) a to především u četnosti částic, která se u systémů na bázi L0 a A s OKP 5 % zvyšovala. Hodnoty bublin, prasklin a povrchu vykazovaly konstantní hodnoty u obou plniv. U systému na bázi A s OKP 10 % dále docházelo ke zhoršení vizuálních vlastností nátěrů mírným zákalem, který odpovídá hodnotám čistého pojiva A. Z měření lze usuzovat, že vzhledové vlastnosti nejvíce ovlivňuje plnivo, které dodává NH barevný odstín. Z pigmentů vzhledové vlastnosti nejvíce ovlivňuje CMP, který např. zvyšuje množství částic u všech testovaných systémů při OKP 5 % nejspíše zhoršenou dispergovatelností pigmentu z důvodu tvrdosti a velikosti částic. Možným řešením by bylo mletí, delší dispergací anebo přidávkem smáčecích aditiv.

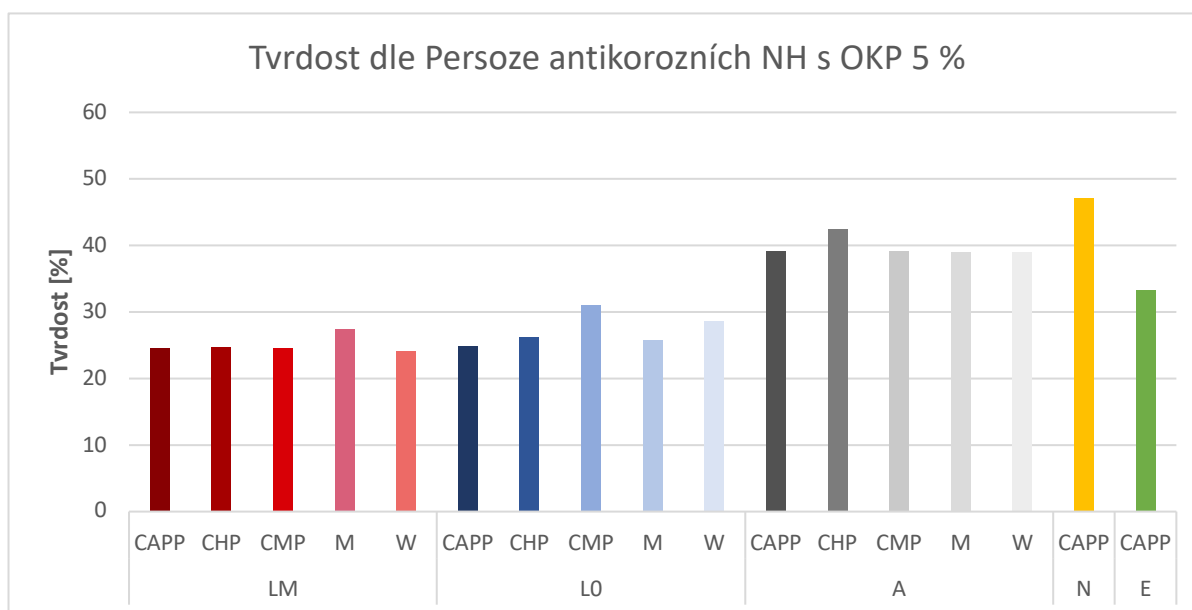
Lesk nátěrového filmu byl sledován při úhlech 20°, 60° a 85° metodou popsanou v kapitole 3.7.3.2. Jak je patrné z tabulek 61 a 62 byl lesk nátěrového filmu ovlivněn jak testovaným pojivem, tak i plnivem a v menší míře pigmentem. Geometrie, při které došlo k hodnocení bylo pro každé pojivo s plnivem zvoleno z průměrných hodnot GU při geometrii 60°. U systémů na bázi LM a A při obou OKP byly nátěry matné (20°), nátěry systémů na bázi L0 s OKP 5 % byly velmi lesklé (20°) a s OKP 10 % byly lesklé (60°) stejně jako systémy na bázi N a E při obou OKP. Obecně lze říci, že u všech vzorků docházelo v čase k poklesu GU s nejvyšší změnou po 28 dni. Dále nám měření ukázalo, že plnivo Hematit Bayferrox 120 M zvyšuje GU u všech pojiv s největším vlivem na lesk u systémů na bázi L0 a A. Rozdíl lesku u systémů s rozdílným plnivem mohlo být způsobeno tvarem jejich částic. Plnivo Hematit Bayferrox 120 M má koloidní tvar částic a plnivo Plastorit® Micro má lamelární tvar částic na kterých může docházet k většímu rozptylu světla, čímž dochází ke snížení lesku. Vliv pigmentu na lesk nátěrového filmu byl rozdílný pro jednotlivá pojiva, ale charakter změny lesku pigmentu a pojiva měl podobný průběh pro OKP 5 % i 10 %. Lesk kromě morfologie ovlivňuje i distribuce částic a měrný povrch.

#### *5.3.1.2 Hodnocení změn tvrdosti nátěrových filmů v čase*

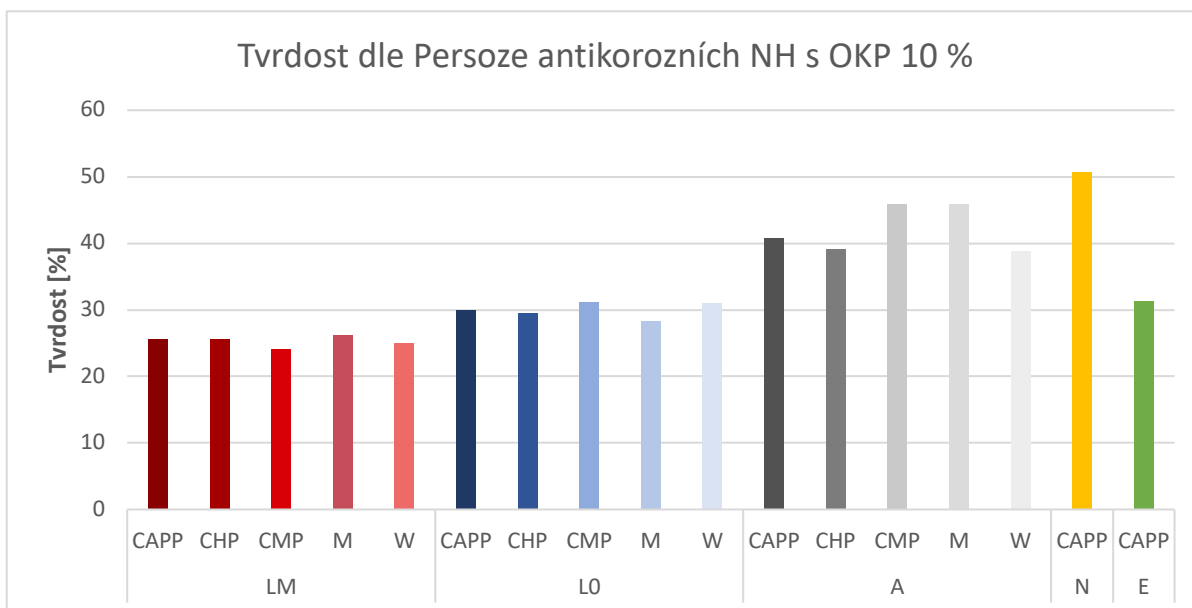
Měření tvrdosti bylo provedeno u nátěrů o tloušťce  $40 \pm 10$   $\mu\text{m}$  připravených na skleněných panelech metodami popsanými v kapitolách 3.7.3.5 a 3.7.3.6. Měření dle Persoze ukázalo (viz tabulky 65 a 66) na podobný časový průběh relativní povrchové tvrdosti všech systémů, u kterých došlo během prvního dne k prudkému vzestupu relativní tvrdosti, během druhého a sedmého dne se tvrdost dále zvyšovala, a nakonec tvrdost dlouhodobě mírně stoupala. Dále bylo z měření patrné, že z pigmentů obecně nejvíce zvyšoval povrchovou tvrdost pigment CMP. Při porovnání s čistými pojivy (viz tabulka 18) bylo dále sledováno, že nedochází vlivem pigmentů a plniv k významné změně povrchové tvrdosti nátěru vyjma pojiva E u kterého došlo ke snížení tvrdosti o 40 %. Vizualizace průběhu tvrdosti v čase (viz obrázek 41) pro jednotlivá pojiva byla provedena u antikoročních nátěrových filmů s OKP 5 % s pigmentem CAPP. Tvrdost všech testovaných antikoročních NH po 28 dnu byla znázorněna pro OKP 5 % na obrázku 42 a pro OKP 10 % na obrázku 43.



**Obrázek 41** Povrchová tvrdość pigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Persoze (OKP 5 %, pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %); body měření byly propojeny spojnicí pro vizualizaci

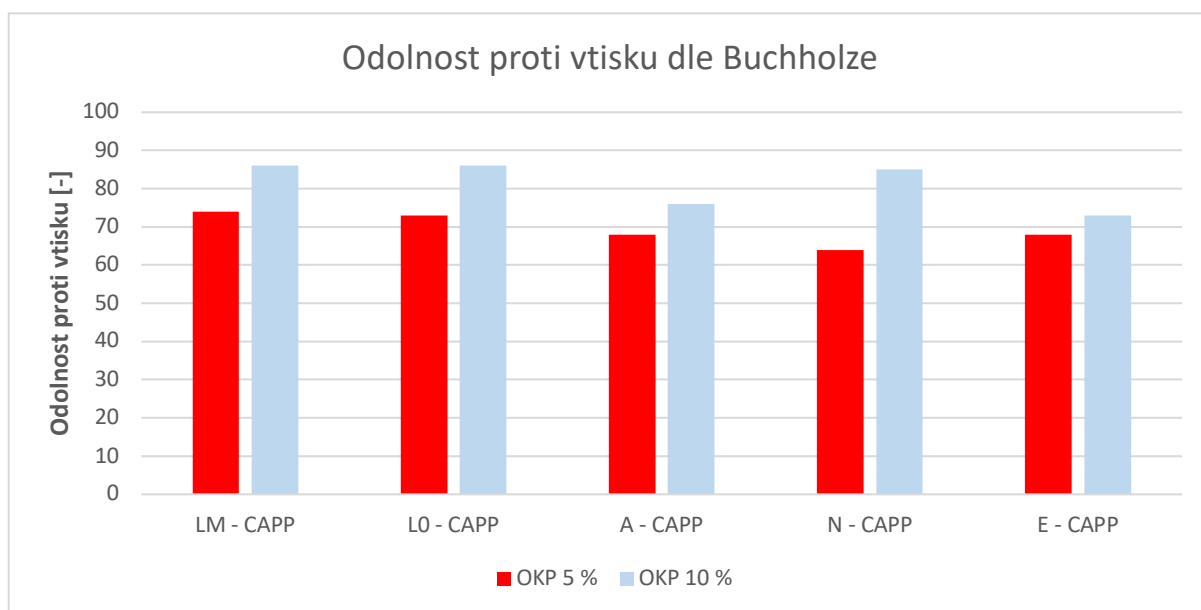


**Obrázek 42** Povrchová tvrdość dle Persoze po 28 dnech zasychání (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



**Obrázek 43** Povrchová tvrdost dle Persoze po 28 dnech zasychání (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro,  $Q = \text{konst.} - 50 \%$ )

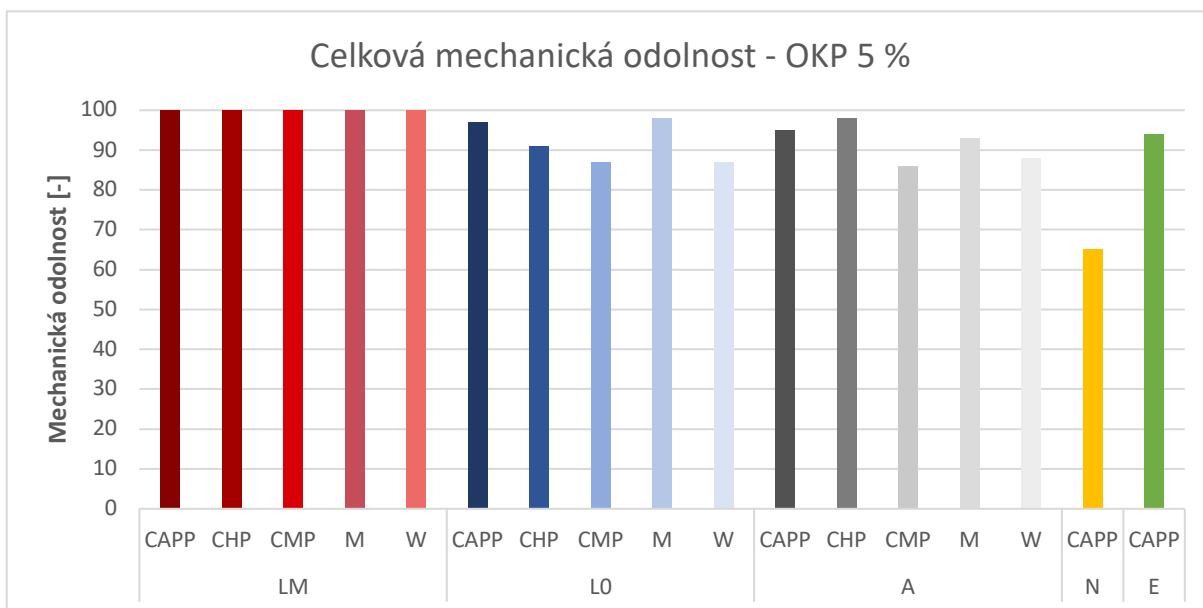
Hodnocení tvrdosti v čase dle Buchholze ukázalo stejně jako u měření dle Persoze ke zvyšování tvrdosti v čase (viz tabulky 67 a 68) s podobným časovým průběhem. Z měření bylo dále zřejmé, že systém s OKP 10 % byl odolnější vůči vtisku průměrně o 10 % než systém s OKP 5 % z čehož lze usuzovat, že plnivo Plastorit® Micro zvyšuje odolnost proti vtisku, jak je zobrazeno na obrázku 44, ve kterém jsou porovnávány systémy s pigmentem CAPP při OKP 5 % a 10 %. Zvýšená odolnost systémů s OKP 10 % mohla být způsobena plnivem Plastorit® Micro obsahující oxidické křemičitany které dle Mohsovy stupnice tvrdosti vykazují vyšší tvrdost (7) než ostatní pigmenty a plniva. Dále lze z výsledků měření konstatovat, že pigmenty odolnost proti vtisku neovlivňují. Případný pokles nebo nárůst odolnosti proti vtisku se pohyboval v rámci experimentální chyby měření (1–5 %).



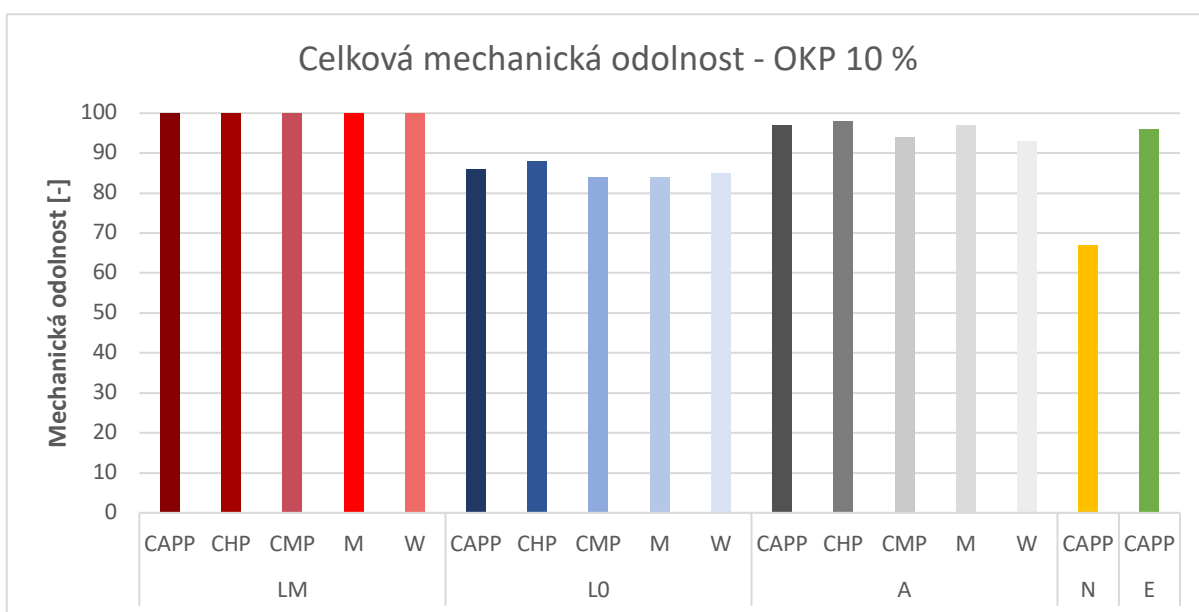
**Obrázek 44** Porovnání odolnosti proti vtisku dle Buchholze s pigmentem CAPP u systémů s OKP 5 %, (plnivo Hematit Bayferrox 120 M,  $Q = \text{konst.} - 50\%$ ) a systémů s OKP 10 % (plnivo Plastorit® Micro,  $Q = \text{konst.} - 50\%$ )

### 5.3.1.3 Hodnocení mechanické odolnosti nátěrových filmů

Mechanická odolnost nátěru byla hodnocena u nátěrových filmů s tloušťkou  $50 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech postupem popsaným v kapitolách 3.7.3.8–3.7.3.12. Při porovnání testovaných antikoročních NH (viz tabulky 69 a 70) s pojivy (viz tabulka 16) je zřejmé, že plnivo Hematit Bayferrox 120 M i plnivo Plastorit® Micro nesnižovali mechanickou odolnost a případný pokles nebo nárůst se pohyboval v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Stejně tak pigmenty CAPP, CHP a M neměli vliv na mechanickou odolnost a CMP a W mechanickou odolnost mírně snižovali u všech systémů. Stejně jako u pojiv i u naformulovaných NH měl největší 100 % mechanickou odolnost systém na bázi LM u OKP 5 % i 10 % jak je zřejmé z obrázků 45 a 46. Obecně u systému s OKP 5 % došlo ke zvýšení mechanické odolnosti proti úderu oproti systému s OKP 10 % a odolnost proti hloubení byla obecně vyšší u systému s OKP 10 % oproti systému s OKP 5 %.



**Obrázek 45 Celková mechanická odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)**



**Obrázek 46 Celková mechanická odolnost pigmentových nátěrových filmů (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)**

#### 5.3.1.4 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů proti tvorbě osmotických puchýřů

U všech testovaných systémů byl proveden test odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů metodou popsanou v kapitole 3.7.4.2. Žádné pojivo nevykazovalo tvorbu puchýřů ani po expozici 240 hodin po kterých byl test ukončen. Z výsledků měření lze předpokládat, že u testovaných pojiv nedochází k sorpci vody nátěrovým filmem ve vztahu k osmotickým dějům v prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu stejně jako u testovaných surových pojiv.

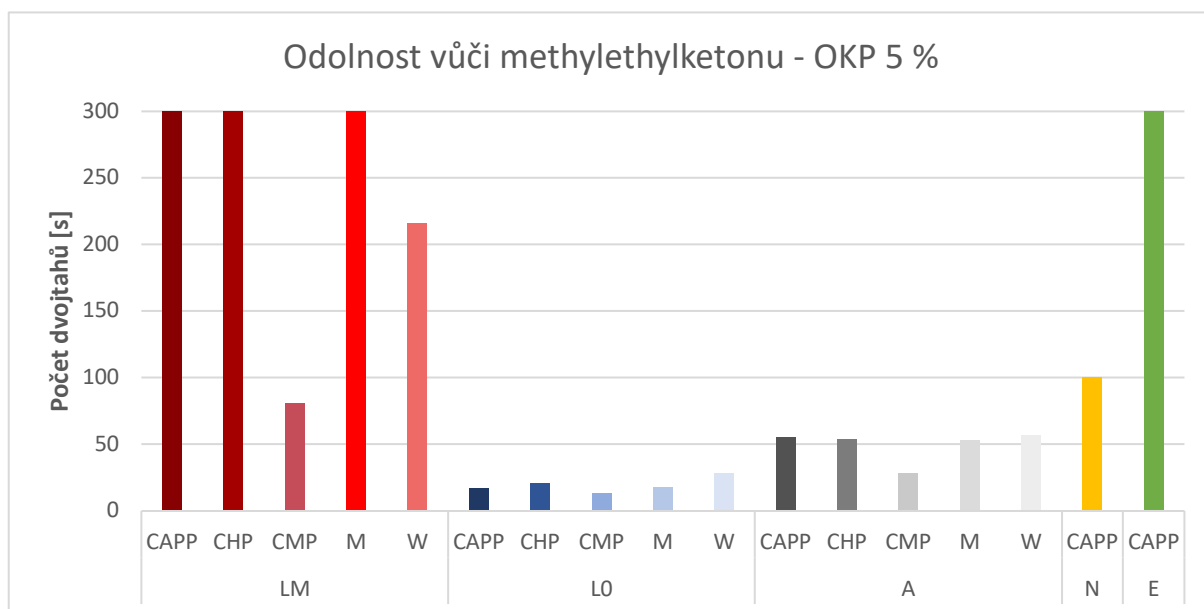


Z výsledků tohoto měření lze konstatovat, že pigmenty a plniva nesnižují odolnost pojiv proti tvorbě osmotických puchýřů. Z tohoto důvodu byla dále provedena agresivnější zkouška stanovení odolnosti proti vlhkým atmosférám (viz kapitola 3.7.4.5).

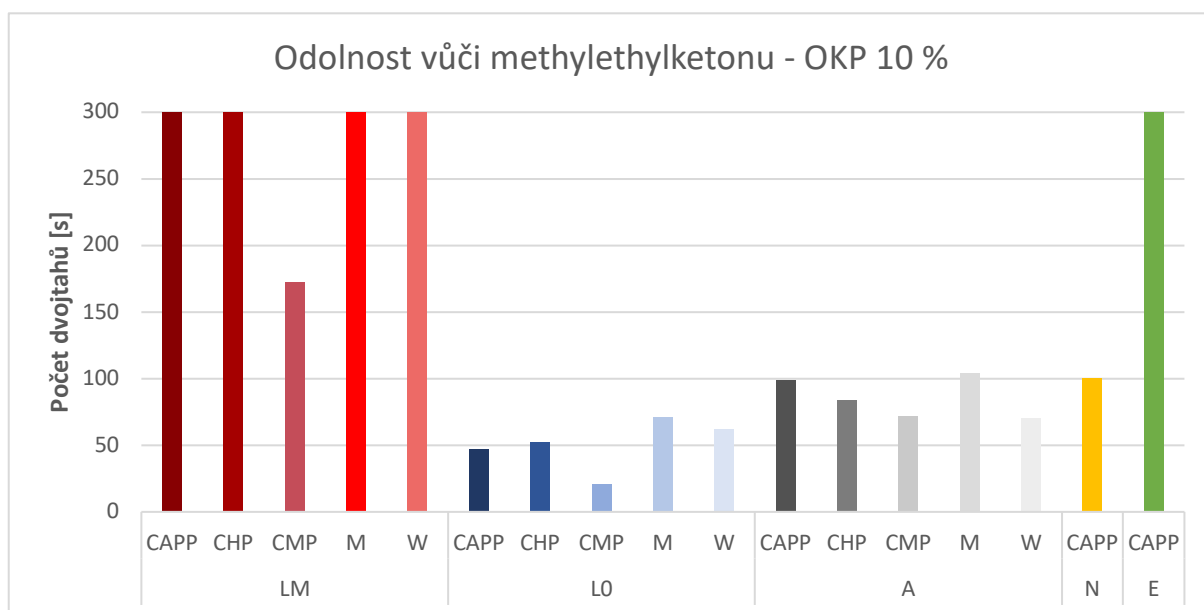
### 5.3.2 Hodnocení chemické odolnosti nátěrových filmů

#### 5.3.2.1 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů vůči methylethylketonu

Hodnocení chemické odolnosti antikoročních NH vůči methylethylketonu bylo provedeno u nátěrových filmů o tloušťce  $40 \pm 10 \mu\text{m}$  na skleněných panelech postupem popsaným v kapitole 3.7.4.1. Výsledky měření ukázaly, že nejvíce ovlivňují výsledky pojiva, což bylo dokázáno s porovnáním výsledků surových pojiv (viz tabulka 22). Dále lze z výsledků měření říci, že systémy s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro měly vyšší odolnost oproti systémům s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M. U obou OKP systémů byl pozorován vliv pigmentu na odolnost antikoročních NH. Pigmenty CAPP, CHP a M odolnost zvyšovali vůči čistým pojivům, účinnost pigmentu W závisela na testovaném pojivu v závislosti na OKP a pigment CMP vykazoval zhoršující odolnost vůči methylethylketonu, jak je zřejmé z obrázku 47 a 48. Z měření je také patrné, že v průběhu vysychání došlo ke snížení odolnosti vodou ředitelných nátěrových filmů oproti rozpouštědlovým nátěrovým filmům, u kterých se odolnost s časem zvyšuje.



**Obrázek 47** Odolnost pigmentových nátěrových filmů vůči methylethylketonu (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



**Obrázek 48** Odolnost pigmentových nátěrových filmů vůči methylethylketonu (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)

### 5.3.2.2 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů dle Machu a Schiffmana

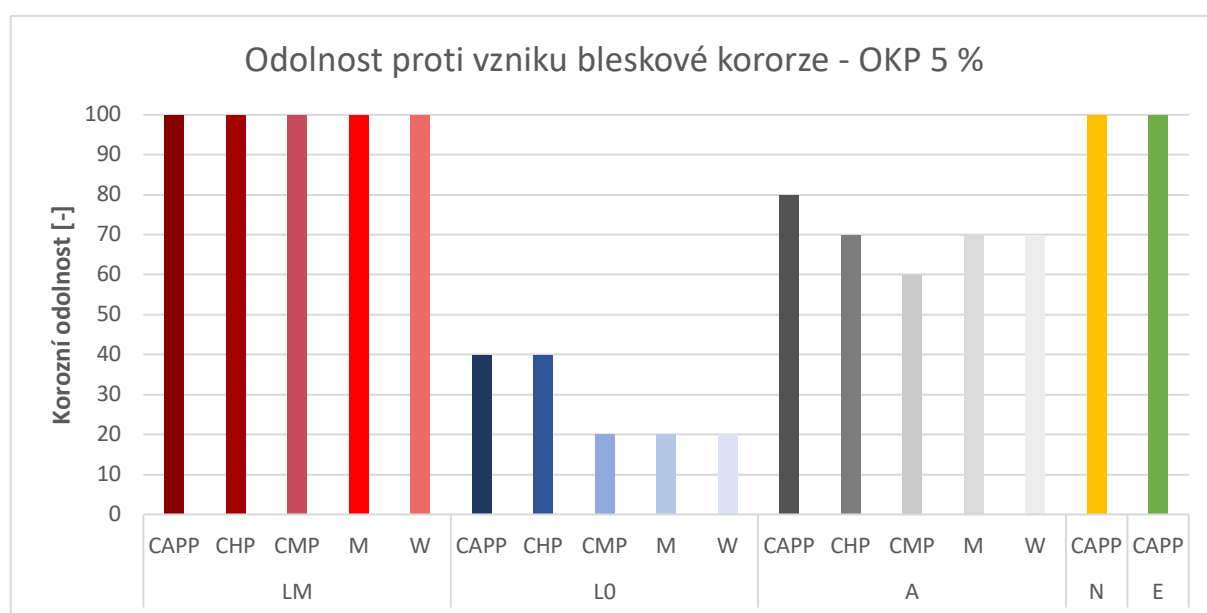
Hodnocení odolnosti antikoročních nátěrů dle Machu a Schiffmana bylo provedeno u nátěrových filmů o tloušťce  $100 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech opatřených zkušebním křížovým řezem postupem popsaným v kapitole 3.7.4.3. Hodnocení bylo provedeno po 24 hodinové expozici v reakčním roztoku při teplotě  $35 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , po oplachu destilovanou vodou a 8 hodinách vysychání při laboratorní teplotě  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 73 a 74, které ukazují že systémy s OKP 10 % měly vyšší odolnost vůči zkoušce dle Machu a Schiffmana než systémy s OKP 5 %. V příloze B jsou uvedeny pro porovnání fotky systémů s pigmentem CAPP při OKP 5 % a 10 %. Dále byla u systému na bázi E sledována 100 % ztráta adheze povlaku od podkladu, která souvisí zejména s problematikou adheze u vodou ředitelných epoxidových pryskyřic.

### 5.3.3 Hodnocení antikoroční odolnosti nátěrových filmů

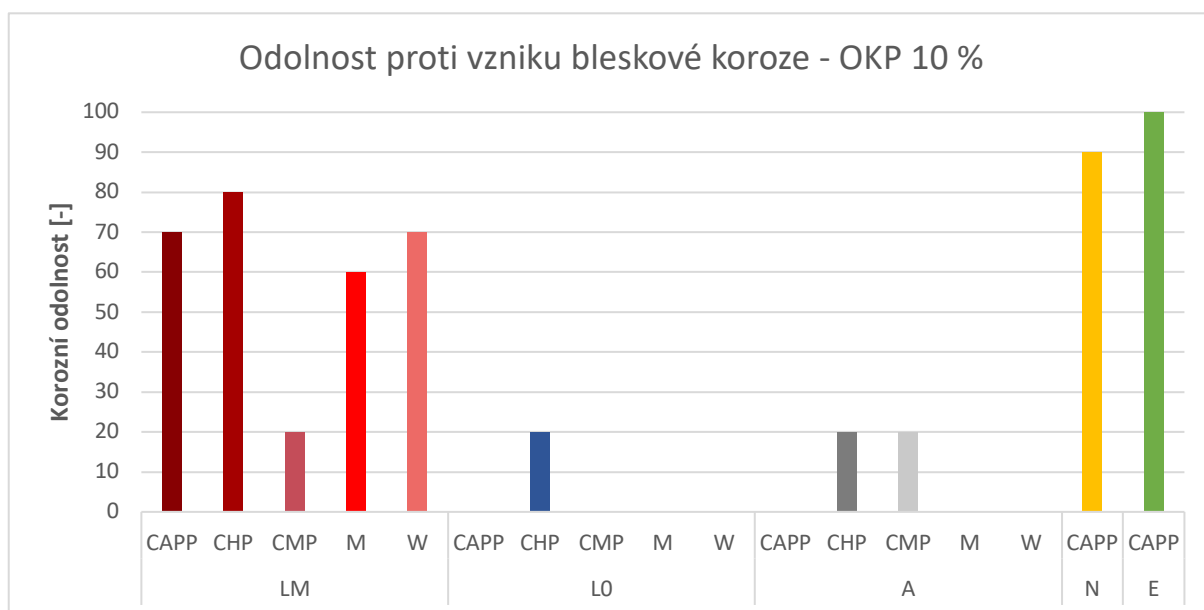
#### 5.3.3.1 Hodnocení zrychleného laboratorního testu vůči vzniku bleskové koroze

Hodnocení odolnosti antikoročních nátěrů proti vzniku bleskové koroze bylo provedeno po 2 hodinách od aplikace a po celém cyklu, postupem uvedeným v kapitole 3.7.4.4. Při porovnání obrázků 49 a 50 je patrné, že systémy s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vykazovaly vyšší odolnost vůči bleskové korozi ve srovnání se systémy s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro. Stejně jako u pojiv (viz tabulka 23) byla sledována nejvyšší odolnost u systémů na bázi LM, N a E. U systémů s OKP 10 % se vlivem přísad blesková

korozí zvýšila a u systémů na bázi A s OKP 5 % je vlivem plniva sledováno snížení bleskové korozí. Dále nám výsledky měření uvedené v tabulkách 75 a 76 ukazují na efekt účinnosti pigmentů, který je u systémů na bázi LM přesně obrácený ve srovnání se srovnávacími pojivy. Při srovnání systémů na bázi LM a L0 je zřejmé, že stejně jako u čistých pojiv plní nanočástice MgO funkci účinného inhibitoru bleskové korozí pravděpodobně na principu alkalického působení, v jehož důsledku došlo k posunutí pH prostředí v blízkosti oceli do oblasti, kde je korozí ocelového podkladu potlačena. Další možností je potlačení průběhu katodové reakce, ke které dochází při elektrochemické korozí a disociované kationty  $Mg^{2+}$  mohly spolu s kationty kovu vytvořit vrstvu směsných hydroxidů brzdící katodovou reakci. Dále je z měření zřejmé, že plnivo Hematit Bayferrox 120 M a pigmenty tuto odolnost systémů na bázi LM vůči bleskové korozí nesnižovali oproti plnivu Plastorit® Micro jak již bylo probráno více. To mohlo být způsobeno zhoršenou dispergovatelností tohoto plniva oproti plnivu Hematit Bayferrox 120 M. Fotografie vzorků jsou uvedeny v příloze C po 2 hodinách expozice i po celém cyklu.



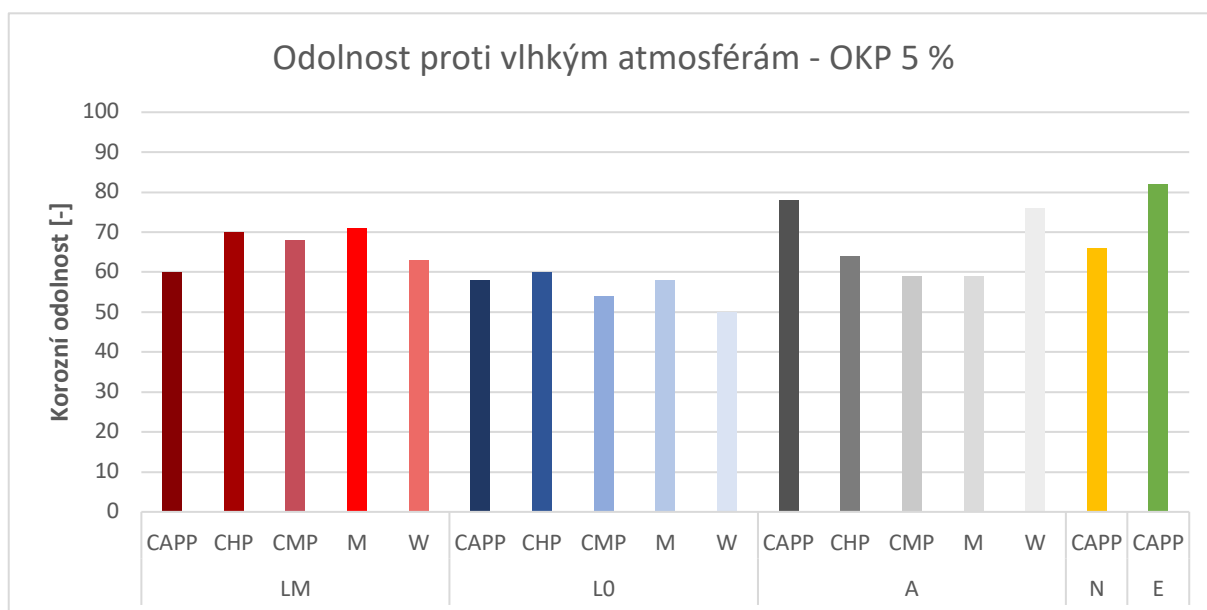
**Obrázek 49** Odolnost pigmentových nátěrových filmů proti vzniku bleskové korozí (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M,  $Q = konst. - 50\%$ )



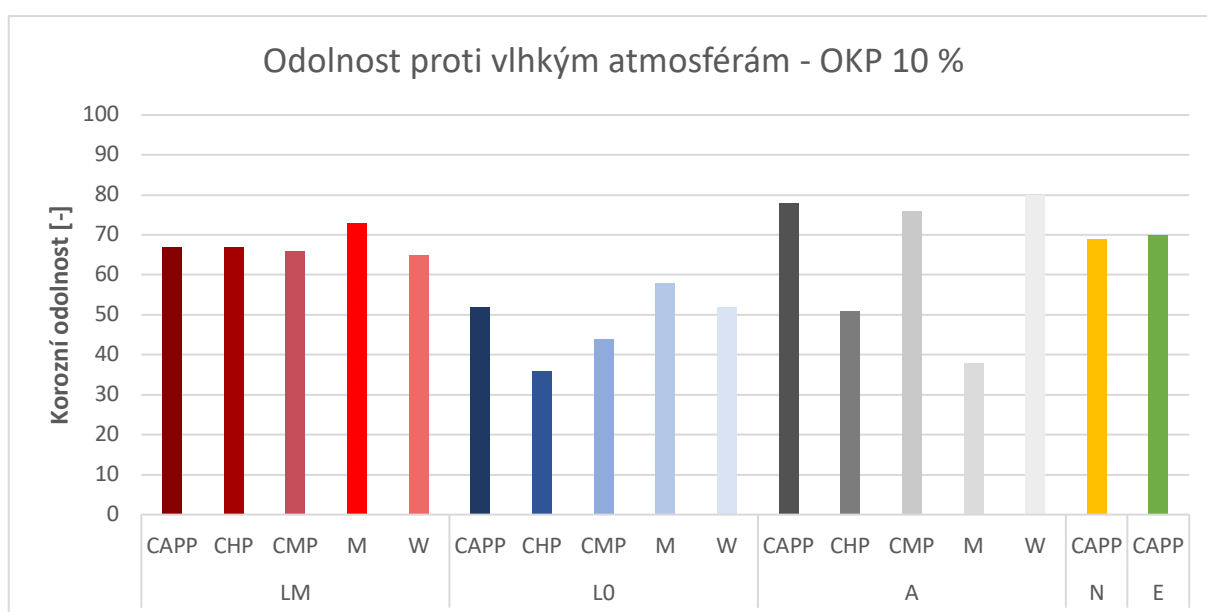
**Obrázek 50 Odolnost pigmentových nátěrových filmů proti vzniku bleskové koroze (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)**

### 5.3.3.2 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů vlhkým atmosférám

Hodnocení odolnosti antikoročních nátěrů vlhkým atmosférám bylo provedeno u nátěrových filmů o tloušťce  $100 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech opatřených zkušebním řezem. Hodnocení bylo provedeno po 480 hodinové expozici v atmosféře se 100 % relativní vlhkostí vzduchu při teplotě  $38 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  postupem popsáním v kapitole 3.7.4.5. V tabulkách 77 a 78 jsou uvedeny výsledky měření ze kterých je zřejmé, že u žádného vzorku nedošlo k výrazné korozi v řezu, a kromě systému L0 – CMP s OKP 10 % nedošlo k výraznému prokorodování. Z obrázku 51 při OKP 5 % a obrázku 52 při OKP 10 % lze obecně říci že nedošlo ke změně odolnosti vlhkým atmosférám vlivem plniva a vliv pigmentu byl u každého systému rozdílný. V příloze D jsou uvedeny pro vizualizaci fotografie systémů s OKP 5 % i 10 % a pigmentem CAPP.



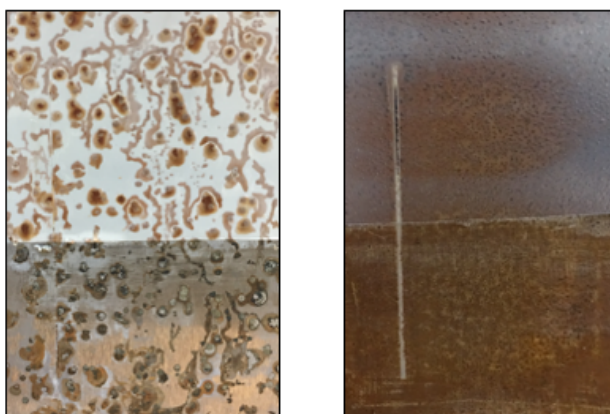
**Obrázek 51** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vlhkým atmosférám (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



**Obrázek 52** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vlhkým atmosférám (OKP 10 %, plnivo Plastorit@Micro, Q = konst. - 50 %)

Všechny vzorky během expozice ve vlhké atmosféře, byly kontrolovány po každých 120 hodinách. Během těchto kontrol bylo zjištěno, že u systémů na bázi LM došlo k rapidnímu zhoršení již po prvních 120 hodinách a dále tyto hodnoty zůstaly konstantní oproti srovnávacím vzorkům u kterých korozní projevy rostly s časem. Z tohoto pozorování lze usuzovat, že při dlouhodobé expozici by vzorky na bázi LM byly odolnější vlhkým atmosférám. Rychlé zhoršení systémů na bázi LM mohlo být způsobeno přítomností intersticiálních prostorů ve kterých se vyskytují zbytky emulgátoru, iniciátoru a  $Mg(OH)_2$  rozpouštěním určitého podílu

oxidu hořečnatého (rozpuštnost MgO ve vodě při 30 °C je 0,0086 g/100 ml), které vytváří koncentrační články vedoucí ke tvorbě puchýřů a tím zhoršují přilnavost organického povlaku k podkladu, což dokazuje i fakt, že se u systémů LM vyskytovali větší puchýře, ale s nižší intenzitou, jak je zobrazeno na obrázku 53 u systémů na bázi LM a L0 při OKP 10 % a pigmentem M. Působením vody v povlaku docházelo ke korozním pochodům a vymývání vodou rozpustných látek. Po vymytí vodou rozpustných látek již neexistuje difúzní hnací potenciál a nedocházelo k dalším korozním projevům.

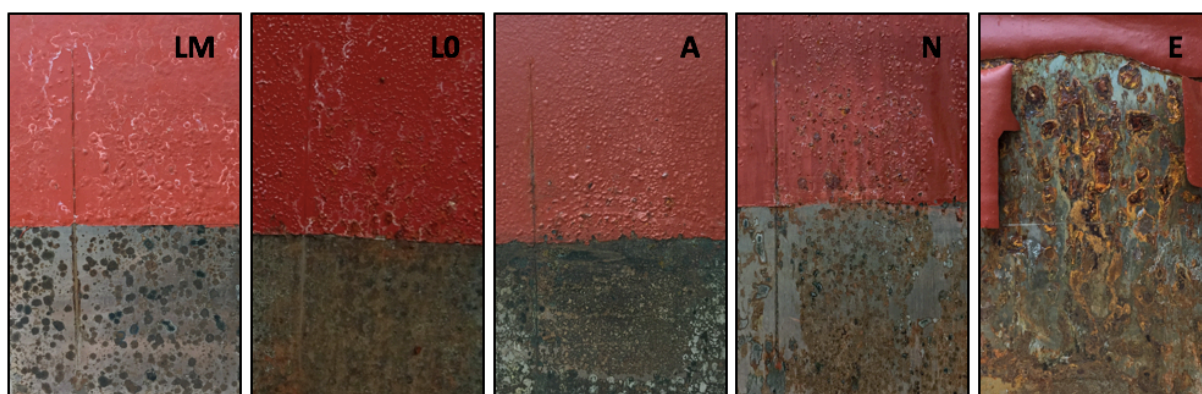


**Obrázek 53** Rozdíl změny odolnosti nátěrového filmu s nanočásticemi MgO (vlevo) a bez nanočástic (vpravo) vůči vlhkým atmosférám (OKP 10 %, pigment M, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)

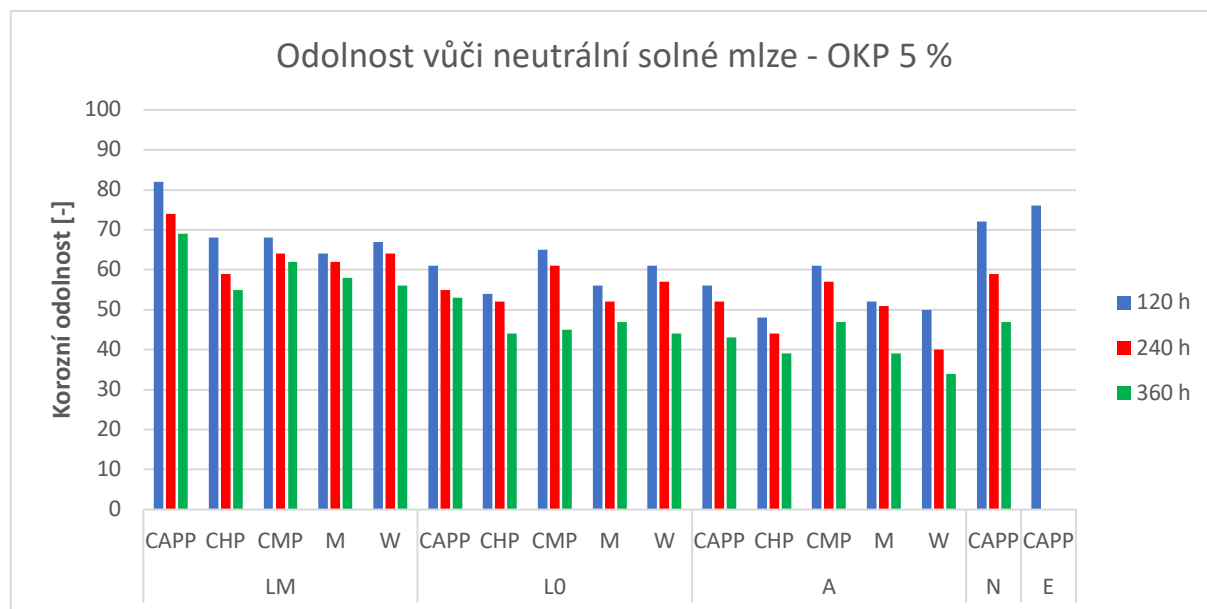
#### 5.3.3.3 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů neutrální solné mlže

Hodnocení odolnosti antikoročních nátěrů neutrální solné mlže bylo provedeno u nátěrových filmů o tloušťce  $100 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech opatřených zkušebním řezem. Hodnocení bylo provedeno po 120, 240 a 360 hodinové expozici v atmosféře 5 % mlhy NaCl za zvýšené vlhkosti vzduchu a při teplotě  $35 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  postupem popsaným v kapitole 3.7.4.6. Výsledky měření jsou uvedeny pro 120 hodinovou expozici v tabulkách 79 a 82, pro 240 hodinovou expozici v tabulkách 80 a 83 a pro 360 hodinovou expozici v tabulkách 81 a 84. Z výsledků měření je zřejmé, že systémy s OKP 5 % byly obecně odolnější vůči neutrální solné mlže, než systémy s OKP 10 % u kterých došlo ke zvýšení četnosti puchýřů v ploše i řezu. Prokorodování, podkorodování a koroze vřezu byly u obou systémů OKP srovnatelné a případné zvýšení či snížení hodnot se pohybovalo v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Dále je z obrázku 55 pro systémy s OKP 5 % a obrázku 56 pro systémy s OKP 10 % patrné, že docházelo k poklesu odolnosti v čase. Systémy na bázi LM a L0 vykazovaly nejvyšší odolnost s pigmentem CAPP a při jejich porovnání byly systémy na bázi LM odolnější vůči neutrální solné mlže než systémy na bázi L0, která při OKP 10 % po 360 hodinové expozici

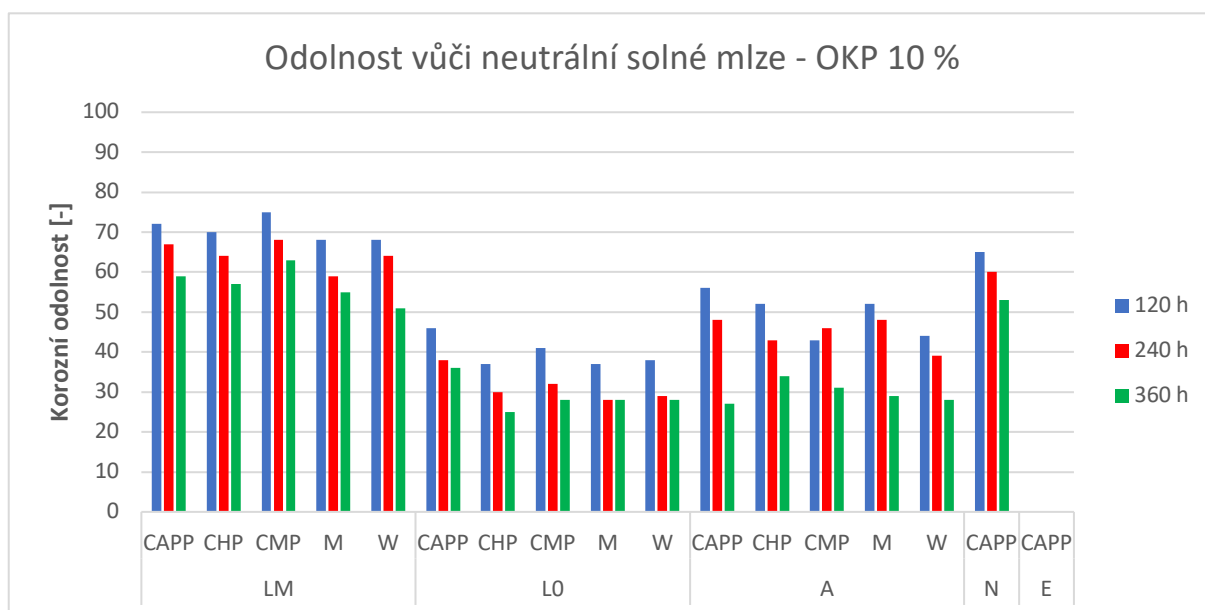
měly průměrně o 50 % nižší účinnost. Dále je z měření zřejmé, že systém na bázi LM byl odolnější vůči působení neutrální solné mlže než srovnávací antikoroziční NH. Tato vyšší odolnost systémů na bázi LM byla způsobena především vyšší odolností vůči prokorodování a podkorodování, jak je zobrazeno na obrázku 54 u systémů s OKP 5 % a pigmentem CAPP po 360 hodinové expozici. U systému na bázi E s OKP 10 % bylo sledováno praskání nátěru s následnou ztrátou adheze za rozpadu organického povlaku již po 120 hodinové expozici. U systému na bázi E s OKP 5 % došlo ke ztrátě adheze po 240 hodinové expozici. Pro vizualizaci změny v čase u jednotlivých testovaných vzorků jsou uvedeny fotografie v příloze E.



**Obrázek 54** Porovnání odolnosti pigmentovaných nátěrových filmů neutrální solné mlže (OKP 5 % pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



**Obrázek 55** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v čase u (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



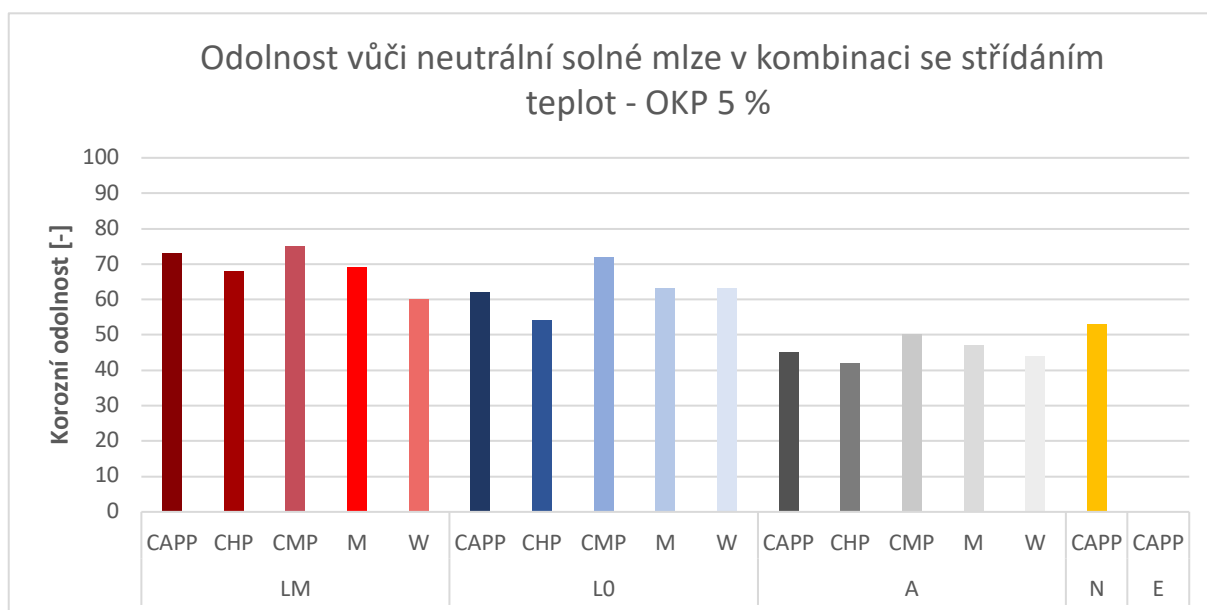
**Obrázek 56** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)

#### 5.3.3.4 Hodnocení odolnosti nátěrových filmů neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot

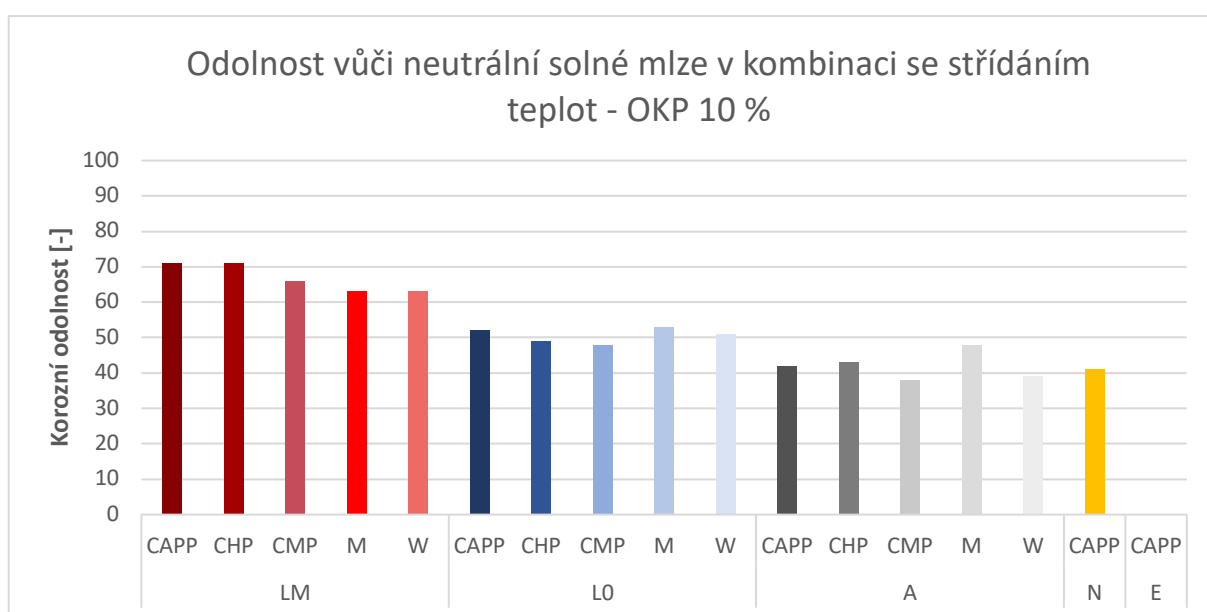
Hodnocení odolnosti antikorozičních nátěrů zrychlené cyklické zkoušce s expozicí v neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot bylo provedeno u nátěrových filmů o tloušťce  $100 \pm 10 \mu\text{m}$  na ocelových panelech opatřených zkušebním křížovým řezem. Hodnocení bylo provedeno po 2 cyklech na ocelových panelech a po 3 cyklech na hliníkových panelech postupem popsáním v kapitole 3.7.4.7.

Na ocelových panelech byly sledovány korozní projevy a z tabulek 85 a 86 je zřejmé, že systémy s OKP 5 % mají vyšší odolnost než systémy s OKP 10 % které vykazovaly nižší přilnavost a vyšší prokorodování. Podkorodování, koroze v řezu a puchýře v ploše i řezu jsou u obou systémů srovnatelné a případné zvýšení či snížení hodnot se pohybovalo v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Z obrázku 57 je patrné, že u systémů s OKP 5 % byl nejúčinnější vůči neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot pigment CMP. Z obrázku 58 je zřejmé, že u systémů s OKP 10 % byl nejúčinnější pro systémy na bázi L0 a A pigment M a pro systémy na bázi LM pigmenty CAPP a CHP. Dále je z měření zřejmé, že neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot nejlépe odolávaly systémy na bázi LM a nejhůře systémy na bázi E, u kterých po 1 cyklu došlo ke ztrátě přilnavosti a následnému rozpadu nátěru. V příloze F jsou uvedeny pro vizualizaci fotografie systémů s OKP 5 % i 10 % a pigmentem CAPP.





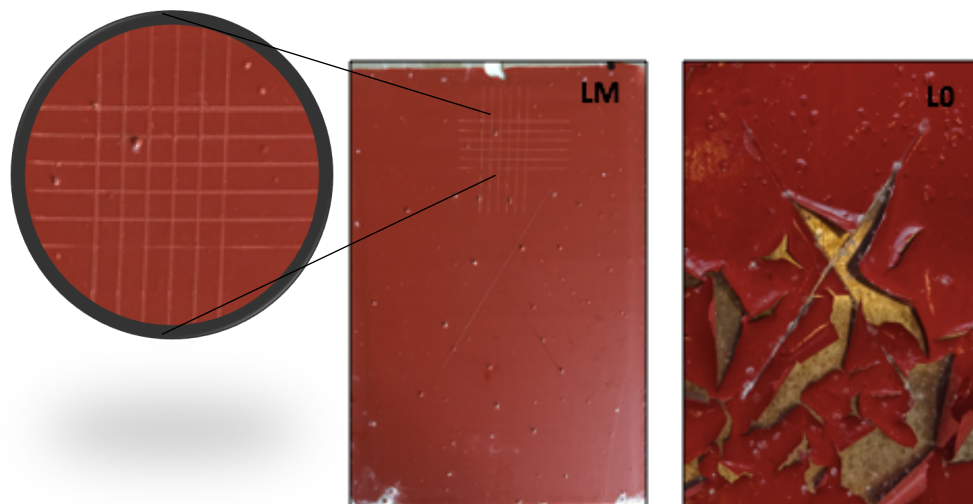
**Obrázek 57** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M,  $Q = \text{konst.} - 50 \%$ )



**Obrázek 58** Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot (OKP 10 %, plnivem Plastorit® Micro,  $Q = \text{konst.} - 50 \%$ )

Na hliníkových panelech byly sledovány puchýře v ploše a přilnavost. Z tabulek 87 a 88 je zřejmé, že oba systémy OKP měly přilnavost srovnatelnou a případné zvýšení či snížení hodnot se pohybovalo v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Nejlepší přilnavost vykazovaly systémy na bázi LM s hodnotou 0 a nejhorší přilnavost mělo pojivo E s hodnotou 5 u kterého došlo ke ztrátě přilnavosti stejně jako u systémů L0 s pigmentem CAPP a W při obou OKP. Změna odolnosti akrylátového latexu proti ztrátě přilnavosti vlivem nanočástic MgO je zobrazena na obrázku 59. Puchýře v ploše u systémů s OKP 5 % se vyskytovaly

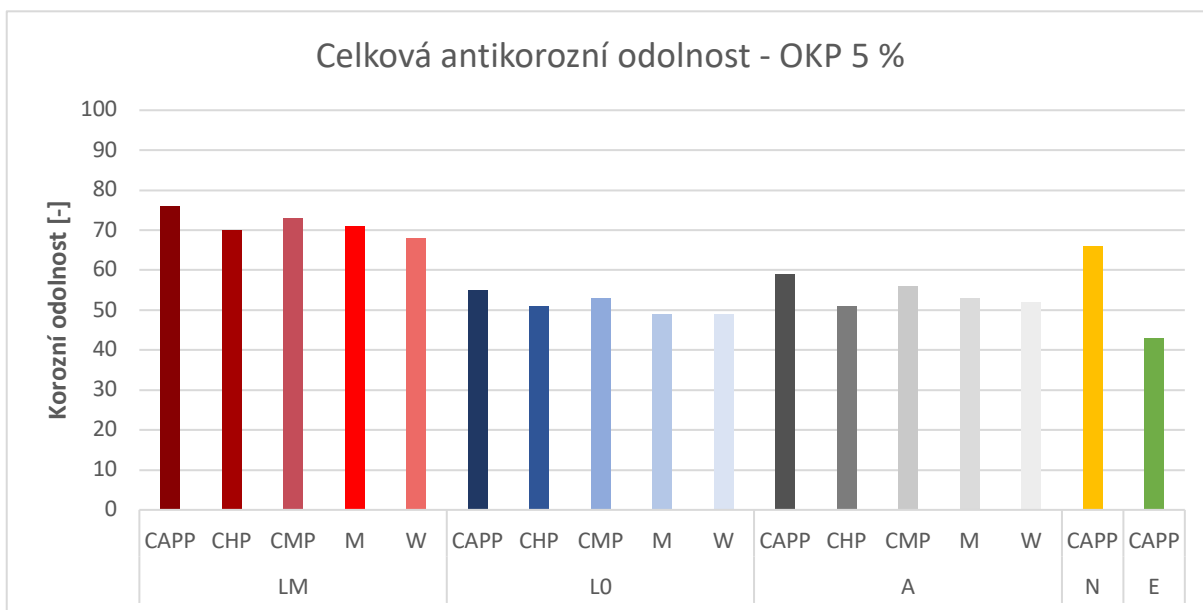
s četností M – MD a velikostí puchýřů 6–8, stejně jako u systémů s OKP 10 % kde se vyskytovaly i puchýře s četností F, konkrétně u LM – CAPP, A – CAPP a A – W. U systému na bázi E s OKP 10 % nebylo možné puchýře v ploše hodnotit z důvodu 100 % ztráty přilnavosti podkladu a rozpadu organického povlaku. V příloze G jsou uvedeny pro vizualizaci fotografie systémů s OKP 5 % i 10 % a pigmentem CAPP.



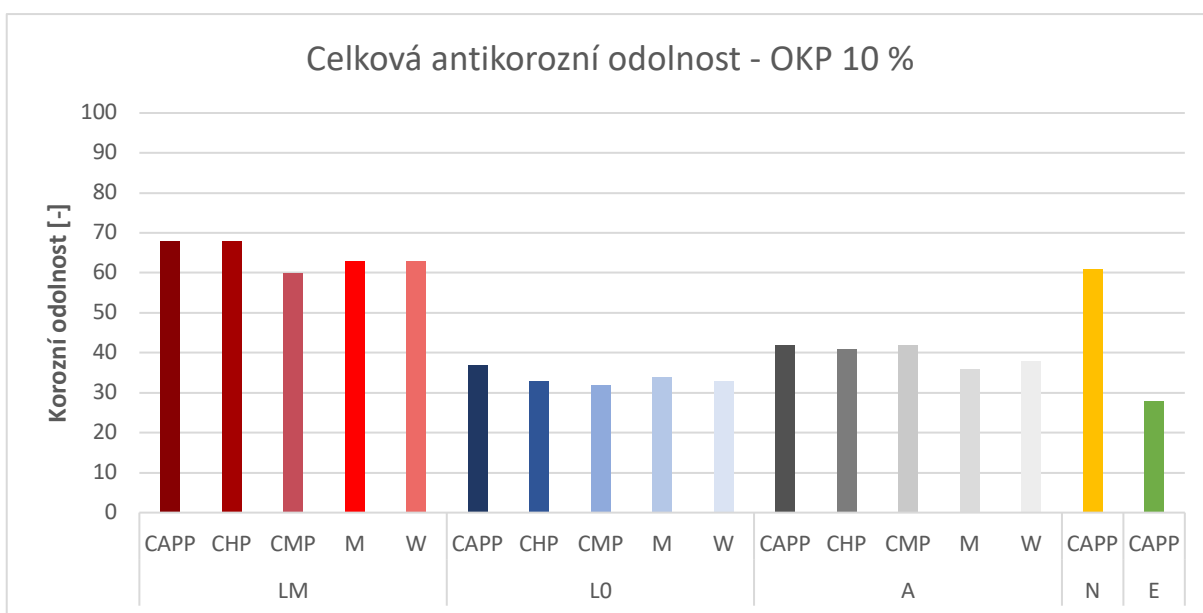
**Obrázek 59** Vliv nanočástic MgO na přilnavost pigmentovaného nátěrového filmu při působení neutrální solné mlhy v kombinaci se střídáním teplot (OKP 5 % pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)

### 5.3.3.5 Hodnocení celkové antikorozi účinnosti nátěrových filmů

Celková antikorozi účinnost NH byla hodnocena pomocí dílčích zkoušek, kterými bylo stanovení odolnosti nátěrového filmu vlhkým atmosférám, neutrální solné mlze, zrychlenému laboratornímu testu pro zjištění bleskové koroze a zrychlené cyklické zkoušce s expozicí v neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot. Měření ukázalo (viz obrázek 60 a 61), že nejvyšší celkovou antikorozi účinnost měly systémy na bázi LM a nejnižší systémy na bázi E a obecně byly odolnější systémy s OKP 5 %. Dále lze z měření říci, že nejvyšší antikorozi účinnost měl pigment CAPP, i když výsledky měření celkové antikorozi účinnosti pigmentů se pro jednotlivé systémy na bázi pojiv (kromě LM při OKP 5 %) pohybovalo v rámci experimentální chyby měření (1–5 %). Jak je z tabulek 89 a 90 patrné, celková antikorozi účinnost systémů na bázi LM byla snižována jeho zhoršenou odolností vůči vlhkým atmosférám, přítomností intersticiálních prostorů, ve kterých se mohou vyskytovat zbytky emulgátoru, iniciátoru a  $Mg(OH)_2$  rozpouštěním určitého podílu oxidu hořečnatého, s mechanismem popsaným v této kapitole (viz kapitola 5.3.4.2).



**Obrázek 60** Celková antikoroziční odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)



**Obrázek 61** Celková antikoroziční odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)

## 5.4 Hodnocení vlastností interiérových nátěrových filmů

Pro hodnocení otěruvzdornosti a antimikrobiální účinnosti interiérových nátěrových filmů byla testovaná pojiva připravena a naformulována dle postupu popsaném v kapitole 3.4.3.2. Pro hodnocení účinnosti interiérových nátěrových filmů LM byly všechny získané výsledky měření porovnávány s interiérovými nátěrovými filmy L0, akrylátovou disperzí syntetizovanou stejným způsobem pouze bez nanočástic MgO. Dále byly syntetizované vodné disperze srovnávány i s pojivem A pro porovnání vlastností interiérových nátěrových filmů LM s komerčními produkty.

### 5.4.1 Mechanické vlastnosti interiérových nátěrových filmů

#### 5.4.1.1 Hodnocení odolnosti interiérových nátěrových filmů vůči otěru

Hodnocení odolnosti interiérových nátěrů proti otěru bylo provedeno dle postupu popsaném v kapitole 3.7.3.4. Hodnocen byl úbytek nátěrového filmu po jeho vystavení 200 cyklům otěru. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 91. Z výsledků měření je zřejmé, že interiérový nátěrový film LM vykazoval nejvyšší odolnost z testovaných vzorků.

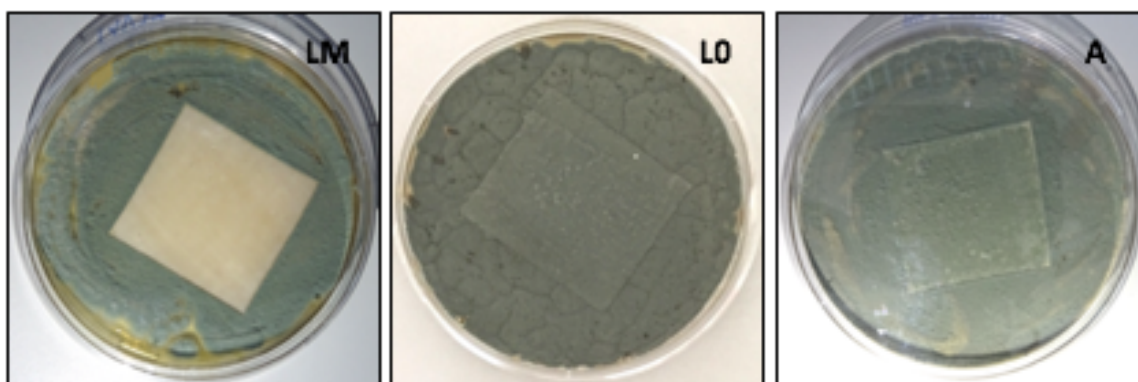
### 5.4.2 Hodnocení antimikrobiálních vlastností interiérových nátěrových filmů

Pro hodnocení možného ušetření antimikrobiálního aditiva bylo do naformulovaných interiérových barev přidáno a rozdispergováno 0,3, 0,1 a 0 hm. % ZO. Pro hodnocení antimikrobiální účinnosti byly připraveny zkušební vzorky podle postupu popsaném v kapitole 2.5.3 na kterých byla hodnocena antibakteriální a antifungální účinnost proti vybraným sbírkovým kulturám (viz kapitola 2.6.2). Antibakteriální účinnost byla stanovena difúzní analýzou a obtiskovou metodou popsanou v kapitola 3.7.5.1 a antifungální účinnost byla stanovena difúzní analýzou popsanou v kapitola 3.7.5.2. Difúzní analýzou byla hodnocena mikrobistatická (bakteriostatická a fungistatická) účinnost a obtiskovou metodou byla hodnocena mikrobicidní (baktericidní) účinnost.

#### 5.4.2.1 Hodnocení antimikrobiální účinnosti interiérových nátěrových filmů

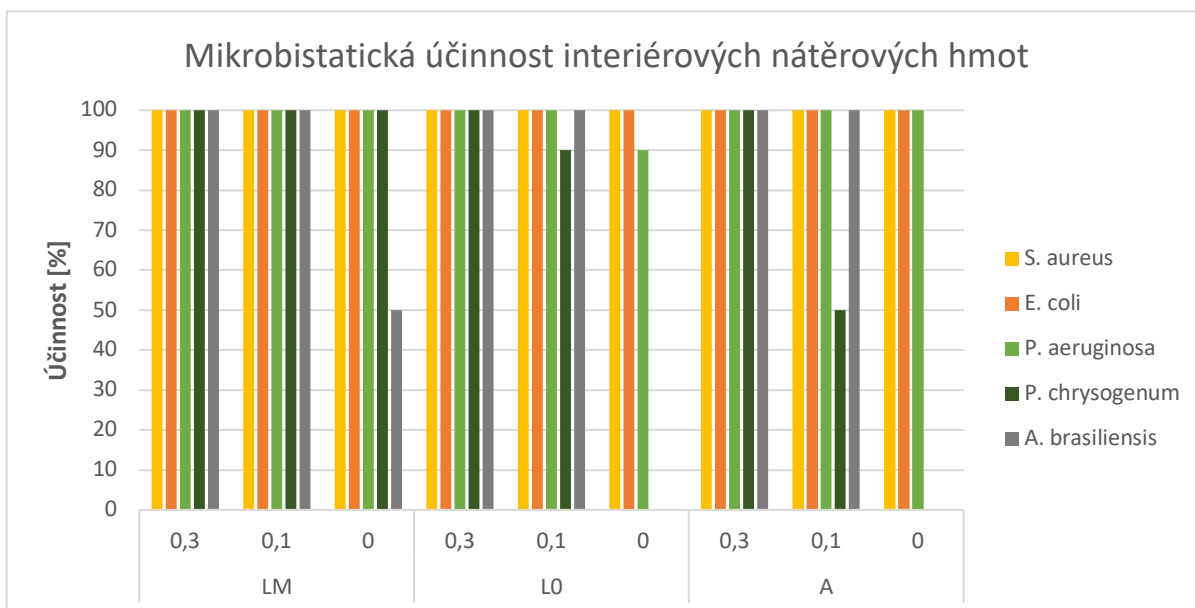
Pro dosažení co nejvyšší antimikrobiální účinnosti byl pro formulaci interiérových NH na základě měření zvolen jako pigment  $\text{TiO}_2$  (viz tabulky 29 a 33), jako plnivo  $\text{MgCO}_3$  (viz tabulky 27 a 31) a jako antimikrobiální aditivum byl zvolen ZO, který měl nejvyšší účinnost (viz tabulky 34–39 a 42–47). Pro hodnocení možného potencionálního ušetření

antimikrobiálního aditiva byla sledována změna antimikrobiální účinnosti, která nastane při snižující se koncentraci ZO. Výsledky měření jsou uvedeny pro bakteriostatickou a fungistatickou účinnost (zamezení růstu MO) v tabulce 92 a pro baktericidní účinnost (usmrcení MO) v tabulce 93 v % účinnosti (tzn. 100 % - nenarostli žádné MO, 0 % - narostlo  $300 \pm 20$  kolonií), ze kterých je patrné, že u interiérových nátěrových filmů LM oproti interiérovým nátěrovým filmům L0 a A došlo k ušetření antimikrobiálního aditiva ZO potřebného k mikrobicidní a fungistatické účinnosti u všech sledovaných sbírkových kultur minimálně o 1/3, jak je zobrazeno na obrázku 62 u plísně *P. chryseogenum* bez antimikrobiálního aditiva ZO. V příloze I jsou uvedeny pro vizualizaci fotografie mikrobistatické a baktericidní účinnosti systémů NH proti sbírkovým kmenům MO.

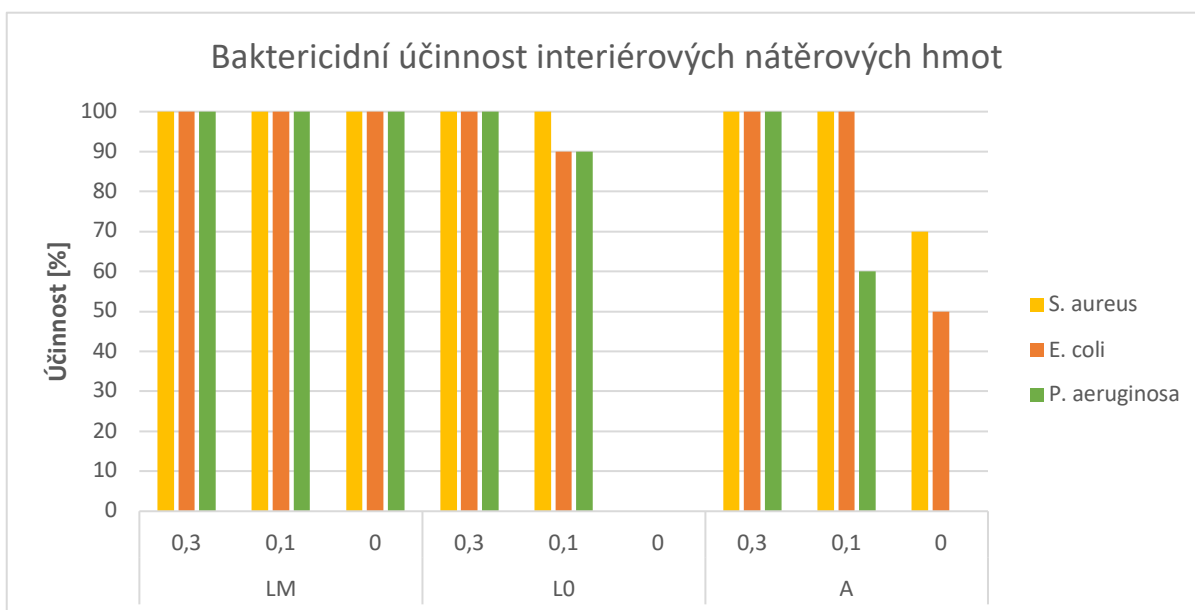


**Obrázek 62 Fungistatická účinnost interiérového nátěrového filmu bez přídavku ZO vůči kmenu *P. chryseogenum* (OKP 13 %, pigment  $TiO_2$ , plnivo  $MgCO_3$ ,  $Q = konst.$  - 110 %)**

Jak je zřejmé z obrázků 63 a 64 u interiérového nátěrového filmu LM byla sledována mikrobicidní účinnost a fungistatická účinnost proti *P. chryseogenum* i bez antimikrobiálního aditiva ZO. Výsledky měření nám dokazují, že nanočástice MgO mají určité antimikrobiální vlastnosti, které v kombinaci s antimikrobiálním aditivem zvyšují jeho účinnost což je předmětem této diplomové práce.



**Obrázek 63 Mikrobistatická účinnost interiéroových nátěrových hmot (OKP 13 %, pigment TiO<sub>2</sub>, plnivo MgCO<sub>3</sub>, Q = konst. - 110 %)**



**Obrázek 64 Baktericidní účinnost interiéroových nátěrových hmot (OKP 13 %, pigment TiO<sub>2</sub>, plnivo MgCO<sub>3</sub>, Q = konst. - 110 %)**

## 6 POZNATKY A PŘÍNOSY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Přínosem této diplomové práce bylo studium pigmentovaných nátěrových hmot na bázi nově syntetizovaných ekologicky nezávadných samosíťujících akrylátových disperzí s 1,5 % nanočástic MgO. Pro testování byly emulzní polymerací syntetizovány samosíťující akrylátové latexy s obsahem a bez obsahu nanočástic MgO. Tato nová pojiva vykazovala vynikající fyzikálně-mechanické a vzhledové vlastnosti. Testování stability ukázalo, že oba samosíťující latexy byly stabilní minimálně po dobu 12 měsíců, s mírnou tendencí k aglomeraci částic u pojiva LM během skladování, a tudíž k mírnému poklesu stability (o 7,6 mV).

Testované pojivo s dispergovanými MgO nanočásticemi vykazovalo podle předpokladu zvýšenou chemickou odolnost s určitými antimikrobiálními vlastnostmi, jak u samostatného pojiva, tak ve formě pigmentované nátěrové hmoty a vynikající odolnost vůči tvorbě bleskové koroze u čistého pojiva a s mírně sníženou odolností u pigmentovaných nátěrových hmot. Po formulaci s antikorozními pigmenty a inhibitory koroze vykazovala antikorozní vlastnosti pro korozní prostředí typu C3 se střední životností. Z testovaných bylo nejvhodnější plnivo pro korozní odolnost nátěrů LM Hematit Bayferrox 120 M a pro mechanickou odolnost nátěrů bylo z testovaných nejvhodnější plnivo Plastorit® Micro. Z pigmentů nejvyšší korozní odolnost vykazoval pigment CAPP. Mikrobiálním testováním prokázalo inhibiční efekt jak u čistého pojiva, tak ve formě pigmentované nátěrové hmoty, ale při koncentraci 1,5 % nebylo dostačující pro mikrobicidní efekt. Dále bylo měřením dokázáno, že dochází k ušetření antimikrobiálních aditiv u všech sledovaných sbírkových kultur mikroorganismů minimálně o 1/3. Výsledky měření nám dokazují, že nanočástice MgO mají určité antimikrobiální vlastnosti, které v kombinaci s antimikrobiálním aditivem zvyšují jeho účinnost, což je předmětem této diplomové práce.

Jedním z přínosů této diplomové práce pro průmyslové využití těchto pojiv je zjištění, že pojivo lze skladovat v kovovém obalu i bez inhibitoru, jak bylo sledováno při jeho skladování při střídání teplot.

## 7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce pojednávala o formulaci a přípravě pigmentovaných nátěrových hmot na bázi akrylátových disperzí s 1,5 % nanočástic MgO, s využitím samosíťujícího systému diacetonakrylamidu s dihydrazidem kyseliny adipové, a to zejména z hlediska použití na nátěry pro hygienické interiérové aplikace.

Mikrobiálním testováním prokázalo inhibiční efekt jak u čistého pojiva LM, tak ve formě pigmentované nátěrové hmoty, který ukazuje na možné použití pro antimikrobiální nátěry domácností, kde není vyžadována mikrobicidní účinnost. Dále bylo měřením dokázáno, že pro dosažení mikrobicidní účinnosti dochází k ušetření antimikrobiálních aditiv u všech sledovaných sbírkových kultur mikroorganismů minimálně o 1/3. Výsledky měření dokazují, že nanočástice MgO mají určité antimikrobiální vlastnosti, které v kombinaci s antimikrobiálním aditivem zvyšují jeho účinnost, což je předmětem této diplomové práce.

Dále je z měření patrné že se jedná o univerzální nátěr, a to díky jeho vysoké mechanické a chemické odolnosti, vynikajícím vzhledovým vlastnostem a odolnosti vůči bleskové korozi, jak u čistých pojiv, tak ve formě pigmentovaných nátěrových hmot. Po formulaci s antikorozními pigmenty a inhibitory koroze vykazoval LM antikorozní vlastnosti pro korozní prostředí typu C3 se střední životností.



## 8 SEZNAM LITERATURY

- [1] TANG, Z.-X. a B.-F. LV. MgO nanoparticles as antibacterial agent: preparation and activity. *Braz. J. Chem. Eng.* 2014, **3**(31), 591-601. DOI: 10.1590/0104-6632.20140313s00002813. ISSN 0104-6632.
- [2] ATHAWALE, V.D. a R.V. NIMBALKAR. Waterborne Coatings Based on Renewable Oil Resources: an Overview. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2011, (88), 159-185. DOI: 10.1007/s11746-010-1668-9. ISSN 1558-9331.
- [3] ŠŇUPÁREK, Jaromír. *Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů*. Vyd. 3., dopl. a upr. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-761-2.
- [4] SHIKHA, D. Waterborne Coatings: An Alternative of Conventional Coatings. *TechnoScience Academy* [online]. 2018, **1**(4), 962-966 [cit. 2018-03-18]. ISSN 2394-4099. Dostupné z: <http://ijsrset.com/paper/3861.pdf>
- [5] JARUŠEK, J. *Technologie nátěrových hmot*. Pardubice, ČR, 1987. Skripta. Univerzita Pardubice.
- [6] KALENDA, P. a A. KALEDOVÁ. *Technologie nátěrových hmot I.: Pojiva, rozpouštědla pro výrobu nátěrových hmot*. 1. Pardubice, ČR: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-71-94-660-5.
- [7] SAUNDERS, K.J. Acrylic Polymers. *Organic Polymer Chemistry an Introduction to the Organic Chemistry of Adhesives, Fibres, Paints, Plastics and Rubbers*. Second edition. Dordrecht: Springer Netherlands, 1988, s. 125-148. ISBN 978-94-009-1195-6.
- [8] Polyvinyl acetate. *Encyclopædia Britannica, inc.* [online]. 2016 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/polyvinyl-acetate>
- [9] Poly(vinyl acetate). In: *MERCK KGaA* [online]. 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/189480?lang=en®ion=CZ>
- [10] WALLENHORST, C. a R. WINTER. Modified alkyd emulsions for waterborne coatings. *PPCJ Polymers Paint Colour Journal*. 2016, **206**(4616), 32-36.
- [11] WATKINS, M.J., D.J. WEINMANN a J.D. ELMORE. Formulating High-Performance Waterborne Epoxy Coatings. *Thermoset Resin Formulators Association* [online]. Canada, 2006, 1-28 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: [https://www.trfa.org/erc/docretrieval/uploadedfiles/Technical%20Papers/2006%20Meeting/Watkins-Hexion\\_paper.pdf](https://www.trfa.org/erc/docretrieval/uploadedfiles/Technical%20Papers/2006%20Meeting/Watkins-Hexion_paper.pdf)

- [12] File: Epoxy phenol novolac resin.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia*[online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epoxy\\_phenol\\_novolac\\_resin.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epoxy_phenol_novolac_resin.jpg)
- [13] MESTACH, D. a D. TWENE. Acrylic dispersion for industrial with polymer-bound stabilizers. *Paint and Coatings Industry*. 2005, **3**(21), 74-82.
- [14] Acrylic Latex Coatings. *Failure Analysis of Paints and Coatings*. Rev. ed. Chichester, U.K.: Wiley, 2009, s. 92-95. ISBN 0-470-69753-9.
- [15] Acrylic Acid. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6581>
- [16] Kyselina akrylová. In: *Wikipedia: the free encyclopedia.jpg* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: [https://sk.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_akrylová](https://sk.wikipedia.org/wiki/Kyselina_akrylová)
- [17] BOOTHROYD, P. a X. N. PHAM. Socioeconomic renovation in Viet Nam: the origin, evolution, and impact of doi moi. *Makromol. chem.* 1993, 2000, **14**, 59-62. DOI: doi.org/10.1002/marc.1993.030140110.
- [18] Methacrylic Acid. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4093>
- [19] NAGAI, K. New developments in the production of methyl methacrylate. *Applied Catalysis A: General*. 2001, **221**(1), 367-377. DOI: 10.1016/S0926-860X(01)00810-9. ISSN 0926860X.
- [20] Methyl methacrylate. In: *Merck KGaA* [online]. 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/m55909?lang=en®ion=CZ>
- [21] Methyl Methacrylate. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6658>
- [22] MEJÍA-GONZÁLEZ, A., S. ZETINA, M.E. ESPINOSA-PESQUEIRA *et al.* Characterization of commercial artists' acrylic paints and the influence of UV light on aging. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*. 2017, **6**(22), 473-482. DOI: 10.1080/1023666X.2017.1324753.

- [23] SMITH, W.V. a R.H. EWART. Kinetics of Emulsion Polymerization. *The Journal of Chemical Physics*. 1948, **6**(16), 592-599. DOI: 10.1063/1.1746951. ISBN 10.1063/1.1746951.
- [24] HOLDING, S. Polymers: A Property Database. *Chroma*. 2010, **5-6**(72), 587-587. DOI: 10.1365/s10337-010-1620-z. ISBN 10.1365/s10337-010-1620-z.
- [25] KUMAR, A. a R.K. GUPTA. *Fundamentals of Polymers*. New York: McGraw-Hill, 1998, s. 544-544. ISBN 0-07-115305-5.
- [26] CHERN, C.S. Emulsion polymerization mechanisms and kinetics. *Progress in Polymer Science*. 2006, **5**(31), 443-486. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2006.02.001.
- [27] MACHOTOVÁ, J., M. VEČEŘA a L. PROKŮPEK. Strukturované mikrogely připravené emulzní polymerací. *Transfer*. 2015, (25), 6-7. ISSN 1801-9315.
- [28] WANG, R.-M., J.-F. WANG a X.-W. WANG *et al.* Preparation of acrylate-based copolymer emulsion and its humidity controlling mechanism in interior wall coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2011, **4**(71), 369-375. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2011.04.007.
- [29] GUO, Tian-Ying, Jin-Chao LIU, Mou-Dao SONG *et al.* Effects of carboxyl group on the ambient self-crosslinkable polyacrylate latices. *Journal of Applied Polymer Science*. 2007, **6**(104), 3948-3953. DOI: 10.1002/app.26165.
- [30] ZHANG, X., Y. LIU, H. HUANG *et al.* The diacetone acrylamide crosslinking reaction and its control of core-shell polyacrylate latices at ambient temperature. *Journal of Applied Polymer Science*. 2011, **3**(123), 285-297. DOI: 10.1002/app.34660.
- [31] ECKERSLEY, S. T. a A. RUDIN. Film Formation of Acrylic Copolymer Latices: A Model of Stage II Film Formation. *American Chemical Society*. 1996, 2-21. DOI: 10.1021/bk-1996-0648.ch001.
- [32] KOUKIOTIS, Ch.G., M.M. KARABELA a I.D. SIDERIDOU. Mechanical properties of films of latexes based on copolymers BA/MMA/DAAM and BA/MMA/VEOVA-10/DAAM and the corresponding self-crosslinked copolymers using the adipic acid dihydrazide as crosslinking agent. *Progress in Organic Coatings*. 2010, **1-2**, 504-509. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2012.04.004.
- [33] Antimicrobial packaging polymers a general introduction. LAGARÓN, J.M., M.J. OCIO a A. LÓPEZ-RUBIO. *Antimicrobial polymers*. Hoboken, N. J.: Wiley, c2012, s. 1-22. ISBN 978-0-470-59822-1.

- [34] A. Kandelbauer a P. Widsten, „Antibacterial melamine resin surfaces for wood-based furniture and flooring,“ *Progress in Organic Coatings*. 2009, 65, 305-313
- [35] FYMAT, A.L. Antibiotics and Antibiotic Resistance. *Biomed J Sci & Tech Res*. 2017, 1(1), 1-16. DOI: 10.26717/BJSTR.2017.01.000117.
- [36] GLINEL, K., P. THEBAULT, V. HUMBLLOT *et al.* Antibacterial surfaces developed from bio-inspired approaches. *Acta Biomater.* 2012, 5(8), 1670-1684. DOI: 10.1016/j.actbio.2012.01.011.
- [37] ONAIZI, S.A. a S.S. LEONG. Tethering antimicrobial peptides: current status and potential challenges. *Biotechnol.* 2011, 1(29), 67-74. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2010.08.012.
- [38] HUANG, K.-S., Ch.-H. YANG, S.-L. HUANG *et al.* Recent Advances in Antimicrobial Polymers: A Mini-Review. *Int J Mol Sci.* 2016, 9(17), 1578-1578. DOI: 10.3390/ijms17091578. ISBN 10.3390/ijms17091578.
- [39] SIEDENBIEDEL, F. a J.C. TILLER. Antimicrobial Polymers in Solution and on Surfaces: Overview and Functional Principles. *Polymers.* 2012, 1(4), 46-71. DOI: 10.3390/polym4010046.
- [40] XUE, Y., H. XIAO a Y. ZHANG. Antimicrobial Polymeric Materials with Quaternary Ammonium and Phosphonium Salts. *Int J Mol Sci.* 2015, 2(16), 3626-3655. DOI: 10.3390/ijms16023626.
- [41] KENAWY, E.-R., S. D. WORLEY a R. BROUGHTON. The Chemistry and Applications of Antimicrobial Polymers: A State of the Art Review. *BioMacromolecules.* 2007, 5(8), 1359-1384. DOI: 10.1021/bm061150q.
- [42] LI, Y., M. KRÖGER a W.K. LIU. Nanoparticle Effect on the Dynamics of Polymer Chains and Their Entanglement Network. *American Chemical Society.* 2012, 11(109), 118001. DOI: 10.1103/PhysRevLett.109.118001
- [43] AMIN, M.T., A.A. ALAZBA a U. MANZOOR. A Review of Removal of Pollutants from Water/Wastewater Using Different Types of Nanomaterials. *Advances in Materials Science and Engineering.* 2014, 1-24. DOI: 10.1155/2014/825910. ISSN 1687-8434.
- [44] WANG, L., Ch. HU a L. SHAO. The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *International Journal of Nanomedicine.* 2017, (12), 1227-1249. DOI: 10.2147/IJN.S121956.
- [45] DASTJERDI, R. a M. MONTAZER. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial

- properties. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2010, **79**(1), 5-18. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2010.03.029.
- [46] HOCHMANNOVÁ, L. a J. VYTRÁSOVÁ. Photocatalytic and antimicrobial effects of interior paints. *Progress in Organic Coatings*. 2010, **1**(67), 1-5. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2009.09.016.
- [47] BEYTH, N., Y. HOURI-HADDAD, A. DOMB *et al.* Alternative Antimicrobial Approach: Nano-Antimicrobial Materials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015, 1-16. DOI: 10.1155/2015/246012.
- [48] DONG, Q., S. GE, Y. SHEN *et al.* Cytotoxic effects of MgO nanoparticles on human umbilical vein endothelial cells in vitro. *IET Nanobiotechnol.* 2011, **2**(5), 36-40. DOI: 10.1049/iet-nbt.2010.0022.
- [49] HE, Y., S. INGUDAM, S. REED *et al.* Study on the mechanism of antibacterial action of magnesium oxide nanoparticles against foodborne pathogens. *Journal of Nanobiotechnology*. 2016, **14**(54), 1-9. DOI: 10.1186/s12951-016-0202-0.
- [50] Magnesite. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/11029>
- [51] ROSS, D.L. a Ch.M. RILEY. Physicochemical properties of the fluoroquinolone antimicrobials V. Effect of fluoroquinolone structure and pH on the complexation of various fluoroquinolones with magnesium and calcium ions. *International Journal of Pharmaceutics*. 1993, **1-3**(93), 121-129. DOI: 10.1016/0378-5173(93)90170-K
- [52] REED, R.B., D.A. LADNER a Ch.P. HIGGINS. Solubility of nano-zinc oxide in environmentally and biologically important matrices. *Environ Toxicol Chem.* 2012, **1**(31), 93-99. DOI: 10.1002/etc.708.
- [53] Zinc Oxide. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/14806>
- [54] MARKOV, S.L. a A.M. VIDAKOVIC. Testing methods for antimicrobial activity of TiO<sub>2</sub> photocatalyst. *Acta periodica technologica*. 2014, **45**(45), 141-152. DOI: 10.2298/APT1445141M.
- [55] MOEZZI, A., A.M. MCDONAGH a M.B. CORTIE. Zinc oxide particles: Synthesis, properties and applications. *Chemical Engineering Journal*. 2012, **185-186**, 1-22. DOI: 10.1016/j.cej.2012.01.076.

- [56] PASQUET, J., Y. CHEVALIER, J. PELLETIER *et al.* The contribution of zinc ions to the antimicrobial activity of zinc oxide. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2014, (457), 263-274. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2014.05.057.
- [57] FOSTER, H.A., I.B. DITTA, S. VARGHESE *et al.* Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of antimicrobial activity. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2011, **6**(90), 1847-1868. DOI: 10.1007/s00253-011-3213-7.
- [58] Pyrithione zinc. *PubChem Compound Database: National Center for Biotechnology Information* [online]. 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3005837>
- [59] FAERGEMANN, J. Management of Seborrheic Dermatitis and Pityriasis Versicolor. *American Journal of Clinical Dermatology*. **1**(2), 75-80. DOI: 10.2165/00128071-200001020-00001.
- [60] *ZINC OMADINETM Fungicide – Algaecide: Technical information bulletin*. Arch Chemicals, Inc., 2006.
- [61] CHANDLER, C.J. a I.H. SEGEL. Mechanism of the Antimicrobial Action of Pyrithione: Effects on Membrane Transport, ATP Levels, and Protein Synthesis. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1978, **1**(14), 60-68. DOI: 10.1128/aac.14.1.60.
- [62] *Parmetol CF8: BEZPEČNOSTNÍ LIST*. 1. ACE Trade spol. s r.o., 2009.
- [63] *Parmetol MBX: BEZPEČNOSTNÍ LIST*. 1. ACE Trade spol. s r.o., 2012.
- [64] *Parmetol MBX: Vysoce účinný konzervační prostředek pro produkt v plechovce, neobsahující formaldehyd ani halogeny*. Schülke & Mayr GmbH, 2013.
- [65] *Product name ULTRACIDE FA 29: Dry film preservative for waterborne technical products*. Especialidades Químicas, Lda.
- [66] *Safety data sheet: ULTRACIDE FA 29*. 1. Ultra Química Lda., 2011.
- [67] *Safety data sheet: ULTRACIDE FA 39*. 1. UltraQuímica, Especialidades Químicas, Lda, 2013.
- [68] *Ultracide FA 39*. UltraQuímica, Especialidades Químicas, Lda.
- [69] BAKKE, R., R. KOMMEDAL a S. KALVENES. Quantification of biofilm accumulation by an optical approach. *Journal of Microbiological Methods*. 2001, **1**(44), 13-26.
- [70] OSTRÝ, V. Plísně, potraviny a pokrmy v provozovných stravovacích službách: Kapitola 1 - Charakteristika plísní. *Nastavení efektivního systému vzdělávání zaměstnanců*

- KHS* [online]. 2000 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs7/kapitola\\_1\\_charakteristika\\_plsn2.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs7/kapitola_1_charakteristika_plsn2.html)
- [71] MOSIO, Petra. *Atlas bakterií*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-7395-467-3.
- [72] ROUSSEL, S., G. REBOUX, A.-P. BELLANGER *et al.* Characteristics of dwellings contaminated by moulds. *Journal of Enviromental Monitoring*. 2008, **6**(10), 724-729. DOI: 10.1039/B718909E.
- [73] Staphylococcus Aureus. In: *Stepwards* [online]. 2016 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: [http://www.stepwards.com/?page\\_id=366](http://www.stepwards.com/?page_id=366)
- [74] CUPÁKOVÁ, Š., L. NECIDOVÁ a R. KARPÍŠKOVÁ. *Bakteriální původci alimentárních onemocnění: Staphylococcus aureus*. Brno, ČR [online], 2011. Didaktická pomůcka. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/alimentarni-onemocneni/sa/index.html>
- [75] Staphylococcus aureus. In: *Pinterest* [online]. [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://i.pinimg.com/originals/9c/c9/ea/9cc9ead664b475b84b4866910d06c34a.jpg>
- [76] TAKENE, D. Bacteria Plates: Escherichia coli. In: *College of the Canyons* [online]. 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.canyons.edu/Faculty/takedad/Pages/Bacteria-Plates.aspx>
- [77] Pseudomonas aeruginosa. In: *Printerest* [online]. [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/631278072738546495/>
- [78] Pseudomonas aeruginosa. In: *ResearchGate* [online]. 2014 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Figure2-Show-Pseudomonas-aregenosa-colony-on-cetrimide-agar\\_fig2\\_316674392](https://www.researchgate.net/figure/Figure2-Show-Pseudomonas-aregenosa-colony-on-cetrimide-agar_fig2_316674392)
- [79] VOTAVA, M. a P. ONDROVČÍK. *VYBRANÉ KAPITOLY Z KLINICKÉ MIKROBIOLOGIE: Pseudomonas aeruginosa*. Brno, ČR, 2002. Skriptum. Masarykova Univerzita.
- [80] CASTILLO, N.I., F. FIERRO, S. GUTIÉRREZ *et al.* Genome-wide analysis of differentially expressed genes from *Penicillium chrysogenum* grown with a repressing or a non-repressing carbon source. *Curr Genet*. 2005, **2**(49), 85-96. DOI: 10.1007/s00294-005-0029-y.
- [81] TAI, H.-Y., M.F. TAM, H. CHOU *et al.* Pen ch 13 allergen induces secretion of mediators and degradation of occludin protein of human lung epithelial cells. *Allergy*. 2006, **3**(61), 382-388. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2005.00958.x.

- [82] *Penicillium* spp. In: *INSPQ* [online]. 2016 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/penicillium-spp>
- [83] CHUMCHALOVÁ, J., M. NĚMEC, L. KOTOUČKOVÁ *et al.* *Miniatlas mikroorganismů: Penicillium chrysogenum* [online]. Praha, ČR, 2008 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/pen-chr.htm>. Skriptum. Vysoká škola chemicko-technologická.
- [84] FLEMING, A. On the Antibacterial Action of Cultures of a *Penicillium*, with Special Reference to their Use in the Isolation of *B. influenzae*. *Br J Exp Pathol.* 1929, **3**, 22. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2048009/>
- [85] DE VRIES, R.P., R. RILEY, A. WIEBENGA *et al.* Comparative genomics reveals high biological diversity and specific adaptations in the industrially and medically important fungal genus *Aspergillus*. *Genome Biol.* 2017, **1**(18), 28-28. DOI: 10.1186/s13059-017-1151-0.
- [86] CHUMCHALOVÁ, J., M. NĚMEC, L. KOTOUČKOVÁ *et al.* *Miniatlas mikroorganismů: Aspergillus niger* [online]. Praha, ČR, 2008 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/asp-ni.htm>. Skriptum. Vysoká škola chemicko-technologická.
- [87] VARGA, J., S. KOCSUBE, B. TOTH *et al.* *Aspergillus brasiliensis* sp. nov., a biseriolate black *Aspergillus* species with world-wide distribution. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2007, **8**(57), 1925-1932. DOI: 10.1099/ijms.0.65021-0.
- [88] *Aspergillus brasiliensis*. In: *INSPQ* [online]. 2016 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.inspq.qc.ca/es/node/484>
- [89] *Aspergillus brasiliensis*. In: *INSPQ* [online]. 2010 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.inspq.qc.ca/es/node/484>
- [90] MEIJER, M., J.A.M.P. HOUBRAKEN, S. DALHUIJSEN *et al.* Growth and hydrolase profiles can be used as characteristics to distinguish *Aspergillus niger* and other black aspergilli. *Stud Mycol.* 2011, **1**(69), 19-30. DOI: 10.3114/sim.2011.69.02.
- [91] SNYDER, D., L. BARRETT a E. SIANAWATI. Antimicrobial Coatings. *PCI* [online]. 2007 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.pcimag.com/articles/87237-antimicrobial-coatings>
- [92] pH-metr FEP20 – FiveEasy Plus. In: *Elementum* [online]. 2018 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://elementum.kz/series-fiveeasy-plus-and-fiveeasy>



- [93] Rotační viskozimetr Brookfield. In: *Sensorica* [online]. 2015 [cit. 2018-04-20].  
Dostupné z: <http://sensorica.ir/2015/12/viscometer/>
- [94] MFFT 60 Minimum Film Forming Temperature Instrument. In: *Rhopoint* [online].  
2017 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z:  
<https://www.rhopointinstruments.com/product/mfft-60-minimum-film-forming-temperature-instrument/>
- [95] Pycnometry. In: *Science & Technology Facilities Council* [online]. [cit. 2018-04-20].  
Dostupné z: <https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/Pycnometry.aspx>
- [96] Korozní komory. In: *Spektrum* [online]. 2017 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z:  
<https://www.mmspektrum.com/clanek/korozni-komory.html>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> Chemický vzorec polyvinylacetátu.....	19
<b>Obrázek 2</b> Chemický vzorec epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu A .....	20
<b>Obrázek 3</b> Chemický vzorec polyuretanové pryskyřice .....	21
<b>Obrázek 4</b> Chemický vzorec kyseliny akrylové.....	22
<b>Obrázek 5</b> Chemický vzorec methylnmethakrylátu .....	23
<b>Obrázek 6</b> Schéma procesu koalescence filmu .....	27
<b>Obrázek 7</b> Porovnání velikosti nanočástic .....	31
<b>Obrázek 8</b> <i>S. aureus</i> .....	40
<b>Obrázek 9</b> <i>E. coli</i> .....	42
<b>Obrázek 10</b> <i>P. aeruginosa</i> .....	43
<b>Obrázek 11</b> <i>P. chrysogenum</i> .....	45
<b>Obrázek 12</b> <i>A. brasiliensis</i> .....	46
<b>Obrázek 13</b> Zobrazení morfologie nanočástic MgO pomocí skenovací elektronové mikroskopie při různých zvětšeních .....	51
<b>Obrázek 14</b> Polymerační aparatura pro přípravu vodné disperze typu Cere-Shell .....	63
<b>Obrázek 15</b> pH metr Mettler Toledo FE20 FiveEasy .....	74
<b>Obrázek 16</b> Rotační viskozimetr Brookfield LV/DV-E Viscometer.....	74
<b>Obrázek 17</b> Přístroj MFFT 60 pro stanovení minimální filmotvorné teploty.....	76
<b>Obrázek 18</b> Micrometrics Auto Pycnometr 1320.....	79
<b>Obrázek 19</b> Leskoměr Micro Tri – Gloss .....	80
<b>Obrázek 20</b> vlevo: tříbodový tloušťkoměr; vpravo: elektromagnetický hloubkoměr MINITEST 1100.....	81
<b>Obrázek 21</b> Kyvadlový přístroj Elcometer, typ Persoz .....	82
<b>Obrázek 22</b> Buchholzův přístroj pro stanovení tvrdosti nátěrů.....	83
<b>Obrázek 23</b> Erichsenův přístroj pro deformaci hloubením .....	84
<b>Obrázek 24</b> Přístroj Elcometr pro deformaci úderem.....	85
<b>Obrázek 25</b> Přístroj Elcometer pro deformaci ohybem .....	85
<b>Obrázek 26</b> Solná kondenzační truhlová komora SKB400ATR.....	90
<b>Obrázek 27</b> Stupnice korozních projevů dle ASTM D 610-85 .....	92
<b>Obrázek 28</b> Stupnice k hodnocení stupně puchýřovatění povrchu organického povlaku dle normy ASTM D 714-87 .....	93
<b>Obrázek 29</b> Hodnocení čísla lesku v čase u nepigmentovaných nátěrových filmů .....	151
<b>Obrázek 30</b> Povrchová tvrdost nepigmentovaných nátěrových filmů v čase .....	152
<b>Obrázek 31</b> Mechanická odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů.....	153
<b>Obrázek 32</b> Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu .....	154

<b>Obrázek 33</b> Projevy bleskové koroze po zrychleném laboratorním cyklu nepigmentovaných nátěrových filmů .....	155
<b>Obrázek 34</b> Ukázka hodnocení baktericidní účinnosti .....	156
<b>Obrázek 35</b> Vizualizace baktericidní účinnosti nanočástic MgO proti kmenu <i>S. aureus</i> .....	156
<b>Obrázek 36</b> Baktericidní účinnost syntetizovaných pojiv s obsahem 2 hm. % pigmentů a plniv a 0,1 % ZO.....	158
<b>Obrázek 37</b> Změna lesku nátěrového filmu po vystavení pojiv zvýšené teplotě.....	159
<b>Obrázek 38</b> Změna povrchové tvrdosti nátěrových dle Persoze po vystavení pojiva zvýšené teplotě.....	160
<b>Obrázek 39</b> Změna v mechanické odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po jejich vystavení zvýšené teplotě .....	161
<b>Obrázek 40</b> Změna odolnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po jejich vystavení zvýšené teplotě vůči methylethylketonu .....	161
<b>Obrázek 41</b> Povrchová tvrdost pigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Persoze (OKP 5 %, pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	165
<b>Obrázek 42</b> Povrchová tvrdost dle Persoze po 28 dnech zasychání (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	165
<b>Obrázek 43</b> Povrchová tvrdost dle Persoze po 28 dnech zasychání (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	166
<b>Obrázek 44</b> Porovnání odolnosti proti vtisku dle Buchholze s pigmentem CAPP u systémů s OKP 5 %, (plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %) a systémů s OKP 10 % (plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	167
<b>Obrázek 45</b> Celková mechanická odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	168
<b>Obrázek 46</b> Celková mechanická odolnost pigmentových nátěrových filmů (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	168
<b>Obrázek 47</b> Odolnost pigmentových nátěrových filmů vůči methylethylketonu (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	169
<b>Obrázek 48</b> Odolnost pigmentových nátěrových filmů vůči methylethylketonu (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	170
<b>Obrázek 49</b> Odolnost pigmentových nátěrových filmů proti vzniku bleskové koroze (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	171
<b>Obrázek 50</b> Odolnost pigmentových nátěrových filmů proti vzniku bleskové koroze (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	172
<b>Obrázek 51</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vlhkým atmosférám (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	173
<b>Obrázek 52</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vlhkým atmosférám (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %).....	173
<b>Obrázek 53</b> Rozdíl změny odolnosti nátěrového filmu s nanočásticemi MgO (vlevo) a bez nanočástic (vpravo) vůči vlhkým atmosférám (OKP 10 %, pigment M, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %) .....	174
<b>Obrázek 54</b> Porovnání odolnosti pigmentovaných nátěrových filmů neutrální solné mlže (OKP 5 % pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %).....	175

<b>Obrázek 55</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v čase u (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)	175
<b>Obrázek 56</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)	176
<b>Obrázek 57</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)	177
<b>Obrázek 58</b> Korozní odolnost pigmentovaných nátěrových filmů vůči neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot (OKP 10 %, plnivem Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)	177
<b>Obrázek 59</b> Vliv nanočástic MgO na přilnavost pigmentovaného nátěrového filmu při působení neutrální solné mlhy v kombinaci se střídáním teplot (OKP 5 % pigment CAPP, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)	178
<b>Obrázek 60</b> Celková antikorozi odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 5 %, plnivo Hematit Bayferrox 120 M, Q = konst. - 50 %)	179
<b>Obrázek 61</b> Celková antikorozi odolnost pigmentovaných nátěrových filmů (OKP 10 %, plnivo Plastorit® Micro, Q = konst. - 50 %)	179
<b>Obrázek 62</b> Fungistická účinnost interiérového nátěrového filmu bez přídavku ZO vůči kmenu <i>P. chryseogenum</i> (OKP 13 %, pigment TiO <sub>2</sub> , plnivo MgCO <sub>3</sub> , Q = konst. - 110 %)	181
<b>Obrázek 63</b> Mikrobistatická účinnost interiérových nátěrových hmot (OKP 13 %, pigment TiO <sub>2</sub> , plnivo MgCO <sub>3</sub> , Q = konst. - 110 %)	182
<b>Obrázek 64</b> Baktericidní účinnost interiérových nátěrových hmot (OKP 13 %, pigment TiO <sub>2</sub> , plnivo MgCO <sub>3</sub> , Q = konst. - 110 %)	182

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> Popis použitých monomerů .....	50
<b>Tabulka 2</b> Charakteristické vlastnosti monomerů .....	50
<b>Tabulka 3</b> Složení polymeračního systému včetně nanočástic MgO .....	64
<b>Tabulka 4</b> Použité monomery a jejich poměr včetně nanočástic MgO .....	65
<b>Tabulka 5</b> Složení polymeračního systému.....	66
<b>Tabulka 6</b> Použité monomery a jejich poměr.....	66
<b>Tabulka 7</b> Kritéria pro hodnocení vzhledu nátěrového filmu .....	80
<b>Tabulka 8</b> Klasifikační škála hodnocení poškození nátěru u mřížkové zkoušky.....	86
<b>Tabulka 9</b> Stupnice hodnocení mechanické odolnosti.....	87
<b>Tabulka 10</b> Stupně hodnocení otěrového testu vůči methylethylketonu .....	88
<b>Tabulka 11</b> Stupnice hodnocení antikorozní účinnosti dle normy ČSN ISO 2409.....	94
<b>Tabulka 12</b> Základní vlastnosti hodnocených pojiv .....	96
<b>Tabulka 13</b> Stabilita syntetizovaných latexů při skladování.....	97
<b>Tabulka 14</b> Obsah nanočástic pomocí obsahu popela a ICP-OES .....	97
<b>Tabulka 15</b> Vzhled nepigmentovaných nátěrových filmů .....	98
<b>Tabulka 16</b> Lesk nepigmentovaných nátěrových filmů v čase .....	98
<b>Tabulka 17</b> Tloušťka nepigmentovaných nátěrových filmů .....	98
<b>Tabulka 18</b> Povrchová tvrdost nepigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Persoze .....	99
<b>Tabulka 19</b> Odolnost proti vtisku nepigmentovaných nátěrových filmů v čase dle Buchholze .....	99
<b>Tabulka 20</b> Mechanické vlastnosti nepigmentovaných nátěrových filmů.....	100
<b>Tabulka 21</b> Změny dekorativních a ochranných vlastností nepigmentovaných nátěrových filmů po jejich vystavení náhlým změnám teploty .....	100
<b>Tabulka 22</b> Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů vůči methylethylketonu.....	101
<b>Tabulka 23</b> Odolnost nátěrových filmů proti vzniku bleskové koroze.....	101
<b>Tabulka 24</b> Mikrobistatická účinnost pojiv.....	102
<b>Tabulka 25</b> Baktericidní účinnost pojiv.....	102
<b>Tabulka 26</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s 2 hm. % běžných přísad.....	103
<b>Tabulka 27</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s 2 hm. % běžných přísad .....	104
<b>Tabulka 28</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s 10 hm. % běžných přísad....	105
<b>Tabulka 29</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s 10 hm. % běžných přísad .....	106
<b>Tabulka 30</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s 2 hm. % běžných přísad .....	107
<b>Tabulka 31</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s 2 hm. % běžných přísad.....	108
<b>Tabulka 32</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s 10 hm. % běžných přísad .....	109

<b>Tabulka 33</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s 10 hm. % běžných přísad.....	110
<b>Tabulka 34</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad .....	111
<b>Tabulka 35</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad .....	111
<b>Tabulka 36</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad .....	112
<b>Tabulka 37</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad .....	112
<b>Tabulka 38</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad .....	113
<b>Tabulka 39</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů LM s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad .....	113
<b>Tabulka 40</b> Mikrobistatická účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů LM s antimikrobiálními aditivy.....	114
<b>Tabulka 41</b> Baktericidní účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů LM s antimikrobiálními aditivy.....	115
<b>Tabulka 42</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad .....	115
<b>Tabulka 43</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,3 % a 2 hm. % běžných přísad .....	116
<b>Tabulka 44</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad .....	116
<b>Tabulka 45</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,2 % a 2 hm. % běžných přísad .....	116
<b>Tabulka 46</b> Mikrobistatická účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad .....	117
<b>Tabulka 47</b> Baktericidní účinnost nátěrových filmů L0 s ZO 0,1 % a 2 hm. % běžných přísad .....	117
<b>Tabulka 48</b> Mikrobistatická účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů L0 s antimikrobiálními aditivy.....	118
<b>Tabulka 49</b> Baktericidní účinnost nepigmentovaných nátěrových filmů L0 s antimikrobiálními aditivy.....	119
<b>Tabulka 50</b> Základní vlastnosti hodnocených pojiv po zvýšené teplotě .....	120
<b>Tabulka 51</b> Vzhled nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě.....	120
<b>Tabulka 52</b> Lesk nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase.....	121
<b>Tabulka 53</b> Tloušťka nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě.....	121
<b>Tabulka 54</b> Povrchová tvrdost nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase dle Persoze .....	122
<b>Tabulka 55</b> Odolnost proti vtisku nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě v čase dle Buchholze .....	122

<b>Tabulka 56</b> Mechanické vlastnosti nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě.....	122
<b>Tabulka 57</b> Odolnost nepigmentovaných nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě vůči methylethylketonu.....	123
<b>Tabulka 58</b> Odolnost nátěrových filmů pojiv po zvýšené teplotě proti vzniku bleskové koroze.....	123
<b>Tabulka 59</b> Vzhled nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M.....	124
<b>Tabulka 60</b> Vzhled nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro.....	125
<b>Tabulka 61</b> Lesk nátěrových filmů v čase s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M v čase.....	125
<b>Tabulka 62</b> Lesk nátěrových filmů v čase s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro v čase.....	126
<b>Tabulka 63</b> Tloušťka nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M.....	126
<b>Tabulka 64</b> Tloušťka nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro.....	127
<b>Tabulka 65</b> Povrchová tvrdost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Persoze v čase.....	128
<b>Tabulka 66</b> Povrchová tvrdost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Persoze v čase.....	128
<b>Tabulka 67</b> Tvrdosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Buchholze v čase.....	129
<b>Tabulka 68</b> Tvrdost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Buchholze v čase.....	129
<b>Tabulka 69</b> Mechanické vlastnosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M.....	130
<b>Tabulka 70</b> Mechanické vlastnosti nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro.....	131
<b>Tabulka 71</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vůči methylethylketonu v čase.....	132
<b>Tabulka 72</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vůči methylethylketonu v čase.....	132
<b>Tabulka 73</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M dle Machu a Schiffmana.....	133
<b>Tabulka 74</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro dle Machu a Schiffmana.....	134
<b>Tabulka 75</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vůči vzniku bleskové koroze.....	135
<b>Tabulka 76</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vůči vzniku bleskové koroze.....	135
<b>Tabulka 77</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M vlhkým atmosférám po expozici 480 hodin.....	136
<b>Tabulka 78</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro vlhkým atmosférám po expozici 480 hodin.....	137

<b>Tabulka 79</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlze po expozici 120 hodin .....	138
<b>Tabulka 80</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlze po expozici 240 hodin .....	138
<b>Tabulka 81</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlze po expozici 360 hodin .....	139
<b>Tabulka 82</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlze po expozici 120 hodin.....	139
<b>Tabulka 83</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlze po expozici 240 hodin.....	140
<b>Tabulka 84</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlze po expozici 360 hodin.....	140
<b>Tabulka 85</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M proti neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot po 2 cyklech na ocelových panelech .	141
<b>Tabulka 86</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot po 2 cyklech na ocelových panelech.....	142
<b>Tabulka 87</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot po 3 cyklech na hliníkových panelech .....	142
<b>Tabulka 88</b> Odolnost nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro neutrální solné mlze v kombinaci se střídáním teplot po 3 cyklech na hliníkových panelech .....	143
<b>Tabulka 89</b> Hodnocení celkové srovnávací antikoroziční účinnosti nátěrových filmů s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M.....	144
<b>Tabulka 90</b> Hodnocení celkové srovnávací antikoroziční účinnosti nátěrových filmů s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro.....	145
<b>Tabulka 91</b> Odolnost interiérových nátěrových filmů vůči otěru za mokra .....	146
<b>Tabulka 92</b> Mikrobistatická účinnost interiérových nátěrových filmů s klesající koncentrací ZO .....	147
<b>Tabulka 93</b> Baktericidní účinnost interiérových nátěrových filmů s klesající koncentrací ZO .....	147



## 9 PŘÍLOHY

### Příloha A

Formulace vodou ředitelných nátěrových hmot

*Tabulka formulace antikoročních vodou ředitelných nátěrových hmot s OKP 5 % a plnivem Hematit Bayferrox 120 M*

Systém s OKP 5 %		Hmotnostní % (v g na 100 g nátěrové hmoty)			
Pojivo	Pigment	Pojivo [hm%]	Pigment [hm%]	Plnivo [hm%]	1VA [hm%]
LM	CAPP	63,84	4,66	3,88	27,63
	CMP	64,18	5,03	3,89	26,89
	Wollastonit	63,07	5,15	3,85	27,94
	Mastek	65,02	5,15	3,95	25,88
	CHP	63,54	5,13	3,88	27,45
L0	CAPP	65,12	4,51	3,74	26,63
	CMP	65,41	4,78	3,73	25,93
	Wollastonit	64,31	4,98	3,70	27,01
	Mastek	66,24	4,97	3,82	24,97
	CHP	64,80	4,96	3,73	26,50
A	CAPP	65,57	4,45	3,70	26,29
	CMP	65,91	4,88	3,57	25,64
	Wollastonit	64,81	4,91	3,67	26,61
	Mastek	66,67	4,91	3,76	24,67
	CHP	65,27	4,90	3,69	26,14
N	CAPP	72,00	3,61	3,00	21,39
E + Telalit 180	CAPP	50,40/ 13,61	4,65	3,87	27,47

**Tabulka formulace antikorozičních vodou ředitelných nátěrových hmot s OKP 10 % a plnivem Plastorit® Micro**

Systém s OKP 10 %		Hmotnostní % na 100 g nátěrové hmoty			
Pojivo	Pigment	Pojivo [hm%]	Pigment [hm%]	Plnivo [hm%]	1VA [hm%]
LM	CAPP	66,23	10,20	2,45	21,13
	CMP	67,02	11,08	2,47	19,43
	Wollastonit	64,46	11,11	2,38	22,04
	Mastek	68,92	11,52	2,54	17,02
	CHP	65,55	11,18	2,43	28,84
L0	CAPP	67,44	9,83	2,36	20,37
	CMP	68,14	10,53	2,37	18,97
	Wollastonit	65,69	10,72	2,30	21,28
	Mastek	70,06	11,08	2,45	16,41
	CHP	66,73	10,78	2,34	20,15
A	CAPP	67,87	9,71	2,33	20,09
	CMP	68,60	10,54	2,35	18,52
	Wollastonit	66,16	10,60	2,26	20,97
	Mastek	70,45	10,93	2,41	16,20
	CHP	67,17	10,64	2,31	19,88
N	CAPP	74,06	7,84	1,88	16,22
E + Telalit 180	CAPP	52,27/ 14,11	10,17	2,44	21,01

**Tabulka formulace fasádových vodou ředitelných nátěrových hmot**

	Hmotnostní % na 100 g nátěrové hmoty			
	Pojivo [hm%]	Pigment [hm%]	Plnivo [hm%]	2-VA [hm%]
LM	33,85	5,72	1,86	58,56
L0	35,07	5,60	1,82	57,51
A	35,49	5,56	1,81	57,14

## Příloha B

Fotografie plechů po jejich vystavení zkoušce dle Machu a Schiffmana u systémů s pigmentem CAPP

LM + CAPP

5 %



10 %



L0 + CAPP

5 %



10 %



A + CAPP

5 %



10 %



N + CAPP

5 %



10 %



E + CAPP

5 %



10 %



### Příloha C

Fotografie plechů po jejich vystavení zrychlené laboratorní zkoušce vůči bleskové korozi

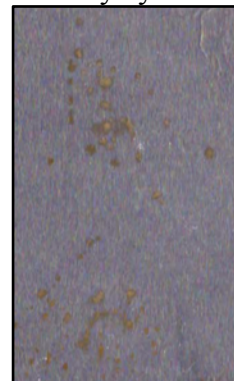
LM + CAPP

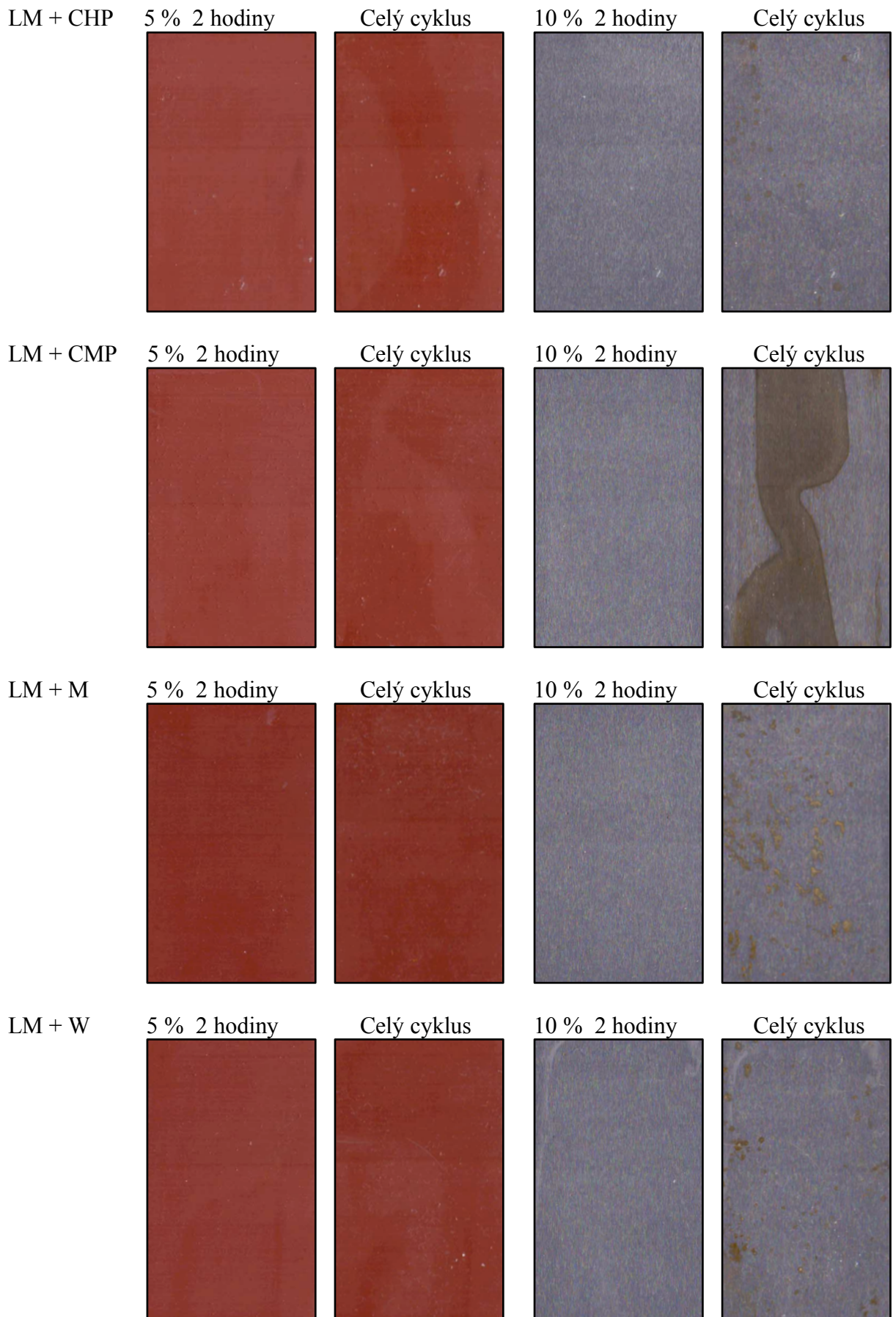
5 % 2 hodiny

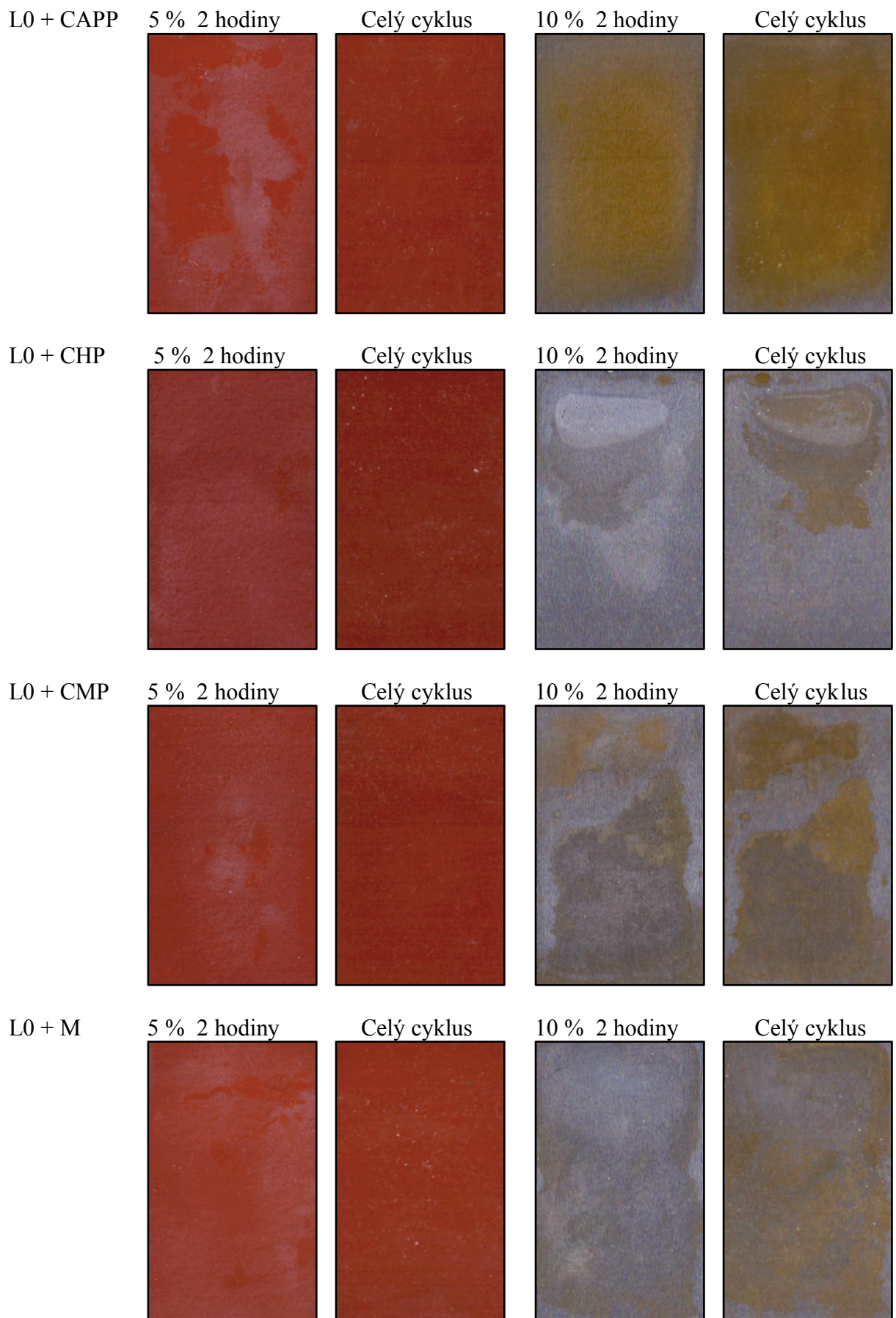
Celý cyklus

10 % 2 hodiny

Celý cyklus







L0 + W

5 % 2 hodiny



Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



A + CAPP

5 % 2 hodiny



Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



A + CHP

5 % 2 hodiny



Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



A + CMP

5 % 2 hodiny



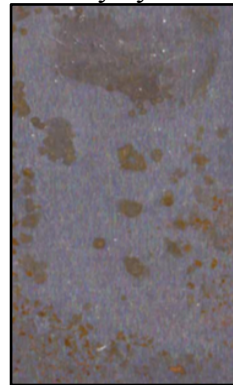
Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



A + M

5 % 2 hodiny



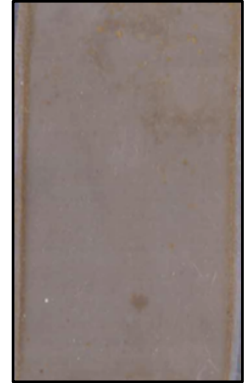
Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



A + W

5 % 2 hodiny



Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



N + CAPP

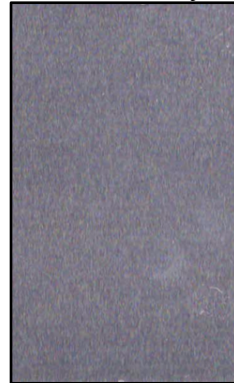
5 % 2 hodiny



Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus



E + CAPP

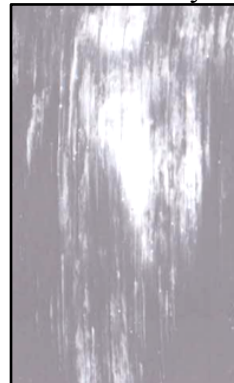
5 % 2 hodiny



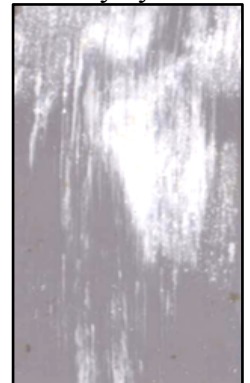
Celý cyklus



10 % 2 hodiny



Celý cyklus





## Příloha D

Fotografie plechů po jejich vystavení vlhké atmosféře u systémů s pigmentem CAPP

LM + CAPP

5 %

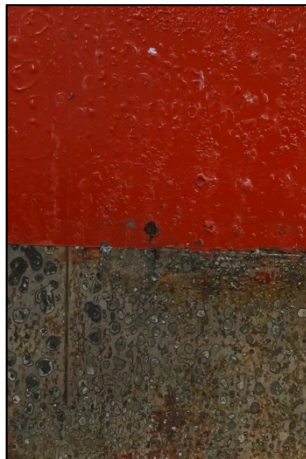


10 %



L0 + CAPP

5 %



10 %



A + CAPP

5 %



10 %



N + CAPP

5 %



10 %



E + CAPP

5 %



10 %



## Příloha E

Fotografie plechů v čase po jejich vystavení neutrální solné mlze

LM + CAPP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



LM + CHP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



LM + CMP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



LM + M 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



LM + W 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



L0 + CAPP 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

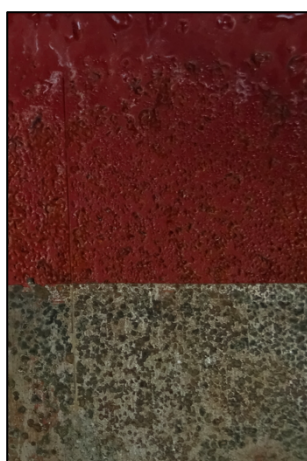


L0 + CHP 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

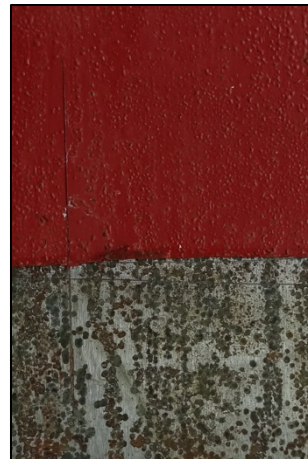
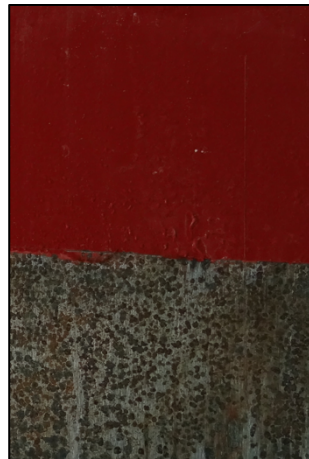


L0 + CMP 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



L0 + M 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

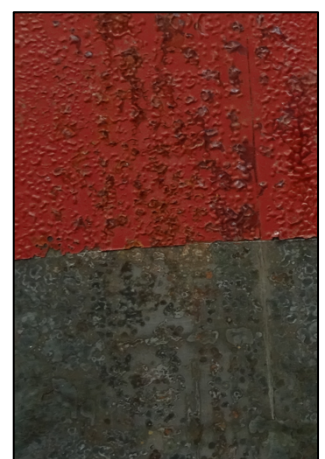


L0 + W 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



A + CAPP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



A + CHP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



A + CMP 5 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



A + M 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

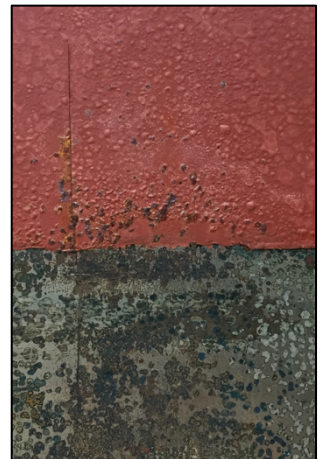


A + W 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



N + CAPP 5 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



E + CAPP 5 %

120 hodin



240 hodin

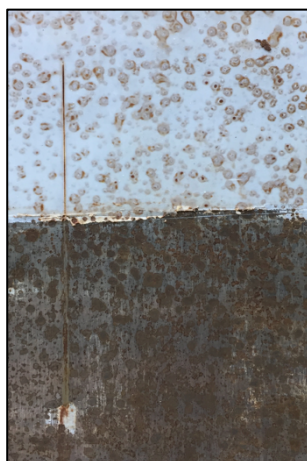


360 hodin

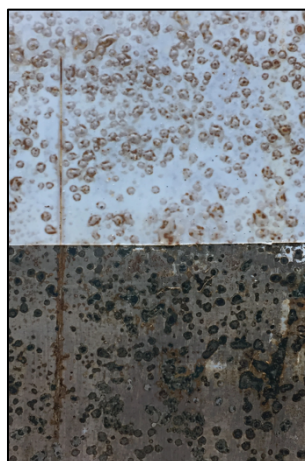


LM + CAPP 10 %

120 hodin



240 hodin

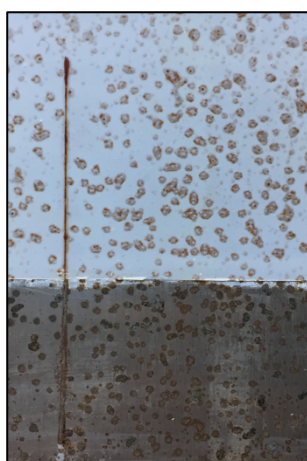


360 hodin

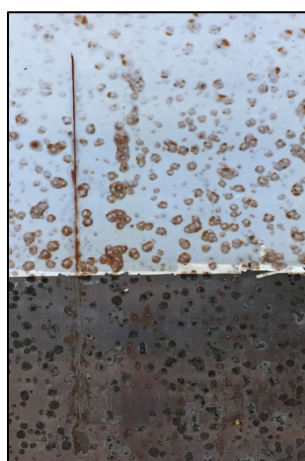


LM + CHP 10 %

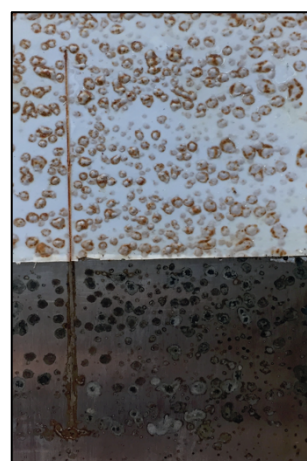
120 hodin



240 hodin



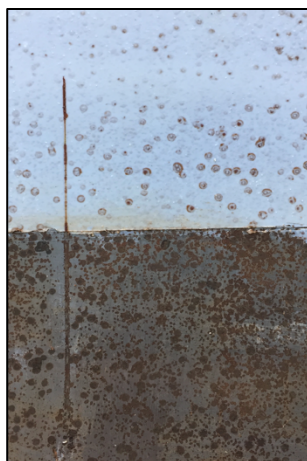
360 hodin



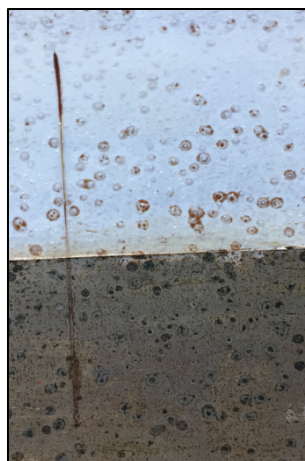


LM + CMP 10 %

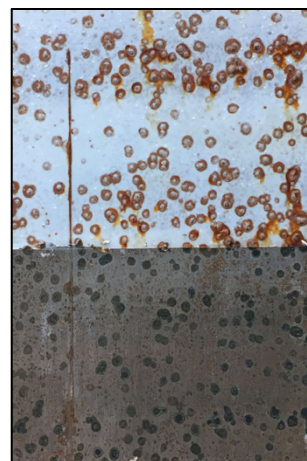
120 hodin



240 hodin

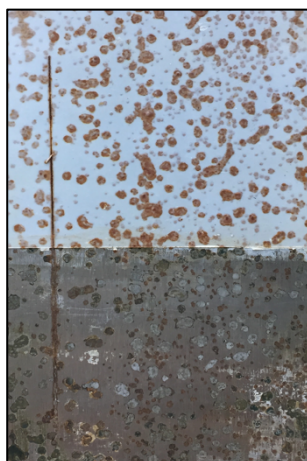


360 hodin

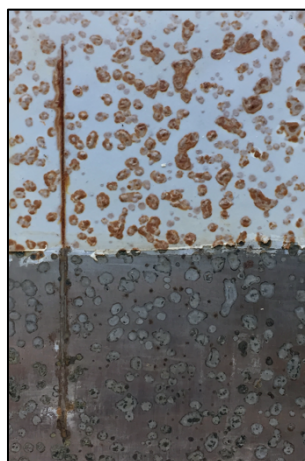


LM + M 10 %

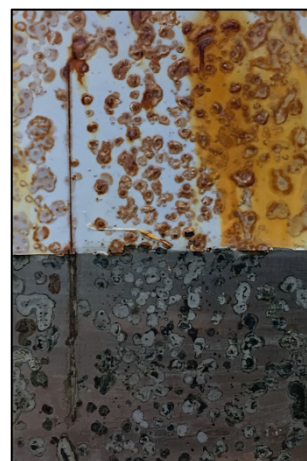
120 hodin



240 hodin

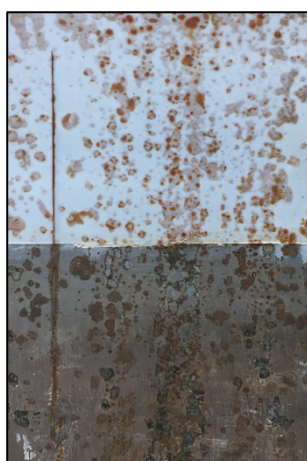


360 hodin

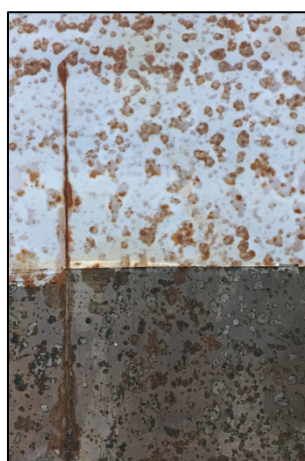


LM + W 10 %

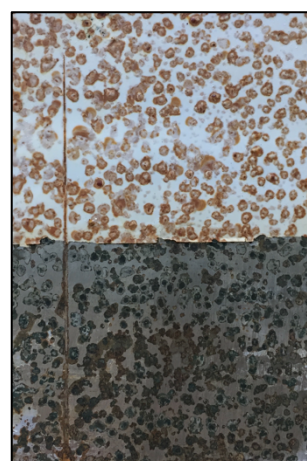
120 hodin



240 hodin

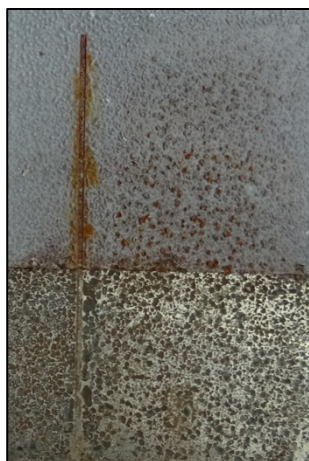


360 hodin

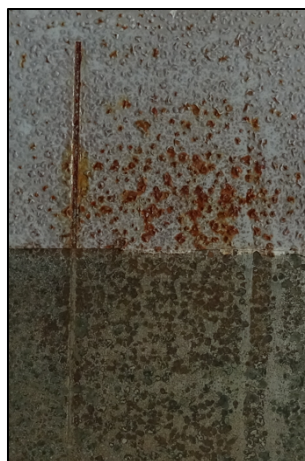


L0 + CAPP 10 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



L0 + CHP 10 %

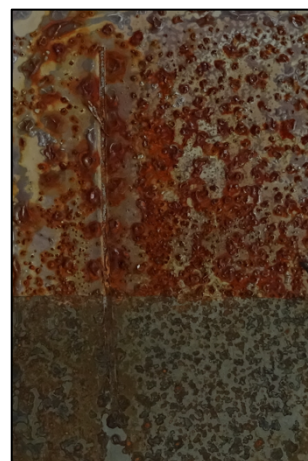
120 hodin



240 hodin



360 hodin



L0 + CMP 10 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin

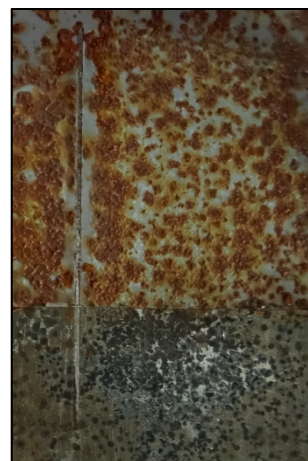


L0 + M 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



L0 + W 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

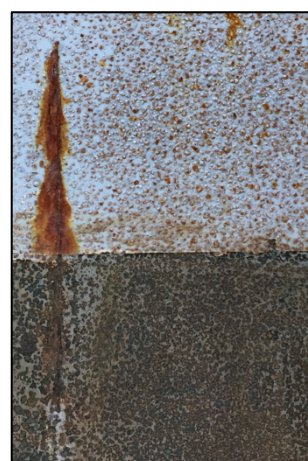
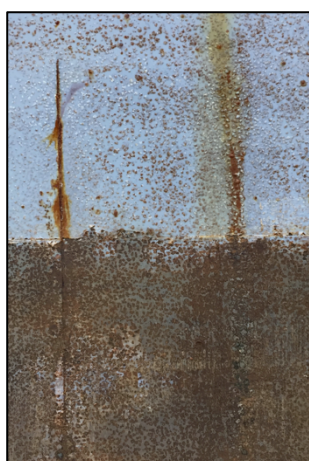


A + CAPP 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



A + CHP 10 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin

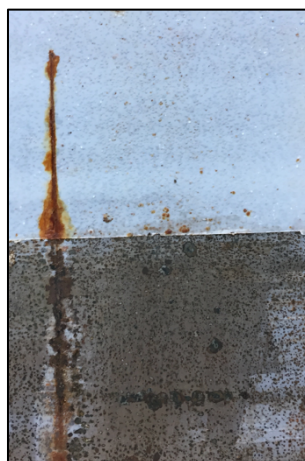


A + CMP 10 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin



A + M 10 %

120 hodin



240 hodin



360 hodin

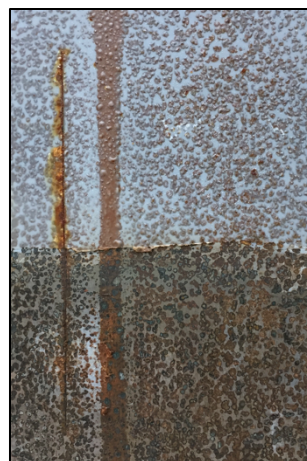
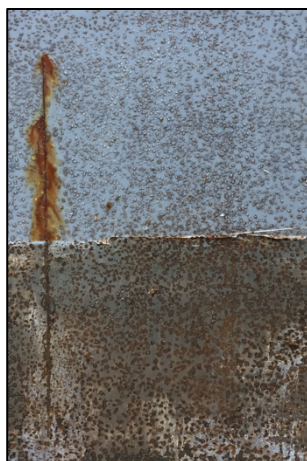


A + W 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin

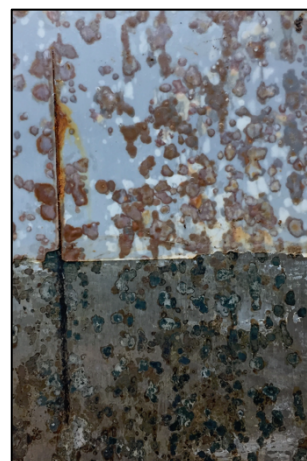
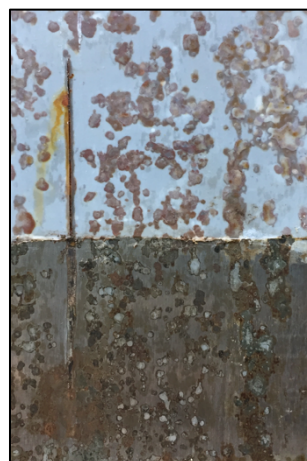


N + CAPP 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



E + CAPP 10 %

120 hodin

240 hodin

360 hodin



## Příloha F

Fotografie ocelových plechů po jejich vystavení 2 cyklům neutrální solné mlhy v kombinaci se střídáním teplot u systémů s pigmentem CAPP

LM + CAPP

5 %



10 %



L0 + CAPP

5 %



10 %



A + CAPP

5 %



10 %

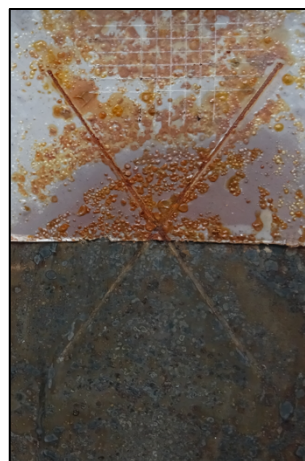


N + CAPP

5 %



10 %

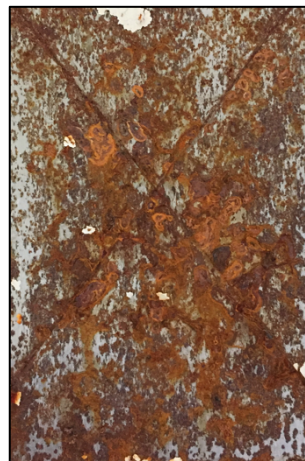


E + CAPP

5 %



10 %



## Příloha G

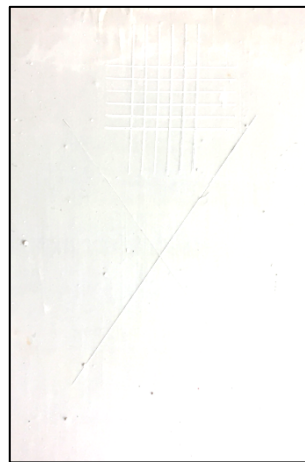
Fotografie hliněných plechů po jejich vystavení 3 cyklům neutrální solné mlhy v kombinaci se střídáním teplot u systémů s pigmentem CAPP

LM + CAPP

5 %



10 %

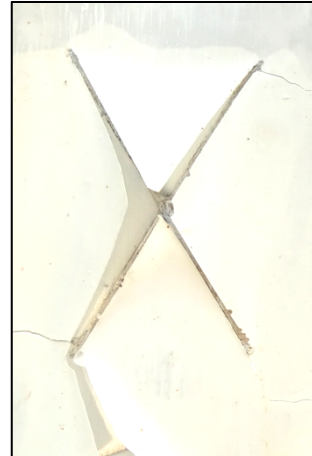


L0 + CAPP

5 %

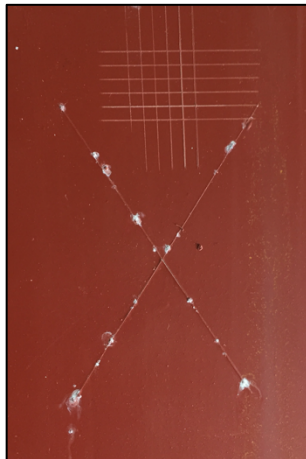


10 %

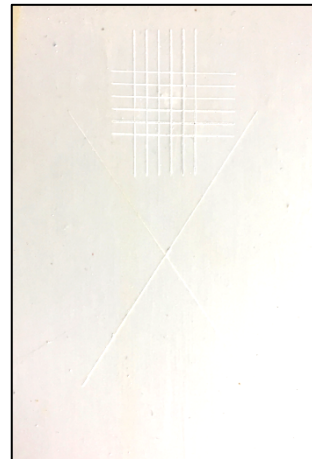


A + CAPP

5 %

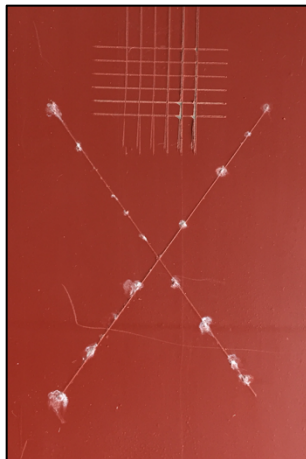


10 %

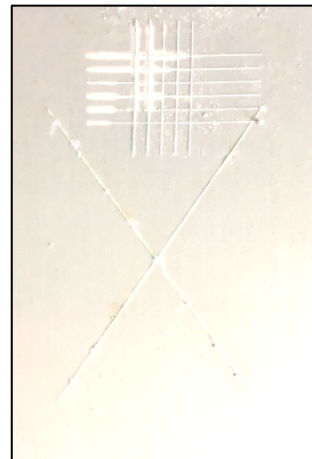


N + CAPP

5 %



10 %





E + CAPP

5 %



10 %



\* po 24 hodinách v kondenzační komoře s neutrální solnou mlhou

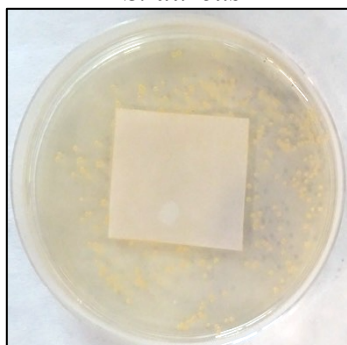
## Příloha H

Fotografie antimikrobiální účinnosti nátěrových filmů poživ

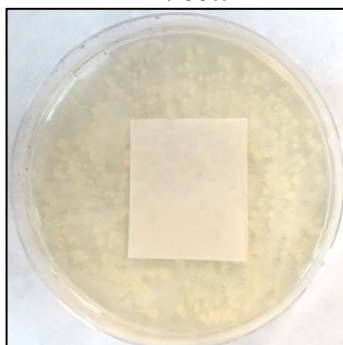
\* Mikrobiostatická (bakteristická a fungistická) účinnost

LM

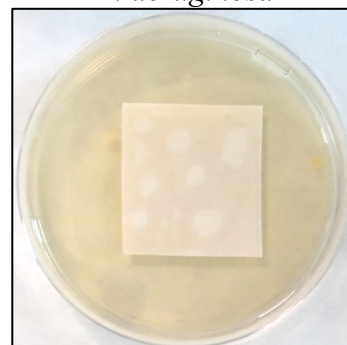
*S. aureus*



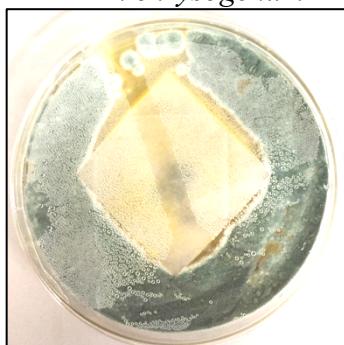
*E. coli*



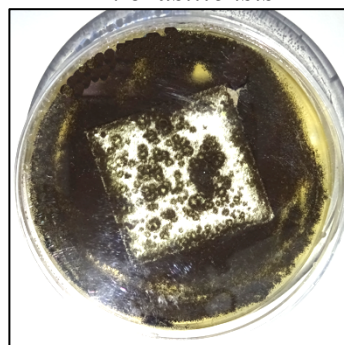
*P. aeruginosa*



*P. chrysogenum*

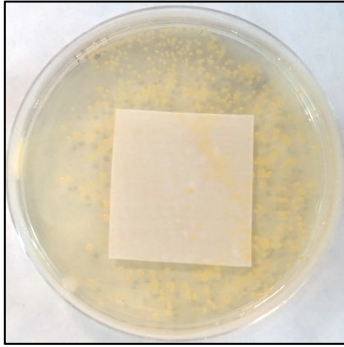


*A. brasiliensis*

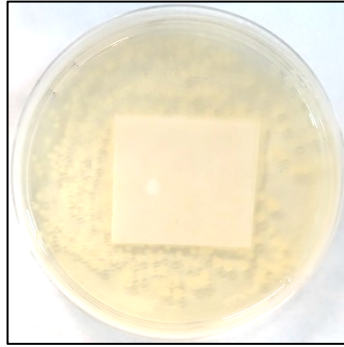


L0

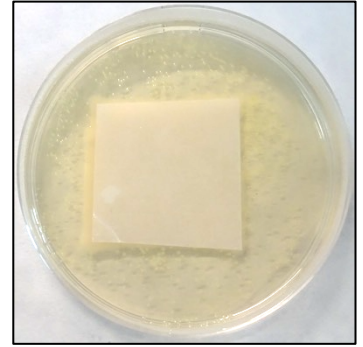
*S. aureus*



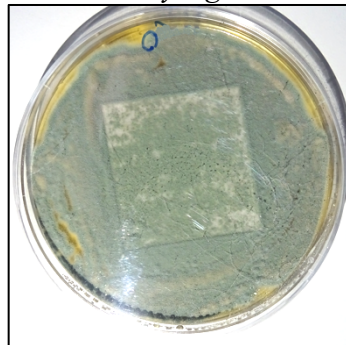
*E. coli*



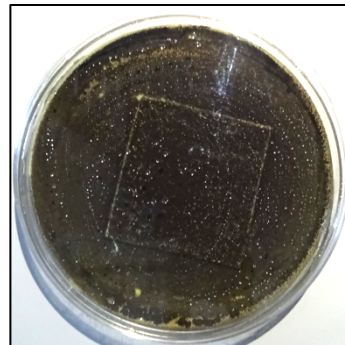
*P. aeruginosa*



*P. chrysogenum*

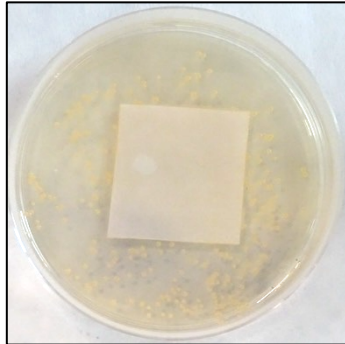


*A. brasiliensis*

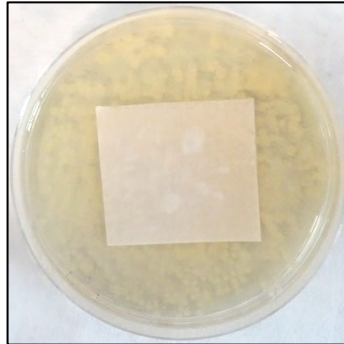


A

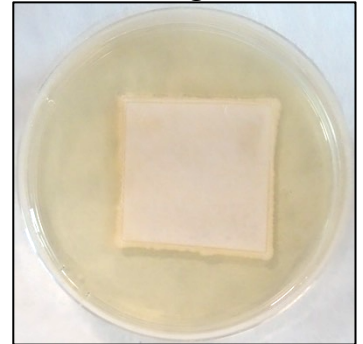
*S. aureus*



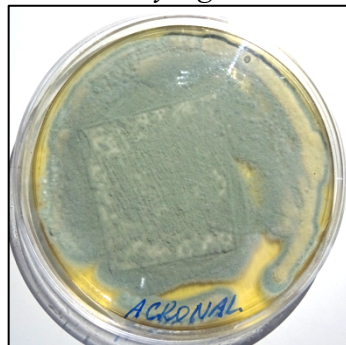
*E. coli*



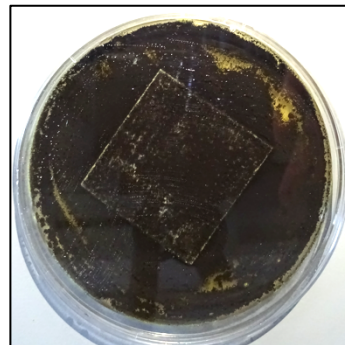
*P. aeruginosa*



*P. chrysogenum*



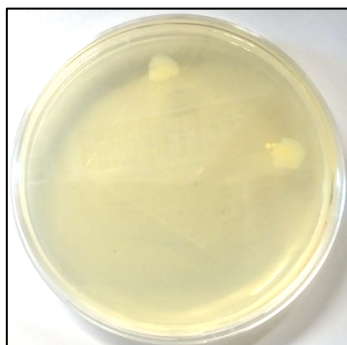
*A. brasiliensis*



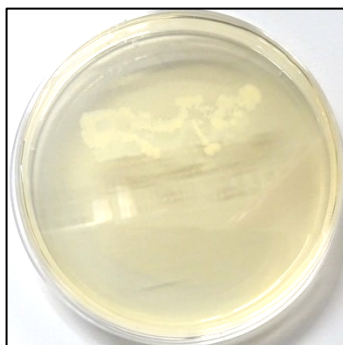
\*Bakteriocidní účinnost

LM

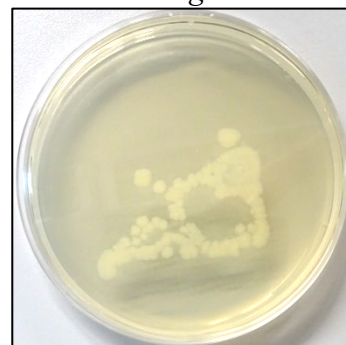
*S. aureus*



*E. coli*

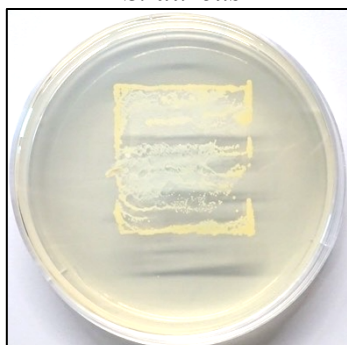


*P. aeruginosa*

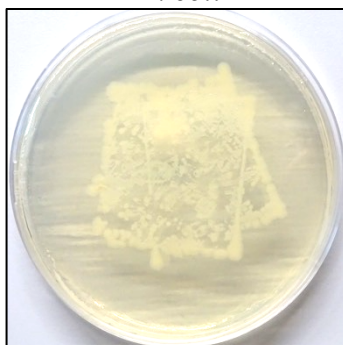


L0

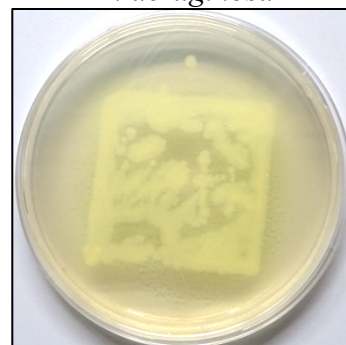
*S. aureus*



*E. coli*

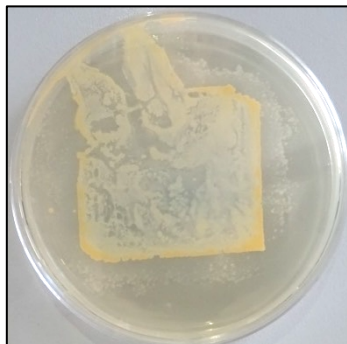


*P. aeruginosa*

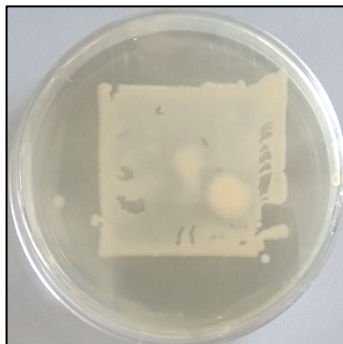


A

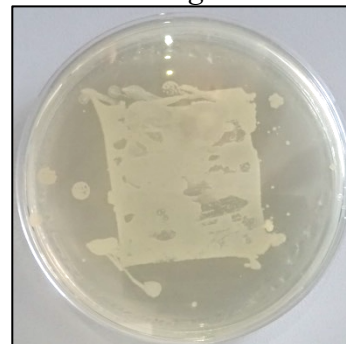
*S. aureus*



*E. coli*



*P. aeruginosa*



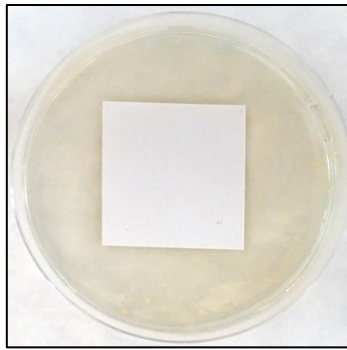
## Příloha I

Fotografie antimikrobiální účinnosti interiérovcích filmů poživ

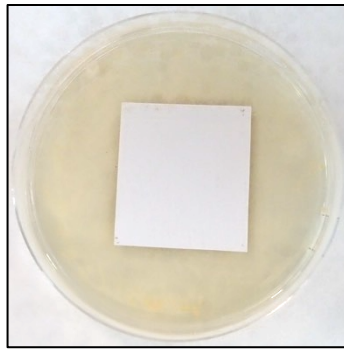
\* Mikrobiostatická (bakteristická a fungistická) účinnost

LM *S. aureus*

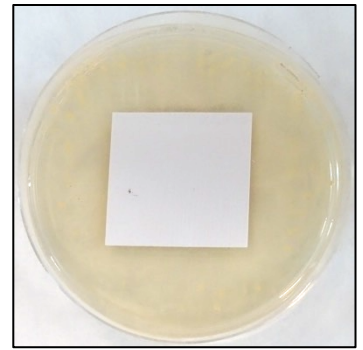
0,3



0,1

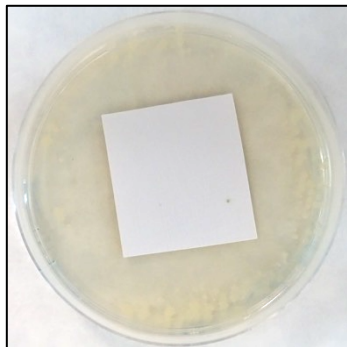


0

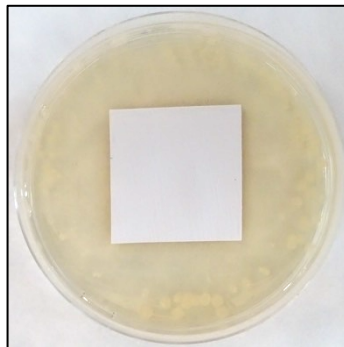


LM *E. coli*

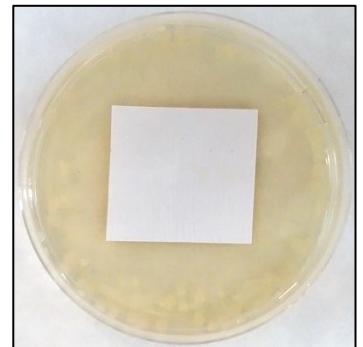
0,3



0,1

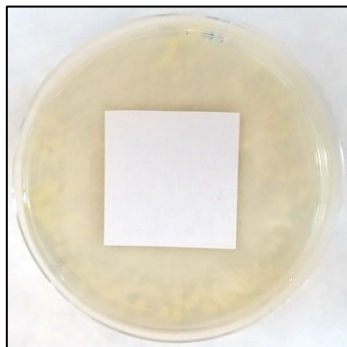


0

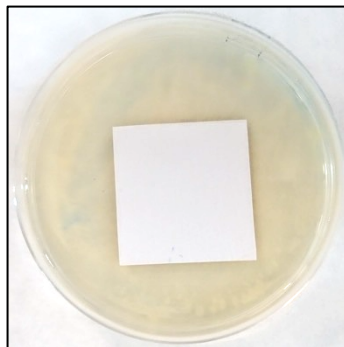


LM *P. aeruginosa*

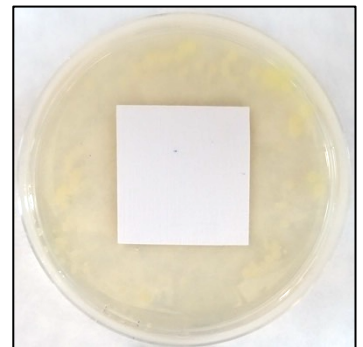
0,3



0,1

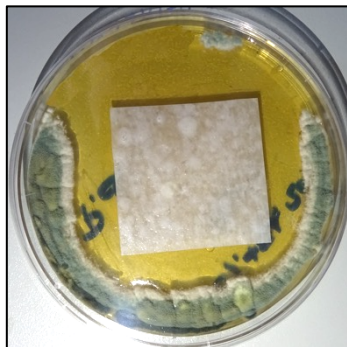


0

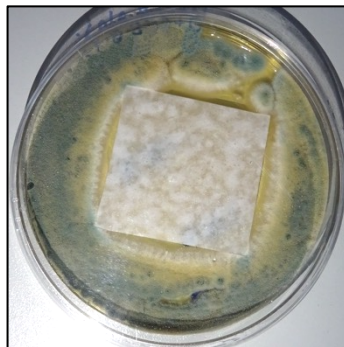


LM *P. chryseogenum*

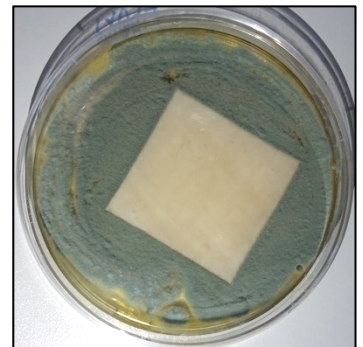
0,3



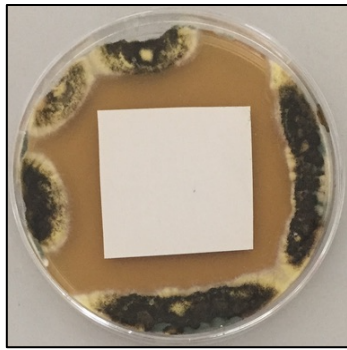
0,1



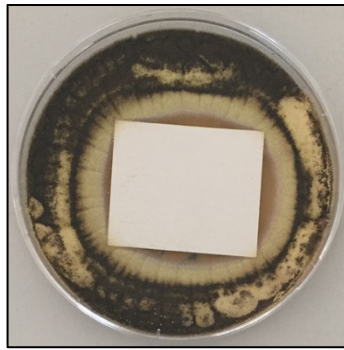
0



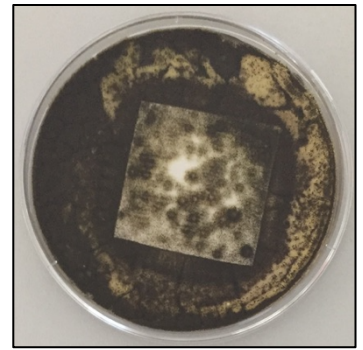
LM *A. brasiliensis* 0,3



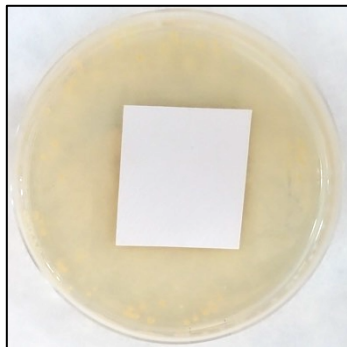
0,1



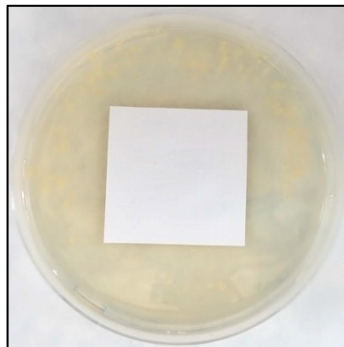
0



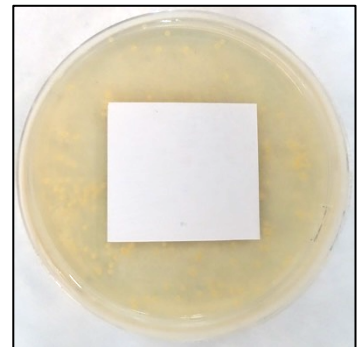
L0 *S. aureus* 0,3



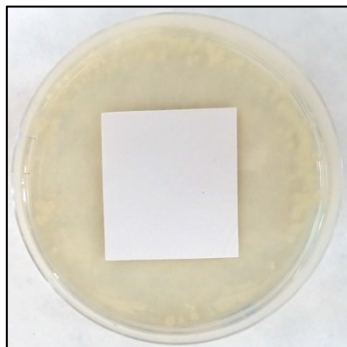
0,1



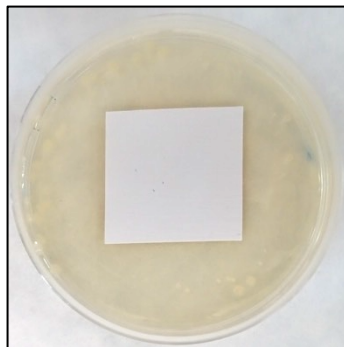
0



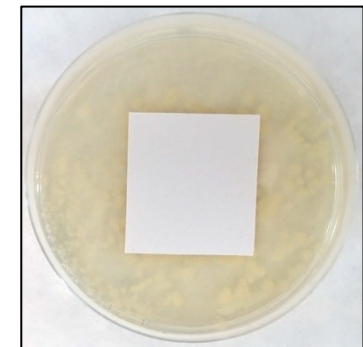
L0 *E. coli* 0,3



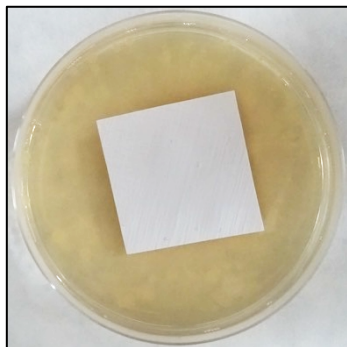
0,1



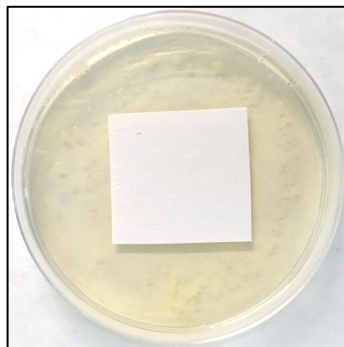
0



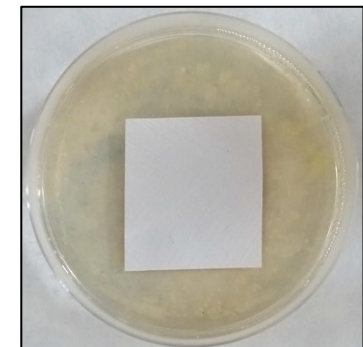
L0 *P. aeruginosa* 0,3



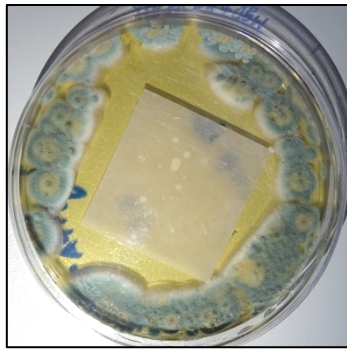
0,1



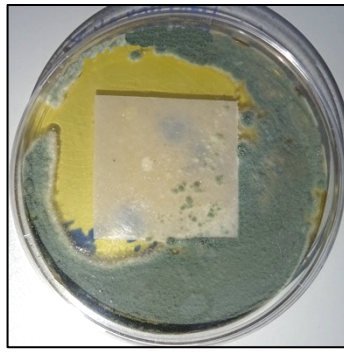
0



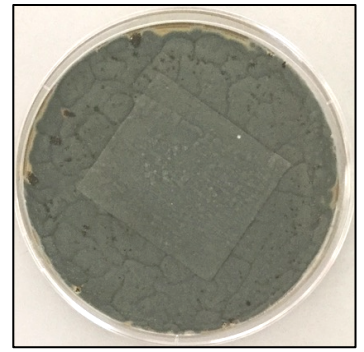
L0 *P. chrysogenum* 0,3



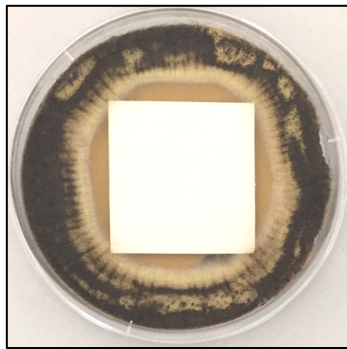
0,1



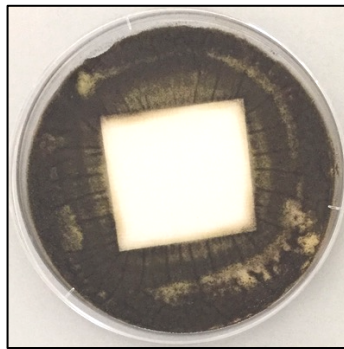
0



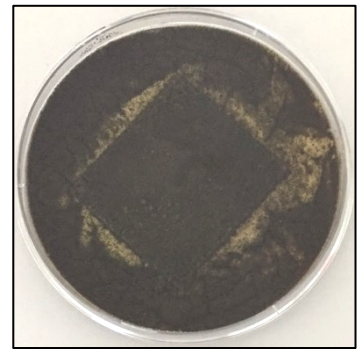
L0 *A. brasiliensis* 0,3



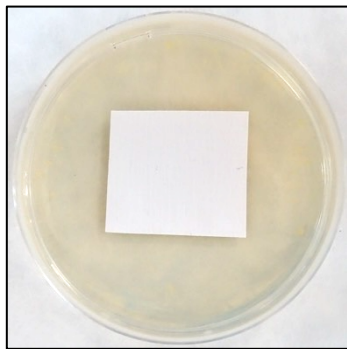
0,1



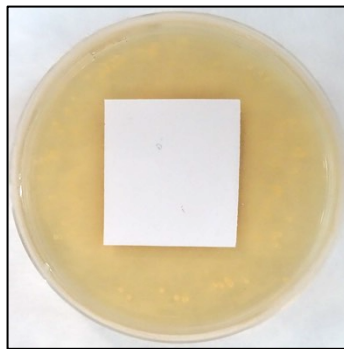
0



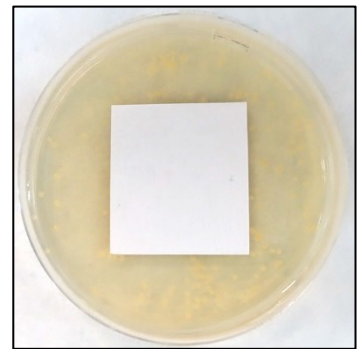
*A. S. aureus* 0,3



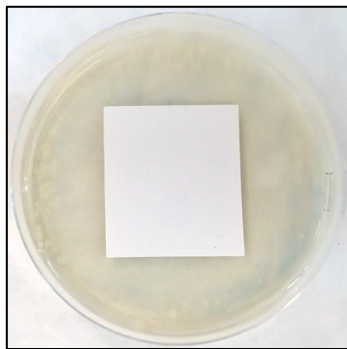
0,1



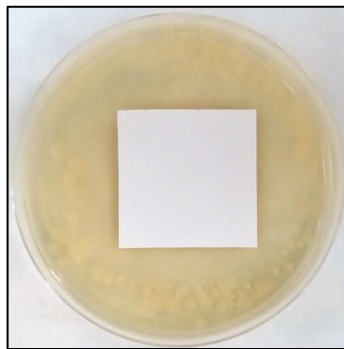
0



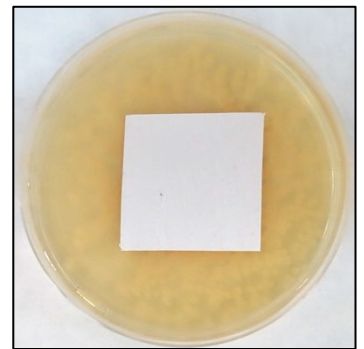
*A E. coli* 0,3



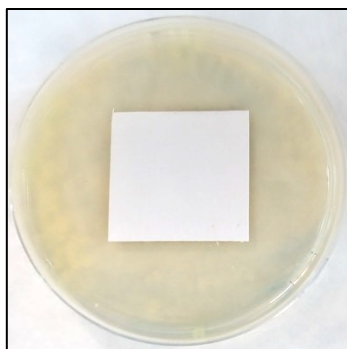
0,1



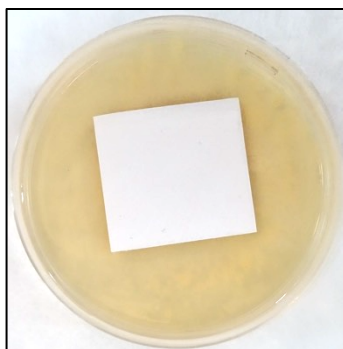
0



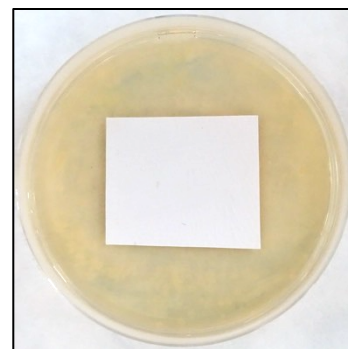
*A. P. aeruginosa* 0,3



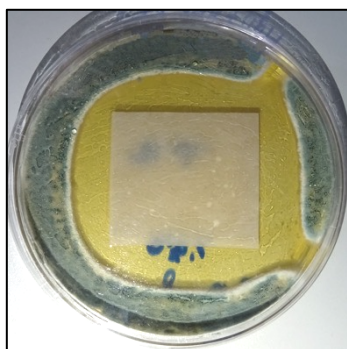
0,1



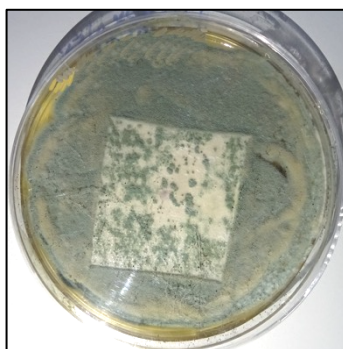
0



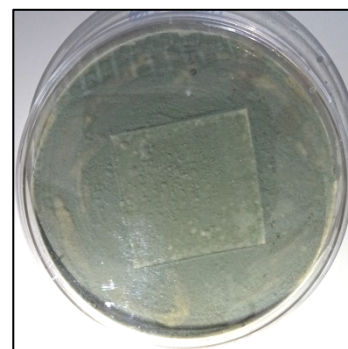
*A. P. chryseogenum* 0,3



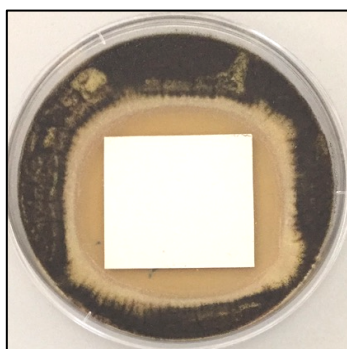
0,1



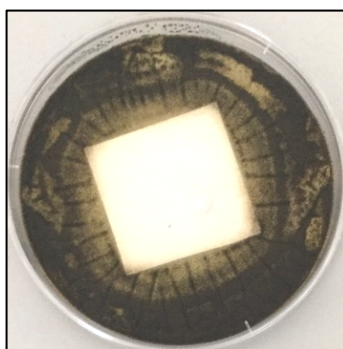
0



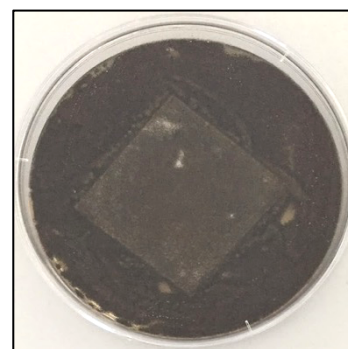
*A. A. Brasiliensis* 0,3



0,1

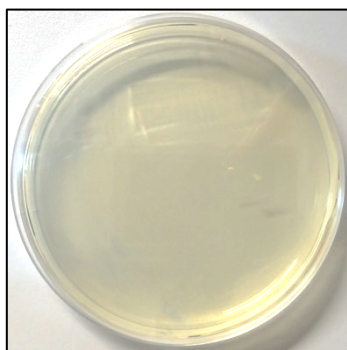


0

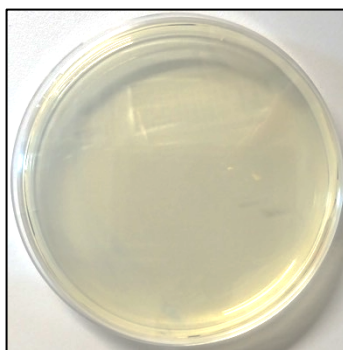


\*Bakteriocidní účinnost

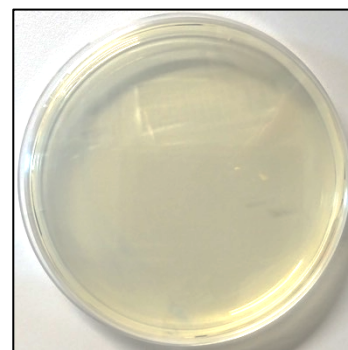
LM *S. aureus* 0,3



0,1

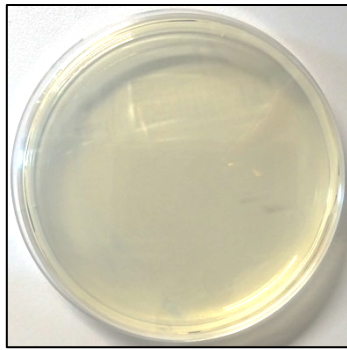


0

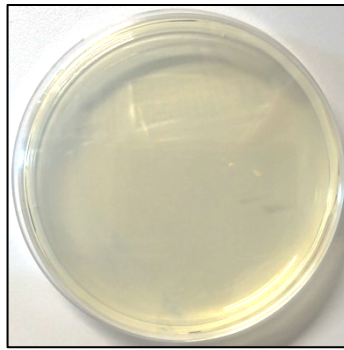


LM *E. coli*

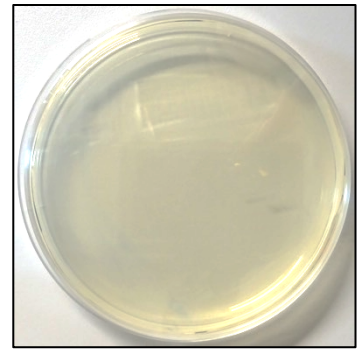
0,3



0,1

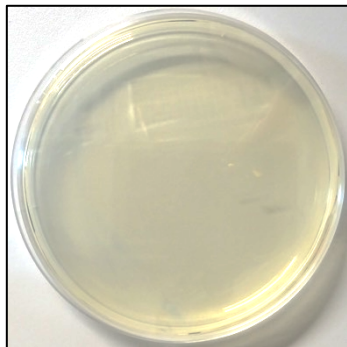


0

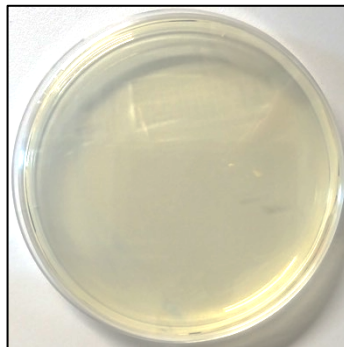


LM *P. aeruginosa*

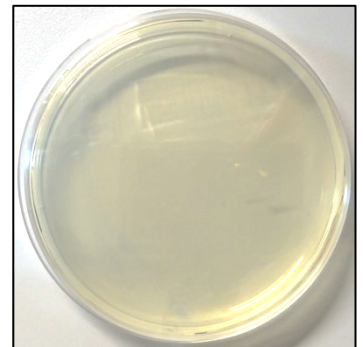
0,3



0,1

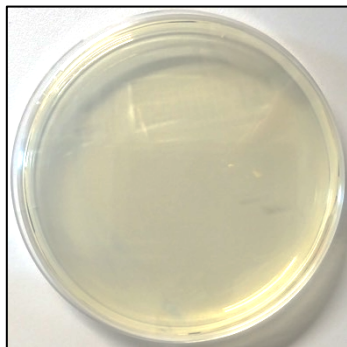


0

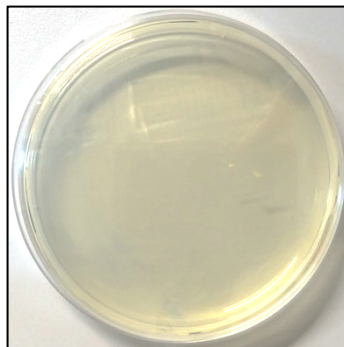


L0 *S. aureus*

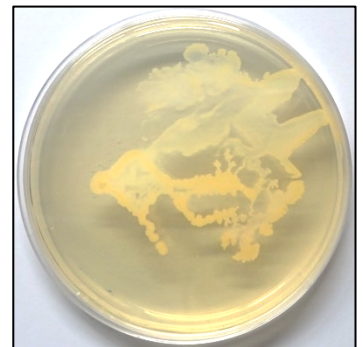
0,3



0,1

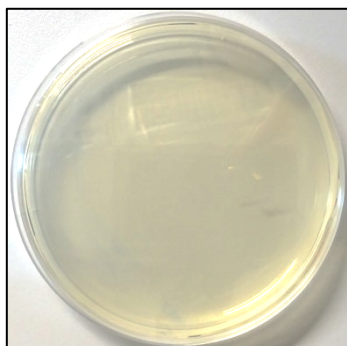


0

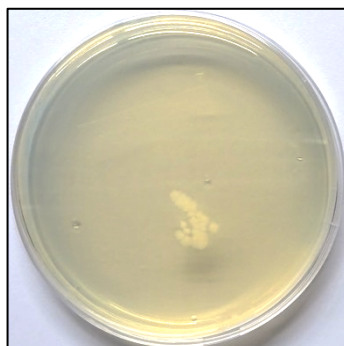


L0 *E. coli*

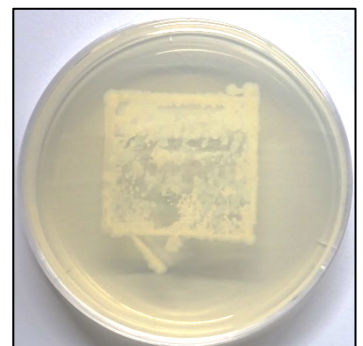
0,3



0,1

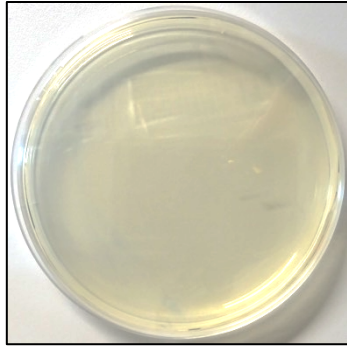


0

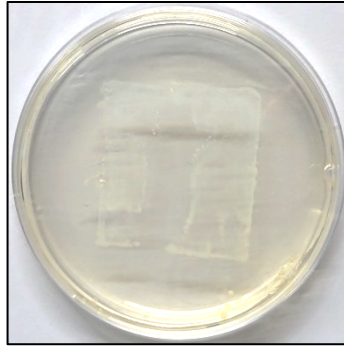




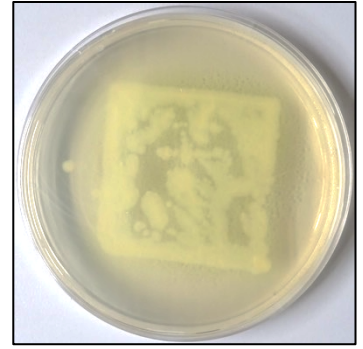
L0 *P. aeruginosa* 0,3



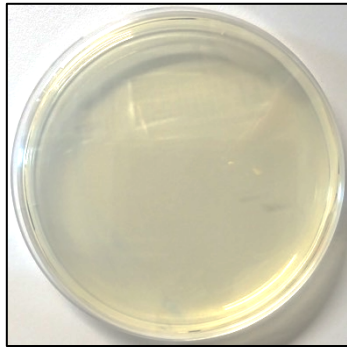
0,1



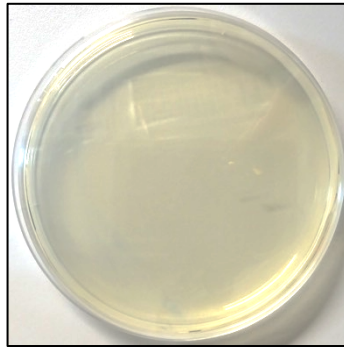
0



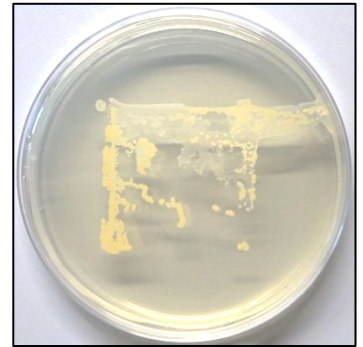
*A. S. aureus* 0,3



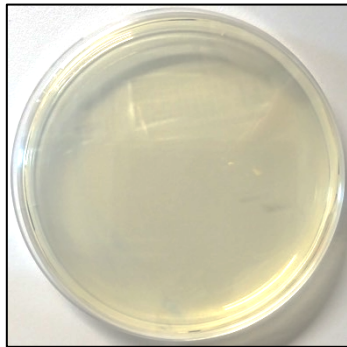
0,1



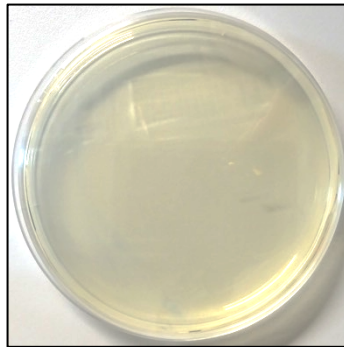
0



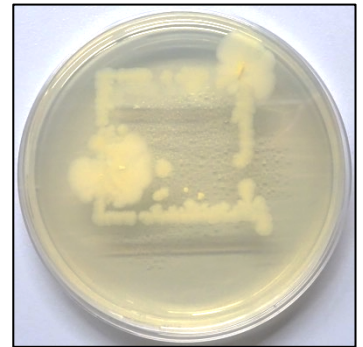
*A. E. coli* 0,3



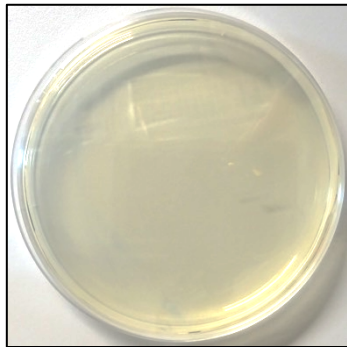
0,1



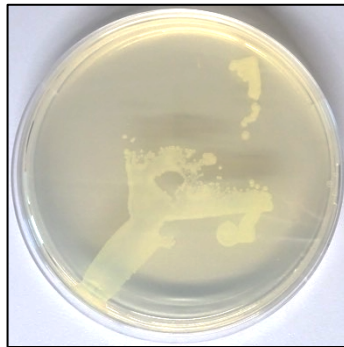
0



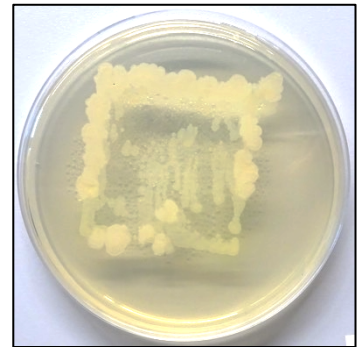
*A. P. aeruginosa* 0,3



0,1



0



<b>Název práce</b>	Příprava a testování antimikrobiálních vlastností nátěrových hmot se zvýšenou chemickou a korozní odolností na bázi latexů s dispergovanými MgO částicemi
<b>Autor práce</b>	Bc. Denisa Steinerová
<b>Obor</b>	Organické povlaky a náterové hmoty
<b>Rok obhajoby</b>	2018
<b>Vedoucí práce</b>	prof.Ing. Andréa Kalendová, Dr.
<b>Anotace</b>	<p>Předmětem této diplomové práce je studium pigmentovaných nátěrových hmot na bázi samosíťující akrylátové polymerní disperze s nanočásticemi oxidu hořečnatého o koncentraci 1,5 %. Součástí této diplomové práce je literární rešerše na téma antimikrobiálních vodných disperzí a veškeré problematiky s ní spojené. V experimentální části byla popsána příprava kopolymerních disperzí na bázi akrylátů s využitím samosíťujícího systému diacetonakrylamidu s dihydrazidem kyseliny adipové. Tato vodná disperze byla pro studium porovnávána s vodnými disperzemi bez nanočástic, a to zejména z hlediska použití na nátěry pro hygienické interiérové aplikace. Dále byly hodnoceny fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti pro stanovení jejich použitelnosti a antikorozi odolnost pro stanovení jejich možného použití na antimikrobiální povlaky kovových podkladů kde je vyžadován vysoký stupeň hygieny (například vodovodní potrubí). Kromě hodnocení vodných disperzí byly připraveny a hodnoceny i ve formě pigmentovaných NH. U pigmentovaných NH byl posuzován vliv nového pojiva na antikorozi účinnost filmu, a rovněž vliv jednotlivých pigmentů, plniv a aditiv na tyto vlastnosti. Dále bylo sledováno předpokládané možné ušetření antimikrobiálního aditiva jak pro samostatné pojivo, tak i pro naformulované fasádové barvy. Zpracované výsledky ukázaly na výhody akrylátové polymerní disperze s nanočásticemi oxidu hořečnatého zejména vůči projevům bleskové koroze v nátěrech na kov a antimikrobiální vlastnosti v interiérových nátěrech.</p>
<b>Klíčová slova</b>	Antimikrobiální nátěrové hmoty, vodou ředitelné nátěrové hmoty, nanočástice MgO, samosíťující akrylátové latexy