

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO - TECHNOLOGICKÁ

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

VLIV ADITIV NA VLASTNOSTI VODOUŘEDITELNÝCH POJIV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE:

Bc. Jiří Marek

VEDOUCÍ PRÁCE:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

KONZULTANT PRÁCE:

Ing. Martina Vlasová

2018

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF MACROMOLECULAR
MATERIALS

Department of paints and organic coatings

EFFECT OF ADDITIVES ON PROPERTIES OF WATER-BORNE BINDERS

THESIS

AUTHOR:

Bc. Jiří Marek

SUPERVISOR:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

CONSULTANT WORK:

Ing. Martina Vlasová

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Marek**
Osobní číslo: **C16496**
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Organické povlaky a nátěrové hmoty**
Název tématu: **Vliv aditiv na vlastnosti vodouředitelných pojiv**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

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

1. Proveďte literární rešerši na dané téma, to znamená vlastnosti a příprava nátěrových hmot a vzniklých filmů vodouředitelného typu, pojiva a aditiva pro VŘNH, atd.
2. Připravte a zhodnoťte nátěrové hmoty určené pro povrchovou úpravu dřeva a kovů (formulované s komerčně dostupnými pojivy) s různými typy a koncentracemi odpěňovačů, resp. testujte účinnost odpěňovačů zvolenými a doporučenými metodami. Charakterizujte a popište dané odpěňovače. Následně vyhodnoťte a posuďte jejich vliv na výsledné mechanické a chemické vlastnosti filmu. Doporučte optimální typ odpěňovače v závislosti na stabilitě NH v kapalném stavu, na rychlosti odpěnění pigmentované NH a kvalitě vzniklého filmu.
3. Na základě předchozích výsledků připravte NH s obsahem zvolených odpěňovačů a aplikujte další nezbytně důležitá aditiva v nátěrových hmotách vodouředitelného typu s vybranými komerčními pojivy a pojivy připravenými v laboratoři (záhustky, rheologická aditiva, dispergátory, případné koalescenty, inhibitory koroze a bleskové koroze, konzervanty pro omezení růstu a inhibici plísní, řas v nátěrové hmotě nebo ve filmu, atd.)
4. Proveďte testy s vybranými nátěrovými systémy na reálných podkladech (dřevo, minerální podklad,?). Vyhodnoťte vlastnosti připravených NH a filmů v závislosti na typu pojiva a podkladu (vlastnosti v kapalném stavu, při nanášení a vlastnosti vzniklého filmu, stabilitu, atd., lesk, chemickou odolnost, tvrdost, zasychání, antimikrobiální vlastnosti, atd. Pro testování zvolte normované nebo z norem odvozené postupy používané pro mechanickou, chemickou nebo korozní odolnost NH a NF, dále využijte vybrané používané oborové testy pro daná aditiva a podklady nebo případně další analytická stanovení z oboru.
5. Vyhodnoťte vlastnosti a kvalitu filmů v závislosti na složení a koncentraci daných aditiv (koalescentů, smáčecích a dispergačních aditiv, rheologických aditiv a záhustek, antimikrobiálních aditiva, korozních inhibitorů), popřípadě zkoušených plniv nebo pigmentů atd.). Popište vhodnost jednotlivých testovaných aditiv pro formulaci kvalitních nátěrových filmů.
6. Popište vhodnost jednotlivých testovaných pojmů pro dané nátěrové systémy. Vyjádřete nové poznatky, závěry a přínosy pro vědu a praxi.
7. Závěrem doporučte, do jakého typu prostředí a pro jaké aplikace a podklady lze nátěry doporučit.

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. Martina Hejdová**
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. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne: 10.5.2018

.....

Bc. Jiří Marek

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu své práce paní prof. Ing. Andrée Kalendové Dr. za odborné rady a pomoc v průběhu vypracování.

Dále děkuji konzultantce Ing. Martině Vlasové za vedení v laboratořích, za trpělivost a veškerou pomoc. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat své rodině, přítelkyni, spolužákům a všem blízkým osobám za podporu.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá vlivem aditiv do vodouředitelných nátěrových hmot. Práce je zaměřena na vliv dávkování aditiv na vlastnosti vodouředitelných nátěrových hmot v tekutém stavu i na vzniklý nátěrový film. Cílem práce bylo zjistit, či doporučit nejvhodnější oděšňovače a jejich dávkování pro komerční akrylátové nátěrové hmoty dodané firmou Austis a.s.

Další z testovaných aditiv v této práci bylo dispergační činidlo a biocid. Pro tyto testy již byly připraveny modelové nátěrové hmoty, s komerčními pojivy a samosíťujícími akrylátovými pojivy s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic, vyrobené Univerzitou Pardubice. Bylo zkoumáno, jaký vliv mají tyto aditiva, jsou-li dávkována v pozmeněném množství a jaký vliv na nátěrovou hmotu mají zmiňovaná pojiva.

Dále v této práci byla připravena modelová antikoroziční nátěrová hmota, taktéž s průmyslovými pojivy a se samosíťujícími akrylátovými pojivy s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic. U této nátěrové hmoty byl zkoumán vliv změněného pojiva na fyzikálně - mechanickou odolnost nátěrových filmů. Dále u těchto vzorků byla zkoumána antikoroziční účinnost při změněném dávkování antikorozičního pigmentu a inhibitoru koroze, a také s použitím výše zmíněných pojiv.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vodouředitelné nátěrové hmoty, akrylátová pojiva, samosíťující akrylátová pojiva, aditiva pro vodouředitelné nátěrové hmoty, antikoroziční ochrana

ANNOTATION

This diploma thesis deals with the influence of additives on water-based paints. The work is focused on the effect of dosing of additives on the properties of water-soluble coatings in the liquid state and on the resulting coating film. The aim of the work was to find out whether to recommend the most suitable defoamers and their dosing for commercial acrylate coatings supplied by Austis a.s.

Another of the tested additives in this work was a dispersing agent and a biocide. For these tests, modeling paints, commercial binders and self-crosslinking acrylate binders containing ZnO nanoparticles, MgO nanoparticles and nanoparticles, produced by the University of Pardubice have already been prepared. It has been investigated the effect of these additives when they are dosed in a modified amount and what effect the coatings have on the coating composition.

Further, in this work a model anti-corrosion paint was prepared, also with industrial binders and self-crosslinking acrylate binders containing ZnO nanoparticles, MgO nanoparticles and nanoparticles. The effect of the modified binder on the physical and mechanical resistance of the coating films was investigated. In addition, the anticorrosive activity of the anti-corrosive pigment and corrosion inhibitor anticorrosive activity was investigated, as well as using the aforementioned binders.

KEYWORDS

Water-borne paints, acrylic binders, self-crosslinking acrylic binders, additives for water-borne paints, corrosion protection

Obsah

1	ÚVOD.....	30
2	TEORETICKÁ ČÁST	31
2.1	Vývoj průmyslu nátěrových hmot v České republice	31
2.2	Nátěrové hmoty	31
2.2.1	Složky nátěrových hmot - definice	32
2.2.2	Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot.....	33
2.3	Vodou ředitelné nátěrové hmoty	36
2.3.1	Předúprava povrchu	38
2.3.2	Tokové vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou	38
2.3.3	Zasychání nátěrových hmot ředitelných vodou	39
2.3.4	Vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou	40
2.3.5	Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou	41
2.3.6	Absorpce vody a penetrace par	42
2.3.7	Některé další vlastnosti vodouředitelných nátěrových hmot	43
2.4	Disperze akrylových polymerů	44
2.4.1	Obecné složení latexové nátěrové hmoty	44
2.4.2	Obecné schéma přípravy latexové nátěrové hmoty	44
2.4.3	Tokové vlastnosti latexové nátěrové hmoty	45
2.4.4	Akrylové monomery	46
2.4.5	Vlastnosti disperzí.....	47
2.4.6	Vlastnosti filmů.....	48
2.4.7	Termoaktivní akrylové disperze	48
2.4.8	Aplikační směry akrylových disperzí	49
2.5	Samosít'ující akrylová disperze.....	49
2.5.1	Polymerní disperzní prostředky používané v emulzní polymeraci.....	49
2.5.2	Povrchově aktivní látky v emulzní polymeraci	49

2.5.3	Tvorba filmu	51
2.5.4	Polymerní disperzní prostředky používající zesíťování pro zlepšení chemické odolnosti	52
2.5.5	Polymerní samosíťující povrchově aktivní činidlo.....	53
2.5.6	Vliv na tvorbu filmu	53
2.5.7	Aplikace ve vysoce výkonných nátěrech.....	54
2.6	Účinek vody na povlaky z polymerních disperzí.....	55
2.6.1	Tvorba filmů z disperzí.....	56
2.6.2	Koalescence účinkem povrchového napětí.....	56
2.6.3	Faktory ovlivňující tvorbu filmu.....	58
2.6.4	Struktura a vlastnosti filmů z disperzí	60
2.6.5	Absorpce vody ve volných filmech	60
2.7	Core-shell polymerní disperze	62
2.8	Pigmenty	64
2.8.1	Přehled nejdůležitějších vlastností pigmentů.....	65
2.9	Plniva.....	66
2.9.1	Aplikační a fyzikálně-chemické vlastnosti plniv.....	67
2.10	Pojiva.....	69
2.10.1	Pojiva tvořící film chemickým mechanismem	69
2.10.2	Pojiva tvořící film fyzikálním mechanismem.....	72
2.10.3	Příklady ostatních pojiv pro vodouředitelné nátěrové hmoty.....	74
2.11	Aditiva.....	85
2.11.1	Hlavní charakteristiky lakařských aditiv	86
2.11.2	Volba dávkování aditiv	86
2.11.3	Klasifikace lakařských aditiv	87
2.11.4	Reologická aditiva	88
2.11.5	Povrchově aktivní látky	88

2.11.6	Dispergační aditiva	90
2.11.7	Aditiva potlačující vyplavávání a flotaci pigmentů	91
2.11.8	Změkčovadla.....	93
2.11.9	Koalescentní látky.....	94
2.11.10	Ochranné koloidy a zahušťovadla.....	95
2.11.11	Biocidní prostředky.....	96
2.11.12	Odpěňovací aditiva.....	97
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	110
3.1	Cíle diplomové práce	110
3.2	Použité chemikálie a suroviny	111
3.2.1	Použité odpěňovače (testování odpěňovačů).....	111
3.2.2	Použité pigmenty a plniva.....	113
3.2.3	Použitá aditiva.....	115
3.2.4	Použitá pojiva	117
3.2.5	Rozpouštědla a pomocné látky	118
3.3	Použité přístroje a zařízení	119
3.3.1	Přístroje použité pro přípravu nátěrových hmot	119
3.3.2	Přístroje použité pro studium nátěrových hmot a pojiv	119
3.4	Charakterizace pojiv a nátěrových hmot na základě jejich vlastností.....	120
3.4.1	Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot	120
3.4.2	Stanovení minimální filmotvorné teploty	120
3.4.3	Stanovení viskozity.....	120
3.4.4	Stanovení pH.....	121
3.4.5	Stanovení skladovatelnosti při teplotě 21 °C.....	121
3.4.6	Stanovení stability při 60 °C.....	121
3.4.7	Stanovení antimikrobiální odolnosti.....	121
3.4.8	Příprava zkušebních nátěrů pojiv na skla	122

3.5	Studium vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů.....	123
3.5.1	Postup přípravy vzorků pro testování odpěňovačů.....	123
3.5.2	Příprava vzorků na skleněné panely	123
3.5.3	Příprava vzorků na PVC fólii.....	123
3.5.4	Stanovení hustoty a procenta vzduchu.....	123
3.5.5	Stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda	124
3.5.6	Stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách.....	124
3.5.7	Stanovení defektů od pěny pomocí válečku na PVC fólii	124
3.5.8	Stanovení vzhledu filmu	125
3.5.9	Stanovení pěnivosti nátěrové hmoty.....	125
3.5.10	Stanovení pěnivosti na skle při aplikaci a po zaschnutí.....	125
3.6	Příprava modelových nátěrových hmot	127
3.6.1	Formulace nátěrových hmot	127
3.6.2	Postup přípravy nátěrových hmot	130
3.7	Příprava vzorků pro fyzikálně-mechanické zkoušky	130
3.7.1	Příprava formulovaných vzorků na skleněné panely	130
3.7.2	Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely	130
3.8	Příprava vzorků pro antikorozi zkoušky	130
3.8.1	Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely	130
3.9	Metody hodnocení nátěrových filmů z hlediska fyzikálně-chemických vlastností .	131
3.9.1	Měření tloušťky nátěru	131
3.9.2	Stanovení lesku nátěrových hmot.....	131
3.9.3	Stanovení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody.....	132
3.9.4	Stanovení povrchové tvrdosti nátěru	133
3.9.5	MEK test	133
3.9.6	Stanovení doby zasychání pomocí posuvu hrotu.....	134
3.9.7	Stanovení odolnosti kloboučkovou metodou podle Rožana.....	134

3.9.8	Stanovení odolnosti na dřevěných panelech.....	135
3.9.9	Stanovení tvrdosti pomocí Buchholzovi vrypové zkoušky	135
3.9.10	Zkouška odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřků	136
3.10	Stanovení fyzikálně - mechanické odolnosti nátěrového filmu.....	137
3.10.1	Stanovení odolnosti nátěrového filmu hloubením	137
3.10.2	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem	137
3.10.3	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu.....	137
3.10.4	Stanovení celkové fyzikálně - mechanické odolnosti.....	138
3.11	Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti interiérové nátěrové hmoty	139
3.12	Metody hodnocení vlastností nátěrů pomocí zrychlených korozních zkoušek.....	139
3.12.1	Zrychlená cyklická korozní zkouška v atmosféře solné mlhy.....	139
3.13	Metody hodnocení zrychlených korozních zkoušek	140
3.13.1	Metoda pro hodnocení stupně tvorby puchýřků v ploše a v řezu nátěru	140
3.13.2	Metoda pro hodnocení koroze v okolí zkušebního řezu	142
3.13.3	Metoda pro hodnocení stupně koroze v ploše podkladu.....	142
3.14	Celkové hodnocení korozních zkoušek.....	144
4	VÝSLEDKY.....	148
4.1	Studium pojiv a nátěrových hmot na základě jejich vlastností.....	148
4.1.1	Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot	148
4.1.2	Stanovení minimální filmotvorné teploty pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	149
4.1.3	Stanovení viskozity vzorků pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	150
4.1.4	Stanovení pH vzorků pojiv a nátěrových hmot	151
4.1.5	Stanovení antimikrobiální odolnosti pojiv a nátěrových hmot při změněné koncentraci biocidu ve vzorcích nátěrových hmot	152
4.2	Studium vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů.....	153

4.2.1	Stanovení hustoty a procenta vzduchu.....	153
4.2.2	Stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda	156
4.2.3	Stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách.....	159
4.2.4	Stanovení defektů od pěny při nanášení pomoci válečku na PVC fólii.....	162
4.2.5	Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu.....	165
4.2.6	Stanovení pěnivosti nátěrové hmoty v odměrném válci.....	168
4.2.7	Stanovení pěnivosti při aplikaci na skle a po zaschnutí.....	171
4.3	Vyhodnocení vlastností na základě fyzikálně-chemických zkoušek	174
4.3.1	Stanovení lesku nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot.....	174
4.3.2	Stanovení přilnavosti nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot pomoci mřížkové metody a stanovení tloušťky nátěrových filmů	177
4.3.3	Stanovení relativní povrchové tvrdosti pomoci kyvadla (Persoz) nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	178
4.3.4	Stanovení odolnosti proti otěru methylethylketonem - MEK test	181
4.3.5	Stanovení doby zasychání pomoci posuvu hrotu.....	182
4.3.6	Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty pomoci kloboučkové metody podle Rožana	183
4.3.7	Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech.....	187
4.3.8	Stanovení tvrdosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty pomoci Buchholzovi vrypové zkoušky	188
4.3.9	Stanovení odolnosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů.....	189
4.4	Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti interiérové nátěrové hmoty	190
4.4.1	Stanovení viskozity interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla.....	190
4.4.2	Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla.....	191

4.4.3	Stanovení přilnavosti vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla mřížkovou metodou a stanovení tloušťky nátěrového filmu	195
4.4.4	Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů, při změněném dávkování dispergačního činidla	196
4.5	Stanovení fyzikálně - mechanické odolnosti antikorozií nátěrové hmoty	197
4.6	Stanovení odolnosti vzorků antikorozií nátěrové hmoty pomocí zrychlených korozních zkoušek	198
4.6.1	Zrychlená cyklická zkouška v atmosféře solné mlhy	198
5	DISKUZE VÝSLEDKŮ	199
5.1	Diskuze studia pojiv a připravených vzorků nátěrových hmot na základě jejich vlastností	199
5.1.1	Diskuze stanovení sušiny vzorků pojiv a nátěrových hmot	199
5.1.2	Diskuze stanovení MFT vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	202
5.1.3	Diskuze stanovení viskozity a skladovatelnosti vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot při 21°C	205
5.1.4	Diskuze stanovení pH vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot	208
5.1.5	Diskuze stanovení antimikrobiální účinnosti čistých pojiv a INH s pozměněným dávkováním biocidu	208
5.2	Diskuze stanovení vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů	212
5.2.1	Diskuze stanovení hustoty a procenta vzduchu obsaženého v nátěrové hmotě	212
5.2.2	Diskuze stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda	214
5.2.3	Diskuze stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách	217
5.2.4	Diskuze stanovení defektů od pěny při aplikaci pomocí válečku na PVC fólii	218
5.2.5	Diskuze stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu	218
5.2.6	Diskuze stanovení pěnivosti nátěrové hmoty v odměrném válci	219
5.2.7	Diskuze stanovení pěnivosti na skleněném panelu při aplikaci a po zaschnutí	219
5.3	Diskuze stanovení vlastností na základě fyzikálně-chemických zkoušek	220

5.3.1	Diskuze stanovení lesku vzorků čistých pojiv a připravených nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	220
5.3.2	Diskuze stanovení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody	222
5.3.3	Diskuze stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu	223
5.3.4	Diskuze hodnocení odolnosti dle MEK testu	225
5.3.5	Diskuze stanovení doby zasychání pomocí posuvu hrotu	227
5.3.6	Diskuze stanovení odolnosti kloboučkovou metodou podle Rožana	228
5.3.7	Diskuze stanovení odolnosti připravené interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech	228
5.3.8	Diskuze stanovení tvrdosti nátěrového filmu pomocí Buchholzovi vrypové zkoušky	228
5.3.9	Diskuze stanovení odolnosti vzorků čistých pojiv, připravené interiérové a antikorozi nátěrové hmoty vůči tvorbě osmotických puchýřů	231
5.4	Diskuze stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti připravené interiérové nátěrové hmoty	232
5.4.1	Diskuze stanovení viskozity při změněném dávkování dispergačního činidla.	232
5.4.2	Diskuze stanovení lesku při změněném dávkování dispergačního činidla.....	232
5.4.3	Diskuze stanovení přilnavosti nátěrového filmu připravené interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla	236
5.4.4	Diskuze stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči tvorbě osmotických puchýřů	237
5.5	Diskuze stanovení fyzikálně - mechanických zkoušek vzorků antikorozi nátěrové hmoty	237
5.6	Diskuze zrychlené cyklické zkoušky v atmosféře solné mlhy	238
5.7	Přínosy diplomové práce	239
6	ZÁVĚR.....	241
7	POUŽITÁ LITERATURA	243
8	PŘÍLOHY	249
8.1	Stanovení odolnosti na dřevěných panelech	249

8.2 Stanovení odolnosti vůči osmotickým puchýřům při změněném dávkování dispergačního činidla	250
8.3 Vzorky antikorozi nátěrové hmoty před expozicí, v průběhu a po expozici v kondenzační komoře se solnou mlhou. Záznam před vložením do komory, po 48 hodinách a po ukončení expozice	254
8.4 Antikorozi nátěrová hmota - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	254
8.5 Antikorozi nátěrové hmota - SAL + ZnO	256
8.6 Antikorozi nátěrová hmota - SAL + MgO	259
8.7 Antikorozi nátěrová hmota - SAL 0%	261
8.8 Vzorky interiérové nátěrové hmoty po stanovení odolnosti vůči potravinám a kapalinám kloboučkovou metodou podle Rožana	264
8.9 Stanovení defektů od pěny na zhotoveném nátěru na skleněném panelu - testování odpěňovačů	266

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Hloubkový profil (x1000) dírky ve vodouředitelném vyschlém nátěru - boční pohled [68].....	99
Obrázek 2: Způsob působení odpěňovačů (kapalný odpěňovač: černý) [68].....	102
Obrázek 3: Předlohy k hodnocení stupně puchýřovatění povrchu nátěru	141
Obrázek 4: Předlohy k hodnocení korozních projevů (prokorodování nátěrového filmu a koroze v ploše panelu)	143
Obrázek 5: Stanovení sušiny čistých pojiv	200
Obrázek 6: Stanovení sušiny vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty	201
Obrázek 7: Stanovení sušiny vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty	202
Obrázek 8: Stanovená MFT vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	203
Obrázek 9: Stanovená MFT vzorků INH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	204
Obrázek 10: Stanovená MFT vzorků ANH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	205
Obrázek 11: Stanovení viskozity vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C	206
Obrázek 12: Stanovení viskozity vzorků INH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C	207
Obrázek 13: Stanovení viskozity vzorků ANH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C	208
Obrázek 14: Stanovení antimikrobiální účinnosti čistých pojiv vůči bakteriím SA, EC a plísní PCH.....	209
Obrázek 15: Stanovení antimikrobiální účinnosti vzorků INH s pozměněnou koncentrací biocidu vůči bakterii SA	210
Obrázek 16: Stanovení antimikrobiální účinnosti vzorků INH s pozměněnou koncentrací biocidu vůči bakterii EC	211
Obrázek 17: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní interiérové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.	212
Obrázek 18: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní akrylátové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.	213
Obrázek 19: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.....	214

Obrázek 20: Stanovení zdánlivé viskozity obchodní interiérové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu	215
Obrázek 21: Stanovení zdánlivé viskozity matné akrylátové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu	216
Obrázek 22: Stanovení zdánlivé viskozity obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu	217
Obrázek 23: Stanovení lesku vzorků čistých pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	220
Obrázek 24: Stanovení lesku vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	221
Obrázek 25: Stanovení lesku vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	222
Obrázek 26: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů čistých pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C	223
Obrázek 27: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů připravené interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C	224
Obrázek 28: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů připravené antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C	225
Obrázek 29: Stanovení odolnosti nátěrových filmů čistých pojiv dle MEK testu.....	226
Obrázek 30: Stanovení odolnosti nátěrových filmů připravené interiérové nátěrové hmoty dle MEK testu	226
Obrázek 31: Stanovení odolnosti nátěrových filmů připravené antikorozi nátěrové hmoty dle MEK testu	227
Obrázek 32: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů čistých pojiv dle Buchholzovi vrypové zkoušky	229
Obrázek 33: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů připravené interiérové nátěrové hmoty dle Buchholzovi vrypové zkoušky.....	230
Obrázek 34: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů připravené antikorozi nátěrové hmoty dle Buchholzovi vrypové zkoušky.....	231
Obrázek 35: Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na viskozitu připravené interiérové nátěrové hmoty	232
Obrázek 36: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - Axilat 2802 NA.....	233

Obrázek 37: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo s obsahem ZnO nanočástic	234
Obrázek 38: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo s obsahem MgO nanočástic	235
Obrázek 39: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo bez obsahu nanočástic	236
Obrázek 40: Stanovení přilnavosti nátěrového filmu při změněném dávkování dispergačního činidla.....	237
Obrázek 41: Celková antikoroziční účinnost testovaných vzorků připravené antikoroziční nátěrové hmoty s pozměněným dávkováním AP a IK	238
Obrázek 42: Stanovení odolnosti INH na dřevěných panelech - 1: INH - Axilat 2802 NA, 2: INH - SAL + ZnO, 3: INH - SAL MgO, 4: INH - SAL 0%	249
Obrázek 43: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změněném dávkování dispergačního činidla - INH - Axilat 2802 - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.....	250
Obrázek 44: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změněném dávkování dispergačního činidla - INH - SAL + ZnO - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.....	251
Obrázek 45: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změněném dávkování dispergačního činidla - INH - SAL + MgO - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.....	252
Obrázek 46: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změněném dávkování dispergačního činidla - INH - SAL 0% - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.	253
Obrázek 47: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	254
Obrázek 48: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	254
Obrázek 49: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	255
Obrázek 50: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	255
Obrázek 51: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	256

Obrázek 52: ANH - SAL + ZnO - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	256
Obrázek 53: ANH - SAL + ZnO - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	257
Obrázek 54: ANH - SAL + ZnO - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	257
Obrázek 55: ANH - SAL + ZnO - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	258
Obrázek 56: ANH - SAL + ZnO - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	258
Obrázek 57: ANH - SAL + MgO - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	259
Obrázek 58: ANH - SAL + MgO - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	259
Obrázek 59: ANH - SAL + MgO - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	260
Obrázek 60: ANH - SAL + MgO - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	260
Obrázek 61: ANH - SAL + MgO - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	261
Obrázek 62: ANH - SAL 0% - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice.....	261
Obrázek 63: ANH - SAL 0% - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	262
Obrázek 64: ANH - SAL 0% - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	262
Obrázek 65: ANH - SAL 0% - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	263
Obrázek 66: ANH - SAL 0% - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice	263
Obrázek 67: INH - Axilat 2802 NA - 1: vodka, 2: kečup, 3:červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem	264

Obrázek 68: INH - SAL + ZnO - 1: vodka, 2: kečup, 3:červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem.....	264
Obrázek 69: INH - SAL + MgO - 1: vodka, 2: kečup, 3:červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem.....	265
Obrázek 70: INH - SAL 0% - 1: vodka, 2: kečup, 3:červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem.....	265
Obrázek 71: Obchodní interiérová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: BYK 037, 3: Densipol WO 2901.....	266
Obrázek 72: Obchodní matná akrylátová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: Agitan 281, 3: VP 5616 ENT.....	266
Obrázek 73: Obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: BYK 022, 3: VP 5616 ENT.....	266

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled vlastností některých homopolymerů [29].....	76
Tabulka 2: Vlastnosti tenzidů [60].....	90
Tabulka 3: Tabulka pro hodnocení defektů od pěny	125
Tabulka 4: Hodnocení pěnivosti na skle při aplikaci válečkem	126
Tabulka 5: Hodnocení pěnivosti na skle při aplikaci válečkem po zaschnutí	126
Tabulka 6: Formulace interiérové nátěrové hmoty	128
Tabulka 7: Formulace antikorozi ní nátěrové hmoty	129
Tabulka 8: Klasifikace stupňů přilnavosti	132
Tabulka 9: Stupně hodnocení pro MEK test.....	134
Tabulka 10: Hodnoty vtisku a odolnosti vůči vrypu pro odpovídající tloušťky nátěru.....	136
Tabulka 11: Hodnocení celkové fyzikálně - mechanické odolnosti	138
Tabulka 12: Způsob hodnocení stupně tvorby puchýřků.....	141
Tabulka 13: Způsob hodnocení koroze v řezu	142
Tabulka 14: Způsob hodnocení koroze v ploše nátěru a ploše kovového podkladu	144
Tabulka 15: Celkové hodnocení antikorozi ní účinnosti nátěrových filmů dle norem ASTM.....	145
Tabulka 16: Vysvětlení jednotlivých stupňů korozi ní agresivity prostředí a příklady typických prostředí (ČSN EN ISO 12944-2).....	146
Tabulka 17: Určení stupně korozi ní agresivity prostředí pro nátěry	147
Tabulka 18: Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot	148
Tabulka 19: Hodnoty minimální filmtvorné teploty pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	149
Tabulka 20: Stanovení viskozity vzorků pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	150
Tabulka 21: Stanovení pH testovaných vzorků pojiv a nátěrových hmot	151
Tabulka 22: Stanovení antimikrobiální odolnosti pojiv a nátěrových hmot při změněné koncentraci biocidu ve vzorkách nátěrových hmot	152
Tabulka 23: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní interiérová nátěrová hmota	153
Tabulka 24: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota	154
Tabulka 25: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota.....	155
Tabulka 26: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní interiérová nátěrová hmota.....	156
Tabulka 27: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota	157

Tabulka 28: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota	158
Tabulka 29: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní interiérová nátěrová hmota	159
Tabulka 30: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota	160
Tabulka 31: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota.....	161
Tabulka 32: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní interiérová nátěrová hmota.....	162
Tabulka 33: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota .	163
Tabulka 34: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota	164
Tabulka 35: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní interiérová nátěrová hmota	165
Tabulka 36: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota.....	166
Tabulka 37: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota.....	167
Tabulka 38: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní interiérová nátěrová hmota	168
Tabulka 39: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota	169
Tabulka 40: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota.....	170
Tabulka 41: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní interiérová nátěrová hmota	171
Tabulka 42: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota.....	172
Tabulka 43: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota.....	173
Tabulka 44: Stanovení lesku vzorků poživ za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C	174
Tabulka 45: Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	175
Tabulka 46: Stanovení lesku vzorků antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	176

Tabulka 47: Stanovení přilnavosti nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot pomocí mřížkové metody a tloušťka nátěrových filmů.....	177
Tabulka 48: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	178
Tabulka 49: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	179
Tabulka 50: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C.....	180
Tabulka 51: MEK test vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty	181
Tabulka 52: Stanovení doby zasychání vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty pomocí posuvu hrotu	182
Tabulka 53: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty s pojivem Axilat 2802 NA, kloboučkovou metodou podle Rožana.....	183
Tabulka 54: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, kloboučkovou metodou podle Rožana.....	184
Tabulka 55: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO, kloboučkovou metodou podle Rožana	185
Tabulka 56: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosíťujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic, kloboučkovou metodou podle Rožana.....	186
Tabulka 57: Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech	187
Tabulka 58: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty pomocí Buchholzovi vrypové zkoušky.....	188
Tabulka 59: Stanovení odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů vzorků pojiv, interiérové a antikorozi nátěrové hmoty	189
Tabulka 60: Stanovení viskozity vzorků interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla	190
Tabulka 61: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým pojivem Axilat 2802 NA, při změněném dávkování dispergačního činidla.....	191
Tabulka 62: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, při změněném dávkování dispergačního činidla.....	192

Tabulka 63: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO, při změněném dávkování dispergačního činidla.....	193
Tabulka 64: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic, při změněném dávkování dispergačního činidla	194
Tabulka 65: Stanovení přilnavosti vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla mřížkovou metodou a tloušťka nátěrového filmu.....	195
Tabulka 66: Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů, při změněném dávkování dispergačního činidla.....	196
Tabulka 67: Celkové hodnocení fyzikálně - mechanických zkoušek vzorků antikorozi nátěrové hmoty	197
Tabulka 68: Stanovení celkové antikorozi účinnosti připravené antikorozi nátěrové hmoty při změněném dávkování antikorozi pigmentu a inhibitoru koroze	198

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

T_g - teplota skelného přechodu [$^{\circ}\text{C}$]

$^{\circ}\text{C}$ - stupeň Celsia

ρ - hustota [g/ml]

S - sušina [%]

a - hmotnost prázdného víčka [g]

b - hmotnost víčka včetně vzorku před vysušením [g]

c - hmotnost víčka včetně vysušeného vzorku [g]

$\%_{\text{vzduch}}$ - obsah vzduchu v nátěrové hmotě [%]

T - tvrdost nátěrových filmů [%]

t_1 - doba útlumu kyvadla na nátěrovém filmu [s]

t_2 - doba útlumu kyvadla na standardu [s]

MEK - methylethylketon

Y_1 - stupeň odolnosti nátěru při ohybu na válcovém trnu

Y_2 - stupeň odolnosti nátěru při úderu

Y_3 - stupeň odolnosti nátěru při hloubení

Y_4 - stupeň přilnavosti nátěru

A - přilnavost

B - podkorodování nátěrového filmu

C - koroze v ploše panelu

D - koroze zkušebního řezu

E - stupeň přilnavosti

SAL ZnO - samosíťující akrylátové pojivo s obsahem ZnO nanočástic

SAL MgO - samosíťující akrylátové pojivo s obsahem ZnO nanočástic

SAL 0% - samosíťující akrylátové pojivo bez obsahu nanočástic

INH - interiérová nátěrová hmota

ANH - antikorozní nátěrová hmota

MHG 56 - komerční pojivo Maincote HG 56

AIC 20 - komerční pojivo Acrilem IC 20

MFT - minimální filmotvorná teplota

h.č. - hodnotící číslo

EC - bakterie *Escherichia coli*

SA - bakterie *Pseudomonas aeruginosa*

PCH - *Penicillium chryseogenum*

1 ÚVOD

Nedávno se výroba vodních nátěrů zvýšila v důsledku přísných předpisů o znečištění. Vodní nátěry jsou citlivé na vlhkost, a proto je třeba stanovit jejich bariérové vlastnosti s ohledem na propustnost vlhkosti. Mezi různými povlakovými složkami představuje pojivo matricovou strukturu a její množství vzhledem k množství pigmentů a plnidel může významně ovlivnit strukturu, a tím bariérovou vlastnost povlaku. [1]

Nátěrové hmoty ředitelné vodou patří k ekologicky pozitivním materiálům. Třebaže se od rozpouštědlových v řadě vlastností liší, lze jimi při správné volbě vytvářet ochranné povlaky stejně kvalitní jako při použití materiálů rozpouštědlových. Jsou použitelné bez omezení a jejich užití je výhodné. Je však nutno hledat takové materiály, které budou vyhovovat konkrétním požadavkům při respektování specifických vlastností vodouředitelných nátěrových hmot. [2]

Přestože se aditiva používají v malých množstvích, jsou důležitými složkami nátěrových materiálů (nátěrových hmot) pro praktický výkon. Aditiva v nátěrových hmotách významně ovlivňují jejich kvalitu, hospodárnost a aplikační vlastnosti. Nátěrová aditiva se používají k zesílení nátěrových hmot, zlepšení rozptylu pigmentů, snížení tvorby pěny a inkluzi vzduchu a zlepšení smáčení a přilnavosti k podkladu. [3]

Úloha těchto přísad v nátěrových hmotách je mimořádně rozmanitá a spočívá v záměru formulátora pozitivním způsobem ovlivnit a docílit takových žádaných vlastností mokré nátěrové hmoty, respektive vytvořeného nátěrového filmu, které nelze pomocí ostatních složek nátěrové hmoty prakticky dosáhnout. [4]

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Vývoj průmyslu nátěrových hmot v České republice

Počátky průmyslu nátěrových hmot na našem území je velice těžké vysledovat. Jistý pořádek a nesporný kvalitativní skok přineslo r. 1765 založení „Mercantilního a směnečného soudu v Praze“ Marií Terezií. Obchodné rejstřík byl v Praze založen roku 1863 a navazoval na vydání Živnostenského řádu z roku 1859. Ten platil pro celou tehdejší rakousko – uherskou říši, ale dosud nevymezoval taxativně živnost výroby barev, laků a fermeží. Mohl se proto do výroby nátěrových hmot pustit každý podnikatel, který měl schválení pro provozní zařízení. [5]

Na přelomu 19. a 20. Stol. se v Čechách a Dolních Rakousích zabývalo výrobou barev a laků na 189 podniků. Záznamy nás poučují o tom, že rok založení firmy nebyl obvykle totožný s rokem zahájení výroby nátěrových materiálů. Tomu předcházela ve většině případů nejprve obchodní činnost a teprve na základě jejího vývoje a rozvoje se přikročilo k poměrně složité a jistě rizikové výrobě. [5]

2.2 Nátěrové hmoty

Nátěrové látky jsou všechny výrobky, kterých pojivem je zpravidla organická filmotvorná látka. Nanášejí se na předmět v kapalném až v celistvém stavu vhodnou nanášecí technikou tak, aby vytvořily nátěr požadovaných vlastností. Mezi nátěrové látky zařazujeme i ředidla a další pomocné výrobky, pomocí kterých se vytvoří nátěr. [6]

Lak je roztok filmotvorných látek v organických rozpouštědlech, který se nanáší v kapalném stavu a vytváří zpravidla průhledný film. Může být bezbarevný anebo transparentní zbarvený barvivem anebo pigmentem. [6]

Fermež tvoří lněný anebo jiné vysychavé oleje anebo směsi vysychavých olejů, které se upravují tak, že po nanesení v tenké vrstvě na předmět, urychleně na vzduchu zasychají a vytvářejí průhledný až průsvitný nátěrový film. Zpravidla jsou bezbarevné. Čistá fermež obsahuje jen vysychavý olej s přísádkem sušiv. Napouštěcí fermež obsahuje jak vysychavé oleje, tak i sušiva a rozpouštědla, resp. Jiné filmotvorné látky v omezeném množství. [6]

Nátěrová hmota je pigmentovaná nátěrová látka se středním obsahem pigmentu a plniv. Protože výraz „barva“ se používá pro optický vněm, třeba vždy doplnit, o jaký druh (základní, fermež apod.) nátěrové barvy jde. [6]

Tmel je pigmentovaná nátěrová látka s větším objemovým obsahem pigmentů a plniv. Používá se na vyplňování a vyrovnávání puklin, trhlin a nerovností povrchu natíraného předmětu. Podle způsobu nanášení se rozlišují stříkací a stírací tmely. [6]

Email je pigmentovaná nátěrová látka s malým obsahem pigmentů a plniv (objemové). Používá se nejčastěji pro vrchní, zpravidla lesklý nátěr. [6]

Lazura je nátěrová látka, používaná na žilkování (fladrování). [6]

Ředidlo je směs pravých, nepravých a také latentních rozpouštědel, kterými se dodatečně upravuje viskozita nátěrových látek před použitím. [6]

Přísada na vytvrzování je složka, která se přidává do nátěrových látek před nanášením. Reaguje s nátěrovou látkou, nebo účinkuje katalyticky, při čemž vzniká nátěr požadovaných vlastností. [6]

2.2.1 Složky nátěrových hmot - definice

Složky nátěrových látek jsou tuhé, polotuhé a kapalné látky anebo jejich směsi, roztoky, apod. [6]

Pojivo je filmotvorná látka anebo nebo směs filmotvorných látek, které vážou rozptýlené (dispergované) částice pigmentu a plniv v suchém stavu. [6]

Roztok pojiva je transparentní složka nátěrových látek, která má schopnost udržet pigmenty a plniva v disperzním systému. Je to roztok filmotvorných látek v příslušných organických rozpouštědlech. [6]

Filmotvorné látky jsou látky schopné vytvářet nátěrový film po jejich nanesení v tenké vrstvě. Jsou zpravidla organického původu a po rozpuštění vytvářejí zpravidla koloidní roztoky. [6] Organické povlaky byly široce používány pro ochranu proti korozi kovových substrátů díky své bariérové roli. Poškození povlaku během jeho doby provozu však vede k poklesu jeho bariéry. K povlakům se přidávají různé typy plniv a pigmentů, které zvyšují jejich životnost. [7]

Rozpouštědlo je tekutá organická kapalina, která se používá na rozpouštění filmotvorných látek při výrobě nátěrových látek. [6]

Zvláčňovadlo je látka, která dodává makromolekulárním složkám, nacházejících se v nátěrových filmech vláčnost. V některých případech se jako zvláčňovadla používají i tuhé látky, například trifenylofosfát, kafr a jiné. [6]

Sušivo je aditivum (katalyzátor), který urychluje zasychání některých druhů nátěrových látek, nejvíce těch, které se zakládají na bázi vysychání olejů. Jsou to kovové mýdla (naftenáty, linoleáty, rezináty, oktoáty s kationty Pb, Co, Mn, Zn, Sa a jiné) a nebo jejich roztoky v organických rozpouštědlech. [6]

Pigment je barevný prášek, nerozpustný v pojivu nebo roztoku pojiva, který dodává nátěrové látce a nátěru požadovaný barevný odstín, dále zpravidla i kryvost a jiné vlastnosti, například odolnost proti korozi. [6]

Plnivo je jemně rozemletá minerální látka (baryt, mastek, křída a jiné), nerozpustná v pojivu a nebo v roztocích pojiva; má malou barevnost a kryvost, která vhodně upravuje technologické vlastnosti nátěrových barev a tmelů. [6]

Organické barvivo je barevná organická látka rozpuštěná v roztocích pojiv, která dodává nátěrovým látkám a nátěrům požadovaný barevný odstín, ale ne kryvost. [6]

2.2.2 Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty je souhrnný název pro všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky a které se nanášejí v tekutém, těstovitém nebo práškovitém stavu na předmět, aby na něm vytvořily nátěr požadovaných vlastností. Podle svých charakteristických vlastností se dělí na transparentní (tvoří průhledný až průsvitný nátěr např. laky a fermeže), pigmentované (tvoří zpravidla neprůhledný nátěr např. emaily, barvy, tmely). [5]

Podle podmínek použití se dělí na vnitřní (nábytkové emaily, nátěry vnitřních omítek atd.), venkovní (snášejí venkovní atmosféru především sluneční záření), speciální (nátěrové hmoty chemicky odolné, pro vysoké teploty, pod vodu atd.). [5]

Podle podmínek použití a pořadí v nátěrovém systému se dělí na napouštěcí (používají se k napouštění savých podkladů např. dřeva, zdiva, papíru, textilu, betonu atd.), základní (používají se pro první nátěr nenatřeného nebo napuštěného podkladu nebo případně první vrstvu obnovovacího nátěru), vyrovnávací (používají se pro vyrovnání povrchu podkladu i tmelových vrstev), podkladové (používají se jako vrstva pod vrchní nátěr), vrchní (používají

jako poslední vrstva v nátěrovém systému), maskovací (používají pro maskovací účely např. vojenské). [5]

Podle způsobu tvorby filmu se dělí na zasychající chemickými pochody – při tvorbě filmu probíhají chemické pochody (např. oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice apod.), při kterých se z původních nízkomolekulárních látek stávají vysokomolekulární. Patří sem např. fermeže, bezrozpouštědlové nátěrové hmoty apod., fyzikálními pochody – zasychání probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena, při tvorbě filmu se filmotvorná složka chemicky nemění, fyzikálně i chemicky – film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Patří sem nátěrové hmoty např. epoxidové, polyuretanové a další, dále vypalovací a vytvrzované zářením. [5]

Podle podmínek zasychání se dělí na: vzduchu schnoucí (zasychají za normálních podmínek okolního prostředí), vhodné k přisoušení (zasychají za normálních podmínek i při zvýšené teplotě), vypalovací (vytvářejí nátěr za zvýšené teploty chemickou reakcí), vytvrzované zářením (vytvářejí nátěr působením záření, např. UV, IR apod.), tavné (vytvářejí povlak roztavením a zchlazením). [5]

Podle druhu pojiva se dělí např. na asfaltové, celulózové, olejové, epoxidové, polyuretanové, melaminformaldehydové, silikonové, polyesterové apod. [5]

Podle druhu rozpouštědla je lze dělit např. na lihové, vodou ředitelné, bezrozpouštědlové a další. [5]

Vlastní nátěrová hmota se skládá z řady složek, které mohou být kapalné, polotuhé a tuhé látky nebo jejich směsi, roztoky apod. Tyto složky můžeme také rozlišovat podle těkavosti za normálních podmínek na: netěkavé složky (patří sem filmotvorné látky, pigmenty, plniva, organická barviva, změkčovadla, aditiva a další netěkavé pomocné látky), těkavé složky (jsou to rozpouštědla a ředidla). [5]

Některé pojmy:

Filmotvorná látka – netěkavá složka pojiva schopná sama o sobě vytvořit nátěr. Je buď organického nebo minerálního původu. Může být rozpuštěna v rozpouštědlech nebo dispergována. Ve vodném prostředí tvoří zpravidla koloidní roztok. [5]

Pojivo – je filmotvorná látka nebo směs filmotvorných látek včetně změkčovadel a netěkavých aditiv, které vážou dispergované částice v nátěru a vytváří jeho spojitou fázi. [5]

Aditivum – je přísada používaná v malém množství, která upravuje určité vlastnosti nátěrových hmot nebo nátěru. Zabraňuje např. tvorbě škraloupů, upravuje rozliv, zvyšuje lesk, potlačuje usazování pigmentů atd. [5]

Barva (nátěrová) – pigmentovaná nátěrová hmota, která po nanesení na podklad vytváří neprůhledný nátěrový film. [5]

Email – nátěrová hmota s nízkým obsahem pigmentu. V nátěrových systémech vytváří obvykle vrchní nátěr. [5]

Lak – nepigmentovaná nátěrová hmota. Tvoří zpravidla hladký a průhledný nátěr. [5]

Prášková nátěrová hmota – polymer v práškové formě na bázi termoplastů nebo reaktoplastů, používaný pro povrchovou úpravu výrobků. [5]

Reaktivní základní nátěrová hmota – základní nátěrová hmota používaná ke zvýšení přilnavosti k povrchu podkladu (nejčastěji zinku nebo hliníku) tím, že s podkladem chemicky reaguje. [5]

Tmel – vysoce pigmentovaná nátěrová hmota používaná k vyplnění spár, trhlinek, nerovností povrchu natíraného předmětu. Podle způsobu nanesení se rozeznávají např. tmely stěrkové, stříkací, navalovací atd. [5]

Některé technologické vlastnosti nátěrových hmot:

Doba zasychání – čas potřebný k dosažení určitého stupně zasychání při stanovené tloušťce nátěru a za stanovených podmínek.

Jemnost tření – charakteristika velikosti největších pevných částic dispergovaného podílu (pigmentů a plniv) v disperzním prostředí.

Kryvost – schopnost nátěrové hmoty zakrýt dohodnutým způsobem kontrastní podklad.

Roztíratelnost – schopnost nátěrové hmoty dát se snadno roztírat štětcem po povrchu natíraného předmětu na vrstvu stejnoměrné tloušťky.

Ředitelnost – schopnost nátěrové hmoty mísit se s ředidly, aniž by došlo k jejímu srážení.

Skladovatelnost – doba skladování ve stanovených podmínkách. Do jejího ukončení si nátěrové hmoty uchovávají hodnoty předepsaných ukazatelů jakosti.

Slévavost – schopnost nátěrové hmoty vytvořit po nanesení hladký slitý rovnoměrný nátěr bez struktury a stop nanášení.

Stříkatelnost – schopnost nátěrové hmoty rozptýlit se při nanášení stříkáním a vytvořit nátěry stejnoměrné tloušťky a předepsané jakosti.

Vydatnost- plocha nátěru v m^2 , která vznikne nanesením 1 kg nátěrové hmoty v jedné vrstvě za daných podmínek. [5]

2.3 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Nátěry se používají v různých aplikacích. V posledních desetiletích se stále více nátěrových systémů transformuje z rozpouštědlových na vodní nátěrové systémy. [8] Významná změna v technologii povlaků byla způsobena omezením těkavých organických sloučenin (VOC) v povlacích. [9]

Polymerní povlaky jsou jedním ze základních a uskutečnitelných strategií pro ochranu proti korozi kovových konstrukcí. I když jsou povlaky dobré v bariérových vlastnostech, korozi mohou proniknout a reagovat s kovovým povrchem. Za přítomnosti závad nemohou povlaky chránit kovový povrch proti korozi. [10]

Vznik nátěrových hmot ředitelných vodou se datuje do šedesátých let tohoto století, kdy došlo k jejich prvním aplikacím, zejména v automobilovém průmyslu, a to technologií elektrochemického vylučování, bez kterého se dnes již žádná automobilka neobejde. [2]

Předností jejich využívání byly a jsou nesporné. Odstranilo se nebezpečí požáru na pracovištích s velkými objemy do té doby hořlavých nátěrových hmot. Zlepšila se hygiena a zdravotní podmínky v lakovnách v důsledku eliminace nezdravých exhalací organických rozpouštědel. Snížily se náklady na ventilační a protipožární systémy lakoven i na ředidla

potřebná pro úpravu konzistence nátěrové hmoty. V neposlední řadě pak nutno připomenout přínosy ekologické. [2]

Dnes je aplikace vodouředitelných nátěrových hmot jednou z cest, jak vyhovět novým ekologickým vyhláškám a předpisům v oblasti povrchových úprav organickými povlaky. Odlišné vlastnosti organických rozpouštědel a vody mají pochopitelně dopad i na určité odlišnosti vodouředitelných materiálů oproti rozpouštědlovým. Všeobecně se za vodouředitelné nátěrové hmoty považují takové materiály, kde obsah organických rozpouštědel nepřesáhne 10 %. Ve skutečnosti se však obsah organických rozpouštědel ve vodouředitelných nátěrových hmotách pohybuje kolem 3 %, avšak i méně. [2]

Obecně možno konstatovat, že vodouředitelné nátěrové hmoty lze vytvářet na bázi v podstatě stejných základních pojivových typů jako nátěrové hmoty rozpouštědlové. Z tohoto pohledu mohou vodouředitelné nátěrové hmoty obsahovat následující pojiva a jejich kombinace: alkydová, polyvinylacetátová, akrylátová, epoxidová, polyuretanová. [2]

Polyurethanové disperze získávají důležitost kvůli jejich ekologickému nátěrovému systému, všestranným povlakovým vlastnostem a snadnému použití. [11] Byl připraven nový modifikovaný konvenční způsob aniontového vodného polyurethanu pomocí nového ultrafialového (UV) vytvrditelného vodného polyurethanu. Akrylátové skupiny byly zavedeny do postranních řetězců a konec hlavních řetězců polyurethanu za použití dvojsytného akrylátu pojmenovaného jako PED A a monohydroxy-akrylát pojmenovaný jako HEA. [12] Získané polyurethanové akryláty vytvrzené UV zářením jsou slibné jako oligomery pro nátěry vytvrzované UV zářením, plasty, inkousty a lepidla. [13] Polyuretan (PU) / polyakrylát (PA) je vynikající polymerní materiál, zejména pro nátěry a lepidlo, protože poskytuje ochranu a dekoraci. [14]

Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou k dispozici v provedení zasychajícím na vzduchu nebo i vypalovací, a to jak základní nátěrové hmoty, tak i vrchní emaily. Z pohledu vzhledového mohou být matné, pololesklé či lesklé, v podstatě ve všech běžných odstínech. [2]

Při studii zesíťovatelné emulze fluoropolymeru byly do fluoropolymerových částic zavedeny karbonylové jednotky kopolymerací akrylových monomerů. Emulze poskytla průhledný film, který vykazuje dobrou odolnost vůči rozpouštědlům a dobré mechanické vlastnosti. [15]

2.3.1 Předúprava povrchu

Nejvíce diskutována je aplikace vodouředitelných nátěrových hmot na kovové povrchy. [2]

Předúprava povrchu bývá v souvislosti s aplikací nátěrových hmot ředitelných vodou často diskutována především z pohledu dokonalosti odstranění nečistot a především zbytkových mastnot. Za příčinu je označováno vysoké povrchové napětí vody, které ovlivňuje smáčení podkladu, což se může projevat vyšší tendencí ke stékání a případně i v tvorbě dolíčků, ok či nepokrytých míst, zvláště v přítomnosti zbytkových mastnot. [2]

Všeobecně platí, že mastnoty pod nátěrovým filmem jsou vždy příčinou snížené přilnavosti nátěrů. Tato skutečnost platí i u rozpouštědlových nátěrových hmot. Mezi vodouředitelnými nátěrovými hmotami se najdou materiály, které jsou formulačně upraveny tak, že nevytváří při styku se substancemi mastného charakteru defektní povlaky a chovají se tedy obdobně jako materiály rozpouštědlové. Tak například při středním stupni zamaštění plechů z hutí, které se pohybuje v hodnotách kolem 1 g/m^2 , dochází k porušení přilnavosti jak u vodouředitelných nátěrových hmot, tak i u nátěrových hmot rozpouštědlových. Zkouškami bylo prokázáno, že zbytkové zamaštění povrchu až do hodnoty $0,1 \text{ g/m}^2$ nezpůsobí snížení přilnavosti. Taková čistota povrchu je při alkalickém odmašťování běžně dosažitelná, stejně jako při řádně vedeném odmašťování pomocí saponátových přípravků. [2]

Některé vodouředitelné nátěrové hmoty se však vyznačují zvýšenou citlivostí vůči zbytkovým mastnotám. To se potom projevuje tendencí k tvorbě dolíčků či ok. Podle takovýchto materiálů však nelze zatracovat vodouředitelné nátěrové hmoty. Možno tedy konstatovat, že existují vodouředitelné základy, které se vyrovnají z hlediska požadavků na předúpravu kovového povrchu základním nátěrovým hmotám rozpouštědlovým. [2]

2.3.2 Tokové vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou

Vodouředitelné nátěrové hmoty v tekutém stavu se od rozpouštědlových výrazně odlišují v tokových vlastnostech. Vykazují zvýšený stupeň tixotropie a chovají se tedy jako neneutonské kapaliny. [2]

Při měření konzistence výtokovým pohárkem (ČSN EN ISO 2431) vykazují nátěrové hmoty ředitelné vodou nezvykle vysoké hodnoty, při kterých je možno je nanášet nástříkem. Jedná se o hodnoty 70 až 120 s, což jsou většinou konzistence nátěrových hmot ve stavu dodání. Tato konzistence je však vlastně jen zdánlivá, protože při pohybu vyvolaném

prouděním rozprašovacího vzduchu ve stříkací pistoli klesá a tím dochází k dobrému rozprašení i přes vysokou hodnotu konzistence naměřenou výtokovým pohárkem. [2]

U vodouředitelných nátěrových hmot, jako neneutonských kapalin, by správně měla být jejich tekutost měřena rotačním viskozimetrem a vykazována v jednotkách dynamických (např. Pa/s nebo mPa/s - ČSN 67 3016). V praxi však málokteré pracoviště je vybaveno tímto přístrojem. Další potíže by nastaly při uvádění hodnot tekutosti v jednotkách jiných než v sekundách, na které jsou pracovníci v lakovnách běžně zvyklí. [2]

Stříkatelnost a slévateľnost většiny vodouředitelných nátěrových hmot je dobrá a běžně dosahuje stupně 1 (ČSN 673051). Přitom je třeba respektovat doporučenou konzistenci. Některé vodouředitelné nátěrové hmoty jsou dodávány o konzistenci vyhovující bez ředění pro vysokotlaké stříkání. Pro pneumatické stříkání musí být naředěny většinou na konzistenci 60 až 70 s. Jiné jsou dodávány již o této konzistenci a mohou být bez dalšího ředění použity ke vzduchovému stříkání. [2]

Pokud ovšem je nutné konzistenci snížit, používá se k tomu voda o tzv. nízké tvrdosti a potřebný přídavek obvykle nepřesáhne 5 %. Při ředění je třeba počínat si opatrně, protože již malý přídavek vody způsobí značný pokles konzistence. To je také určitá odlišnost od rozpouštědlových nátěrových hmot. [2]

Při nanášení vodouředitelných nátěrových hmot nástřikem se osvědčuje používat stříkací pistoli s tryskou č. 22 namísto trysky č. 18, která je většinou používána při nástřiku rozpouštědlových nátěrových hmot. Zároveň je potřebné věnovat zvýšenou pozornost seřízení rozprašovací soustavy u stříkací pistole, aby (zvláště u některých emulzních vodouředitelných nátěrových hmot) nedocházelo k ucpávání trysky při nástřiku v důsledku intenzivního zasychání nátěrové hmoty u jejího ústí a v nejbližším okolí na rozprašovací hubici. Pokud k tomu dojde, je nutné nejprve mechanicky odstranit zaschlou nátěrovou hmotu a dále provést omytí vhodným rozpouštědlem. Rozhodně se však vyplatí mít rozprašovací soustavu stříkací pistole řádně seřízenou. [2]

2.3.3 Zasychání nátěrových hmot ředitelných vodou

Důležitou vlastností nátěrových hmot při jejich aplikaci je zasychání. Voda jako nosné médium u vodouředitelných nátěrových hmot se bude, z pohledu svých fyzikálních vlastností, chovat jinak než organická rozpouštědla u materiálů klasických. V praxi to znamená zajistit dobré odvětrávání prostorů určených ke schnutí nanesených nátěrů. Zatímco u

rozpouštědlových materiálů je nutné odsávání z důvodu ekologických, hygienických a požárně-bezpečnostních, materiálů vodouředitelných je nutná dobrá výměna vzduchu pro usnadnění schnutí nátěrů. Musí dojít k potřebnému zaschnutí základové barvy před nástřikem vrchního emailu a stejně tak i k zaschnutí vrchního emailu před další manipulací s výrobky. To se týká nejen materiálů zasychajících na vzduchu, ale obdobně musí dojít k potřebnému zaschnutí i u materiálů vypalovacích před vlastním tepelným zpracováním, aby nevznikl defektní nátěrový povlak. [2]

U některých vodouředitelných základních nátěrových hmot často dochází k rychlejšímu schnutí než u materiálů rozpouštědlových. Schnutí vrchních emailů ředitelných vodou bývá oproti rozpouštědlovým pomalejší a u některých emailů schnoucích na vzduchu bývá proschnutí do stadia manipulace schopného časově až neúnosné. Samozřejmě, že rychlost zasychání do tohoto stavu je odvislá také od docilované tloušťky nanesené vrstvy. [2]

2.3.4 Vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou

U povlaků vytvořených nátěrovými hmotami ředitelnými vodou je důležitá jejich přilnavost ke kovovému podkladu a soudržnost mezi vrstvami. Při hodnocení přilnavosti mřížkovou metodou (podle ČSN ISO 2409) na hladkém, řádně odmaštěném ocelovém povrchu, byly získány výsledky, na základě kterých lze konstatovat, že většina vodouředitelných materiálů jak základních, tak i vrchních emailů dosahuje stejných nebo i lepších přilnavostí v porovnání s materiály rozpouštědlovými. Hodnoty 0 až 1 jsou běžně dosažitelné. [2]

U rozměrnějších a těžších výrobků hraje důležitou roli také tvrdost nátěrových povlaků. Takové předměty bývá nutné během 24 h po nástřiku přepravovat (přesouvat) z lakovny, přičemž je nutné se již jejich povrchu dotýkat a vytvořený nátěr musí tedy být manipulace schopný i z důvodu následných montážních prací. [2]

Hodnocení tvrdosti povlaků (podle ČSN ISO 2815) vrypovou zkouškou podle Buchholze ukazuje, že nátěrové filmy vytvořené vodouředitelnými emaily vykazují oproti rozpouštědlovým jiný průběh protvrdávání. Typy zasychající na vzduchu vykazují většinou v důsledku pomalejšího zasychání i pomalejší nárůst tvrdosti (je rozdíl tvrdosti po 24 hodinách a 8 dnech). Průběh zvyšování tvrdosti do značné míry ovlivňuje vnější prostředí, především dobrá výměna vzduchu, která by měla zajistit v prostorách určených pro schnutí i v následných skladovacích prostorech nižší relativní vlhkost v rozmezí 40 až 60 %. [2]

V zásadě však možno konstatovat, že povlaky vytvořené z vodouředitelných nátěrových hmot, a to jak materiály základové, vrchní emaily či jednovrstvé materiály, dosahují obdobných tvrdostí jako materiály rozpouštědlové (40 až 80° Buchholze). Materiály základové se vyznačují obecně vyšší tvrdostí než emaily. U některých materiálů dochází časem ke zvýšení tvrdosti, některé si zachovávají tvrdost stejnou. [2]

Homopolymery mívají zřídka vlastnosti požadované pro příslušné aplikace. Na první pohled se jako nejschůdnější cesta k dosažení potřebných vlastností jeví míšení různých homopolymerů v takovém poměru, aby se získaly směsi vhodné tvrdosti a elasticity. Tento postup však lze použít jen u velmi omezeného počtu polymerů, neboť ani látky, které si jsou chemicky velmi podobné (např. polyakryláty a methakryláty), se navzájem nemísí. [16]

Přílišnou tvrdost homopolymerů je možno potlačit vnější plastifikací, tj. přidávkem nízkomolekulárních změkčovadel. Jejich účinnost závisí na jejich chemické povaze, molekulové hmotnosti, polaritě, rozpouštěcích schopnostech i viskozitě. Externí plastifikace vysoce polymerních látek je v posledních letech velmi důležitá. Možnosti využít vnější plastifikace jsou však omezené, její nevýhody spočívají zejména v migraci změkčovadla na povrch, kde se odpařuje nebo je vymýváno. Důsledkem je ztráta elasticity filmů během stárnutí. [16]

Běžnou metodou přípravy polymerů o požadovaných vlastnostech je proto kopolymerace různých monomerů. Vodítkem pro předpověď fyzikálně mechanických vlastností bývají zpravidla hodnoty t_g jednotlivých homopolymerů. [16]

2.3.5 Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrových hmot ředitelných vodou

Fyzikálně mechanické vlastnosti polymerních filmů závisejí na řadě faktorů, především však na hodnotě teploty zesklnění polymeru. Polymery s velkou hodnotou t_g jsou za normální teploty tvrdé a křehké (polystyren, polymethylmethakrylát), polymery s velmi nízkou teplotou zesklnění jsou naopak lepkavé a velmi tažné (polybutylakrylát, polyethylakrylát). S rostoucím podílem plastifikujícího komonomeru se zmenšuje pevnost filmu a vzrůstá jeho průtažnost. [16]

Vlastnosti filmů se během prvních dvou až tří týdnů stárnutí mění v důsledku pokračující koalescence částic procesem autoheze. Na autohezi částic má vliv i způsob stabilizace částic. Koloidně stabilizované produkty jeví při tvorbě filmu poněkud jiný charakter. Jejich filmy mají poměrně vysokou pevnost již za krátkou dobu po odpaření vody,

avšak konečná pevnost je menší než u filmů z disperzí stabilizovaných povrchově aktivními látkami. [16]

2.3.6 Absorpce vody a penetrace par

Filmy vzniklé z disperzí polymerů se liší od filmů připravených z rozpouštědlových systémů strukturou a přítomností vodorozpustných látek, které ovlivňují jejich chování při styku s vodou. Filmy z disperzí podléhají při styku s vodou různým změnám. Především dochází k botnání filmu, k jeho měknutí a často až k rozrušení kontinuity. Filmy bělají a ztrácejí adhezi k podkladu. Předpokládá se dvojitý mechanismus penetrace vody filmem: difúze a kapilární tok v místech s nepravidelnou strukturou filmu. [16]

V první fázi expozice filmu ve vodě difunduje voda polymerem do míst, kde jsou přítomny vodorozpustné látky. Tato penetrace je řízená osmotickým tlakem, proti němuž působí stoupající hydrostatický tlak ve vodních celách vytvořených ve filmu. Tento tlak vzniká vlivem rezistence filmu k deformaci, která je funkcí modulu pružnosti polymeru za daných podmínek. Nasákavost filmů z disperzí ve vodě závisí na mnoha faktorech, mezi něž patří především množství a druh přítomných vodorozpustných látek, elasticita polymeru a jeho chemické složení, velikost částic původní disperze, kvalita vytvořeného filmu i doba jeho stárnutí. Jednotlivé faktory se navzájem doplňují a mohou ovlivňovat absorpci různým způsobem. Například přidavek emulgátoru k výchozí disperzi zvýší množství hydrofilních látek přítomných ve filmu, ale na druhé straně může vzniknout kvalitnější film v důsledku lepší stabilizace částic. Výsledkem je potom film o menší nasákavosti. [16]

Propustnost filmu pro páry závisí jednak na jeho pórovitosti, jednak na jeho chemickém složení. V tlustších vrstvách se uplatňuje především povaha polymeru. Velmi malou propustnost mají polymery s nasycenými, minimálně rozvětvenými uhlovodíkovými řetězci a s malými hydrofóbními substituenty symetricky umístěnými na řetězci polymeru, jako je polyethylen, kopolymery vinylidenchloridu nebo kopolymer isobutylem-isopren. Naopak velkou propustnost pro páry vykazují polymery s hydrofilními substituenty, jako jsou esterové, hydroxylové, amidové nebo nitrilové skupiny. Polymery s nehydrofilními a nesymetrickými substituenty se vyznačují střední propustností pro vodní páry. Symetrie se zmenšuje s velikostí substituentu a projevuje se větší permeabilitou. Příkladem je vzrůst propustnosti pro páry v řadě polymethylmethakrylát < polyethylmethakrylát < polybutylmethakrylát. [16]

2.3.7 Některé další vlastnosti vodouředitelných nátěrových hmot

Z dalších vlastností je důležitá například odolnost filmů k alkalické hydrolyze, která závisí na chemickém složení polymeru. [16]

Na chemickém složení závisí také odolnost polymerních filmů k organickým rozpouštědlům. Obecně lze říci, že hydrofilní polymery jsou odolnější k nepolárním rozpouštědlům, a naopak. Kritériem rozpustnosti polymerů jsou parametry rozpustnosti, vyjadřující kvantitativně míru kohezních sil mezi molekulami. Polymery jsou nejméně odolné k rozpouštědlům s blízkými hodnotami rozpustnosti a stejně silnými vodíkovými vazbami. [16]

Velmi dobré odolnosti a nerozpustnosti polymerních filmů v organických rozpouštědlech lze dosáhnout zesílením polymerních řetězců prostřednictvím reaktivních funkčních skupin. Reaktivní skupiny mají zpravidla hydrofilní charakter (karboxyl, hydroxyl, nitril, amid) a zlepšují adhezi filmu k různým podkladům, jako je useň, dřevo, papír, textilní materiály i zdivo. [16] Filmy nanesené z polymerních emulzí podléhají několika změnám po vystavení působení vody (nebo vodní páry). Patří mezi ně: opuch filmu, doprovázený plastifikací a ničením kontinuity filmu. Bubliny se objevují v reakci na tlak způsobený otokem, kde je film spojen s pevným povrchem, což umožňuje snadnější narušení filmu, když je vystaven otěru. [17]

2.4 Disperze akrylových polymerů

Při syntéze vodných disperzí polymerů a kopolymerů akrylových monomerů se v praxi uplatňuje poměrně velký počet různých akrylových sloučenin. Je to především akrylová a methakrylová kyselina, které se zabudovávají, zpravidla v menším množství, do hydrofobních řetězců většiny akrylových i jiných polymerů a kopolymerů, aby se dosáhlo hydrofilizace dispergované fáze. Za monomery, které charakterizují typ kopolymeru, lze považovat teprve některé deriváty těchto kyselin, a to především alifatické estery (akryláty a methakryláty), aminy (akrylamid a methakrylamid) a nitrily (akrylonitril a methakrylonitril), popř. různé od nich odvozené sloučeniny. [18]

2.4.1 Obecné složení latexové nátěrové hmoty

Latexová nátěrová hmota obsahuje řadu složek, z nichž každá má svůj specifický význam pro dosažení výsledných požadovaných parametrů. Při formulaci nátěrových hmot nutno hledat kompromisní řešení mezi protichůdnými požadavky. Například dobrá odolnost proti zmrazovacím cyklům se spojuje s hrubě disperzními systémy o velké relativní molekulové hmotnosti a s malým obsahem změkčovadla, kdežto tvorba filmu je příznivě ovlivňována malými částicemi, malou relativní molekulovou hmotností a s velkým obsahem změkčovadla. [19]

2.4.2 Obecné schéma přípravy latexové nátěrové hmoty

Pigmenty se roztírají v přítomnosti dispergačních činidel a ochranného koloidu s minimálním množstvím vody. Dispergační činidlo smáčí pigment a udržuje částice od sebe. ochranný koloid obaluje částice pigmentu a chrání systém v přítomnosti elektrolytu nebo při namáhání ve stříhu před koagulací. Chrání celý systém také během výroby a skladování. [19]

Vlastní vodná disperze polymeru se potom přidává do pigmentové pasty společně s dalšími složkami, např. odpěňovači, tlumivými roztoky, fungicidními prostředky apod. [19]

Při konečných úpravách formulace bývá někdy vhodné upravit dispergaci, přidat nebo ubrat, popř. nepoužívat zahušťovadlo, zvážit nutnost dalšího přídavku povrchově aktivní látky ke zlepšení dispergace, změnit pořadí přidávání pigmentů, upravit způsob dávkování koalescentních látek, určit přesné množství vody nebo roztoku zahušťovadla potřebného ke konečné úpravě viskozity a změnit množství nebo pořadí dávkování odpěňovače. [19]

Podle aplikačního zaměření je účelné sledovat vlastnosti, které jsou důležité pro daný problém, např. kryvost při různých tloušťkách filmů a různé rychlosti nanášení, snadnost

nanášení, zápach, dobu schnutí, natírací interval (tj. dobu, po které je možnost opakovat nátěr), možnost opravy nátěrů, retušovatelnost, skladovatelnost, pH, přilnavost ke zvláštním podkladům, smývateľnost, možnost odstraňovat skvrny, změny lesku po omytí nebo leštění, rozliv, oděruvzdornost, tečkování vodou, přilnavost za mokra, stálost pololesku, pěňivost při míchání nebo nanášení, rovnomrnost barevného odstínu nebo lesku, lesk, odolnost při mrazu, pružnost, tvorbu škráloupů, stav v obalu, tj oddělení vodné fáze, jemnost mletí stanovenou grindometrem, viskozitu, obsah netěkavých složek, objemovou hmotnost, odolnost proti rozpouštědlům a vůči alkalickému prostředí, citlivost na borax, pigmentovatelnost, koalescenci při nízké teplotě, závojování. [19]

Mezi zkoušky a pozorování na připravených filmech (před jejich vystavením povětrnosti, při něm a po něm) patří měření tloušťky filmu, zkouška křídovatění, odlupování, sledování tvorby vlasových trhlinek, praskání, špinivosti, plesnivění, lesku při měření pod úhlem 60°, eroze, puchýřkování, žloutnutí, vzniku skvrn při přetření hřebíku, celkový vzhled. [19]

Nejdůležitější jsou zkoušky stálosti filmů. Používají se různé urychlené zkoušky pro sledování odolnosti proti povětrnostním vlivům, změny barevného odstínu vlivem UV záření, odolnost proti slané vodě (salt-fog) a proti vlhku, odolnost proti úderu, změny pružnosti a ohebnosti. [19]

Klima, v jakém má být nátěrová hmota aplikována, je velmi důležité, protože ovlivňuje růst plísní, rychlost křídování, barevnou stálost, selhávání filmu, stálost, špinivost i vlastní aplikační problémy. [19]

2.4.3 Tokové vlastnosti latexové nátěrové hmoty

Reologickými vlastnostmi latexu se zabývala řada autorů. Byl popsán vliv reologických vlastností na koagulaci latexů a na nanášení lesklých latexových nátěrových hmot štětcem a vztah mezi strukturou disperzních kopolymerů a reologickými vlastnostmi. Tixotropních vlastností se dosahuje přidávkem rozpustných chelátových sloučenin kovů s vyšším oxidačním číslem, titanu, zirkonia nebo hliníku, komplexních sloučenin zirkonia se dvěma i více organickými kyselinami, vodorozpustných solí kovů Ti, Zr, Al, Fe, Ce, Sn, Co, Ni, alkalických křemičitanů nebo botnatelných silikátů (montmorillonitu a bentonitu). [19]

Reologické vlastnosti latexové nátěrové hmoty určuje převážně vodná fáze, kterou je nutno ovlivnit, aby se změnila roztíratelnost a rozliv. Dosahuje se toho zředěním vodou a přidáním hydrofobních látek, zahušťovačů nebo smáčedel. [19]

2.4.4 Akrylové monomery

Nejdůležitější jsou estery akrylové a methakrylové kyseliny. Jsou známy již dlouho a jejich průmyslovou výrobu zahájila firma Röhm & Haas v Darmstadtu v roce 1925. Výrobní postup byl založen dehydratací a esterifikací ethylenkyanhydrinu. Tento postup se dnes zpravidla uplatňuje při výrobě methylakrylátu a ethylakrylátu, ačkoliv je obecně použitelný i k přípravě vyšších esterů. Jinou metodou používanou pro přípravu kyseliny akrylové a jejích esterů je karbonylace acetylenu. Další postupy vycházející z β -propiolaktanu a propylenu.

Methakrylová kyselina a její základní deriváty se vyrábějí převážně acetonkyanhydrinovým procesem.

Různé estery akrylové a methakrylové kyseliny se připravují buď přímou esterifikací kyselin alkoholy, nebo přeesterifikací. Druhá metoda se volí především při výrobě vyšších esterů z methylakrylátu nebo ethylakrylátu a methylmethakrylátu.

Výchozí suroviny pro výrobu akrylonitrilu jsou ethylen, acetylen nebo propylen.

Akrylové monomery obsahující hydroxylové skupiny se vyrábějí reakcemi kyselin s ethylenoxidem nebo propylenoxidem v přítomnosti aminů nebo kvartérních amoniových solí. Glycidylmethakrylát se připravuje reakcí solí kyseliny methakrylové s epichlorhydrinem.

Akrylamid se získává hydratací akrylonitrilu reakcí s kyselinou sírovou. Z takto vznikajícího akrylamidsulfátu se potom uvolňuje v alkalickém prostředí nebo na měničích iontů. Methakrylamid se vyrábí stejným způsobem z methakrylonitrilu nebo častěji přímo z acetonkyanhydrinu.

Nežádoucí polymeraci během přepravy a skladování se zabráňuje přidáním inhibitorů, nejčastěji hydrochinonu nebo p-methoxyfenolu. Estery bývají zpravidla stabilizovány přidáním 100 ppm, kyseliny přidáním 200 ppm a hydroxyestery přidáním 400 ppm inhibitoru. Po dohodě s odběrateli dodávají výrobci i monomery méně stabilizované, které lze ovšem skladovat jen kratší dobu. Amidy, které jsou za běžných podmínek krystalické, se většinou dodávají nestabilizované a musí se uchovávat v suchu a chladu.

Účinek inhibitorů je podmíněn přítomností kyslíku. Skladovací nádoby se proto plní maximálně do 80 % objemu. Při delším skladování se doporučuje periodické větrání skladovacích nádrží, popř. probublávání monomerů vzduchem. Ethylakrylát se však doporučuje skladovat pod inertní atmosférou, protože směs jeho par se vzduchem je výbušná.

Akrylové monomery je třeba skladovat v temnu a při nízkých teplotách. Pro estery se doporučuje teplota pod 30 °C, pro kyseliny teplota 17 až 25 °C. Při skladování kyselin při teplotách nižších, než je jejich teplota tunutí, dochází při krystalizaci k vylučování inhibitoru i vzdušného kyslíku. Doporučuje se proto kyseliny při opetném tání míchat, probublávat vzduchem a nepřekračovat teplotu 20 °C.

Při skladování akrylové kyseliny dochází nezávisle na stupni stabilizace inhibitory k tvorbě akrylesteru oxypropionové kyseliny. Rychlost vzniku tohoto dimeru vzrůstá se stoupající teplotou skladování a v přítomnosti malých množství vody. Za běžných skladovacích podmínek se předpokládá vznik 0,5 až 1 % dimeru za měsíc.

Nitrily se mohou skladovat v nádržích z běžné oceli. Estery se skladují v ocelových nádržích opatřených vypalovacím nátěrem nebo v nádržích z oceli KVS. kyseliny a hydroxyestery, které rovněž obsahují určitá množství kyselin, vyžadují zásobníky konstruované z oceli AKVS Extra. Je třeba vyloučit styk všech monomerů s mědí nebo jejími slitinami, neboť ionty mědi inhibují polymeraci. Amidy se transportují a skladují v soudcích nebo polyethylenových pytlích. [20]

2.4.5 Vlastnosti disperzí

Složení disperzí se volí podle požadovaných aplikačních vlastností. Výsledné disperze mají velmi malou viskozitu; průměr částic je řádově 0,2 μm, čímž disperze získávají charakteristický nádech do modra. Obsah netěkavých složek se pohybuje v rozmezí od 40 do 50 %. Pro zabezpečení dobré stability těchto jemně disperzních systémů jsou nutná poměrně značná množství tenzidů, přibližně 7 %, počítáno na monomery. Přítomnost 1 až 2 % akrylové nebo methakrylové kyseliny v kopolymeru přispívá ke stabilitě systému. Uvedená množství kyselin nemají vliv na odolnost proti vodě nebo alkalickému prostředí, ale zlepšují odolnost při zmrazovacích cyklech a přispívají ke smáčení pigmentů.

2.4.6 Vlastnosti filmů

Vzájemnou kopolymerací esterů akrylové s estery methakrylové kyseliny lze získat filmy různých vlastností, od tvrdých po měkké a od nelepivých až k silně lepivým. Methylester dává nejtvrdší a také jen slabě lepivé filmy. [18]

Teplotou křehnutí lze dokumentovat účinnost proměnlivého složení kopolymeru. Je to teplota, pod kterou film křehne a praská, je-li podroben standardním laboratorním zkouškám. [18]

Rozpustnost v organických rozpouštědlech vzrůstá úměrně s rostoucím řetězcem alkyly, současně však stoupá i odolnost proti vodě. Přítomnost polymerovatelných kyselin rozpustost zmenšuje; obdobný vliv má methakrylát. [18]

Polymery esterů akrylové kyseliny dávají čiré bezbarvé filmy, vysoce odolné k UV záření. [18]

2.4.7 Termoaktivní akrylové disperze

Na rozdíl od termoplastických disperzí, které se uplatňují hlavně v nátěrových hmotách na vzduchu schnoucích jsou termoaktivní disperze velmi vhodné pro vypalovací povrchové úpravy v průmyslu. Termoreaktivní charakter získávají disperze zabudováním síťovatelného komonomeru (např. hydroxyethylu nebo hydroxypropylmethakrylátu) do polymerního řetězce. Tyto polymery mají větší tvrdost, lépe odolávají rozpouštědlům a detergentům a jsou pružnější. [18]

Dnes je už k dispozici značný výběr síťovatelných akrylových disperzí. Vytvrzovací teploty se pohybují v rozmezí od 150 do 180 °C, vytvrzovací doba je 30 minut. Dosahuje se hodnot lesku 75 až 80 %, což plně postačuje pro mnoho různých aplikací. V porovnání s alkydmelaminovými systémy jsou síťovatelné akrylové disperze dražší a obtížněji se pigmentují. Uplatňují se pouze tam, kde to vyžadují požární bezpečnostní předpisy, kde je nebezpečí tvorby smogu atd. [18]

Řada termoreaktivních akrylových disperzí od měkkých až po tvrdé nachází použití v textilním průmyslu, při výrobě netkaných textílií, v dřevozpracujícím průmyslu a při výrobě lepidel. [18]

2.4.8 Aplikační směry akrylových disperzí

Disperze akrylových polymerů se uplatňují především v průmyslu nátěrových hmot, při výrobě tenkovrstvých omítkovin pro stavebnictví, v textilním průmyslu (v oblasti netkaných textilií, vložkového tisku, pigmentovaného tisku, laminování textilií), v papírenském a kožedělném průmyslu, při výrobě tzv. samolepek. [18]

2.5 Samosítující akrylová disperze

2.5.1 Polymerní disperzní prostředky používané v emulzní polymeraci

Akrylátové disperze našly široké využití v moderní technologii nátěrů. Jejich vynikající odolnost je činí vhodnými pro vnitřní a venkovní dekorativní barvy a mohou být formulovány do vysoce odolných povlaků pro průmyslové využití. [21]

Několik vlastností, které jsou důležité pro vysoce výkonné nátěry, včetně následujících: tvrdost a odolnost proti poškrábání, antiblokování proti stohování nedávno pokrytých podkladů, odolnost proti chemikáliím a mastnotám pro domácnost, flexibilita a houževnatost. [21]

Tyto vlastnosti mohou být řízeny několika parametry v provedení akrylátové disperze, jako je například morfologie řízených částic, kompozice základního polymeru, T_g polymeru a použití zesíťování. Dále je třeba řídit proces tvorby filmu, jelikož dobrý výkon může být dosažen pouze z vodných disperzí po dobré tvorbě filmu a zapletení polymerních řetězců přes rozhraní částic. Obvyklé akrylové disperze obsahují povrchově aktivní látky používané pro stabilizaci částic polymeru. Tyto povrchově aktivní látky obecně negativně ovlivňují požadované aplikační vlastnosti, zejména odolnost proti vnějším vlivům a odolnost vůči vnějším vlivům, které jsou velmi závislé na povrchově aktivních látkách. Povrchově aktivní látky se v akrylových disperzích někdy označují jako „nezbytné zlo“. [21]

2.5.2 Povrchově aktivní látky v emulzní polymeraci

Povrchově aktivní látky hrají rozhodující roli při emulzní polymeraci. Vyžadují se emulgace monomerů, tvorba micel jako místa polymerace a koloidní stabilizace polymerních částic. Navíc povrchově aktivní látky snižují povrchové napětí výsledné disperze, což je nutné pro zvlhčení substrátu a pro tvorbu filmu. S povrchově aktivními látkami mohou být disperze formulovány do povlaku, protože povrchově aktivní látky pomohou zabránit destabilizaci disperze přidáním složek podle formulace. Ve skutečnosti mohou být dokonce pomůckou pro účinné smíchání těchto složek a disperze. [21]

Povrchově aktivní látky jsou ve většině případů ve vodě rozpustné a pohyblivé složky ve filmu. Mají tendenci shromažďovat se nebo migrovat buď na rozhraní povlak-vzduch nebo na rozhraní povlak-substrát. Povrchově aktivní látky mohou tímto způsobem vážně ovlivnit citlivost filmu na vodu stejně jako adhezní charakteristiky. [21]

Povrchově aktivní látky, které zůstávají na rozhraní polymerních částic, vytvoří hydrofilní kanály skrze film, což může způsobit nežádoucí účinky, jako je například vodní transport filmu k substrátu. [21]

Bylo studováno několik možností snížení negativních účinků povrchově aktivních látek při zachování pozitivních aspektů, jako je použití kopolymerovatelných povrchově aktivních látek a polymerních povrchově aktivních látek. Kopolymerovatelné povrchově aktivní látky budou chemicky vázány na částice polymeru a nemohou migrovat filmem nebo na povrch volně. Výsledkem je, že filmy z akrylových disperzí připravených kopolymerizovatelnými povrchově aktivními látkami by měly mít lepší odolnost vůči vodě a adhezní vlastnosti. Existují však některé problémy související s použitím kopolymerovatelných povrchově aktivních látek. Reaktivní skupiny těchto povrchově aktivních látek často nemají stejnou reaktivitu jako reaktivní skupiny použitých monomerů, což může vést k špatné inkorporaci nebo homopolymeraci povrchově aktivních látek ve vodné fázi. Na druhou stranu, pokud je začlenění dobré, výsledná disperze může mít vysoké povrchové napětí, protože zde není žádná volná povrchově aktivní látka, což narušuje zvlhčení, vyrovnání a formulaci disperze. Aby se podpořila dobrá kopolymerace s akrylovými monomery, reaktivní skupina povrchově aktivního činidla by měla být v hydrofóbní části povrchově aktivního činidla a takové povrchově aktivní látky nejsou téměř komerčně dostupné. [21]

Alternativně mohou být použity polymerní povrchově aktivní látky. Jsou mnohem méně mobilní než běžné povrchově aktivní látky a obvykle jsou velmi silně absorbovány na povrchu částic kvůli jejich rozmanitosti hydrofóbních částí. Opět nebudou snadno vytvářet klastru nebo migrovat na povrch filmu. Tyto polymerní povrchově aktivní látky mohou být připraveny různými způsoby, jako je polymerace v systémech, polymerace v suspenzi nebo emulzní polymerace. [21]

Je také možné připravit akrylové disperze bez povrchově aktivních látek, které jsou stabilizovány pouze koncovými skupinami aniontových iniciátorů (persulfátu), ale obecně lze tímto způsobem připravit pouze systémy s nízkým obsahem pevných látek. Pevná látka může

být zvýšena přidáním iontových monomerů, ale obecně výsledné systémy mají nízkou toleranci k přidání formulační složky. [21]

Další cestou k získání disperzí bez povrchově aktivních látek je výroba samodispergovatelných polymerů v organických rozpouštědlech, které se následně dispergují do vody. Po dispergaci se organická rozpouštědla oddestilují, čímž se získá sekundární disperze nebo umělý latex. Zde jsou dispergujícími skupinami obvykle kyselé skupiny, které byly neutralizovány na soli přidáním aminu. Ionizované polymery jsou povrchově aktivní a jsou známy jako užitečné při stabilizaci hydrofobních polymerů. V tomto případě jsou vytvořeny morfologie částic core-shell, kde ionizovaný polymer tvoří plášť a hydrofóbní polymer tvoří jádro částice. Ionizovaný polymer v tomto případě funguje jako stabilizátor pro hydrofobní jádro. [21]

Po vytvoření takových sekundárních disperzí se matrice filmu skládá z ionizovaných polymerů a v této matici jsou dispergovány hydrofobní částice. Vzhledem k tomu, že ionizované polymery mají obvykle nízkou molekulovou hmotnost a obsahují poměrně vysoké množství kopolymerované a ionizované kyseliny, matrice filmu bude mít tendenci být nejslabší částí systému, pokud jde o citlivost na vodu a houževnatost filmu. Nízkomolekulární ionizované polymery pomohou procesu koalescence a zapletení polymerních řetězců za účelem zvýšení pevnosti ve filmu. [21]

2.5.3 Tvorba filmu

Správná tvorba filmu je zásadní pro dosažení dobrého výkonu finálního filmu. Proces tvorby filmu může být rozdělen do několika stupňů, kde zvláště záleží na konečných vlastnostech. Během procesu spletení se rozhraní mezi původně oddělenými částicemi postupně ztratí. Pevnost filmu, jak z mechanického, tak i z hlediska odporu, se zvýší během procesu zaplétání. [21]

Akrylové disperze mají obecně velmi vysoké molekulové hmotnosti, mnohem vyšší než běžné polymery rozpouštěné rozpouštědly, jako jsou alkydy. To je přínosné pro celkové vlastnosti filmu, ale způsobuje velmi pomalé zapletení. Ztráta vlastností v akrylových disperzních filmech proto může trvat dny nebo dokonce déle. V některých případech se nikdy nedosáhne optimální tvorby filmu, protože koalescenční složky, které udržují polymery mobilní, se odpaří předtím, než je spletení dokončeno. [21]

Zvláště akrylátové disperze s vysokou T_g a vysokou molekulovou hmotností mohou dosáhnout velmi dobrých aplikačních vlastností, ale pro dobrou tvorbu filmu je zapotřebí vysoké úrovně koalescencí. S pokračujícím úsilím o ekologičtější povlaky je cílem snížit tuto koalescenční poptávku dále s nulovými VOC jako konečným cílem. V posledních letech byla zkoumáno a publikováno několik možností zaměřených na kombinování dobrých vlastností vysoko- T_g polymerních řetězců s dobrou tvorbou filmu. [21]

Jednou metodou je použití velmi hydrofilní kyseliny a v některých případech nízkomolekulární polymerní základní struktura. Pokud je do hlavního řetězce vloženo dostatečné množství akrylové kyseliny nebo kyseliny methakrylové, mohou být tyto disperze buď alkalicky rozpustné nebo alkalicky bobtnavé. V obou případech je minimální teplota vytváření filmu MFT a koalescenční požadovanost významně snížena. Pro udržení funkční rovnováhy mezi viskozitou a obsahem pevných látek se používají nízkomolekulární polymery nebo oligomery. Vzhledem k tomu, že polymery s nízkou molekulovou hmotností nejsou velmi odolné proti vodě a chemikáliím a hydrofilní základní řetězce mají špatnou odolnost proti vodě, často jsou v kombinaci s určitou formou zesílení po nebo během tvorby filmu. Zjevně špatné vlastnosti odporu jsou nejdůležitějším nedostatkem tohoto postupu. [21]

2.5.4 Polymerní disperzní prostředky používající zesíťování pro zlepšení chemické odolnosti

Zatímco dobré bilance MFT-tvrdosti může být dosaženo hydrofilními oligomery, tento přístup má nevýhodu nižší chemické odolnosti. To lze překonat zařazením zesíťování polymeru s nízkou molekulovou hmotností. Zesíťování může být účinné dvěma způsoby: chemická reakce mezi řetězci polymeru po interdifuzi a zesíťování na rozhraních částic. V prvním případě je koherentně tvarovaný film fixován a molekulová hmotnost řetězců přítomných v tomto filmu je zvýšena. Ve druhém případě jsou dvě částice chemicky vázány zesíťováním během nebo těsně po vytvoření filmu. Vytvoření chemického spojení mezi částicemi má podobný účinek na vlastnosti, jako je zapletení mezi polymerními řetězci, ale může se uskutečnit v mnohem kratším časovém měřítku. V minulých letech byla popsána řada zesíťovacích reakcí. Existují tzv. dvoukomponentní zesíťovací systémy, kde je jedna z síťovacích složek přidána těsně před aplikací disperze. Více žádoucí pro tuto práci jsou samosíťovací systémy (jednokanálové), kde jsou přítomny všechny reaktivní složky a stabilní dlouhodobé skladování. Zesíťovací reakce může být spuštěna odpařením vody po sušení, změnou pH nebo vytvrzením při zvýšené teplotě, kde je zesíťovací reakce rychlejší nebo jsou reaktivní skupiny odblokovány. [21]

2.5.5 Polymerní samosít'ující povrchově aktivní činidlo

Při velmi nízké koncentraci je povrchové napětí polymerního disperzního roztoku rychle sníženo a vyrovnává se. Konečné povrchové napětí je přibližně 43 mN / m, zatímco u kyseliny polymethakrylové je > 60 mN / m. [21]

To je pravděpodobně způsobeno vícečetnými hydrofobními skupinami, které polymerní disperzní prostředek obsahuje, což způsobuje, že řetězec polymeru se roztahuje podél povrchu rozhraní vzduch-voda. Použití komerčně dostupného hydrofilního alkalického polymeru je mnohem méně účinné při snižování povrchového napětí. [21]

Samosít'ující polymerní dispergátory jsou účinnými stabilizátory pro přípravu akrylových disperzí. Monomer se vstřebává do samosít'ujících polymerních dispergačních agregátů, dokud není dosaženo rovnovážného stavu. Vizuální kontrola v tomto stadiu potvrzuje, že žádné velké kapičky monomeru nezůstávají a celý monomer je emulgován. Když je v tomto bodě přidán iniciátor, konverze monomeru je téměř okamžitá, s velkou teplotní exotermní reakcí. To naznačuje, že polymerizační mechanismus má silnou podobnost s polymerizací s mini emulzemi. Výsledná disperze je stabilní a obecně má velmi nízkou velikost částic, což potvrzuje, že tyto samozesít'ující polymerní povrchově aktivní látky jsou účinnými stabilizátory. [21]

2.5.6 Vliv na tvorbu filmu

Toto tvrdé hydrofilní samo-zesít'ující polymerní dispergační činidlo bude mít dobrou tvorbu filmu, protože jde o alkalicky rozpustný polymer. Zapouzdření se však nevztahuje na samozesít'ující polymerní disperzanty, protože jejich molekulová hmotnost je těsně pod molekulovou hmotností spletení. [21]

V důsledku toho dojde k velmi rychlému míchání tvrdého hydrofilního polymerního dispergačního činidla s nízkou molekulovou hmotností. Potom následuje zesít'ovací reakce vedoucí ke zesít'ované kontinuální tvrdé fázi, která obsahuje diskontinuální měkké domény. Vytvoření křížových vazeb na rozhraní částic poskytne ještě lepší nárůst pevnosti filmu, jak by se dosáhlo zapletení polymerního řetězce a obecně v mnohem kratší době. Zaměřením zesítění na rozhraní částic je nejúčinnější. Mnohé techniky zesít'ování jsou drahé a měly by být efektivně využívány. Předsít'ování by mělo být co nejvíce vyloučeno, protože to bude mít negativní vliv na zapletení během tvorby filmu. [21]

Alkalicky rozpustné systémy samy o sobě obecně postrádají dostatečné odporové vlastnosti, které jsou užitečné. K překonání tohoto problému se používají polymerní dispergátory jako stabilizátory v následné emulzní polymeraci. Tímto způsobem se vytvářejí core-shell částice, které mají jako obal polymerní dispergátor a vysokomolekulární odolný polymer v jádru. [21]

Pro efektivní stabilizaci jádra jsou potřebná relativně malá množství polymerního stabilizátoru. Zavedením stejného samosíťovacího mechanismu do jádrového polymeru může být výkon systému dokonce ještě vyšší. Nyní se nejen polymerní dispergační činidlo zesítuje samo o sobě, aby vytvořilo zesíťovanou matici ve výsledném filmu, ale tato matrice je také roubovaná na odolné jádra částic s vysokou molekulovou hmotností. [21]

Je pozorovatelné, že zesíťování samotného jádrového polymeru nemá žádný vliv na vzrůst MFT rovnováhy, ve srovnání se žádným zesíťováním vůbec. Je-li polymerní dispergant samosíťován, tak vzrůst MFT je vyvažován. Ale nejlepších výsledků je dosaženo, když polymer i polymerní dispergant jsou zesíťovány. [21]

Ve skutečnosti je vytvořen core-shell polymer s tvrdým pláštěm a polymerem s vysokomolekulární hmotností jako jádrem, kde tvrdá složka vytvoří matici povlaku a potom se zesítuje se samotným a jádrovým polymerem. Jádro i plášť přispějí k celkové tvrdosti, houževnatosti a odolnosti finálního filmu. Nebude použito žádné povrchově aktivní činidlo, a proto nebude docházet k uvolňování povrchově aktivní látky a nebudou vytvořeny žádné hydrofilní kanály k filmu. [21]

Lze pozorovat, že povrch povlaku je převážně tvrdým materiálem, který potvrzuje, že povrch fólie je pokryt polymerním zesíťovaným dispergačním činidlem. To je výhodné pro tvrdost. [21]

2.5.7 Aplikace ve vysoce výkonných nátěrech

Změna návrhových parametrů může mít velký vliv na aplikační vlastnosti. Kvůli nepřítomnosti povrchově aktivní látky bude systém málo pěnivý. Disperze má velmi nízkou velikost částic, což vede k vynikající tvorbě filmu a vysoké průhlednosti. Dalším přínosem nízké velikosti částic je téměř průsvitný optický vzhled pojiva, který je srovnatelný s tradičním rozpouštědlovým povlakem. [21]

Změnou některých konstrukčních parametrů lze vytvořit stropní akrylátovou disperzi bez povrchově aktivního činidla pro truhlářství. V této aplikaci je důležitá flexibilita v

kombinaci s dobrými protiblokovacími vlastnostmi. Pro dosažení dobré trvanlivosti musí být povlak dostatečně pružný, aby kompenzoval měnící se rozměry dřeva, které jsou závislé na počasí. Potahy musí být rychleschnoucí a měly by být použitelné pro různé způsoby nanášení, jako je stříkání a namáčení. Opět mají tyto disperze velmi nízkou velikost částic a požadovaný průsvitný vzhled. [21]

Tyto povlaky mohou být formulovány a pigmentovány a zachovávají si všechny vlastnosti. Při formulaci s 18% PVC je pružnost stále větší než 80%, což je dostatečné pro dosažení dobré trvanlivosti. [21]

2.6 Účinek vody na povlaky z polymerních disperzí

Vodné disperze polymerů jsou charakterizovány obsahem tuhé fáze, průměrnou velikostí a distribucí velikostí polymerních částic, viskozitou a tokovými vlastnostmi a v neposlední řadě stabilitou při styku s elektrolyty, při změnách teploty nebo při mechanickém namáhání. Ze zpracovatelského hlediska je často významná hodnota pH, povrchové napětí a s ním související pěnivost, způsob stabilizace a přítomnost elektrolytů, organických rozpouštědel nebo zbytkových volných monomerů. Připravují se emulzní radikálovou polymerací v přítomnosti povrchově aktivních látek - emulgátorů, při čemž radikálová polymerace je iniciována vodrozpuštěnými iniciátory, nejčastěji peroxodisíranem amonným nebo draselným. [22]

Charakteristickou vlastností vodných disperzí polymerů je jejich schopnost za vhodných podmínek vytvářet čiré homogenní filmy. Toho se využívá při většině aplikací, zejména při použití disperzí jako pojiv nátěrových hmot ředitelných vodou, při povrchových úpravách papíru, v lepidlech i při různých textilních aplikacích. Znalost mechanismu tvorby polymerního filmu z disperze a znalost faktorů, které tento proces ovlivňují, je proto mimořádně důležitá nejen z hlediska teoretického, ale i praktického. [22]

Skutečnost, že disperzní pojiva vytvářejí film z heterogenního systému mechanismem odlišným od systémů homogenních se zcela zákonitě projevuje i ve vlastnostech těchto filmů. Pro aplikace v oblasti nátěrových hmot patří k důležitým vlastnostem nátěrového filmu jeho odolnost k působení vody. Je zřejmé, že elektrolyty i vodorozpuštěné povrchově aktivní látky, nezbytné pro dosažení požadované koloidní stability disperzního pojiva, se nutně musí projevit zvýšením citlivosti k působení vody. Otázky spojené s touto problematikou byly v minulém období diskutovány v několika poměrně rozsáhlých studiích, zaměřených na studium absorpce vody ve volných nepigmentovaných filmech z disperzních kopolymerů. Pro

pochopení procesu absorpce vody ve filmech je nezbytné se nejdříve zmínit o procesu, jímž filmy z disperzních poživ vznikají. [22]

2.6.1 Tvorba filmů z disperzí

Mechanismus tvorby filmu z disperzí je ve skutečnosti slinování pevných částic, které leží vedle sebe po odpaření vody, přičemž vzduch obsadí prázdný prostor. [23] Při zkoumání stability koloidní disperze ve vodním nátěrovém systému, který se skládá z dispergovaného pigmentu a polymerních částic (disperze nebo emulze) společně s vodou rozpustným akrylovým polymerem bylo zjištěno, že adsorpce vhodných ultrajemných částic na příslušné částice může stabilizovat tyto částice proti vložkování, což vede k nižší viskozitě a hodnotě výtěžku. Lesk a hladkost výsledných filmů se výrazně zlepšují. [24]

Během vysychání disperze se polymerní částice postupně přibližují k sobě a po překročení určité mezní vzdálenosti nasává spontánní flokulace, která je v případě vhodných fyzikálně mechanických vlastností polymeru následována koalescencí za vzniku transparentního homogenního filmu. Pro objasnění mechanismu a původu sil, které způsobují koalescenci, bylo navrženo několik teorií. [22]

2.6.2 Koalescence účinkem povrchového napětí

Podle původní teorie Dillonovy-Mathesonovy-Bradfordovy je koalescence částic působena účinkem povrchového napětí, které vždy směřuje ke zmenšení celkové plochy povrchu. Tento proces je popsán Frenkelovým vztahem:

$$\theta^2 = \frac{3 \cdot \sigma \cdot \tau}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \delta}, \quad (1)$$

z něhož vyplývá, že stupeň koalescence, měřený jako poloviční úhel koalescence Θ je přímo úměrný mezifázovému napětí σ a času τ a nepřímo úměrný poloměru částice r a viskozitě polymeru δ . Experimentálně byla prokázána závislost $\Theta \approx 1/r$. [22]

Pro dvě stejně velké částice je tlak p_c působící jejich koalescenci vyjádřen Youngovou-Laplaceovou rovnicí:

$$p_c = \frac{2 \cdot \sigma}{r} = \sigma \cdot \frac{2}{r}. \quad [20] \quad (2)$$

Hodnoty těchto tlaků při $\sigma = 30 \text{ mN}^{-1}$ se zdají být dostatečně velké k uskutečnění deformace částice, neboť pro částice o poloměru $0,2 \text{ } \mu\text{m}$ činí $3,6 \text{ Pa}$ a při poloměru částice $0,05 \text{ } \mu\text{m}$ dokonce $14,4 \text{ MPa}$. [22]

2.6.2.1 Koalescence účinkem kapilárních sil

Jinou teorii mechanismu navrhl Brown. Podle jeho představ sice má povrchové napětí určitý význam při tvorbě filmu, ale samo o sobě nemůže koalescenci částic vyvolat. Koalescenci však způsobují kapilární síly pocházející z povrchového napětí vody na zakřiveních o malém poloměru, vznikajících při dostatečném vzájemném přiblížení částic během vysychání disperze. Velikost kapilárních sil lze odvodit z geometrických poměrů při styku tří částic. Pro poloměr kapiláry R je $\cos 30^\circ = (r + R)$, a tudíž $R = 0,155r$. Při použití Youngovy-Laplaceovy rovnice je:

$$p_c = \frac{2 \cdot \sigma}{R} = \sigma \cdot \frac{12,9}{r} \quad [20] \quad (3)$$

Velikost kapilárního tlaku je tedy nepřímo úměrná poloměru částic. Hodnoty p_c vypočítané pro různé velikosti částic a povrchové napětí $\sigma = 30 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$ činí při poloměru částic $1,0 \text{ } \mu\text{m}$ $0,775 \text{ MPa}$, při poloměru $0,1 \text{ } \mu\text{m}$ $7,75 \text{ MPa}$, při poloměru $0,01 \text{ } \mu\text{m}$ $77,5 \text{ MPa}$ atd. [22]

2.6.2.2 Autoheze částic

Příčinou dokonalé homogenity a dobrých fyzikálních vlastností filmů vytvořených z disperzí zřejmě není jen povrchové napětí ani samotné kapilární síly. Vojuckij předpokládá, že dokonalá koalescence částic je způsobovaná „autohezí“ či „konglomerací“, tj. interdifúzí volných konců polymerních řetězců mezi jednotlivými částicemi ve filmu. Proces autoheze polymerních molekul popsali již dříve Josefowitz a Mark, nebyl však aplikován na koalescenci části disperzí polymerů. [22]

2.6.2.3 Rozšíření původních teorií

Podle teorií Dillonovy-Mathesonovy-Bradfordovy i Brownovy jsou tlaky působící koalescenci částic nepřímo úměrné velikosti částic. U disperzí s částicemi většími než $1 \text{ } \mu\text{m}$ by již měly být tyto síly poměrně malé. Z praxe je však známo, že kvalita vytvářených filmů se prakticky nemění v širokém rozmezí velikostí částic. Tento nesouhlas mezi předpokladem a skutečností vedl k dalšímu rozšíření obou předchozích teorií. Vanderhoff předpokládá, že povrchové napětí i kapilární síly jsou při tvorbě filmu pouze doplňkové. Navrhl jiný model

koalescence, zahrnující i stabilizaci částic, a zavedl další dva poloměry, r_1 a r_2 . Pro tento model dostává Youngova-Laplaceova rovnice tvar:

$$p_c = \sigma \cdot \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{2}{r} \right]. \quad (4)$$

Z rovnice vyplývá, že koalescenční tlak p_c závisí především na hodnotách r_1 a r_2 a může být značně velký i při malém povrchovém napětí σ v důsledku velmi malých hodnot r_1 . Velikost r_1 i r_2 se během koalescence mění. [22]

2.6.3 Faktory ovlivňující tvorbu filmu

Z mechanismu, kterým film z polymerní disperze vzniká, vyplývá i řada faktorů, jež mohou tento proces ovlivňovat. Významné jsou nejen vnější podmínky, jako je teplota, čas, vlhkost vzduchu či pórovitost substrátu, ale i fyzikální vlastnosti disperze, tj. velikost částic, stabilita disperze a složení polymeru. [22]

2.6.3.1 Vliv vnějších podmínek

Nejvýznamnějším faktorem je teplota, která ovlivňuje jednak rychlost odpařování vody, jednak fyzikální vlastnosti polymerů. Proces, jímž se film z disperze tvoří, vyžaduje určitý čas. Při nižší teplotě se voda odpařuje pomaleji, a vzniká proto kvalitnější film. Na druhé straně se však s klesající teplotou zvětšuje tvrdost polymeru, což se projevuje znesnadněním deformace a koalescence částic. Z toho je zřejmé, že pro každou disperzi existuje určitá optimální teplota s nejhodnějším poměrem mezi rychlostí odpařování vody a tvrdostí polymeru. [22]

Je logické, že k uskutečnění koalescence částic může dojít jen u polymerů, které jsou v plasticko-elastickém stavu. Velmi důležitý je proto vztah mezi teplotou, při níž film vzniká, a teplotou zesklenní (skelného přechodu) polymeru T_g . [22] Je známo, že teplota skelného přechodu (T_g) látky s nízkou nebo vysokou molekulovou hmotností je teplota, při níž dochází k přechodu z metastabilního stavu do nestabilního skelného stavu. [25] Při teplotách nižších než T_g je polymer ve sklovitém stavu, což znemožňuje koalescenci. Proto je velmi těsná souvislost mezi hodnotou T_g a tzv. minimální filmtvornou teplotou - označovanou zkratkou MFT. MFT (nazývána též „bod zbělení“) je nejnižší teplota, při níž ještě z disperze vzniká čirý film. Za nižších teplot vzniká film rozpraskaný, bíle zakalený, dále jen vrstva polymerních částic ve formě prášku. Hodnoty MFT leží zpravidla blízko hodnot T_g . U polárních polymerů je hodnota MFT často pod teplotou zesklenní, což se na první pohled

může zdát paradoxní. Procesu vzniku filmu se však neúčastí čistý polymer, nýbrž polymerní částice obklopená stabilizátory a vodnou fází. Polární polymery (např. kopolymery vinylacetátu) jsou ve fázi koalescence změkčovány vodou, a proto i hodnoty MFT mohou být nižší než odpovídající hodnoty teploty zesklnění nalezené u vyschlých filmů. V praxi se často MFT disperzí snižuje přidávkem vnějších plastifikátorů a koalescenčních činidel. [22] Externí plastifikace vysoce polymerních látek je velmi důležitá. [26]

Rychlost odpařování vody závisí také na relativné vlhkosti ovzduší nad tvořícím se filmem. Při zvýšení relativné vlhkosti se odpařování vody zpomaluje. tak lze dosáhnout lepší kontinuity filmu i při vyšších teplotách. Dokonce i u nekvalitních filmů (u nichž nedošlo k dostatečné koalescenci částic) může dojít k další koalescenci při dostatečné expozici filmu v atmosféře s přiměřenou relativní vlhkostí. [22]

Tvorbu filmu může nepříznivě ovlivnit i velká pórovitost substrátu. Pórovité podklady odebírají vodu z disperzního systému velmi rychle, ještě dříve, než dojde ke koalescenci. V takovém případě homogenní film často vůbec nevznikne. V praxi se proto pórovité substráty smáčejí vodou a disperze se před použitím přiměřeně ředí. [22]

2.6.3.2 Vliv fyzikálních vlastností disperze

Základním předpokladem koalescence částic je plastický stav polymeru za teploty filmu. Na vznik kvalitního filmu mají však vliv i další fyzikální vlastnosti disperze, zejména velikost částic, povrchové napětí, míra a způsob stabilizace částic. Efekt velikosti částic lze těžko kvantitativně vyjádřit, protože různé mechanismy se ve svém vlivu navzájem doplňují; všeobecně se však uznává, že menší částice by měly tvořit film snadněji než částice velké. [22]

Proces tvorby filmu je ovlivňován velikostí povrchového napětí disperze. Z předpokládaných mechanismů vzniku filmu vyplývá, že při vyšším povrchovém napětí by mělo docházet k lepší koalescenci částic. Správnost tohoto předpokladu byla ověřena experimentálně. Na druhé straně je však nutné mít na zřeteli, že velikost povrchového napětí většinou těsně souvisí s mírou nasycení povrchu částic emulgátorem, a tedy i s mírou stability částic. Disperze s velkým povrchovým napětím jsou často nedostatečně stabilní a částice mají sklon k flokulaci. Při vysychání dochází u dobře stabilizovaných disperzí k flokulaci a koalescenci až po dosažení velmi těsného a pravidelného uspořádání. Jsou-li částice nestabilní, flokulují předčasně a jejich uspořádání ve filmu není pravidelné. Různé defekty ve

strukturu vzniklého filmu, způsobené nestabilitou původních dispergovaných částic, se projevují i ve vlastnostech filmu. [22]

2.6.4 Struktura a vlastnosti filmů z disperzí

Skutečnost, že se filmy tvoří z heterogenních soustav koalescencí diskrétních částic polymeru, se projevuje i ve struktuře těchto filmů. Polymerní částice zaujímají ve filmu hexagonální uspořádání a v ideálním případě monodisperzních částic by se tedy měly deformovat do tvaru dodekaedrů. Lze říci, že částice v podstatě neztrácejí identitu, jak je zřejmé i ze struktury povrchu filmu. [22]

Názory na osud nízkomolekulárních látek, tj. solí a emulgátorů, nejsou dosud zcela jednotné. Předpokládá se, že v některých případech mohou tyto nízkomolekulární látky stále obklopotovat částice, a tím ve filmu vytvářet nezávislou síť. Spíše jsou však vytlačovány do „kapes“ uvnitř filmu, jsou absorbovány polymerem nebo jsou vytlačovány na povrch. Pomocí otisků povrchu filmů bylo prokázáno, že emulgátory s polymerem nemísitelné jsou vytlačovány na povrch, kdežto mísitelné emulgátory se často chovají jako plastifikátory a snižují minimální filmotvornou teplotu disperze i teplotu zesklenní polymeru. [22]

Fyzikálně mechanické vlastnosti polymerních filmů závisejí na řadě faktorů, především však opět na hodnotě teploty zesklenní polymeru. Polymery s velkou hodnotou T_g jsou za normální teploty tvrdé a křehké (polystyren, polymethylmethakrylát); polymery s velmi nízkou teplotou zesklenní jsou naopak lepkavé a velmi tažné (polybutylakrylát, polyethylakrylát). S rostoucím podílem plastifikujícího komonomeru se zmenšuje pevnost filmu a vzrůstá jeho průtažnost. [22]

Vlastnosti filmů se během dvou až tří týdnů stárnutí mění v důsledku pokračující koalescence částic procesem autoheze. změny tvrdosti filmů během prvních dnů stárnutí. Na autohezi částic má vliv i způsob stabilizace částic. Koloidně stabilizované produkty jeví při tvorbě filmu poněkud jiný charakter. jejich filmy mají poměrně vysokou pevnost již za krátkou dobu po odpaření vody, avšak konečná pevnost je menší než u filmů z disperzí stabilizovaných povrchově aktivními látkami. [22]

2.6.5 Absorpce vody ve volných filmech

Filmy vzniklé z disperzí polymerů se liší od filmů připravených z rozpouštědlových systémů strukturou a přítomností vodorozpustných látek, které ovlivňují jejich chování při styku s vodou. Filmy z disperzí podléhají při styku s vodou různým změnám. především

dochází k botnání filmu, k jeho měknutí a často až k rozrušení kontinuity. Filmy běhají a ztrácejí adhezi k podkladu. Předpokládá se dvojitý mechanismus penetrace vody filmem: difúze filmem a kapilární tok v místech s nepravidelnou strukturou filmu. [22]

V první fázi expozice filmu ve vodě difunduje voda polymerem do míst, kde jsou přítomny vodorozpustné látky. Tato penetrace je řízena osmotickým tlakem, proti němuž působí stoupající hydrostatický tlak ve vodních celách vytvořených ve filmu. Tento tlak vzniká vlivem rezistence filmu k deformaci, která je funkcí modulu pružnosti polymeru za daných podmínek. Nasákavost filmů z disperzí ve vodě závisí na mnoha faktorech, mezi něž patří především množství a druh přítomných vodorozpustných látek, elasticita polymeru a jeho chemické složení, velikost částic původní disperze, obsah elektrolytů, kvalita vytvořeného filmu i doba a historie jeho stárnutí. Jednotlivé faktory se navzájem doplňují a mohou ovlivňovat absorpci různým způsobem. Například přídavek emulgátoru k výchozí disperzi zvýší množství hydrofilních látek přítomných ve filmu, ale na druhé straně může vzniknout film o menší nasákavosti. [22]

Množství vody absorbované ve volném filmu se postupně mění s dobou expozice, což bylo i důvodem pro zavedení metodiky stanovování této hodnoty po 1 a 10 dnech expozice. Z uvedených experimentálních závislostí je zřejmé, že se můžeme setkat s filmy, které absorbují velmi rychle na počátku expozice, avšak maximální dosažená hodnota po dlouhodobé expozici je velmi nízká, na druhé straně stojí filmy, které absorbují velmi pomalu, avšak konečná hodnota absorpce po 10 dnech je vysoká. Experimentální studie prokázala, že toto chování je především závislé na kvalitě vytvořeného filmu, která opět velmi úzce souvisí s kvalitou výchozí disperze a současně s historií přípravy a stárnutí filmu. Bylo prokázáno, že přídavek emulgátorů, které stabilizují výchozí disperzi, a pokrývající povrch částic, má za následek zhoršenou autohezi po koalescenci částic, což se paradoxně projeví výrazným snížením množství absorbované vody při dlouhodobé expozici. Podobně se projevuje i přídavek solí, které naopak zhoršují stabilitu, což vede ke vzniku filmů s „porézní“ strukturou. Toto nečekané snížení absorpce při dlouhodobé expozici je způsobeno skutečností, že hydrofilní látky, které způsobují absorpci vody účinkem osmotického tlaku, jsou z nedostatečně uzavřeného filmu extrahovány. Po počátečním velmi rychlém nárůstu se množství absorbované vody ustálí, dále již nevzrůstá, často se i snižuje a konečná hodnota nalezené absorpce je tedy nízká. Pokud ovšem docílíme kvalitní koalescence a autoheze přídavkem koalescentního činidla, dlouhou dobou stárnutí nebo expozicí filmu při zvýšené teplotě, průběh absorpce vody do filmu se zcela změní, počáteční rychlost absorpce je

podstatně nižší, avšak při dlouhodobé expozici dosahuje množství absorbované vody vyšších hodnot. Je to výsledek působení osmotického tlaku hydrofilních látek uzavřených ve filmu, které nemohou být snadno z dobře uzavřeného filmu extrahovány. [22]

2.7 Core-shell polymerní disperze

Core-shell polymery (CSP) jsou strukturované kompozitní částice sestávající z nejméně dvou různých složek, z nichž jedna tvoří v podstatě jádro a další tvoří plášť částic. V roce 1961 zkoumali Huges a Brown fyzikální vlastnosti polymeru s jádrovým pláštěm (CSP) a jejich morfologické zajímavosti. Tato třída materiálu přitahuje velkou pozornost kvůli kombinaci vynikajících vlastností, které samotné jednotlivé složky nemají. Systémy mohou kombinovat charakteristiky a vlastnosti, jak pláště, tak jádra, kde jsou povrchové vlastnosti pláště přeneseny do jádra, čímž CSP přináší nové funkce. CSP byly použity v řadě aplikací jako jsou modifikátory rázu, povrchové povlaky, tisk, katalýza, kontrola znečištění a dodávka léků v biomedicínské aplikaci. CSP se obvykle připravují ve sférické formě, což znamená strukturu částic s původně polymerizovaným polymerem umístěným ve středu částice a později vytvořené polymery se stávají zabudovanými do vnější vrstvy pláště. Jaderná část může být pevná, kapalná nebo plynná a obalová část je obvykle pevná, ale její povaha závisí na cílené aplikaci. CSP se připravují v nano a mikro velikosti podle metod preparace. [27]

CSP lze klasifikovat v závislosti dle toho, zda se jedná nebo nejedná o hydrogely. Kromě toho mohou být hydrogely CSP rozděleny do materiálů na bázi NIPAM (N-isopropylakrylamidu) a na bázi bez NIPAM. CSP ne-hydrogely lze rozdělit na ne-vodné, organicko-anorganické hybridy a jednomolekulární částice. V závislosti na velikosti mohou být sférické CSP rozděleny na mikro a nano, jak už bylo zmíněno. [27]

CSP hydrogely jsou částice s hydrogelovým obalem obklopujícím nehydrogelové jádro nebo částice složené zcela z hydrogelu, jak v jádrových tak v obalových částech. Navrhování CSP hydrogelů se zvláštními nebo specifickými vlastnostmi vyžaduje ovládnutí důležitých parametrů, jako je velikost, hustota zesílení a začlenění funkčních skupin do jádrových i obalových částí během syntézy. CSP hydrogely přitahují velký zájem především v biomedicínských aplikacích. [27]

Ne-hydrogelové CSP mohou být rozděleny na nevodné, organicko-anorganické hybridní a monomolekulární částice. Ne-vodné CSP se používají v barvách a nátěrových aplikacích jako pigmenty a pojiva. Jádrem může být pevná polymerní částice nebo kaučuk a

plášť je tvořen z tvrdého polymeru. Většina metod, které vysvětlují výrobu ne-vodných CSP, je však popsána v patentované literatuře. [27]

Anorganicko-organické hybridní materiály mají obrovský potenciál při syntéze nových funkčních materiálů pro zařízení s bleskem a kvantovými tečkami, fotoniku, fotodetektory, solární články, biomedicínské a senzorové aplikace. Hybridní CSP se obvykle vyrábějí v nano-velikostních částicích, také známé jako hybridní nanočástice (NPs). Jádro této konkrétní třídy nanočástic core-shell je vyrobeno z polymeru, jako je polystyren, polyethylen oxid, polyurethan, polyvinyl benzyl chlorid, polyvinyl pyrrolidon, dextróza, surfaktant a různé kopolymery, jako je akrylo-nitril-butadien-styren, kyselina polystyren-akrylová, polystyren-methyl-methakrylát. Kromě toho byly obalové části připraveny z různých materiálů, jako jsou kovy, oxidy kovů, kovové chalkogenidy a oxid křemičitý. Metody syntézy nanočástic core-shell jádra typicky zahrnují fyzikálně-chemické nebo chemické procesy. Ve fyzikálně-chemických procesech dochází k vysrážení organické nebo anorganické látky na povrchu jádra během odpařování nebo adsorpce rozpouštědla pomocí elektrostatických a chemických nebo biochemických interakcí. V chemických procesech se polymerace děje přímo v přítomnosti anorganických částic. Nejvhodnějším způsobem pro přípravu nanočástic core-shell je zapouzdření anorganického jádra do polymerního pláště pomocí roubování polymeru na povrchu částic. Křemík je nejpoužívanější anorganický materiál pro výrobu nanočásticových obalů. To je způsobeno schopností oxidu křemičitého zabránit agregaci jádra a externím enviromentálním útokům a širokému plastickému použití oxidu křemičitého v separaci, biotechnologii, medicíně a povlaků. Oxid křemičitý poskytuje další výhodu usnadňující biokompatibilitu a biofunkci. Kromě toho mohou být jádrové materiály v organicko-anorganických nanočásticích core-shell barvivo, fluorescenční konjugovaný polymer a ko- nebo terpolymer, atd. [27]

Jedno-molekulární částice, také známe jako monomolekulární micely, jsou nezesítené CSP sestávající z amfifilních blokových nebo roubovaných polymerů, ve kterých jsou hydrofobní a hydrofilní segmenty spojeny s dendritickými nebo hyper-rozvětveným jádrem. Jednotlivé molekulové částice vykazují micelární chování jako jedinou molekulu a obvykle se připravují vícestupňovým procesem, jako je kombinace alkenové polycyklotrimerace a alkylen-azidové „praskací“ chemie, tandemová koordinace, otevírání kruhu a hyper-rozvětvená polymerace a samo-kondenzace. Jedno-molekulární částice přitahují velkou pozornost vědců vzhledem k jejich potenciálu v nanotechnologiích a biomedicínských

aplikacích, jako je signální-molekulární šablona, snímání živých buněk, nosič léků a uvolňování léků. [27]

2.8 Pigmenty

Slovo pigment je latinského původu (pigmentum) a původně vyjadřovalo barvu nebo barevnou látku, později vyjadřovalo barevné dekorování (make-up); označovalo určité druhy rostlinných, popřípadě ovocných extraktů, které se využívaly pro barvení různých výrobků. Výraz pigment stále ještě slouží pro označení složek buněčných membrán. Další význam získal pigment ve dvacátém století, kdy jako pigmenty jsou označovány práškové látky, které po rozptýlení ve vhodném prostředí mají krycí nebo vybarvovací schopnosti, popřípadě jiné speciální vlastnosti. Prostředím, do kterého jsou aplikovány, jsou organická pojiva nátěrových hmot, anorganická pojiva-silikáty, plasty, pryže, celulóza, glazury, smalty, stavební a keramické hmoty, cement, beton a jiné. Pigmenty jsou v pojivech dispergovány, nerozpouštějí se, proto pojivo s aplikovaným pigmentem představuje heterogenní směs, která nemá charakter homogenního roztoku. Barviva naproti tomu jsou barevné organické látky, která jsou v daném prostředí rozpustná. Historie použití a výroby pigmentů je bohatá a její počátky sahají až do pravěku, o čemž svědčí některé jeskynní kresby z té doby, na které bylo použito různých přírodních hlinek a dřevěného uhlí (obr. 1.1). Ve starém Egyptě se pak již některé pigmenty, například olovnatá běloba, vyráběly synteticky. Před více než 200 lety začaly pracovat první skutečné průmyslové výroby pigmentů. Podle chemické povahy lze pigmenty rozdělit do dvou základních skupin: na skupiny pigmentů anorganických a skupinu pigmentů organických. Z hlediska výroby a spotřeby mají větší význam pigmenty anorganické, které jsou produkovány v několikanásobně větších množstvích než pigmenty organické, zároveň ale význam a spotřeba organických pigmentů rovněž vzrůstá. Existuje velký počet anorganických pigmentů, avšak jen asi dvacet až třicet z nich má obecnější použití a vyrábějí se v tak velkých množstvích, že jejich výroba patří k základním chemickým technologiím. Použití anorganických pigmentů je velmi široké: zahrnuje průmysl nátěrových hmot a plastů, gumárenský průmysl, papírenský a kožedělný průmysl, obor stavebnictví, keramický průmysl, metalurgii, elektrotechniku a jiné obory. Tyto pigmenty jsou vyráběny v velkých množstvích a světová roční produkce činí přes pět milionů tun. Úzce příbuzné pigmentům jsou také plniva, označovaná jako „plnivové pigmenty-extender pigments“, což jsou práškové látky schopné dispergace v různém prostředí, kde zvyšují koncentraci pevných látek a docilují v tomto systému určitých požadovaných vlastností. Přitom to však nejsou pigmenty v klasickém slova smyslu, neboť mají malé krycí nebo vybarvovací schopnosti a používají se

obvykle v směsích s pigmenty. Tím, že jsou tyto práškové látky aplikovány do různých hmot, prodlužují také jejich životnost a zefektivňují jejich použití jako výrobků. [28] Pigmenty jsou třídou důležitých součástí, které mohou výrazně ovlivnit povahu povlaků. Přidání nanočásticových pigmentů může mít příznivý vliv na odolnost proti korozi a mechanické vlastnosti organických povlaků při poměrně nízkých zatíženích kvůli vlastním malým rozměrům a morfologii částic. [29]

2.8.1 Přehled nejdůležitějších vlastností pigmentů

O kvalitě pigmentů rozhodují jejich fyzikálně-optické vlastnosti (krycí schopnost, barvnost), chemické vlastnosti (obsah nečistot, reaktivita) a technologické vlastnosti (dispergovatelnost, textura). V případě speciálních pigmentů jsou to navíc vlastnosti speciální (antikorozi, magnetické, luminiscenční). [28]

Anorganické pigmenty ve vodných nátěrech se zkoumají pomocí mikroskopie s atomovou silou a mikroprojekčních analyzátorů. Metoda prvního stupně charakterizuje topografii ve velmi vysokém rozlišení. Výsledky získané pomocí druhého způsobu odhalují rozložení pigmentu v barvě. [30]

2.8.1.1 Fyzikálně-optické vlastnosti

Optické vlastnosti pigmentů lze charakterizovat parametry jako jsou: bělost, barevný odstín, barvitost, opacita, lesk a jiné. [28]

2.8.1.2 Krycí schopnost

Kryvost je schopnost pigmentu zbránit průchodu světla prostředím, ve kterém je dispergován. Pigmenty se používají jako součást nátěrů zejména roto, aby jim dodaly neprůhlednost, neboť účelem nátěru je mimo jiné zakrýt podklad. Stejný význam má použití pigmentů do některých plastů nebo umělých vláken. Podobnou funkci mají i keramické pigmenty a pigmenty pro smalty – zneprůhlednit sklovitou glazuru či smalt. K vysvětlení krycí schopnosti pigmentu je si třeba nejprve uvědomit, že při vstupu světelného kvanta do dokonale průhledného prostředí, ve kterém je pigment dispergován, nastává některý z následujících dějů: dopadne na částičku pigmentu a absorbuje se, dopadne na částičku pigmentu a rozptyluje se, prochází mimo částičky pigmentu dokonale průhledným prostředím a proto beze změny. [28]

Schopnost absorpce či rozptylu světla jsou tedy základními optickými vlastnostmi pigmentů a určují jejich krycí schopnost a barvnost. Jestliže má pigment nižší schopnost

absorpce oproti rozptylu, jedná se o bílý pigment. Jestliže naopak v celé oblasti viditelného světla absorpce značně převládá nad rozptylem, pak je pigment černý. Pokud dochází pouze k tzv. selektivní absorpci a absorbuje se tak jen světlo určitých vlnových délek z viditelného světla a zbylé se rozptyluje, jde o pigmenty pestré. U bílých a černých pigmentů lze teorii nyvosti vysvětlit poměrně snadno, zatímco u pestrých pigmentů je výklad složitější. V případě čistě černých pigmentů, jako jsou saze, je nyvost způsobena tím, že se dopadající světlo absorbuje a přeměňuje v teplo. K rozptylu světla prakticky nedochází. Převážná většina zejména bílých pigmentů však světlo absorbuje jen velmi málo, neboť jejich částičky jsou víceméně průhledné. Jejich krycí schopnost je potom důsledek tzv. difuzního rozptylu, což je mnoho násobný odraz a lom světla při jeho průchodu fázovým rozhraním mezi pigmentovými částičkami a prostředím, ve kterém jsou dispergovány. Tím, že světelný paprsek prochází velkým množstvím fázových rozhraní, se jeho dráha neustálým odrazem a lomem mnohonásobí. Výsledná ztráta jeho světelného toku je potom taková, jako kdyby procházelo daleko silnější a absorbující homogenní vrstvou. [28]

2.8.1.3 Vlastnosti pigmentů uplatňující se při technologických aplikacích

Nejvýznamnější vlastností z tohoto hlediska je dispergovatelnost pigmentu. Souvisí, mimo jiné s velikostí a tvarem částic pigmentu, s existencí sekundárních částic, charakterem povrchu a se sočivostí pigmentu pojivem. [28]

2.9 Plniva

Plniva (extenders, Fillem, filler pigments) jsou přírodní nebo syntetické látky, jejichž primárním cílem je dosáhnout požadované objemové koncentrace pevných látek, tedy plniv a pigmentů v daném systému; sekundárním cílem je optimalizace určitých vlastností nebo dosažení specifických vlastností tohoto systému. Od vlastností pigmentů je odlišuje nižší nyvost, neboť plniva mají index lomu menší než 1.7. Pro některé látky se překrývá význam plnivo a pigment, neboť při použití do prostředí s nízkým indexem lomu mohou být plniva také dostatečně kryvá. Pro aplikaci plniv nerozhoduje jejich barevný odstín, postačí nepestrý světlý odstín, nejlépe bílý, protože plniva by neměla ve většině případů ovlivňovat výsledný barevný odstín. Systémy, do kterých se plniva nejčastěji aplikují, jsou nátěrové hmoty, plasty, pryže, papír, stavební hmoty a jiné. Funkční plniv zde mají nejen upravovat technologické a užitné vlastnosti, to znamená ve srovnání s neplněným výrobkem zlepšovat určité vlastnosti, ale vytvářet vlastnosti specifické a nové. Rozhodně by plniva měla příznivě ovlivňovat cenu, což znamená zlevňovat výrobek ve smyslu klasické definice. Obě tyto vlastnosti se nedají splnit vždy současně. Rozlišování mezi neaktivním a aktivním funkčním plnivem je

z dnešního pohledu již skoro nepoužitelné, neboť vlastnosti konečného produktu závis více či méně na všech použitých práškových plnivech a pigmentech, kde každý typ plniva má svůj účel. [28]

Je třeba poznamenat, že plniva se v celosvětovém měřítku používají v obrovských množstvích, která převyšují spotřebu pigmentů. Z hlediska technologického, resp. Chemického, tj. procesu jejich přípravy či úpravy, však nejsou tak až na výjimky středem pozornosti či zajímavá jako pigmenty. Anorganická plniva lze rozlišit rovněž na přírodní a syntetická. První z nich se získávají mechanickou nebo chemickou úpravou přírodních nerostům druhá se vyrábějí synteticky chemickými reakcemi, přičemž se mohou použít nejen anorganické, ale i organické suroviny. [28]

2.9.1 Aplikační a fyzikálně-chemické vlastnosti plniv

Jako plniva se používají chemické sloučeniny dobré až chemicky vynikající odolnosti. Volba plniv pro jednotlivá konkrétní použití je dána především jejich chemickým složením, užitnými vlastnostmi, dostupností a cenou. Užitné vlastnosti plniva jsou určovány především jeho fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Při obecném hodnocení plniv se posuzuje především tyto jejich vlastnosti: velikost a tvar částic, měrný povrch, měrná hmotnost, sypná a sestříná hmotnost, spotřeba oleje, index lomu, barevnost, tvrdost, tepelné a elektrické vlastnosti – tepelná stálost, měrné teplo, tepelná vodivost, elektrická vodivost. Zejména pro přírodní plniva je dalším důležitým kritériem čistota chemického složení. Možnosti použití plniv nezáleží jen na jejich fyzikální struktuře a chemickém složení, ale ve velké míře i na jejich fyzikálně-chemických vlastnostech, které je možné je ještě rozšířit dodatečnou povrchovou úpravou. Současné celosvětové tendence v použití plniv představují přechod od plniv těžkých, např. barytů, k plnivům lehčím, např. vápenci, křídě, kaolínu atd.

Aplikační možnosti plniv jsou limitovány: velikostí částic a tvarem částic, měrným povrchem, barvou, chemickým složením, způsobem povrchové úpravy, vzájemným působením plniva s matricí pojiva, hustotou, hustotou pH a rozpustností v plněném systému, indexem lomu, cenou. [28]

Plniva lze rozdělit podle tvaru jejich primárních částic na:

- Plniva s neizometrickým (šupinkovým, lamelárním, lístkovým) tvarem částic, která patří mezi vyztužující plniva. Z přírodních materiálů jsou to například slídovité silikátové minerály, spekulant, ze syntetických plniv ocelové či skleněné šupinky, hliníkové šupinky nebo hydroxid hlinitý s lamelárním tvarem částic.
- Krátkovláknitá plniva. Do této skupiny lze zařadit wollastonit, azbest, minerály se speciálně upraveným tvarem částic a whiskery – monokrystaly jehličkovitého tvaru oxidů kovů.
- Dlouhovláknitá plniva. Mezi tato plniva se zařazují vláknité materiály připravení ze skla, čediče, uhlíkových vláken keramických a kovových vláken.
- Plniva s kulovitým tvarem částic (sférická, mikrosférická). Patří sem materiály, jejichž částice mají tvar dutých nebo plných kuliček. Duté mikrokuličky jsou anorganického i organického původu. Částice skleněných mikrokuliček mají tloušťku stěny 1 až 2 μm , střední rozměr částic 44 až 125 μm . Rovněž mezi tento typ lze zařadit práškový zinek s izometrickým kulovitým tvarem částic. [28]

2.9.1.1 Příklady aplikačních možností plniv

Rozlišování mezi neaktivním a aktivním plnivem je z dnešního pohledu již skoro nepoužitelné, neboť vlastnosti finálního produktu závisí více či méně na všech použitých plnivech a pigmentech a aplikace konkrétního plniva se neřídí jenom požadavkem na snížení nákladů. Každé plnivo má svůj účel a význam těch nejlevnějších plniv netkví tedy jen ve snížení nákladů. Již řadu let existují produkty, které v klasickém smyslu již žádnými plnivy nejsou, nýbrž jsou to vlastní účinné látky. Například pyrogenní oxid křemičitý je používán jako plnivo upravující reologické vlastnosti a lesk nátěrových hmot, lístečkovitý mastek k vylepšení mechanické odolnosti nátěrového filmu, duté skleněné mikrokuličky k zlepšení tepelně-izolačních vlastností atd. Jestliže nebereme v úvahu snížení ceny, plniva ovlivňují na následující vlastnosti různých systémů. [28]

2.9.1.1.1 Rheologické vlastnosti

Při aplikaci umožňují získání tixotropních vlastností orientovaným nastavením časově strukturální viskozity systému, například mastek, wollastonit, aerosoly kyseliny křemičité. Všeobecně pak plniva mění tokové vlastnosti nátěrových hmot, tiskařských barev, kapalných kaučuků. [28]

2.9.1.1.2 Optické vlastnosti

Při aplikaci zlepšují bělost a nývost náhradou pravého bílého pigmentu, například syntetickými silikáty, Blanc-fixem, jemným disperzním uhličitanem vápenatým. Uplatňují se jako bílé pigmenty v papírenském průmyslu – kaolín, přírodní mleté uhličitany vápenaté. Používají se k matování laků a tiskařských barev, například kyseliny křemičitá vyrobená mokrou cestou, křemelina. Zvyšující také opacitu plastů, například síran barnatý. Působí rovněž jako minerální filtry pro UV záření, například slída. [28]

2.9.1.1.3 Mechanické vlastnosti

Pro tento účel jsou vyztužujícími prostředky pro kaučuk například uhličitan vápenatý, syntetický oxid křemičitý. Mechanické vlastnosti plastů zlepšuje novaculit, wollastonit, skleněné kuličky a šupinky a křemen. [28]

2.9.1.1.4 Odolnost nátěrů proto povětrnosti a chemikáliím

V protikorozní ochraně jsou využívány zejména vlastnosti slíd, či slídovitého hematitu – spekularitu. [28]

Plniva lze dále použít s cílem: zlepšení dispergovatelnosti, zvýšení ohnivzdornosti, zlepšení povrchu, například papíru, snížení hmotnosti, například perlity, duté skleněné kuličky. [28]

2.10 Pojiva

2.10.1 Pojiva tvořící film chemickým mechanismem

Výjimečný význam v technologii nátěrových hmot mají filmotvorné látky, které při zasychání přecházejí v trojrozměrné polymery. Tyto filmotvorné látky před zaschnutím, a tedy i před přeměnou mohou být monomery, poměrně nízkomolekulární produkty, nebo vysokomolekulární řetězové polymery, které se při zasychání přeměňují v trojrozměrný polymer. [5]

Mezi průmyslovými typy nátěrových hmot se často vyskytují smíšené filmotvorné látky, skládající se ze dvou nebo více složek, které náleží podle své molekulární struktury k různým skupinám. Třídění podle struktury hlavního řetězce:

- sloučeniny s řetězcem obsahujícím pouze uhlíkové atomy, např. polymerační produkty nerozvětvených sloučenin (kaučuk, polyvinylchlorid, polyetylen apod.);

- sloučeniny s řetězcem, v němž jsou kromě uhlíkových atomů také atomy kyslíku, dusíku, síry a četných jiných prvků (epoxidy, polyurethany, celulóza, bílkoviny apod.). [5]

Sloučeniny s řetězcem čistě uhlíkovým se dále dělí podle stavby řetězců a přítomných dvojných vazeb na látky polyethylenové, látky nenasycené, látky cyklické. [5]

Sloučeniny s řetězcem smíšeným se opět dělí podle přítomnosti, množství a povahy jiných atomů než uhlíkových na látky s řetězci, obsahujícími esterové vazby (polyestery), látky s řetězci obsahujícími dusík, látky s řetězci obsahujícími síru, látky s kyslíkatými řetězci obsahujícími cykly. [5]

Každá z těchto skupin se dělí na podskupiny podle přítomnosti, povahy a množství vedlejších skupin a substituentů. Například skupina polyethylenová se rozděluje na halogenidy, hydroxylované sloučeniny, sloučeniny s postranními řetězy. [5]

Uvedené dvě třídy vysokomolekulárních sloučenin se od sebe značně liší svými chemickými vlastnostmi. [5]

Nejčastější jsou u nátěrů chemické pochody, při kterých vznikají trojrozměrné polymery. Vznik trojrozměrných polymerů může být výsledkem spojování molekul nízkomolekulárních sloučenin, např. oleje, i molekul lineárních polymerů (síťování). Spojováním molekuly ztrácejí pohyblivost, což vede z počátku k zmenšování rozpustnosti a tavitelnosti a potom k přechodu v nerozpustné a netavitelné látky. Zároveň vzrůstá tvrdost a zmenšuje se pružnost i rozpustnost nátěru. [5]

Při velkém množství strukturních jednotek v makromolekule může síťování těchto jednotek nastávat při reakci pouze v místě jedné nebo několika strukturních jednotek, k čemuž obvykle postačí velmi malé množství pomocného činidla, např. kyslíku. Makromolekuly se obvykle spojují příčnými vazbami v místech nenasycených vazeb, a to působením vzdušného kyslíku nebo reakcemi funkčních skupin přítomných na řetězci polymeru (-OH, -NCO, -NH₂, -COOH a další). [5]

Nejrozšířenějším je zasychání u nátěrů obsahujících molekuly nenasycených mastných kyselin za pomoci vzdušného kyslíku. K takovým nátěrům patří fermeže z rostlinných olejů, oleje, alkydy a jiné kondenzační pryskyřice modifikované nenasycenými mastnými kyselinami. Jako jiný příklad příčného spojování lineárních nenasycených molekul je

vulkanizace kaučuku sírou. Laky na bázi polybutadienu dávají při sušení za studena nepevné nátěry na kovy, avšak po zahřívání při 160 °C se sítují lineární polymery, čímž vzniknou velmi odolné přilnavé nátěry. [5]

Oxidy vícemocných kovů přeměňují v trojrozměrné polymery také vícesytné kyseliny a vůbec polykarboxylové sloučeniny. Tak je např. známo, že silně polymerované oleje, obsahující v důsledku polymerace polykarboxylové sloučeniny, se přeměňují v trojrozměrný polymer při zahřívání nebo při dlouhém skladování v přítomnosti ZnO. [5]

Bílkovinné filmotvorné látky na bázi kaseinu lze přeměnit v trojrozměrný polymer také reakcí s oxidy vícemocných kovů nebo působením aldehydů, reagujících s aminovými skupinami bílkovin (příkladem je tvrzení formaldehydem). [5]

Přeměny v trojrozměrný polymer se velmi často dosahuje polykondenzací, zejména v technice povrchové úpravy kovů fenolformaldehydovými nátěry. K utvoření trojrozměrných struktur přispívá neobyčejně mechanismu s, kterým předtím vznikaly rozvětvené lineární polymery. Přeměna monomerů nebo lineárních polymerů v trojrozměrný polymer nastává u nátěrů:

- polymerací nebo kopolymerací v oblasti nenasycených vazeb jak přímo, tak i pomocí kyslíku; příkladem jsou vysychavé oleje, syntatické kondenzační pryskyřice modifikované oleji (alkydové, fenolové, močovinné aj.) a kaučuky;
- polykondenzací, například fenolformaldehydové resoly nebo močovinné a melaminové pryskyřice, tyto pochody probíhají obvykle při sušení nátěrů za vyšší teploty;
- polyadici, například u polyuretanů, kde dochází k reakci izokyanátové skupiny s hydroxylovou skupinou na řetězci polymeru, dále u epoxidů reakcí aminoskupiny s oxiránovou skupinou na lineární molekule epoxidu. [5]

K přeměně v trojrozměrný polymer se může využít zmýdelňování vícesytných kyselin vícemocnými kovy a reakce methylenových skupin v nasycených lineárních polymerech přes hydroperoxydy. Obvykle není před přeměnou molekulová hmotnost filmotvorné látky v olejových a alkydových nátěrových hmotách vysoká a nepřesahuje hodnotu 2000. Při vysychání a při přeměně v trojrozměrný polymer molekulová hmotnost vzrůstá skokem. [5]

Lněný olej má průměrnou molekulovou hmotnost asi 700, při zasychání vede spojování jednotlivých molekul v trojrozměrný polymer, to je k tvorbě látek s obrovskou molekulovou hmotností, které jsou příčinou změn fyzikálních a chemických vlastností nátěrů. Čím je molekulová hmotnost větší, tím i získané nátěry jsou odolnější k jakýmkoliv činidlům. [5]

Přechod ve vysokomolekulární sloučeniny je důležitý a je nejdůležitější pro odolnost nátěrů proti působení okolního prostředí. Při tomto přechodu film ztrácí rozpustnost. [5]

2.10.2 Pojiva tvořící film fyzikálním mechanismem

- Nízkomolekulární, hlavně monomerní filmotvorné látky mají malou molekulovou hmotnost. Při vysychání se tyto monomery nepřeměňují v polymery nebo v polykondenzační produkty.
- Nízkomolekulární látky se vyznačují nízkým stupněm polykondenzace nebo polymerace. Polymerační stupeň dosahuje hodnot až 10, např. u novolakové pryskyřice.
- Vysokomolekulární polymery, tj. řetězové polymery s velmi vysokým stupněm polymerace, např. polystyren, dodatečně chlorovaný polyvinylchlorid, polybutylmethakrylát a estery celulosy. [5]

Fyzikální tvorbou filmu se nátěry získávají tehdy, jestliže se vypaří rozpouštědlo z nátěrových hmot, obsahujících filmotvorné látky, které nemají funkční skupiny způsobilé k reakcím a síťování. Jak vyplývá z definice, může být použito těchto filmotvorných látek: vysokomolekulárních polymerů, nízkomolekulárních kondenzačních produktů, monomerů nezpůsobilých k síťujícím reakcím. [5]

2.10.2.1 Vysokomolekulární polymery

Polymery mohou mít – z geometrického hlediska – řetězec buď nerozvětvený nebo rozvětvený. Vlastnosti nátěrů na bázi lineárních polymerů závisí především na délce a struktuře řetězce. [5]

Podle struktury řetězce můžeme dělit všechny polymery, jak již bylo uvedeno, na sloučeniny s řetězcem uhlíkovým a na sloučeniny s řetězcem smíšeným. Nátěry na bázi sloučenin s uhlíkovým řetězcem jsou nestálější. Obzvláštní stálostí se vyznačují makromolekuly, jejichž uhlíkový řetězec nemá pohyblivé substituenty, např. polyetylen. [5]

Sloučeniny se smíšenými řetězci, například estery celulosy, se vyznačují velkým sklonem k oxidačním, zmýdelňovacím a jiným reakcím, takže nátěry na nich založené jsou méně odolné. [5]

V pevném stavu jsou ve filmu jednotlivé makromolekuly vázány mezi sebou kohezí, avšak při odtrhávání filmu dochází i k rozrušení hlavních valencí makromolekul, poněvadž energie jedné kovalentní vazby vysokomolekulárních polymerů je menší než úhrnná energie mezimolekulárních vazeb. [5]

Zvětšuje-li se délka řetězce polymeru, vzrůstá i viskozita, bod tání, pevnost filmů v tahu, odolnost proti obrušování a pružnost. Zároveň se zmenšuje možný výběr rozpouštědel a klesá maximální možný obsah filmotvorné látky v nátěrové hmotě. V tom případě je jistou charakteristikou koncentrace filmotvorné látky, při níž se pozoruje přechod laku v gel. Povaha látky může tyto závislosti změnit, ale u většiny filmotvorných látek jsou charakteristické. [5]

2.10.2.2 Nízkomolekulární kondenzační produkty

Nízkomolekulární kondenzační filmotvorné látky, používané v průmyslu nátěrových hmot, jako např. aminopryskyřice a fenolické pryskyřice, alkydy aj., mají velmi malý polykondenzační stupeň. Jejich molekula obsahuje malý počet strukturních jednotek. [5]

Z uvedených úvah o vlivu molekulové hmotnosti na vlastnosti nátěrů plyne, že kondenzační pryskyřice, neschopné síťování a neobsahující modifikátory, schopné zajistit tuto přeměnu, budou způsobovat velkou přilnavost a špatnou mechanickou pevnost nátěru. Takové nátěry samy o sobě mohou být stěží odolné proti povětrnostním vlivům, avšak lze jich využít na základní nátěry nebo jako modifikátorů vysokomolekulárních produktů, zlepšujících přilnavost. [5]

Nízkomolekulárním kondenzačním pryskyřicím se podobají svými vlastnostmi i četné přírodní pryskyřice rostlinného původu (damara, mastix, kalafuna aj.). Získávání nátěrů na bázi nasycených lineárních polymerů kondenzačních pryskyřic, pryskyřic rostlinného původu, bez chemických látkových přeměn, je založeno na vypařování rozpouštědla (fyzikální tvorba filmu). Tyto nátěrové hmoty zasychají zpravidla rychleji než filmotvorné látky síťující při tvorbě filmu, poněvadž rychlost tohoto pochodu závisí pouze na rychlosti vypařování rozpouštědla. [5]

Rozpouštědla vřou obvykle za teplot od 56 do 140 °C. Proto je zvyšování teploty sušení omezeno bodem varu nejnižší složky. Je-li sušící teplota vyšší než bod varu této složky, bude vypařování procházet neobvykle bouřlivě, což působí vady na filmu. [5]

U řady pojiv je nejvyšší sušící teplota obvykle 50 °C. Tato sušící teplota má obrovský vliv na rychlost zasychání a zvláště na ty časové úseky, kterých je třeba před broušením nebo leštěním nátěru. Při sušení do 20 °C nelze strojně zpracovávat fyzikálně zasychající nátěr dříve než za hodinu, kdežto při předsušení při 50 °C se nátěr může obrousit již za 10 nebo 20 minut. [5]

Druhou podmínkou pro intenzivnější sušení nátěru, obsahujících těkavá rozpouštědla, je zahřívání samotné tekuté nátěrové hmoty na 40-45 °C, což nejen zkracuje sušení, ale vede i k velké úspoře rozpouštědla, neboť za zvýšené teploty se zmenšuje viskozita laku a proto se spotřebuje méně rozpouštědla. [5]

Konečně má obrovský vliv na intenzivnější sušení nátěrů výměna vzduchu v lakovnách, poněvadž v nátěrových hmotách, připravených k nanášení, je obsaženo 30-50 % netěkavých látek a 70-50 % rozpouštědel. Toto množství rozpouštědel zaujímá v podobě par velmi značný objem, takže je zapotřebí důkladné ventilace. [5]

2.10.3 Příklady ostatních pojiv pro vodouředitelné nátěrové hmoty

2.10.3.1 Polyvinylacetát

Monomerní vinylacetát vře při 72 až 73 °C. [31] Polyvinylacetát se vyrábí z odpovídajícího monomeru vinylacetátu s použitím radikálové polymerace. [32] Polyvinylacetát (PVAc) je typické nízkoprofilové aditivum s nízkou kontrakcí používanou pro nenasycené polyesterové pryskyřice. [33] Když jsou postranní skupiny polyvinylacetátu odstraněny hydrolyzou, alkoholyzou nebo saponifikací a následně se acetylací obnoví, zpracovaný polymer má obvykle nižší molekulovou hmotnost než původní. [34] PVAc je nehořlavý a bez zápachu. Může být použit při nízkých teplotách a rychle tuhne. Používá se i jako lepidlo a jeho aplikace je velmi snadná a nepoškozuje nástroje během řezání. [35] Mechanická odolnost lepidla PVAc však s rostoucí teplotou klesá. [31] Ve své nejdůležitější aplikaci se používá polyvinylacetát jako složka tvořící film ve vodných (latexových) barvách. [36]

Polymerace vinylacetátu je charakterizována vysokou reaktivitou vinylacetátového radikálu, poměrně nízkou reaktivitou vinylacetátu při ataku radikály, vysokou přenosovou konstantou na monomer i polymer, což vede ke vzniku silně rozvětvených produktů. [31]

Homopolymery a kopolymery vinylacetátu lze připravovat všemi technikami. [37] Kopolymery mohou být zpracovány jako roztoky malých molekul v interpretaci obalových jevů a často je realizována ideální objemová odezva opakujících se jednotek v kopolymerech. [38]

Největší význam má emulzní polymerace, neboť vznikající polymerní disperze (latexy) se téměř vždy používají přímo (bez izolace polymeru). Emulzní polymerace je komplikována poměrně velkou rozpustností monomeru ve vodě (0,9 % při 25 °C). Film je tvořen povlakem s latexem, který obvykle obsahuje nějakou formu zahušťovadla; jak se voda odpařuje, jsou částice koloidního polymeru vytlačeny na povrch, kde se sloučí do filmu. [39] Vzhledem k tomu lze předpokládat jiný mechanismus vzniku částic než u hydrofobních monomerů, např. styrenu. Podle pozorování probíhá polymerace v počáteční fázi ve vodném roztoku, neboť její rychlost v podstatě nezávisí na koncentraci emulgátoru. [31]

Výhradní použití ochranných koloidů (polymerů rozpustných ve vodě) poskytuje latexy s velikostí částic 1 až 10 μm. Samotné iontové emulgátory poskytují částice o velikosti 0,1 až 0,3 μm, při kombinaci obou typů vznikají částice o velikosti 0,2 až 2 μm. [31]

Nejčastěji používaným ochranným koloidem je polyvinylalkohol. Jeho emulgační účinek závisí na obsahu nezmýdelněných acetylových skupin a klesá (jako reakční rychlost emulzní polymerace) s klesajícím obsahem acetylskupin. Při polymeraci se část vinylacetátu naroubuje na použitý polyvinylalkohol. Polymerace je iniciována peroxidem vodíku nebo peroxodisíranem. [31]

2.10.3.2 Polymery a kopolymery kyseliny akrylové a methakrylové a jejich derivátů

Polymery a kopolymery kyseliny akrylové a methakrylové a jejich estery, amidy, nitrily i 2-kyanakryláty bývají často označovány jako polyakryláty. Jsou vyráběny jako homopolymery nebo (častěji) jako nejrůznější kopolymery. Všechny se vyznačují vynikající odolností vůči povětrnosti, stalostí na světle a transparentností. Používají se v závislosti na typu monomeru jako nátěrové hmoty a různé průmyslové pomocné látky, plasty a vlákna. Jejich vlastnosti pochopitelně závisejí na druhu monomeru, komonomeru, na způsobu

přípravy, molekulové hmotnosti, event. na rozsahu zesíťování. Podle typu hlavního monomeru lze pro praxi tuto oblast polymerů rozdělit na řadu podskupin. pro polyakryláty a polymethakryláty platí:

- polyakryláty jsou při stejné délce řetězce alkoholové složky měkčí než polymethakryláty,
- tvrdost a bod měknutí klesají se stoupajícím počtem uhlíkových atomů alkoholu použitého k esterifikaci až k minimu, které je u alkylakrylátu při C₈, u alkylmethakrylátu při C₁₂,
- monomery s rozvětveným alkoholovým řetězcem dávají tvrdší polymery než monomery s rovným alkoholickým řetězcem. [31]

Polyakryláty tvoří mekké až lepkavé filmy; filmy z polymethakrylátu jsou značně tvrdší. Přehled vlastností některých homopolymerů uvádí tabulka:

Tabulka 1: Přehled vlastností některých homopolymerů [29]

Homopolymer	Mez pevnosti v tahu MPa	Tažnost %	T_g °C	Teplota křehnutí °C
polymethylakrylát	7,0	750	8	4
polyethylakrylát	0,23	1800	-22	-24
polybutylakrylát	0,02	2000	-54	-44
polymethylmethakrylát	63,3	4	105	91
polyethylmethakrylát	35,2	7	65	49
polybutylmethakrylát	7,0	230	20	16

Polymethakryláty mají vyšší odolnost vůči tepelnému rozkladu než polyakryláty. teplotu počínajícího rozkladu homopolymeru při dlouhodobém vystavení zvýšené teplotě má:

- polymethylakrylát - 120 °C,
- polyethylakrylát - 120 °C,
- polybutylakrylát - 140 °C,
- polymethylmethakrylát - 190 °C,

- polyethylmethakrylát - 135 °C,
- polybutylmethakrylát - 160 °C. [31]

Zajímavou vlastností polymethakrylátů je jejich schopnost depolymerovat za zvýšené teploty beze zbytku na monomer, čehož se využívá při regeneraci monomeru z odpadního polymeru, při přípravě barev na porcelán a při nanášení luminiscenčních vrstev televizních obrazovek. Naproti tomu při tepelné depolymeraci polyakrylátů vzniká malé množství uhlíkatého zbytku. [31] Mezi pojivy organických povlaků je polyakrylát (PA) jedním z nejvýznamnějších adhezivních materiálů díky své adhezivní vlastnosti, pružnosti a odolnosti vůči povětrnostním vlivům. V současné době vzrůstající přísný zákon o ochraně životního prostředí přináší nátěry PA na bázi vody rostoucí pozornost jak v akademickém, tak v průmyslovém oblasti. [40]

2.10.3.2.1 Polyakryláty a polymethakryláty jako pojiva nátěrových hmot

Poly(meth)akryláty jsou syntetické (ko)polymery připravené volnou radikálovou polymerací. Poly(meth)akryláty jsou dostupné v různých formách: jako vodné disperze, organické roztoky, granule nebo prášky. Jejich fyzikálně-chemické vlastnosti jsou určeny funkčními skupinami. [37]

Polyakryláty a polymethakryláty lze rozdělit na termoplastické rozpouštědlové typy, reaktoplastické rozpouštědlové typy, vodné disperze, nevodné disperze a typy ředitelné vodou. [31]

2.10.3.2.2 Vodné disperze

Akrylové vodné disperze se připravují emulzní polymerací. Pro tyto výrobky mají větší význam estery kyseliny akrylové, neboť mají nižší T_m a T_g než estery kyseliny methakrylové, a jsou proto schopny vytvářet filmy za normální teploty (u polymethakrylátů se tato schopnost objevuje až u polybutylmethakrylátu). Nejdůležitější monomery pro přípravu kopolymerních latexů jsou ethyl-, butyl- a 2-ethylhexylakrylát i methyl- a butylmethakrylát. Kromě toho se často používají i jiné komonomery (styren, vinylacetát). Zvláštní význam má kyselina akrylová, která, je-li použita v množství 1 až 3 % jako komonomer, zlepšuje stabilitu disperzí i adhezi jejich filmů. [31]

Kopolymerací různých monomerů lze připravit rozsáhlou paletu vodných disperzí (latexů), které poskytují filmy s vynikající stálostí na světle, odolností na povětrnosti a dobrou přilnavostí. lesk těchto filmů závisí na velikosti částec latexu; s klesající velikostí částec

vzrůstá. Velikost částeczek závisí na druhu a množství použitého emulgátoru, na způsobu přidávání monomeru do reaktoru a na množství soli. Za jinak srovnatelných podmínek dávají anionické typy emulgátorů emulze o menší velikosti částic než emulgátory neionogenní. Malé částičky disperze vyžadují vyšší koncentraci emulgátorů, která vede ke snížení odolnosti nátěrového filmu vůči vodě. Proto musí být velikost částeczek výsledkem kompromisu. Obecně dávají akrylové estery disperze o lepší stabilitě než jiné monomery a dovolují i menší velikost částeczek. [31] Z hlediska adheze je polymerní film vyrobený z vodní disperze specifický do jisté míry. Tento film si z jisté míry uchovává paměť polymerních částic, což vede ke smršťování filmu po vysušení. [41]

Zatímco u methakrylátů nehrozí nebezpečí vzniku trojrozměrných struktur, je u akrylátů přenos na polymer na skupině uhlovodíku hlavního řetězce značný. Proto se musí používat regulátory molekulové hmotnosti nebo pracovat při nižší teplotě s redoxním iniciačním systémem. Obvykle se používá peroxodisíran draselný nebo amonný a redukující složkou je disířičitan, thiosíran nebo hydrogensířičitan sodný. [31]

2.10.3.3 Alkydy

2.10.3.3.1 Nemodifikované alkydy

Alkydové pryskyřice byly zavedeny ve třicátých letech jako pojidla pro barvy. Jejich kompatibilita s mnoha polymery a extrémně široká formulační šířka je činí vhodnými pro výrobu velmi širokého spektra nátěrových materiálů. To zahrnuje nátěrové hmoty a nátěrové hmoty pro dřevo a kov, nátěrové hmoty na silniční značení, antikorozi barvy, nitrocelulózoové laky, dvousložkové isokyanátové vytvrzující nátěry, povlaky na vytvrzování kyselinou, kalené smalty apod. [42] Alkydové pryskyřice jsou nejrozšířenějšími polymery pro širokou škálu aplikací nátěrů a povlaků. Vykazují významně rychlé vlastnosti při sušení vzduchem se zvýšenou odolností vůči vnějším povrchům ve srovnání s konvenčními alkydovými látkami s vysokou pevností a mohou být použity pro výrobu vysoce lesklých dekorativních nátěrů s nízkým obsahem organického rozpouštědla a dobrými aplikačními vlastnostmi. [43] Alkydové pryskyřice jsou v oboru nátěrů používány extenzivně proto, že; tyto materiály mají dobrý lesk, pružnost a adhezní vlastnosti. [44] Alkydové pryskyřice jsou polyestery získané polykondenzací polykyselin (jako anhydrid kyseliny ftalové), polyalkoholy (jako glycerol) a mastné kyseliny s dvojitou vazbou. [45]

Jednoduché, tj. nemodifikované alkydy jsou polyestery připravené z polykarboxylových kyselin a polyalkoholů, kde alespoň jedna složka je trojfunkční nebo

vícefunkční. Alkydy mají tedy rozvětvenou až zesíťovanou strukturu. Z obrovského počtu možných alkydů z nejrůznějších surovin se v praxi osvědčilo jen velmi málo typů, a to jen pro speciální použití. [31]Alkydové pryskyřice jsou polyestery modifikované nenasycenými mastnými kyselinami. Nejjednodušší způsob získání alkydových pryskyřic s vysokým obsahem pevných látek je snížení molekulové hmotnosti oligomerů. Nicméně získané pryskyřice mají neuspokojivé vlastnosti. Jejich povlaky schnou velmi pomalu a jiné vlastnosti nejsou způsobitelné pro použití. Existují také další metody pro snížení obsahu organických rozpouštědel v alkydových pryskyřicích, většina z nich je však nepraktická. Praktickým řešením kromě snížení molekulové hmotnosti pryskyřic je současné zvýšení jejich molekulárního větvení. Pryskyřice mohou mít konvenční strukturu a jejich zvýšené rozvětvení je dosaženo zavedením polyfunkčních substrátů. [46]Alkydové pryskyřice mohou být formulovány jako krátký olej, střední olej, dlouhý olej a extra dlouhé olejové pryskyřice. Krátké, střední, dlouhé a extra dlouhé alkydové pryskyřice obsahují 30, 50, 60 a 75 hm. % oleje. Alkydové pryskyřice se vyznačují rychlým sušením, dobrou přilnavostí, pružností a trvanlivostí. Jejich hlavní slabostí je nízký alkalický odpor. Alkydové pryskyřice jsou hydrolyzovány za alkalických podmínek kvůli jejich esterovým vazbám. Široké spektrum vlastností alkydových pryskyřic je modifikováno různými reaktivními chemickými látkami a dalšími polymerními materiály, jako jsou fenolové pryskyřice, aminové pryskyřice atd. [47]Alkydová pryskyřice je jednou z nejoblíbenějších složek vodou ředitelných nátěrových systémů a většina typů modifikovaných alkydů může být změněna ve vodu redukovatelnou formu. Alkydové pryskyřice redukovatelné vodou jsou podobné svým protějškům s rozpouštědly. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že jejich formulace je modifikována tak, aby zaváděla navázané skupiny karboxylových kyselin podél polymerového řetězce. Tyto navázané kyslíkové skupiny mohou být neutralizovány bazickými sloučeninami za vzniku ve vodě rozpustné formy alkydového polymeru. [48]

Podle použití lze jednoduché alkydy rozdělit na:

- alkydy používané jako modifikující složka laků (bezolejové alkydy),
- alkydy pro práškové nátěrové hmoty,
- alkydy používané jako složky polyurethanů,
- alkydy používané jako pojivo elektroizolačních laků.

Příprava alkydů je jednoduchá a zařízení je stejné jako při výrobě ostatních polyesterů. Suroviny se zpravidla vyhřejí v atmosféře CO₂ nebo dusíku na 180 až 220 °C; tato teplota se za míchání udržuje tak dlouho, až číslo kyselosti poklesne na žádanou hodnotu. Nakonec se

produkt krátce evakuuje pro odehnání posledních zbytků vody a pro dosažení žádaných hodnot čísla kyselosti a viskozity. [31]

Pro přípravu bezolejových alkydů slouží hlavně kyselina ftalová, trimellitová, adipová, isoftalová, z polyalkoholů diethylenglykol, neopentylglykol, glycerol, trimethylolpropan a pentaerythriol a jako monokarboxylová kyselina se používá kyselina *p*-terc.butylbenzoová. Glycerol (také nazývaný glycerin) je sladká sirupovitá látka se třemi alkoholovými skupinami alkoholu. Jeho systematickým názvem je propan-1,2,3-triol. Glycerol byl nejprve získán jako vedlejší produkt při výrobě mýdla, přes saponifikaci (hydrolýzu v bázi) tuků. [49]

Alkyd-akrylové hybridy se připravují polymerací akrylových monomerů v přítomnosti koloidních alkydových kapiček. Polymerizace v přítomnosti alkydu způsobí retardaci polymerace radikálovou delokalizací po radikálním přenosu do nenasyčených skupin mastných kyselin v alkydu. Přeměna může být zvýšena na téměř 100 % a to úpravou reakčních podmínek. [50]

2.10.3.3.2 Alkydy modifikované oleji, resp. mastnými kyselinami

Nemodifikované alkydy mají omezenou rozpustnost a často nedostatečné filmotvorné vlastnosti, a dají se proto jen omezeně použít jako samostatné filmotvorné složky nátěrových hmot. Rozpustnosti v aromatických uhlovodících se docílíje vestavěním monokarboxylových kyselin do alkydové molekuly. K tomu jsou vhodné zejména kyseliny vysychavých a nevysychavých olejů. Modifikací alkydů těmito kyselinami s dlouhými alifatickými řetězci se dosáhne nejen dobré rozpustnosti pryskyřic v levných lakařských rozpouštědlech, ale současně se kombinuje výborná filmotvornost rostlinných olejů se síťující schopností alkydů. Modifikací alkydu monofunkční kyselinou se sníží průměrná funkčnost výchozích monomerů a přípravu lze snadno zvládnout bez nebezpečí vzniku gelu. Získané produkty jsou cennými surovinami pro výrobu nátěrových hmot. Pro přípravu alkydů modifikovaných oleji jsou nejvýznamnějšími dva postupy, a to jednostupňový (z mastných kyselin) a dvoustupňový (neboli monoglyceridový z olejů). [31]

Při modifikaci alkydů je důležitým pojmem obsah mastných kyselin nebo modifikujícího oleje, vyjádřený tzv. olejovou délkou. Alkydy s obsahem oleje pod 40 % jsou označovány jako krátké, s obsahem oleje 40 až 60 % jako střední a nad 60 % oleje jako dlouhé typy. [31]

Glycerolftalát získaný zahříváním 2 mol se 3 mol ftalanhydridu je alkyd s nulovou olejovou délkou (nemodifikovaný jednoduchý alkyd). Alkyd získaný zahříváním 1 mol glycerolu, 1 mol ftalanhydridu a 1 mol mastné kyseliny má naopak maximální olejovou délku, tj. 60,5 %. Glycerolftalový alkyd bohatší na olej bude směsí pryskyřice o maximální olejové délce a volného oleje. Proto nemá 60 %-ní glycerolftalový alkyd žádné rozvětvení a sestává z řetězových molekul. U alkydů připravených místo glycerolu z čtyřgunkčního pentaerythritolu je maximální olejová délka větší, a sice 74,9 %. Teoretická olejová délka je však v praxi vždy nižší, protože všechny alkydy jsou připravovány s určitým nadbytkem polyalkoholu. [31]

2.10.3.4 Epoxidové pryskyřice

Epoxidové pryskyřice jsou důležitou skupinou komerčně dostupných sloučenin používaných v průmyslových aplikacích pro lepidla a kompozitní materiály. Mechanické a fyzikální vlastnosti cílové pryskyřice lze zlepšit kombinací s novolaky, jinými složkami vytvářejícími pryskyřice nebo plničovými materiály. Úprava mechanických vlastností má velký význam pro zajištění vysoké tvrdosti bez křehkosti a dobré zpracovatelnosti během zpracování. [51] Epoxidové pryskyřice se běžně používají ve stavebnictví. Vzhledem k vysoké odolnosti proti oděru mohou být epoxidové malty a betony použity jako povrchové nátěry na mostech, chodnicích a na průmyslových podlahách. Díky své vynikající odolnosti mohou být epoxidové pryskyřice použity v průmyslových budovách, podzemních aplikacích a v konstrukcích na pobřeží. [52] Epoxidové pryskyřice byly například použity k zapouzdření LED s nízkou efektivitou nákladů, dobrou průhledností, vysokým indexem lomu, vynikající přilnavostí a mechanickými vlastnostmi. [53] Epoxidová sloučenina je jednou z důležitých UV-vytvrditelných pryskyřic, která využívá fotoiniciovanou kationtovou polymerizaci k otevření kruhu kvůli rychlé polymerizaci a dobrým fyzikálními vlastnostem konečných produktů. [54]

Pod pojmem epoxidové pryskyřice rozumíme sloučeniny, které obsahují v molekule více než jednu epoxidovou (oxiranovou) skupinu. [31] Základní struktura epoxidu obsahuje atom kyslíku připojený ke dvěma sousedním atomům uhlíku uhlovodíku. Kmen tříčlenného kruhu činí epoxid mnohem reaktivnější než typický acyklický ether. [55] Tato skupina je velmi reaktivní a na její reaktivitě s velkým počtem látek, vedoucí k zesíťovaným makromolekulárním produktům, spočívají aplikace těchto pryskyřic jako lepidel, zalévacích a lisovacích hmot, laminátů a lakařských pryskyřic. Při vytvrzování se neodštěpují vedlejší produkty a dochází jen k malému smrštění. Vytvrzené produkty mají výbornou přilnavost na kovy, sklo, keramiku, dřevo aj. Mají velmi dobré chemické a elektroizolační vlastnosti v

poměrně široké oblasti teplot, cenná je i jejich značná odolnost vůči vodě, roztokům alkálií a kyselin a některým rozpouštědlům. [31] Epoxidové pryskyřice byly široce popsány pro různé aplikace povlaků. Nicméně jejich využití v oblasti vodou ředitelných pryskyřic je omezeno vzhledem k jejich vysoké funkčnosti, která vede k tvorbě gelu před vodou rozpustným stupněm. Proto musí být jejich funkčnost snížena, aby se dosáhlo rozpustnosti ve vodě. To se provádí esterifikací monobasickými mastnými kyselinami za vzniku esterů epoxidů. Kompletní esterifikace epoxidových pryskyřic se obvykle neuskutečňuje z důvodu obtížnosti získání dostatečně nízkých hodnot kyselosti. [56]

Epoxidová pryskyřice se širokým spektrem možností formulace je široce používána jako ochranné nátěry pro venkovní prostory. Nicméně je známo, že bisfenol A (BPA), klíčová složka běžné epoxidové látky, narušuje lidské přírodní hormony a způsobuje různé poruchy v těle. Snížení nebo úplné vyloučení používání BPA je proto v agendě průmyslu nátěrových hmot. [57] Epoxidové pryskyřice mají výborné adhezivní vlastnosti, proto existuje řada technologických otázek, které znesnadňují odstranění plně zesítené epoxidové pryskyřice z hrubých kovových povrchů. [58]

Epoxidové pryskyřice lze zásadně rozdělit na dvě skupiny:

- typy obsahující glycidylové (2,3-epoxypropylové) skupiny, připravené reakcí epichlorhydrinu s vhodnými skupinami,
- typy obsahující epoxidové skupiny, připravené epoxidací nenasycených sloučenin.

[31]

2.10.3.4.1 Pryskyřice glycidylového typu

Nejběžnějším typem epoxidových pryskyřic jsou produkty alkalické kondenzace epichlorhydrinu s 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propanem, zvaným krátce dian nebo bisfenol A (85 % světové výroby). [31] V současné době jsou glycidylétherové pryskyřice odvozené z bisfenolu A nebo fenolických novolaků zdaleka nejdůležitějšími pryskyřicemi z hlediska použité tonáže. [59] Při této kondenzaci probíhají dvě hlavní reakce; nejprve adice epoxidové skupiny epichlorhydrinu na fenolický hydroxyl, katalyzovaná přítomností alkálií, potom odštěpení chlorovodíku z vzniklých chlorhydrinetherů za vzniku epoxidových skupin. Epoxidová skupina zůstává buď zachována, nebo dále reaguje s fenolickým hydroxylem další molekuly dianu za vzniku výšemolekulárních látek. Kromě těchto hlavních reakcí probíhá ještě několik vedlejších, např. částečná hydrolýza epoxidových skupin vodou za zvýšené teploty na dioly. [31]

Odštěpení chlorovodíku z chlorhydrinetherů je rovnovážná reakce, a proto zůstává část chlorhydrinových skupin zachována i v konečném produktu (tzv. hydrolyzovatelný chlot). Adice epichlorhydrinu na fenolický hydroxyl může v malém rozsahu probíhat alternativně. V malém rozsahu může tovněž dojít k reakci chlorhydrinové skupiny s epichlorhydrinem. Chlor v jiných než α,β -chlorhydrinových skupinách není odštěpitelný roztokem alkalického hydroxidu. [31]

Molekulová hmotnost připravované pryskyřice se dá v určitých mezích řídit molárním poměrem dianu a epichlorhydrinu. Při poměru 1 : 2 by se teoreticky měl získat diandiglycidylether, avšak následkem vedlejších reakcí vzniká pryskyřice s molekulovou hmotností 450 až 500 s nižším obsahem epoxidových skupin. [31]

2.10.3.4.2 Epoxyestery

Esterifikace epoxidových pryskyřic kyselinami má velký význam pro přípravu lakařských pryskyřic. Esterifikaci podléhají epoxidové i hydroxylové skupiny. Esterifikace epoxidových skupin probíhá při 80 až 150 °C, esterifikace hydroxylových skupin vyžaduje vyšší teploty. Za vyšších teplot lze uvažovat i o vedlejší reakci - etherifikaci. [31] Epoxyestery mají celou řadu aplikací v systémech založených na rozpouštědlech a vodě, jako jsou nátěrové hmoty, lepidla, laminované desky, tiskové barvy, lisovací pryskyřice a elektroizolační laky. [60]

Pro přípravu lakařských pryskyřic mají význam zejména mastné kyseliny sojového, lněného a dehydratovaného ricinového oleje. Příprava spočívá ve společném zahřívání epoxidové pryskyřice s mastnými kyselinami na 200 až 260 °C v inertní atmosféře za dobrého míchání a za azeotropického oddělování vody xylenem. Pro esterifikaci se hodí výšemolekulární typy pryskyřic, aby se dosáhlo potřebné viskozity. Pro dosažení optimálních vlastností se využije jen 40 až 60 % všech esterifikačních možností pryskyřice a získané produkty mají část hydroxylových skupin neesterifikovanou. [31]

Epoxyestery jsou rozpustné v alifatických a aromatických uhlovodících. Rozpustnost závisí na obsahu mastných kyselin. Jejich nižší obsah vyžaduje větší podíl aromatických uhlovodíků. Epoxyestery mastných kyselin vysychavých olejů poskytují laky, které po přidavku kobaltového sušidla na vzduchu zasychají autooxidací. Jejich zasychání je rychlejší než u alkydových laků, lakové filmy mají lepší adhezi a vyšší tvrdost při velmi dobré vláčnosti i lepší odolnost proti vodě a roztokům alkálií. [31]

Speciální epoxyesterové pryskyřice se používají pro nátěrové hmoty ředitelné vodou. Takové pryskyřice mají zabudované karboxylové skupiny, které se pro dosažení žádoucí rozpustnosti ve vodě musí převést terc.aminem nebo i alkalickým hydroxidem (u hmot pro EC) na soli. Nejvýznamnějšími aplikacemi těchto pojiv jsou nátěrové hmoty nanášené elektrochemicky a základní nátěry nanášené máčením. [31]

2.11 Aditiva

Aditiva lze ve zjednodušeném pohledu definovat jako přísady, které se přidávají v relativně malých množstvích k nátěrovým hmotám (respektive jsou součástí formulace), příznivě ovlivňují některé jejich vlastnosti, jiné nežádoucí vlastnosti potlačují a přitom se nezúčastňují chemických reakcí při tvorbě nátěrového filmu. [4]

V souladu s touto definicí, přestože nevymezuje naprosto vyčerpávajícím způsobem tuto kategorii lakařských surovin, nenáleží mezi aditiva takové přísady, jakou jsou například peroxidy, urychlovače, tvrdidla, inhibitory. Naproti tomu mezi aditiva se v souladu s uvedenou definicí řadí sikativy, které v procesu zasychání u oxidačně zasychajících typu nátěrových hmot působí jako katalyzátory. Důkazem této role sikativů je skutečnost, že zasychání rostlinných olejů probíhá i bez jejich přítomnosti, i když podstatně pomaleji. [4]

Po chemické stránce představují aditiva velmi různorodou paletu látek počínaje přírodními (lecitin), přes modifikované přírodní materiály až po uměle připravené látky složité struktury, které dnes již v sortimentu převažují. Také rozsah koncentrace efektivní účinnosti lakařských aditiv je značně rozsáhlý a specificky vymezený. V závislosti na charakteru, účinnosti a použití jednotlivých aditiv se jejich koncentrace pohybuje v rozsahu od 10^{-4} % hmotnosti nátěrové hmoty (například silikonové přípravky, respektive tenzidy na bázi fluorovaných uhlovodíků) až po desítky procent v případě minerálních zahušťovadel a matovacích prostředků. Nejčastěji se však jejich koncentrace pohybuje řádově kolem 1 % celkové hmotnosti. [4] Přírodní a syntetické vysoce polymerní látky se často používají jako ochranné bariéry ve formě samonosných filmů, povlaků na tkaninách a laků. [61]

Vysoké nároky na technologické, aplikační a užité vlastnosti nátěrových hmot nejsou již v řadě případů splnitelné bez přítomnosti aditiv ve formulaci. [4]

V dnešní době hrají aditiva nezastupitelnou roli prakticky ve všech stádiích přípravy i zpracování nátěrové hmoty. [4]

Ve stádiu přípravy ovlivňuje přítomnost vhodných typů aditiv například rychlost dispergace pigmentů a plniv, zamezuje jejich pění; ve stádiu skladování zlepšují jejich stabilitu, odolnost proti sedimentaci, škrálování a podobně; ve stádiu aplikace příznivě ovlivňují jejich tokové vlastnosti (reologii) - rozliv, stékání, elektrostatické nanášení; a konečně ve finálním stádiu (funkční nátěr) jejich technologické a užité vlastnosti. [4]

2.11.1 Hlavní charakteristiky lakařských aditiv

- Fyzikální podoba - s aditivy se setkáváme v různých fyzikálních formách, ve formě kapalin, granulí, prášků a past,
 - charakteristickým znakem řady aditiv je jejich specifický účinek a citlivá koncentrační závislost. Předávkování často vyvolává nežádoucí a negativní vedlejší účinky, projevující se ve ztrátě některých mechanických vlastností (např. přilnavost, ohebnost, pružnost atd.), nebo v defektech vytvořeného nátěru,
 - Některá aditiva naopak vykazují vícefunkční účinek, tj. mají schopnost ovlivňovat fyzikálně - chemické a technologické vlastnosti nátěrových hmot a nátěrových filmů ve více směrech současně. Například určité aditivum může v nátěrové hmotě působit současně jako zahušťovadlo, matovací prostředek, antisedimentační a reologický prostředek. Typickým představitelem této skupiny aditiv jsou povrchově aktivní látky.
- [4]

2.11.2 Volba dávkování aditiv

V otázce volby vhodného aditiva k dosažení požadovaného účinku je formulátor nátěrové hmoty odkázán na své zkušenosti, ale především na doporučení výrobce příslušného aditiva. [4]

Jak už bylo naznačeno, neobyčejná složitost a mnohotvárnost vzájemných interakcí jednotlivých složek nátěrových hmot a přítomnost aditiv znemožňuje exaktní poznání jejich mechanismu a vytvoření vhodného matematického modelu, který by umožňoval výpočet optimální koncentrace daného aditiva z hlediska docílení požadovaných účinků. [4]

Z tohoto hlediska je otázka dávkování, respektive určení optimální koncentrace aditiva, záležitostí výhradně empirickou. Při tom účinná koncentrace daného aditiva obvykle závisí na charakteru použité filmotvorné báze a na okolnosti, zda se jedná o pigmentovaný či nepigmentovaný systém. Rovněž je koncentrace a často i typ vhodného aditiva závislá na skutečnosti, byl-li k formulaci použit anorganický nebo organický typ pigmentu a na způsobu povrchové úpravy použitých pigmentů. Tuto závislost lze ostatně očekávat vzhledem k oprávněnému předpoklad, týkajícímu se odlišných poměrů při adsorpci a různé velikosti mezifázového povrchu pro uvedené varianty. [4]

2.11.3 Klasifikace lakařských aditiv

Podle charakteristických účinků je možno dodávaná aditiva rozdělit do následujících skupin a podskupin. V praxi však konkrétní třídění celé řady aditiv je obtížné, ne-li nemožné, pro jejich často vícefunkční charakter. [4]

2.11.3.1 Aditiva usnadňující výrobu nátěrových hmot, zlepšující jejich stabilitu při skladování a ovlivňující jejich aplikační vlastnosti

- dispergační prostředky (smáčedla),
- aditiva zabraňující sedimentaci pigmentů a plniv v nátěrové hmotě,
- přípravky zabraňující tvorbě škráloupu,
- odpěňovací prostředky,
- reologická aditiva,
 - prostředky upravující konzistenci nátěrových hmot,
 - zahušťovadla,
 - prostředky proti houstnutí (stabilizátory viskozity),
 - prostředky ovlivňující rozliv a stékání nátěrových hmot,
- antivegetativní, fungicidní, baktericidní a konzervační prostředky,
- prostředky ovlivňující specifickou elektrickou vodivost nátěrových hmot,
- prostředky ovlivňující plavání a flotaci pigmentů,
- prostředky zvyšující odolnost nátěrové hmoty proti účinku mrazu. [4]

2.11.3.2 Prostředky ovlivňující tvorbu nátěrového filmu

- sušidla (sikativy),
- koalescenční prostředky. [4]

2.11.3.3 Prostředky ovlivňující povrchové vlastnosti nátěrů a jejich odolnosti vůči různým škodlivým účinkům prostředí

- aditiva pro kontrolu lesku,
 - aditiva zvyšující lesk nátěru,
 - aditiva snižující lesk nátěru (matovací prostředky),
- přípravky pro tvorbu efektních povrchů a struktur,
- přípravky zvyšující mechanickou odolnost nátěrů,
- aditiva chránící nátěr před škodlivými účinky radiačního záření (UV absorbéry),
- aditiva zvyšující odolnost nátěrů vůči účinkům vody a vzdušné vlhkosti. [4]

2.11.3.4 Ostatní prostředky

- inhibitory koroze,
- prostředky zpomalující hoření nátěrů,
- prostředky zlepšující přilnavost nátěrů k podkladu a mezi vrstvami,
- odoranty a desodoranty,
- luminiscenční prostředky,
- antistatika. [4]

2.11.4 Reologická aditiva

Na nátěrové hmoty jsou kladeny četné požadavky, mimo jiné i z hlediska reologického chování. Mají mít takové tokové vlastnosti, které by zajišťovaly snadnou dispergaci pigmentu, dobrý rozliv a snadnost roztírání, optimální stupeň penetrace do podkladu a současně aby zabráňovaly stékání po svislých stěnách, plavání i usazování pigmentů při skladování. Jsou to požadavky v mnohém si vzájemně odporující, kterým mohou plně vyhovět jen hmoty tixotropního charakteru. [4]

Pod pojmem tixotropie rozumíme anomální chování kapalin charakterizované závislostí viskozity na čase. U tixotropních kapalin ubývá zdánlivá viskozita při konstantním tečném smykovém napětí případně při konstantním rychlostním gradientu D s časem. Tixotropie se vyskytuje prakticky vždy spolu se strukturální viskozitou. Gelovité struktury tixotropních kapalin jsou rozrušovány s dobou působení konstantního τ , což vede k poklesu v . Tixotropie je vyvolána pravděpodobně tím, že jednotlivé částice systému tvoří nepravidelný voštinový skelet, spojení na jednotlivých místech buď elektrostatickými, nebo vedlejšími vazebnými silami. Následkem nepatrného počtu spojovaných míst je pochopitelné, že stačí relativně slabé mechanické působení, aby snížilo viskozitu, tj. rozbilo skelet gelu a na druhé straně je potřebný určitý čas, aby se tento skelet opět vybuďoval. Jedná se tedy o plně reverzibilní, izotermní změnu sol - gel, kde stupeň rozrušení závisí na energii přiváděné systému. Energie potřebná k rozrušení struktury je poměrně nepatrná a proto také je krátký čas potřebný k opětovnému vybudování původní struktury. [4]

2.11.5 Povrchově aktivní látky

Povrchově aktivní látky - tenzidy - jsou látky snižující povrchové napětí kapalin nebo mezifázové napětí dvou či více nemísících se kapalin, v nichž jsou rozpuštěny. Specifické vlastnosti tenzidů vyplívají ze zvláštní struktury jejich molekul, které jsou složeny ze dvou částí - polární (hydrofýlní, lyofilní) a nepolární (hydrofobní, lipofilní). Podle chemické

struktury jsou tenzidy děleny na ionogenní a neionogenní podle toho, zda ve vodě disociují či nikoliv. Podle náboje disociované povrchově aktivní části molekuly se tenzidy dělí na anionaktivní a kationaktivní. Lipofilní části molekul tenzidů jsou zpravidla tvořeny uhlovodíkovým řetězcem. Lyofilní části anionaktivních tenzidů může být například karboxylová skupina a neionogenních polyoxyethylenový řetězec a u kationaktivních typů kvarterní amoniová skupina. [4]

Amfifilní charakter molekul tenzidů se projevuje zejména ve vodných roztocích, v nichž dochází k orientované adsorpci molekul na fázovém rozhraní a k tvorbě micel schopných solubilizovat organické kapaliny. [4]

2.11.5.1 Rozdělení tenzidů podle chemické struktury

- anionaktivní - soli karboxylových kyselin (soli nesubstituovaných karboxylových kyselin, soli aminokyselin, soli acylovaných aminokyselin), soli esterů kyseliny sírové (sulfáty mastných kyselin, primární alkylsulfáty, sekundární alkylsulfáty, sulfáty rozvětvených alkoholů, sulfáty alkylpolyalkoholů, sulfáty substituovaných polyglykoetherů, sulfáty acylovaných nebo alkylovaných alkyloamidů), soli sulfokyselin (primární alkylsulfonáty, sekundární alkylsulfonáty, alkensulfonáty, sulfonáty mastných kyselin, jejich esterů, amidů apod., alkylbenzensulfonáty, alkylnaftalsulfonáty), tenzidy obsahující jiné anionaktivní skupiny (fosfáty, polyfosfáty, fosfonáty, fosfináty, thiosulfáty, sulfínáty atd.),
- neionogenní - substituované polyalkoholy, polyglykoethery (alkylpolyglykoethery, acylpolyglykoethery, alkylarenpolyglykoethery - z alkylovaných fenolů nebo naftolů, produkty z amidů, kyselin a ethylenezidů - amidy mastných kyselin, amidy alkylsulfokyselin), substituované polyamidy,
- kationaktivní - typy R - N (soli alkylamidů, kvarterní amoniové soli, alkylpiridiniové soli), sloučeniny typu R-X-N (acylalkylaminy, alkylethylenmočoviny). [4]

2.11.5.2 Některé vlastnosti tenzidů

Jak je zřejmé z předchozího přehledu, existuje veliké množství různých tenzidů, které se liší jednak alifatickou částí molekul, jednak charakterem hydrofyní skupiny. Různé tenzidy se proto liší i svými vlastnostmi a tedy i použitelností pro různé účely. Obecně se tenzidy používají jako smáčedla, dispergátory, emulgátory, detergenty, prací prostředky, zpěňovadla, či solubilizační činidla. Vliv typu anionaktivní skupiny na některé vlastnosti roztoků tenzidů je zřejmý z následující tabulky. [4]

Tabulka 2: Vlastnosti tenzidů [60]

Vlastnost	-COOMe	-OSO ₃ Me	-SO ₃ Me
Smáčení	+++	++	+
Detergentní účinek	+++	++	+
Povrchová aktivita	+	++	+++
Emulgační schopnost	+	++	+++
Pěnovost	+	++	+++
Stabilita pěny	+++	++	+
Snadnost odpěnění	+	++	+++
Rozpustnost	+	++	+++
Citlivost na pH	+++	++	+
Stálost vůči tvrdé vodě	-	++	+++

2.11.6 Dispergační aditiva

Princip výroby nátěrových hmot spočívá v dispergaci - v rozmělnování pevných shluků (aglomerátů) pigmentů a plniv v prostředí tvořeném roztoky pojiv (filmotvorných látek). Tohoto se docílí pomocí dispergačních zařízení - mlýnů a vysoce účinných míchaček (disolvérů), které tento proces umožňují. Pro pochopení funkce a mechanismu účinku této skupiny aditiv je nutné připomenout proces dispergace pevných podílů - pigmentů a plniv v pojivech, který sestává ze tří základních stádií:

- smáčení pigmentů a plniv pojivy (tj. vytěsňování adsorbovaného vzduchu a vlhkosti na povrchu pevných částic),
- dispergace, rozmělnování (desintegrace) aglomerátů - shluků pigmentů a plniv (opačným procesem je flokulace),

- stabilizace docíleného, tj. dispergovaného stavu suspenze pigmentů a plniv v pojivu. [5]

Dispergovatelnost pigmentů a plniv je značně závislá na smáčecích vlastnostech použitého pojiva. Například běžně používané alkydové pojivo má poměrně velmi dobré smáčecí schopnosti a tedy není třeba běžně používat, při dispergaci pigmentů v tomto pojivu, dispergačních aditiv. Naproti tomu některá pojiva jako např. akrylátová roztoková pryskyřice vyžadují pro docílení ekonomicky únosných výsledků použití těchto prostředků při dispergaci. [5]

Rychlost smáčení (tzn. rychlost s jakou je vytěšňován z povrchu pevných částic pigmentů adsorbovaný vzduch a vlhkost) je závislá na výši mezipovrchového napětí, které existuje, na rozhraní mezi pevným podílem (pigmenty a plnivy) a kapalným pojivem. Hodnota tohoto mezipovrchového napětí je přitom významnou mírou ovlivněna typem použitého pigmentu (tzn. zda se jedná o anorganický nebo organický typ) a jeho případnou povrchovou úpravou. [5]

Z praktických zkušeností je známo, že proces dispergace lze usnadnit a podstatně urychlit přidávkem tzv. povrchově aktivních látek, které účinně snižují povrchové, resp. mezipovrchové napětí a tedy usnadňují tak vlastní proces povrchu pigmentů a plniv. Z tohoto důvodu se tyto prostředky označují jako smáčecí aditiva, nebo krátce smáčedla. [5]

2.11.7 Aditiva potlačující vyplavávání a flotaci pigmentů

Vyplavávání je barevná změna v ještě vlhkém nátěrovém filmu po nanesení, vyvolaná koncentrací některého z pigmentů pigmentové směsi na povrchu nátěrového filmu. Při vyplavování pigmentů rozlišujeme dvě formy:

- Vyplavování (Floating) je nerovnoměrné barevné rozdělení několika přítomných pigmentů, které se po nanesení projeví ve formě Bénárdových cel nebo proužků ve filmu. Jedná se o rovnoměrné vertikální rozdělení pigmentů.
- Flotace (Flooding) je rovnoměrná změna barvy, která nastane v ještě vlhkém filmu. Jedná se o rovnoměrné vyplavování, horizontální separaci pigmentů. [5]

Příčiny vzniku těchto defektů spočívají v proudění v zasychajícím filmu, různé mobility pigmentů, flokulaci jednoho z pigmentů v pigmentové směsi. [5]

2.11.7.1 Mobilita pigmentových částic

Různá pohyblivost částic pigmentů a plniv závisí na několika faktorech, jako je velikost zrna, stupeň flokulace, stupeň smočení, specifická váha a elektrický náboj. Hlavní příčinou různého pohybu pigmentů je velikost zrna a s tím spojený stupeň flokulace. Na stupeň flokulace se můžeme dívat jako na zvětšení průměru pigmentu. Pohyb pigmentu v zasychajícím filmu probíhá podle Stokesova zákona pro rychlost klesání kulovitých částic v kapalině. [5]

Například vědci z laboratoře aplikované fyziky Johns Hopkins University ve spolupráci s Úřadem pro námořní výzkum (ON) vyvinuli polyfibroblast (prášek), který lze přidávat ke komerčně dostupným základním nátěrům. Je složen z mikroskopických polymerních koulí naplněných olejovou kapalinou. Při poškrábání vytváří pryskyřice z „rozbitých“ kapslí voskovaný, vodoodpudivý povlak přes nechráněnou ocel, který chrání proti korozi. [62]

2.11.7.2 Flokulace pigmentu v pigmentové směsi

V přímé souvislosti s pohyblivostí pigmentů je vyplavování vyvolané flokulací pigmentu. Zde se průměr pigmentu nebo jednoduše velikost pigmentu flokulací zvyšuje. Jak již bylo zmíněno, je relativní pohyb větší pigmentové částičky v tomto případě podmíněný flokulací malých pigmentových částiček pomalejší, a dochází k vyplavování. Flokulace pigmentu sama je volné nahromadění částiček pigmentu, které se v nátěrovém filmu projeví špatným rozdělením pigmentů a ztrátou barevné síly dokulovaných pigmentů. [5]

Při flokulaci rozlišujeme tři projevové formy:

- přilnavá flokulace - jednotlivé částičky pigmentu se dotýkají, což je vyvoláno jejich vlastními povrchovými silami,
- přemostňovací flokulace - částičky pigmentu se ukládají na cizí látky, jako např. vodu, smáčedla, atd.,
- flokulace pigment/pojivo - v tomto případě dokuluje pigment spolu s pojivem.

Flokulace pigmentů závisí jednak na pigmentu samotném a jednak na pojivovém systému. Kromě toho mohou také na flokulaci mít velký vliv smáčedla a dispergace pigmentů různého druhu. [5]

2.11.7.3 Zabránění vyplavování pigmentů

Po zevrubném studiu teorie vyplavování docházíme k závěru, že v první řadě srovnání různých pohyblivostí pigmentů vede k úspěchu. Za druhé musí být zabráněno flokulaci pigmentu v pigmentované nátěrové hmotě. [5]

- ovlivnění proudění v nátěrovém filmu,
- ovlivnění flokulace a pohyblivosti pigmentů,
- zabránění pomocí přísad. [5]

2.11.8 Změkčovadla

Změkčovadlo je látka, jejíž přídavek zlepšuje zejména zpracovatelnost, pružnost, houževnatost a některé další fyzikální a chemické vlastnosti specifické pro daný polymer či soustavu. Funkci změkčovadel ve vodných disperzích polymerů byla po stránce teoretické věnována značná pozornost. [63]

Změkčovadla jsou v disperzi rozptýlena ve formě emulgovaných kapének. Difundují vodnou fází a jsou absorbována polymerem. Rychlost celého procesu závisí na rychlosti absorpce změkčovadla polymerem. Tento proces lze urychlit přidávkou malých množství rozpouštědel, která nabobtnají polymerní strukturu a urychlují difúzi. Při bližším teoretickém zkoumání změkčovacího procesu lze považovat difúzi vodnou fází za ustálený stav, ale difúzi polymerní fází za stav přechodový. Dodatečným zabudováním změkčovadla do polymeru účinkem tepla, rozpouštědla nebo mechanicky se zeslabí intemolekulární síly v polymeru. Velikost přitažlivých sil mezi polymerními řetězci je závislá na druhu polymeru, zejména na jeho polaritě. [63]

2.11.8.1 Vliv změkčovadel na vlastnosti polymerů

Změkčovadla se do disperzí přidávají pro zlepšení mechanických vlastností filmů, lepených spojů apod. Zvyšují hlavně pružnost, pevnost, tažnost a termoplasticitu polymerního filmu. Snižují bod měknutí polymeru, čímž zlepšují integraci polymerních částic, a zvyšují odolnost filmů k vodě. Při výrobě nátěrových hmot lze pomocí změkčovadel zlepšit řadu jejich vlastností, např. rozliv, roztíratelnost, odolnost proti úderu a lesk. [63]

Pro většinu aplikací obsahují disperze 3 % až 20 % dibutylftalátu, ale v některých zvláštních případech až 40 %. Aby se získaly u jednotlivých filmů srovnatelné vlastnosti, budou polymerní disperze o velké relativní molekulové hmotnosti vyžadovat více změkčovadla než disperze o malé relativní molekulové hmotnosti. [63]

Disperze obsahující určitý podíl změkčovadla se může připravit buď přímým přidavkem změkčovadla do neměkčené disperze, nebo smícháním změkčené disperze s neměkčenou. Disperze tímto dvojitým způsobem připravené nemusí mít všechny parametry shodné. [63]

2.11.8.2 Mísitelnost

Maximální množství změkčovadla, které lze přidat do polymeru, aniž dojde k oddělení fází, určuje míru mísitelnosti. Je důležité, aby bylo změkčovadlo mísitelné nejen s polymerem, ale i s ostatními složkami systému, jako jsou zahušťovadla, plniva apod. [63]

Změkčovadla musí zůstat mísitelné s polymerem v oboru zpracovatelských teplot. Afinita k polymeru, stanovená botnacími zkouškami nebo výpočtem za použití parametru rozpustnosti, může být užitečným vodítkem k určení, zda změkčovadlo bude, anebo nebude s polymerem mísitelné. Nemísitelnost změkčovadla se projeví „vypocováním“ při dlouhodobém stání nebo při vystavení vlivu vzduchu, světla, nízkých teplot apod. Vypocování je známkou rozdělování fází a projevuje se tím, že povrch filmu je vlhký, olejovitý nebo lepivý. Funkční skupiny v molekule změkčovadla mísitelnost zlepšují. [63]

2.11.8.3 Volba změkčovadel

Podle předpokládané aplikace je třeba při výběru změkčovadla posoudit jeho těkavost, rozpustnost ve vodě, odolnost k rozpouštědlům i chemický charakter. Dále je třeba uvážit řadu dalších faktorů, protože účinnost změkčovadla je různá, takže k získání stejné pružnosti filmu bude zapotřebí většího množství méně účinného změkčovadla. Volba může být závislá i na ceně, fyziologických vlastnostech, odolnosti ke světlu apod. V některých případech může být kombinace dvou změkčovadel výhodnější než kterýkoliv jediný typ. [63]

2.11.9 Koalescentní látky

Vysokovroucí rozpouštědla se přidávají do vodných disperzí pro zlepšení jejich filmotvorných vlastností za normální teploty a k odstranění špatné koalescence částic při nízkých teplotách nebo na pórovitých podkladech. Těmito rozpouštědlům se říká koalescentní látky. [63]

2.11.9.1 Funkce koalescentní látky

Viskoelastický charakter polymeru je hlavním činitelem, který určuje filmotvorné tendence polymerní disperze. Primární funkcí koalescentní látky je modifikovat viskoelastický charakter během filmotvorného procesu. Koalescentní látka působí jako těkavý

plastifikátor, podporující tok a elastickou deformaci polymerních částic. Latexové filmy se tedy mohou připravovat tak, aby měly větší koalescenční schopnost v širokém rozsahu aplikačních teplot, aniž by výsledné filmy byly příliš měkké a lepivé. [63]

Koalescentní látky zlepšují adhezi filmů ke sklu, odolnost proti oděru, rozliv a odolnost disperzního systému k mrazu a prodlužují tzv. otevřenou dobu. Použije-li se však nadbytku koalescentní látky, může se zhoršit koalescentní stabilita disperze při skladování, prodlouží se doba, po kterou je film lepivý, zvýší se jeho citlivost k vodě a může se dokonce zvýšit toxicita produktu. [63]

Koalescenční účinky má mnoho látek, ale nejčastěji se používá ethoxydihynglykoacetát, butoxyethylglykolacetát, diethylglykolethylether, butoxydiethylglykolacetát a hexylglykol, které vyhovují nejlépe jak po stránce účinnosti, tak proto, že nedodávají výrobkům nepříjemný pach. [63]

2.11.10 Ochranné koloidy a zahušťovadla

Některé ve vodě rozpustné přírodní a syntetické pryskyřice lze použít jako pojiva pro nátěrové hmoty rozpustné ve vodě i jako ochranné koloidy nebo zahušťovadla v latexových nátěrových hmotách. [63]

Výrazy „zahušťovadlo“ a „ochranný koloid“ se často vzájemně zaměňují, ale není to správné. Je pravda, že se tytéž látky někdy používají pro oba účely, ale mechanismus působení každého z obou aditivů je úplně jiný. [63]

Primární funkce pravého ochranného koloidu je vytvořit ochranný film hydrofilního koloidu kolem hydrofobních částic. [63]

Nejpoužívanější jsou různé deriváty celulosy. Hydroxyethylcelulosa společně s methylcelulosou a karboxymethylcelulosou se nejčastěji objevuje v recepturách latexových nátěrových hmot. Nevýhodou všech látek této skupiny je nebezpečí mikrobiálního napadení. [63]

Primární funkcí zahušťovadla je zvýšit viskozitu vnější „vodné fáze“. Zvýšení viskozity ochrannými koloidy je způsobeno jejich nadbytkem a má jen podružný význam. [63]

Ve vodě rozpustné akrylátové polymery jsou neúčinnějšími zahušťovadly, která jsou k dispozici pro koncentrace do 0,5 %. Jsou ideálními dispergačními prostředky pro pigmenty,

zvláště anorganické typy. Účinnost zahušťovadla se zvyšuje s jeho rostoucí relativní molekulovou hmotností. [63]

Zahušťování není jednoduchá aditivní funkce viskozity disperze a viskozity zahušťovadla. Není to pouhý proces zvyšování viskozity kontinuální fáze disperze. Ve skutečnosti jde o řadu interakcí mezi disperzí a zahušťovadlem, včetně absorpčních efektů apod. [63]

Přidání zahušťovadla do disperze nebo latexové nátěrové hmoty může zavinit flokulaci nebo koagulaci. Některá zahušťovadla (polyelektrolyty) mohou způsobovat koagulaci stejným mechanismem jako jednoduché soli. Jiná zahušťovadla zprvu způsobí aglomeraci částic, ale jakmile se zvýší koncentrace zahušťovadla, jsou tyto částice opět redispersgovány. [63]

2.11.10.1 Klasifikace ochranných koloidů a zahušťovadel

Ochranné koloidy a zahušťovadla lze rozdělit na anionaktivní (karboxymethylcelulosa, polyakryláty sodný nebo amonný, alginát sodný, přírodní pryskyřice), neionogenní (methylcelulosa, hydroxyethylcelulosa, polyvinylalkohol, škrob), amfoterní (kasein, želatina, α -proteiny a γ -proteiny). [63]

Mezi velmi často užívané syntetické koloidy patří polyvinylalkohol a různé polyelektrolyty, zejména kopolymery akrylové kyseliny nebo maleinanhydridu. [63]

Polyvinylalkohol se používá jako zahušťovadlo tam, kde se požaduje newtonský charakter tokových vlastností soustavy. V některých případech působí polyvinylalkohol jako emulgátor i jako ochranný koloid. [63]

Koloidní nebo botnatelné jíly se hodí např. ke zlepšování roztíratelnosti a k zabránění odkapávání nátěrových hmot. Všeobecně patří tento druh materiálů do skupiny montmorillonitů (na bázi křemičitanu hořečnato-draselného). [63]

2.11.11 Biocidní prostředky

V průmyslu nátěrových hmot se používají antimikrobiální látky ze dvou důvodů: aby chránily výrobek obsahující vodu před rozkladem v obalu během skladování, a do receptur nátěrových hmot, aby vzniklé filmy byly odolné proti bakteriím a plísním. Mikroorganismy potřebují ke své existenci vlhkost, živiny a vhodnou teplotu. Za těchto podmínek se v nepřítomnosti inhibitorů množí a výsledkem je destrukce nátěrové hmoty. [63]

V nátěrových systémech s vodnou fází mohou být vhodnou potravou pro mikroorganismy ochranné koloidy (deriváty celulosy, kasein, algináty, škroby), pojivo (latex), emulgátory nebo odpěňovače. Jakmile dojde za vhodných růstových podmínek ke kontaminaci vodné fáze nátěrové hmoty mikroorganismy, začnou proíhat enzymové reakce, což se projeví poklesem viskozity, nepříjemným zápachem, změnou pH, uvolňováním plynu, vyboulením obalu a všeobecným rozpadem systému. Plísně napadají suché filmy za vzniku tmavých skvrn (někdy mylně považovaných za zašpinění), což vede k předčasnému porušení filmu a ke ztrátě jeho adheze. Ideální podmínky pro růst plísní jsou při obsahu vlhkosti ve filmu 10 až 20 % nebo relativní vlhkosti vzduchu 70 až 75 % a teplotě 22 až 30 °C. [63]

Používané biocidní prostředky se dělí do dvou kategorií:

- anorganické pigmenty - metaboritan barnatý, kysličník zinečnatý, kysličník měďnatý,
- organická aditiva - fenylrtuťnaté sloučeniny, organocínité sloučeniny, chlorované fenoly a substituované fenoly, kvartérní sloučeniny, halogenované sulfonylpyridiny, triaziny. [63]

Rtuťnaté sloučeniny, používané v minulosti, mohou být nyní nahrazeny aktivními látkami; jejich účinnost je uspokojivá, přičemž se odstraní riziko toxicity. [63]

2.11.12 Odpěňovací aditiva

Odpěňovače se uplatňují zejména u vodou ředitelných laků a barev a latexových disperzí, případně i při tvorbě pěny a bublin v organických systémech. Vznik pěny ve vodných systémech je vyvolán povrchově aktivními látkami, které byly použity jednak při výrobě pojiva, jednak při dispergaci, případně i koloidními vlastnostmi použité makromolekulární látky. [64]

Například latexové povlaky nesoucí vodu neobsahují stejné reologické vlastnosti povlaků nesených rozpouštědly. Pokud není správně formulována, latexová barva může mít nižší průtokové a vyrovnávací vlastnosti. [65] Čím dál více se využívá kaseinu jako obnovitelného zdroje k výrobě hybridních latexů šetrným k životnímu prostředí, což má rostoucí význam v průmyslových aplikacích, zejména pro vysoce výkonné vodní nátěry. [66]

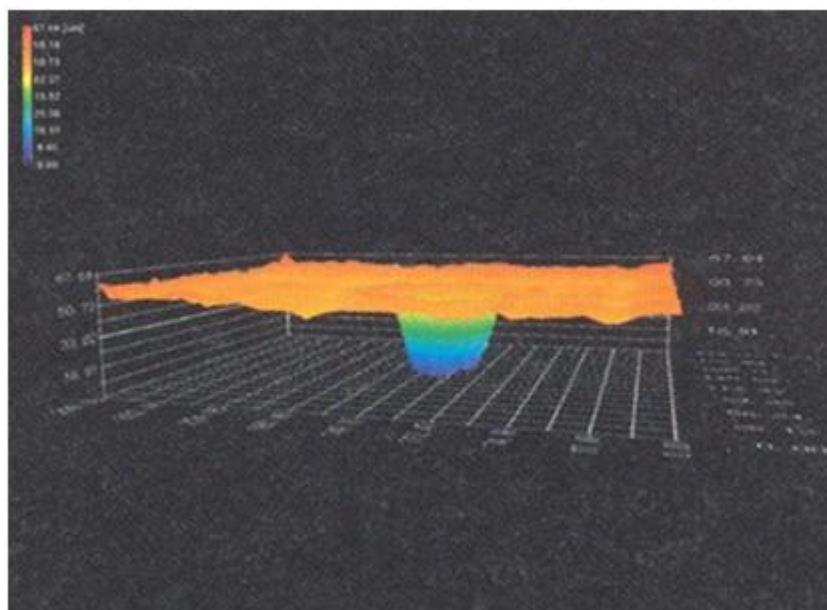
V systémech s organickými rozpouštědly dochází někdy ke vzniku pěny při výrobě, hlavně při použití rychloběžných dispergačních zařízení, nebo i při nanášení nátěrové hmoty dojde ke vzniku bublin. [64]

Tvorba pěny vede k prodloužení dispergační doby a ke zvětšení objemu násady. Při zpracování barev pak bublinky vzduchu ruší optické i ochranné vlastnosti nátěru. Z těchto důvodů jsou ve vodných systémech používány zpravidla odpěňovače, které jsou založeny buď na silikonové bázi, nebo na bázi minerálních olejů. Odpěňovače na bázi minerálních olejů obsahují k lepšímu vnesení různé emulgátory a jsou kombinovány s jinými látkami rozrážejícími pěnu jako například estery mastných kyselin, kovovými mýdly nebo vyššími alkoholy, popřípadě se používá směs rozpouštědel s látkami rozrážejícími pěnu, jako jsou vyšší alkoholy. Tyto látky mají být rozptýleny na povrchu, aby vytvořily tenký film a rozrazily pěnu vytvořením rozdílu povrchových napětí. [64]

Odpěňování je překvapivě všudypřítomným požadavkem. Například i v ropném průmyslu, v procesech jako je separace ropy a odsíření zemního plynu přebubláváním roztoků alkanolaminu, obvykle vyžadují odpěňování, které často zahrnuje použití chemických odpěňovačů. [67]

Pěna se může vyskytovat ve všech kapalných systémech nátěru a může způsobit závady, jako jsou krátery a dírky. Vzduch může být začleněn do nátěru během výroby (např. míchadlem) nebo během nanášení (např. postříkem). Pěna se vyskytuje zejména ve vodních nátěrech. Vzduch může být také začleněn do nátěru porézními substráty, jako jsou dřevo a minerální substráty, protože tekutá barva vytěsňuje vzduch z pórů. [68]

Tvorba pěny v nátěrové hmotě je vždy nežádoucí. Může vznikat již během přípravy nátěrové hmoty a to pak vede k tomu, že obaly s nátěrovou hmotou nemohou být optimálně naplněny. Může také vznikat při vypouštění dispergačních nádob, avšak největší problémy s pěnou vznikají při vlastní aplikaci nátěrové hmoty. Pěna nezpůsobuje jen optické vady na nátěru, ale především snižuje ochrannou funkci povlaku. [5]



Obrázek 1: Hlubkový profil (x1000) dírky ve vodouředitelném vyschlém nátěru - boční pohled [68]

Z těchto důvodů u většiny formulací nátěrových hmot mají odpěňovače již stabilní místo ve formulaci. Odpěňovač je produkt, který napadá pěnu, která se vytváří ve vodném produktu během míchání nebo použití díky zavádění vzduchu. [69] Prakticky všechny komponenty v receptuře mohou pozitivně nebo negativně ovlivňovat chování pěny. Vliv na stabilitu pěny má rovněž natíraný podklad a způsob nanášení. Je nutné zde jasně říci, že u nátěrové hmoty nelze úplně odstranit tvorbou pěny. Tak např. při stříkání může být u určité nátěrové hmoty vše v pořádku, avšak u některých typů polévacích strojů mohou s tímto materiálem vzniknout problémy s pěněním. [5]

Obecně platí, že v průmyslových diskuzích o kontrole pěnění se aditiva rozdělují do dvou základních kategorií:

- Antipěnové, které zabraňují tvorbě pěny,
- Odpěňovače, odstraňující pěnu po jejím vytvoření (zvláště užitečné ve výrobních procesech).

Pro průmysl nátěrových hmot se zaměřujeme na:

- Makro-odpěňovače pro velké, pěnivé bubliny na povrchu,

- Mikro-odvzdušňovače pro malé bublinky vzduchu, zachycené v tekutých povlacích. [70]

V nátěrových hmotách je pěna definována jako jemně rozptýlený plyn (obvykle vzduch) v kapalině. Charakteristickým znakem takovéto pěny vedle dalších fyzikálních vlastností je extrémně vysoký ohraničující povrch mezi plynem a kapalinou. Plynové bubliny jsou navzájem odděleny lamelovou vrstvou s dvěma povrchy. Každá kapalina z energetických důvodů má snahu si udržet co nejmenší svůj povrch. Z toho vyplývá, že pěna oproti kapalně fázi představuje stav s vyšší energií, což je umožněno jedině obsahem látek stabilizujících pěnu. [5]

2.11.12.1 Pěna

Pěna je disperze plynného materiálu v kapalině nebo pevné látce, ve které převažuje objemový obsah plynu. Plynové bubliny v pění jsou odděleny tekutými nebo pevnými stěnami. Pevné pěny se často vytvářejí z existujících kapalin. [71]

2.11.12.2 Příčiny pěny

Současná přítomnost plynu a kapaliny nutně nevede k vytvoření pěny. Pro jemné rozdělení plynu v kapalině je nutné intenzivně promíchat oba materiály, což vede k vytvoření nových rozhraní plynu a kapaliny. Ve většině čistých kapalin jsou tato rozhraní nestabilní. V důsledku toho vznikají plynové bubliny velmi rychle a kolapsu na povrchu kapaliny. Pouze přítomnost povrchově aktivních (amfifilních) látek v kapalině stabilizuje plyn jako pěnu. Stabilizace nastává prostřednictvím orientace povrchově aktivních látek na nově vytvořených rozhraních kapalina / plyn. V praxi nelze v povrchových vrstvách zabránit přítomnosti povrchově aktivních látek, neboť jejich použití je nezbytné pro regulaci vlastností, jako je smáčení a dispergace, emulgace nebo zvlhčení substrátu. [71]

2.11.12.3 Typy pěny

Klasifikace pěn může být založena na jejich stavu agregace nebo struktury a na tom, zda jsou kapalně nebo pevné. [71]

2.11.12.3.1 Tekuté pěny

Tekuté pěny se skládají z disperze plynu v kapalině. Obvykle čerstvě vytvořené kapalně pěny jsou nestabilní a v průběhu času často procházejí strukturálními změnami do stabilnější formy. Pokud se nedosáhne stabilní konstrukce, pěna se nakonec zhroutí. [71]

2.11.12.3.2 Pevné pěny

Pevné pěny jsou vyráběny pro použití v odborných aplikacích v oblasti nátěrových hmot, například při montáži. Nežádoucí pevné pěny se také objevují jako zachycený vzduch v sušených nátěrových filmech nebo jako krátery nebo dírky na povrchu. [71]

Pěny lze také rozlišit podle struktury, například jako mikro- nebo makro- pěny, či suché nebo mokré pěny. [71]

2.11.12.3.3 Mikropěna

Malé plynové bubliny zachycené buď v kapalně fázi nátěru, nebo v pevně fázi nátěru se označují jako mikro pěna. Typicky je rozhraní mezi plynovou bublinou a obklopujícím médiem stabilizováno jednou vrstvou povrchově aktivní látky. Stabilizace mikro pěny je podporována faktory, jako je vysoká viskozita povlaku nebo nízké teploty. Pro boj s mikro pěnou se používají speciální odvzdušňovače. [71]

2.11.12.3.4 Makropěna

Makro nebo povrchová pěna je typ viditelný na povrchu. V makropěně se bublina oddělí tenkou pěnovou lamelou od okolní atmosféry. Povrch lamel orientovaný k atmosféře a plynové bublině je pokryt vrstvou povrchově aktivní látky. Tato dvojité povrchově aktivní látka se často nazývá duplexní film. [71]

Makro pěna může být dále diferencována podle obsahu kapaliny v lamele. Čerstvě vytvořená makropěna vytvořená vzrůstajícími bublinami se skládá ze sférických bublin, které jsou stabilizovány silnými lamelami s vysokým obsahem vody. Tato pěna je popsána jako kuličková pěna. Kvůli gravitačně odváděné vodě proudí voda v pěnových lamelách, dokud nebudou bubliny stabilizovány velmi tenkými, ale velmi stabilními lamelami. V tomto procesu jsou původní sférické bubliny přeměněny na stabilnější mnohostěnnou formu. Výsledná pěna se skládá z velkého množství plynu a malého množství kapaliny a je také známá jako suchá pěna nebo mnohostěnná pěna. [71]

Kuličková pěna může být odlišena od mnohostěnné pěny podle objemového obsahu plynu. V plynových disperzích je objemový obsah plynu podstatně vyšší než objemový obsah vody. [71]

2.11.12.4 Druhy a způsob působení odpěňovačů

Někteří výrobci dělají rozdíl mezi odpěňovači a odvzdušňovači: odpěňovače působí na povrch nátěru a zničí pěnový hřeben (makropěna) ortho polyhedrální pěny. Odvzdušňovače

(někdy také nazývané přísady pro uvolňování vzduchu) působí uvnitř barvy, což způsobuje, že pěnové bubliny (mikropěna) rychle rostou na povrch. Odpěňovače jsou často kombinovány s odvodušňovači. Je také možné, aby jedna látka působila jako odpěňovač; v těchto případech není rozlišování vždy užitečné. [68]

Odpěňovače jsou především kapaliny s nízkým povrchovým napětím, které musí splňovat tři požadavky:

1. měly by být prakticky nerozpustné v roztoku barvy pryskyřice,
2. měly by mít kladný koeficient penetrace E, čímž

$$E = \gamma_L - \gamma_E + \gamma_{LE} > 0$$

kde

γ_L je povrchové napětí roztoku nátěrové hmoty (kapalná fáze),

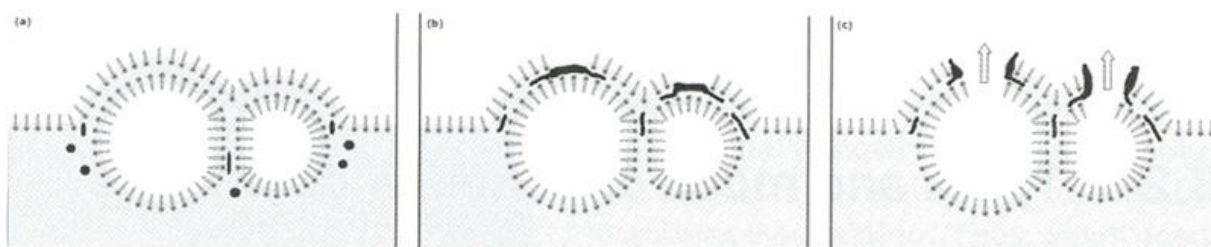
γ_E je povrchové napětí odpěňovače,

γ_{LE} je mezifázové napětí mezi roztokem barvivové pryskyřice a odpěňovačem,

3. měly by mít kladný koeficient rozptýlení S, který se vypočítá takto:

$$S = \gamma_L - \gamma_E - \gamma_{LE} > 0 \rightarrow \gamma_E + \gamma_{LE} < \gamma_L. [68]$$

Pokud je penetrační koeficient E kladný, může dojít k penetraci odpěňovače do pěnové lamely. Pokud je navíc koeficient rozptýlení S kladný, může se odpěňovač rozptýlit na rozhraní lamely, vytlačit povrchově aktivní látky stabilizující pěnu a destabilizovat lamelu, protože odpěňovač má nízkou povrchovou pevnost (nízká soudržnost, obrázek 3-10a až c). [68]



Obrázek 2: Způsob působení odpěňovačů (kapalný odpěňovač: černý) [68]

Účinek takových kapalných odpěňovačů se může zlepšit přidáním jemně dispergovaných hydrofobních pevných částic [např. hydrofobní oxid křemičitý nebo polymočoviny]. Kapalným odpěňovačem dopravuje hydrofobní pevné částice do pěnové lamely. Hydrofobní pevné částice působí na hydrofilní pěnovou lamelu jako cizí tělesa, což snižuje soudržnost a destabilizuje lamelu; navíc povrchově aktivní látky mohou adsorbovat na svém povrchu a způsobit další destabilizaci. [68]

2.11.12.5 Odpěňovací mechanismy

Odpěňovače se používají ke zničení makro pěny. Účinná odpěňovačidla musí být schopna přerušit stabilitu pěnové lamely. Různé mechanismy odpěňování popsané v technické literatuře jsou obvykle vysvětleny v pořadí jednotlivých kroků. [71]

2.11.12.5.1 Odpěňování pomocí odvodnění/pomalé odpěňování

K odvodu musí být odpěňovač schopen proniknout z vnitřku pěnové lamely na rozhraní mezi kapalinou a pěnou vytvářejícím plynem. Povrchově aktivní látky, které stabilizují lamelu, působí jako vstupní bariéra, která brání proniknutí kapiček odpěňovače do lamelového rozhraní. Některé odpěňovače nejsou schopny projít vstupní bariérou. Tyto tzv. pomalé odpěňovače začínají pracovat pouze tehdy, když pěnová lamela byla dostatečně ztenčena pokračujícím odvodněním. Kapky odpěňovače (kapičky oleje) jsou během tohoto procesu zachyceny v lamelách nebo migrovány do uzlů mezi lamelami. Pokud pokračuje odvodnění, zúžení lamel působí kapilární tlak na kapičky odpěňovače. Jakmile je dosaženo kritického bodu, kapilární tlak horních bublinek v pěně je dostatečně vysoký, aby kapičky oleje pronikly na povrch lamely, což způsobuje jejich zhroucení a působení napětí na sousední lamely. V mnoha případech je tento nátlak dostačující k tomu, aby se sousední lamely zhroutily také. U pěn, které jsou velmi ztenčené odvodňováním, to vede často k řetězové reakci, dokud nedojde k téměř úplnému odvodu. Zbývající bubliny jsou často dlouhodobě stabilní. [71]

Rychlost a účinnost odpěňování odvodněním je nedostatečná pro mnoho procesů v průmyslu povlaků. Z tohoto důvodu existuje poptávka po odpěňovačích, které poskytují rychlejší a účinnější odpěňovací mechanismy. [71]

2.11.12.5.2 Vstupní bariéra/vstupní koeficient

Vstupní bariéra popisuje kinetickou odolnost, kterou musí překonat kapička odpěňovače, aby se dostala na povrch lamel. [71]

Prvním krokem odpěňování je vždy vstup kapičky odpeňovacího činidla do povrchu lamel, tj. rozhraní s okolním vzduchem. K tomu musí mít odpěňovač nízké povrchové napětí. Pokud se kapalina odpěňovače dostává do styku s povrchem lamel v důsledku pohybu v lamele, například v důsledku odtoku vyvolaného průtokem, musí kapička překonat vstupní bariéru, aby dosáhla rozhraní lamela/vzduch. [71]

Vstupní bariéra povrchů lamel je určena povrchovými činidly stabilizujícími pěnu. Systémy s nízkým obsahem povrchově aktivních látek pod kritickou koncentrací micel mají nízkou vstupní bariéru. Vstupní bariéra stoupá s rostoucí koncentrací povrchově aktivních látek na lamelovém rozhraní na maximální hodnotu při celkovém nasycení. Dalším parametrem určujícím vstupní bariéru je pohyblivost povrchově aktivních látek. Dynamické procesy vytvářejí nová rozhraní nebo předmětné lamely, které jsou způsobeny roztažením. Pro vytvoření stabilní pěny musí být nově vytvořené povrchy rychle zakryty povrchově aktivní látkou. V systémech s méně mobilními povrchovými činidly se saturace nově vytvořených rozhraní s povrchově aktivními látkami zpožďuje, což usnadňuje působení kapiček odpěňovače v těchto dočasně nedostatečně stabilizovaných oblastech lamel. [71]

Jakmile odpařovací kapička projde vstupní bariérou a vstupuje do rozhraní lamel, další krok je určen koeficientem vstupu. Vstupní koeficient E popisuje termodynamickou rovnováhu olejových kapiček v lamele na rozhraní kapalina / vzduch. [71]

Pokud je vstupní koeficient záporný, úplné smáčení odpěňovače kapalnou fází je nejvíce termodynamicky stabilní stav. V tomto případě by kapka opouštěla rozhraní a migrovala zpět do kapalně fáze. Pouze pokud je vstupní koeficient pozitivní, zůstane kapalina odpěňovače na povrchu lamely. [71]

Pozitivní vstupní koeficient pro odpeňovací olej je důležitým předpokladem mnoha mechanismů odpěňování. Nicméně aby byly odpěňovače efektivní, musí také splňovat i další požadavky. [71]

2.11.12.5.3 Přemostňovací mechanismus

Mechanismus přemostění vyžaduje, aby odtoková kapka mohla projít vstupní bariérou a že bude mít kladný vstupní koeficient. K přemostění dochází, když kapička odpěňovače pronikne po obou stranách lamel. [71]

Chování kapičky odpěňovače v lamele je určeno koeficientem přemostění B . Pouze odpěňovače s pozitivním koeficientem přemostění jsou schopny destabilizovat pěnovou

lamelu následnými mechanizmy odpěňování. Pokud je koeficient přemostění záporný, olej zůstává jako stabilní můstek v lamele. [71]

2.11.12.6 Odpěňovače pro vodné nátěrové filmy

Vodou ředitelné nátěrové hmoty představují v celém světě jednu z nejrychleji se rozvíjejících skupin nátěrových hmot. Tento trend je zcela logický a pochopitelný. Výroba a spotřeba nátěrových hmot neustále stoupá - jak bylo už několika analýzami prokázáno, je růst spotřeby nátěrových hmot v těsné korelaci s indexem průmyslové výroby, a to nejen v ČR, ale ve všech zemích s rozvinutým průmyslem. Tím samozřejmě stoupá i spotřeba organických rozpouštědel a ředidel. Při tom rozpouštědla a ředidla jsou jen pomocné látky, které jsou sice nezbytné při výrobě a aplikaci nátěrových hmot, ale které po vytvoření nátěrového musí být co nejdokonaleji odstraněny. Nejedná se zde o žádná malá množství, protože rozpouštědla v celkové produkci představují většinou asi jednu třetinu, to znamená že jen v ČR se takto ročně odpaří do ovzduší kolem 100 kt. Navíc se jedná většinou o látky hořlavé a více či méně hygienicky závadné. I z ekonomického pohledu je tato otázka významná, protože některá používaná rozpouštědla jsou poměrně drahá. Rozhodujícím motivem pro snižování obsahu organických rozpouštědel v nátěrových hmotách však jsou otázky ochrany životního prostředí a bezpečnosti práce. [72]

Z uvedených důvodů se ve světě stále zvyšuje podíl skupiny vodou ředitelných nátěrových hmot na celém sortimentu s prognózou zachování tohoto trendu. Je nutno přiznat, že některé prognózy se jeví až příliš optimistické, například dosažení podílu vodou ředitelných nátěrových hmot přes 50 % z celkové výroby, což se nezdá reálné nebo je způsobeno tím, že se mezi vodou ředitelné nátěrové hmoty započítávají i malířské barvy. Běžné ovšem je, že podíl vodou ředitelných nátěrových hmot představuje 25 - 35 %. [72]

V hrubém členění je možno vodou ředitelné nátěrové hmoty rozdělit na dvě skupiny. První, kterou budeme nazývat vodorozpustné, jsou nátěrové hmoty na bázi pojiv, která obsahují funkční skupiny, umožňující rozpustnost ve vodě. Jedná se ve většině případů o pojiva, která mají buď zabudované kyselé funkční skupiny, které je možno neutralizovat alkáliemi a získat tak ionizovatelné polymery, nebo naopak jsou v pojivu vázány aminoskupiny, které neutralizací kyselinami poskytnou rozpustné amoniové soli. Druhou, podstatně větší skupinu pak tvoří nátěrové hmoty disperzní, kde je polymer rozptýlen do vodné fáze pomocí emulgátorů a ochranných koloidů, a to buď již při vlastní přípravě, tj. emulzní polymeraci, nebo dodatečně ve formě roztoku nebo taveniny hotového pojiva. [72]

U vodorozpustných nátěrových hmot se jedná vlastně o analogii rozpouštědlových typů, tj. o pokud možno homogenní roztok pojiva ve vodě s přísadou plniv, pigmentů a ostatních aditiv. Zde se projevil hlavně již zmíněný problém přechodu z maximálně hydrofilního do maximálně hydrofobního stavu a lze konstatovat, že právě na této problematice rozvoj této skupiny v mnoha aplikacích ztroskotal. Přestože byly vyvinuty a celkem úspěšně aplikovány (z hlediska vlastností vytvořeného lakového filmu) i na vzduchu schnoucí typy nátěrových hmot, jejich rozšíření bránily vždy jak důvody ekonomické, tak některé technické. Velmi úspěšně se naopak tyto typy nátěrových hmot uplatnily tam, kde bylo možno využít ionizované formy pojiv ve vodném prostředí, tj. u nátěrových hmot pro elektrochemické nanášení. Ať již se jedná o vylučování na anodě nebo nověji i na katodě, dosahuje se velmi dobrých výsledků v rovnoměrnosti nanesené vrstvy i na hranách a těžko dostupných místech a tím výborné ochrany upravovaného povrchu. Tento způsob aplikace je dnes již běžný pro základování automobilových karoserií, ale uplatňuje se i při nanášení jednovrstvých emailů, například při výrobě kovového nábytku, domácího zařízení a podobně. Jedná se ovšem vesměs o typy vypalovací, kde přechod pojiva do hydrofobního stavu je usnadněn teplotami většinou v rozmezí 130 - 170 °C. Přestože obdobným způsobem, respektive na podobné bázi byly připraveny i další nátěrové hmoty pro automobily, tj. plnič i email (pro klasické způsoby nanášení), nedoznaly tyto hmoty podstatného rozšíření a nezdá se, že by i v budoucnosti mělo dojít k zásadnímu obratu. [72]

Podstatný podíl z vodou ředitelných nátěrových hmot představují nátěrové hmoty na bázi vodných disperzí různých polymerů. Jejich rozvoj podpořily především aplikace ve stavebnictví, respektive nátěry porézních podkladů. Předností těchto typů nátěrových hmot je totiž to, že do svého podkladu se vsákne voda, zatím co pojiva s pigmenty zůstane převážně na povrchu a vytvoří lakový film. U roztokových nátěrových hmot je nutné podstatně důkladnější napouštění podkladu, protože jinak by do něho vnikl roztok pojiva a na povrchu by zůstaly ostatní složky s nedostatečným obsahem pojiv a tím s nevyhovujícími vlastnostmi. Velká část disperzních nátěrových hmot je proto aplikována i dnes ve stavebnictví, ať již se jedná o prosté nátěry stěn, nebo fasád, nebo o syntetické omítkoviny. Rozvíjí se ovšem i další aplikace v nátěrových systémech pro dřevo i kovy a je předpoklad úspěšného vývoje od napouštědel nebo antikoročních základů až po lesklé emaily. [72]

Za hlavní nedostatky disperzních nátěrových hmot je možno označit jednak to, že ve většině případů zůstávají na úrovni fyzikálně schnoucích nátěrových hmot, to znamená, že vytvořený film si zachovává svoji termoplasticitu a nízkou odolnost organickým

rozpouštědlům a jednak to, že ve filmu zůstávají všechny emulgátory a ochranné koloidy, které pochopitelně snižují odolnost proti vodě. Výjimku zde mohou tvořit dvousložkové disperze, kde dojde k vytvrzení pojiva, i v těchto případech je však odolnost proti vodě nižší než u rozpouštědlových analogů. V ČR se dosud nerozvinuly vypalovací nátěrové hmoty na bázi disperzí, kde je předpoklad dosažení podstatně výhodnějších vlastností, vykoupený ovšem rovněž podstatným omezením okruhu aplikací. Přesto zde obor nátěrových hmot asi zaostal, například za textilním průmyslem, kde použití termoreaktivních disperzí je již řadu let naprosto běžné. [72]

Uvedené členění a obsah jednotlivých skupin vodou ředitelných nátěrových hmot není samozřejmě úplné. Byla vyvinuta celá řada dalších typů vodou ředitelných nátěrových hmot, na nejrůznějších bázích, často se jedná i o mezitypy mezi disperzními a rozpustnými nátěrovými hmotami nebo o částečně vodou ředitelné hmoty, které obsahují i poměrně značný podíl a podobně. [72]

Komplikace se objevily i při aplikaci nátěrových systémů, kde jedna z vrstev je tvořena vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Je například ověřeno, že jako základní nátěr napuštěného dřeva je možno použít disperzní barvu a na ní potom nanést třeba syntetický email. Takovýto systém je zcela vyhovující - pokud je dobře proveden - ovšem při kompletní obnově nátěru se zjišťuje, že odstranění starého nátěru opálením je podstatně obtížnější, než při systému na bázi rozpouštědlových nátěrových hmot. Vrstva disperzní nátěrové hmoty zůstává termoplastická a neodlupuje se v celých kusech. Podobně při použití tmelů na bázi vodných disperzí nelze zatmelené plochy ihned přetírat syntetickou nebo olejovou další vrstvou, ale až po důkladném zaschnutí. I když tento postup by měl být běžný ve všech případech, praxe je jiná a pracovníci často z tohoto důvodu disperzní tmely odmítají. [72]

Vážnější důsledky mohou vyplynout při průmyslové aplikaci. Tak například při zavedení vodou ředitelných základů pro automobilové karoserie došlo ke značnému zvýšení energetické náročnosti, protože bylo nutno zařadit samostatné vypalování. Je pochopitelné, že aplikace vodou ředitelných nátěrových hmot neumožňuje použít postupu „mokrý do mokrého“ pokud další vrstva je na bázi rozpouštědlové nátěrové hmoty. V daném případě byl uvedený negativní dopad, zvláště po zavedení elektrochemického základování bohatě vyrovnán kvalitou antikorozi úpravy karoserií, bez jaké by dnes již výroba asi nebyla možná, a v žádném případě by výrobky nebyly schopné exportu. [72]

Vodou ředitelné povlakové kompozice vyžadují řadu pomocných produktů a přísad, jako jsou emulgátory pro dispergování ve vodě nerozpustných pojiv, a přísady pro zlepšení smáčení substrátu a disperze pigmentu. Nežádoucím vedlejším účinkem těchto povrchově aktivních látek je však to, že stabilizují pěnu vzniklou v průběhu přípravy nebo aplikace povlakové kompozice. [73]

Vzhledem k vysokému povrchovému napětí vody, vodou ředitelné nátěry typicky vyžadují povrchově aktivní látky ke snížení povrchového napětí a zlepšení zvlhčení a vyrovnání aplikovaného povlaku, zejména pro nízkoenergetické povrchy, jako je dřevo plast, kontaminovaný kov adřívě natřené povrchy. [74] Povrchově aktivní látky snižují povrchové napětí difúzí, koncentrací a vyrovnáváním na rozhraní, jako je povrchová vrstva / substrát a rozhraní povlaku / vzduchu. [75]

Pro vodné systémy je možné odpěňovače rozdělit do dvou hlavních skupin:

- odpěňovací minerální oleje,
- silikonové odpěňovače. [5]

Odpěňovací minerální olej sestává asi z 80 % z nosného oleje a z 15 % hydrofobní pevné látky. Zbýlých 5 % jsou emulgátory a ostatní pomocné prostředky. Jako nosné oleje se používají aromatické a parafinické minerální oleje. Aromatické oleje se stále více omezují, protože mohou způsobit předčasné žloutnutí lakového filmu a také vzhledem k vysokým podílům polycyklických aromatických uhlovodíků mohou způsobovat nepřítnivé fyziologické účinky. Odpěňovací účinek takového odpěňovacího aditiva je možné v mnoha systémech ještě podstatně zesílit přidáním jemně dispergovaných hydrofobních částic. Odpěňovací kapalina slouží jako transportní prostředek, který vnáší pevné částice do pěnové lamely. Hydrofobní pevné částice působí pak v hydrofilní kapalně lamelě jako cizí tělíška a způsobují snížení kohezních sil až k destabilizaci lamely. Vedle toho také adsorbují na svém povrchu tenzidové molekuly a ovlivňují tím snažší rozpad pěnové lamely. Pro tyto účely se používají vedle stearátů mastných kyselin především hydrofobní druhy kyseliny křemičité. [5]

Novější odpěňovače obsahují jako hydrofobní pevnou komponentu sloučeniny močovinyových kondenzátů, které mají vedle zesílených odpěňovacích účinků ještě další výhody:

- Močovinový kondenzát se připraví na místě v nosném oleji, což vede k podstatně jemnějšímu rozptýlení pevných částic a sníží se tím možnost separace. Odpěňovač je tím stabilnější při skladování.
- Na základě většího povrchu také adsorpce pro molekuly tenzidů je větší, což má vliv na účinnost odpěňovače ještě i po delší době skladování hotové nátěrové hmoty. [5]

Emulgátory v odpěňovači umožňují dispergovat pevné částice do nosného oleje a mimo to ovlivňují snášenlivost odpěňovače s nátěrovým systémem. Pro odpěňovače určené pro lesklé nátěry z disperzí se přidává k odpěňovači ještě malý podíl silikonů, aby se zvýšil odpěňovací účinek. [5]

Druhou skupinou odpěňovačů pro vodné systémy jsou silikonové odpěňovače. Oproti minerálním odpěňovačům jsou tyto silikonové deriváty podstatně dražší. Jedná se většinou o emulze silně hydrofobních silikonových olejů. Jsou to například dimethylpolysiloxany, nebo také polyethery modifikované polysiloxany. [5]

Také tyto silikonové odpěňovače obsahují často ještě i hydrofobní látky. Zlepšuje se tím dispergovatelnost silikonového oleje a zvýší se i odpěňovací účinek. [5]

Hlavní předností silikonových odpěňovačů oproti odpěňovačům z minerálních olejů spočívá v tom, že u vysoce lesklých systémů nezpůsobují žádné snížení lesku. Rovněž při použití barevných past nemají vliv na ovlivnění barevnosti. Jednotlivé výrobky nabízené na trhu se odlišují navzájem nejen typy používaných hydrofobních silikonových olejů, ale i také druhy emulgátorů. Je to způsobeno tím, jak které pojivo je náchylné ke tvorbě kráterů při tvorbě filmu. V řadě případů se však lepším vpracováním silikonového odpěňovače (dispergací při vyšších stříhových silách) získají nátěrové filmy zcela bez kráterů (tzv. rybí oka). Neodpěněný nátěr po zaschnutí vykazuje defekty vlivem bublinek v nátěrovém filmu. [5]

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Cíle diplomové práce

Cílem diplomové práce bylo testování vodou ředitelných nátěrových hmot z hlediska dávkování aditiv. Bylo testováno, jaký vliv mají na vodou ředitelné nátěrové hmoty různé koncentrace aditiv, či úplné vynechání některého z aditiv. První část diplomové práce je věnována testování odpěňovačů pro vodou ředitelné nátěrové hmoty. Při dávkování odpěňovačů byly testovány tři báze nátěrových hmot, a to interiérová, hedvábně matná a email. Tyto báze nátěrových hmot obsahovaly akrylátová pojiva a byly poskytnuty firmou Austis a.s. Odpěňovače byly poskytnuty firmou Esolyt s.r.o. a jednalo se o odpěňovače, které doposud nebyly součástí průmyslové výroby těchto nátěrových hmot. Samotné testování odpěňovačů bylo při koncentraci optimální, dále v nadbytku a přebytku. U nátěrových hmot takto nadávkovaných odpěňovači se zkoumalo, jaký vliv tyto koncentrace mají na vlastnosti nátěrových hmot. V tekutém stavu nátěrových hmot bylo sledováno, zda dochází ke změně viskozity, a to okamžitě i v čase, dále zda dochází ke změně hustoty, či obsahu vzduchu v nátěrové hmotě. Dalším prvkem pozorování bylo zda se s daným odpěňovačem nevytvářejí sraženiny, či jiná nežádoucí změna, jako jsou mramorový vzhled, olejové skvrny na povrchu nebo změny homogenity. Jako další prvek testování bylo pozorování vzniku pěny při natírání těchto nátěrových hmot, při případném vzniku pěny, jak rychle, či vůbec byla rozrušena. Při pozorování nátěrů již nanesených na sklo a PVC fólie byl pozorován vzhled filmu, zda odpěňovače v různých koncentracích nemají negativní vliv na vzniklý film, jako jsou rybí oka či pomerančový efekt a stopy po rozpraskané pění. V další části diplomové práce byla pozornost věnována i jiným aditivum. U připravené interiérové barvy bylo testováno dávkování dispergačního činidla a biocidu, a to za použití průmyslové pojiva, dále samosíťovatelných pojiv s obsahem nanočástic ZnO a MgO a s nulovým obsahem nanočástic. U vzorku, kde bylo testováno dispergační činidlo bylo po nátahu těchto vzorků pozorováno, jaký vliv má změněná koncentrace na lesk zhotoveného filmu, přilnavost, viskozitu a odolnost zhotoveného nátěru proti tvorbě osmotických puchýřů. Vzorky byly připraveny s dávkováním při nulové, poloviční a čtvrtinové koncentraci oproti optimálnímu množství. Dalším z testovaných aditiv interiérové nátěrové hmoty byl biocid. Vzorky byly připraveny s nulovou koncentrací biocidu, dále s poloviční a optimální. Takto připravené vzorky se vystavily působení bakterií *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli* a plísní *Penicillium chryseogenum*. Pozorováno bylo, jaký vliv má proti těmto bakteriím dávkování biocidu. U připravené antikorozi barvy byly pozměněny koncentrace antikorozi pigmentu a

inhibitoru koroze. Poté byl pozorován vliv této změny na antikorozi ochranu v NaCl komoře a vliv na mechanické vlastnosti těchto připravených vzorků nátěrů.

3.2 Použité chemikálie a suroviny

3.2.1 Použité odpěňovače (testování odpěňovačů)

3.2.1.1 Odpěňovače na bázi silikonu

BYK 037

Výrobce: BYK-CHEMIE GmbH

$\rho = 0,94 \text{ g/ml}$

Agitan 232

Výrobce: MÜNZING CHEMIE

$\rho = 0,90 \text{ g/ml}$

VP 5616 ENT

Výrobce: Bussetti & CO GmbH

$\rho = 0,85 - 0,90 \text{ g/ml}$

Agitan 295

Výrobce: MÜNZING CHEMIE

$\rho = 0,95 \text{ g/ml}$

Agitan 281

Výrobce: MÜNZING CHEMIE

$\rho = 0,96 \text{ g/ml}$

VP 5615 ENT

Výrobce: Bussetti & CO GmbH

$\rho = 0,85 - 0,90 \text{ g/ml}$

Agitan 256

Výrobce: MÜNZING CHEMIE

$\rho = 1,00 \text{ g/ml}$

BYK 022

Výrobce: BYK-CHEMIE GmbH

$\rho = 1,00 \text{ g/ml}$

BYK 024

Výrobce: BYK-CHEMIE GmbH

$\rho = 1,01 \text{ g/ml}$

3.2.1.2 *Odpěňovače bez obsahu silikonu*

VP 5617 ENT

Výrobce: Bussetti & CO GmbH

$\rho = 0,87 \text{ g/ml}$

VP 5614 ENT

Výrobce: Bussetti & CO GmbH

$\rho = 0,90 \text{ g/ml}$

Additol WX 376

Výrobce: Surface Specialties Austria GmbH

$\rho = 0,94 \text{ g/ml}$

Densipol WO 2901

Výrobce: Chemipol S.A.

$\rho = 0,90 \text{ g/ml}$

VP 5619 ENT

Výrobce: Bussetti & CO GmbH

$\rho = 1,0 \pm 0,02 \text{ g/ml}$

Dapro DF 7015

Výrobce: Elementis Specialties, Inc.

$\rho = 0,86 \text{ g/ml}$

Additol XW 375

Výrobce: Surface Specialties Austria GmbH

$\rho = 0,89 \text{ g/ml}$

3.2.2 Použité pigmenty a plniva

Pretiox AV 01

Výrobce: Precheza

Složení: TiO_2 (anatas)

Kaolin KKA

Složení: $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$

Omyacarb 2

Výrobce: Omya

Složení: CaCO_3

Velikost částic: $2\mu\text{m}$

Omyacarb 5

Výrobce: Omya

Složení: CaCO_3

Velikost částic: $6\mu\text{m}$

Omyacarb 15

Výrobce: Omya

Složení: CaCO_3

Velikost částic: $15\mu\text{m}$

Pretiox RGZ-W

Výrobce: Precheza

Složení: TiO_2 (rutil)

Bayferrox 316

Výrobce: Lanxess

Složení: Fe_3O_4

Talkron CL-40

Výrobce: Mineralia

Složení: $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Heucophos ZMP

Výrobce: Heubach

Složení: molybden-orthofosfát-hydrát zinku

Silcal A

Výrobce: Sving

Složení: $\text{CaSiO}_3 / \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$

3.2.3 Použitá aditiva

Lovosa TS 20

Výrobce: Lovochemie

Složení: směs sodné soli karboxymethylcelulózy, Na₂CO₃, NaOH

Parmetol A 26

Výrobce: Schülke

Složení: směs 5-chloro-2-methyl-2H-isothiazol-3-on a 2-methyl-2H-isothiazol-3-on

BYK 1615

Výrobce: BYK

Složení: Emulze hydrofilních pevných látek, emulgátorů a polysiloxanů

Dispex AA 4135

Výrobce: BASF

Složení: kyselina polyakrylová, sodná sůl ve vodě

10 % roztok hexametafosfátu sodného

Složení: (NaPO₃)₆

Agitan 256/1

Výrobce: Münzing

Složení: vodná emulze polysiloxanového kopolymeru s hydrofobním SiO₂

Orotan 681

Výrobce: DOW Chemical

Složení: hydrofobní akrylový kopolymer

Surfynol 104 BC

Výrobce: Evonik

Složení: Neiontová povrchově aktivní látka, 50% aktivní kapaliny v 2-butoxyethanolu

Dowanol DPM

Výrobce: DOW Chemical

Složení: $\text{CH}_3\text{O}[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}]_2\text{H}$

Dowanol DPnB

Výrobce: DOW Chemical

Složení: $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}]_2\text{H}$

Texanol

Složení: 2,2,4-trimethyl-1,3-pentandiol monoisobutyrát

BYK 420

Výrobce: BYK

Složení: roztok modifikované močoviny

Čpavek 25 %

Složení: NH_3

SER AD FA 179

Výrobce: Sigma-Aldrich

Složení: chelátové sloučeniny zinku rozpuštěné ve směsi rozpouštědel

Tego Airex 902W

Výrobce: Evonik

Složení: emulze kopolymeru polyethersiloxanu, obsahuje SiO_2

Tafigel Pur 61

Výrobce: Münzing

Složení: Neiontový polyuretan

Nuvis FX 1070

Výrobce: Elements Specialties

Složení: směs na bázi polyetheru a polyurethanu

3.2.4 Použitá pojiva

Axilat 2802 NA

Složení: Aniontová vodná disperze styrenakrylového kopolymeru.

$\rho = 1,01 \text{ g/ml}$

Maincote HG 56

Výrobce: DOW Chemical

Složení: vodná emulze akrylové pryskyřice

$\rho = 1,019 \text{ g/ml}$

Acrilem IC 20

Výrobce: ICAP-SIRA

Složení: Akrylový kopolymer ve vodě

$\rho = 1,06 \text{ g/ml}$

Samosít'ující akrylátové pojivo s obsahem ZnO nanočástic

Výrobce: Univerzita Pardubice

Složení: methylmethakrylát, butylakrylát, kyselina methakrylová a diacetonakrylamid

Množství nanočástic: 0,898%

$\rho = 1,0291 \text{ g/ml}$

Samosíťující akrylátové pojivo s obsahem MgO nanočástic

Výrobce: Univerzita Pardubice

Složení: methylmethakrylát, butylakrylát, kyselina methakrylová a diacetonakrylamid

Obsah nanočástic: 1,22%

$\rho = 1,0501 \text{ g/ml}$

Samosíťující akrylátové pojivo bez obsahu nanočástic

Výrobce: Univerzita Pardubice

Složení: methylmethakrylát, butylakrylát, kyselina methakrylová a diacetonakrylamid

$\rho = 1,0131 \text{ g/ml}$

3.2.5 Rozpouštědla a pomocné látky

Destilovaná voda

$\rho = 1,00 \text{ g/ml}$

Použití: oplachová voda, rozpouštědlo

Chloroform

Výrobce: Penta

Složení: trichlormethan CHCl_3

$\rho = 1,48 \text{ g/ml}$

3.3 Použité přístroje a zařízení

3.3.1 Přístroje použité pro přípravu nátěrových hmot

Disolver Dispermat Donventa AG, Švýcarsko, tlouček a třecí miska, nanášecí pravítka se štěrbinou 100 - 300 μm , laboratorní váhy, firma KERN&Sohn GmbH, Německo.

3.3.2 Přístroje použité pro studium nátěrových hmot a poživ

MFFT-60, firma Rhopoint Instruments, Velká Británie, analytické váhy, firma OHAUS, Švýcarsko, viskozimetr viscotester 7L/R Plus, firma HAAKE, Německo, viskozimetr RotoVisco RT10/94, firma HAAKE, Německo, přenosný pH - metr WTW 320, Německo, přístroj pro hodnocení zasychání B. K. Drying recorder, firma BYK GARDNER, Německo, leskoměr micro tri-gloss, firma BYK GARDNER, Německo, kyvadlový přístroj Automatic 500, kyvadlo typu Persoz, firma Elcometer, Německo, Buchholzův přístroj, řezací nůž pro stanovení přilnavosti, firma Elcometer, Německo, tloušťkoměr MINITEST 1100, firma Elektro - Fysik, Německo, tříbodové mechanické měřidlo tloušťky, firma BYK GARDNER, Německo, pyknometr 50 ml, Elcometr K1542 Impact tester - stanovení odolnosti proti úderu, Velká Británie, přístroj na stanovení odolnosti proti ohybu, Německo, Erichsenův přístroj na stanovení odolnosti proti hloubení, firma Erichsen, Německo, optický mikroskop Nikon Eclipse LV100, Japonsko, laboratorní sušárna OP60, firma LTE Scientific Ltd., Velká Británie, biologický termostat Biological Thermostat BT 120, Labo MS, Česká Republika.

3.4 Charakterizace pojiv a nátěrových hmot na základě jejich vlastností

3.4.1 Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot

Do předem vysušených a zvážených víček na analytických vahách bylo od každého pojiva naváženo množství 1 - 2 g. Takto připravená víčka se vzorky byly vloženy do předehřáté sušárny na teplotu 135 °C a sušeny po dobu 3 hodin. Po vyjmutí z předehřáté sušárny byly víčka ochlazeny v exsikátoru a opět zvážena na analytických vahách, poté byl vypočten obsah sušiny jako podíl hmotností vzorků před a po sušení. Výpočet je znázorněn v rovnici číslo,

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

kde a je hmotnost prázdného víčka [g], b je hmotnost víčka včetně vzorku před vysušením [g] a c je hmotnost víčka včetně vysušeného vzorku [g]. Sušina byla stanovena u všech použitých druhů pojiv, interiérové nátěrové hmoty a antikoroziční nátěrové hmoty.

3.4.2 Stanovení minimální filmotvorné teploty

Metoda je založena na vytvoření teplotního spádu na povrchu poniklované měděné desky. Na povrch této desky přístroje byla umístěna PVC fólie, na kterou byl krabicovým nanášecím pravítkem s velikostí šterbiny 150 μm zhotoven nátaň. Zasychání filmu je urychleno proudem vzduchu, který prochází přes integrovanou vysoušecí soustavu pod krytem přístroje. Poté se nastavil teplotní rozsah, který je kontrolován senzory pod deskou přístroje. Tyto senzory jsou následně také využívány při vyhodnocování minimální filmotvorné teploty vzorku a to posuvným teplotním kurzorem, který dle teploty desky v daném místě udává výslednou teplotu na displeji. Stanovení minimální filmotvorné teploty bylo prováděno podle normy ASTM D2354 na přístroji MFFT - 60. Stanovení MFT bylo prováděno na vzorcích všech pojiv, interiérové nátěrové hmoty a antikoroziční nátěrové hmoty.

3.4.3 Stanovení viskozity

Viskozita vzorků pojiv a nátěrových hmot byla měřena na přístroji HAAKE RotoVisco RT10/94. K měření se použilo systému kužel - deska. Na desku vybavenou automatickým výtahem, zaručující velmi přesné umístění měřících geometrií, bylo umístěno přiměřené množství vzorku. Na desku viskozimetru, vytemperovanou na 22 °C bylo nanášeno přiměřené množství vzorku zkoumané nátěrové hmoty. Poté byl vzorek podroben smykové deformaci, a to při rychlosti 30 ot./min. Následně pomocí softwaru pro měření kroučícího

momentu při konstantní rychlosti otáčení byla změřena viskozita vzorku. Pomocí příslušného softwaru se vyhodnotily viskozity vzorků. Stanovení viskozity byly podrobeny vzorky všech poživ, interiérové nátěrové hmoty i antikorozi nátěrové hmoty.

3.4.4 Stanovení pH

Ke stanovení pH testovaných vzorků byl použit přístroj WTW pH 32. Do kádinky bylo připraveno přiměřené množství testovaného vzorku a pomocí skleněné elektrody bylo stanoveno pH. Měření pH proběhlo u všech vzorků pojiva, interiérové nátěrové hmoty, antikorozi nátěrové hmoty podle normy ČSN EN ISO 787-9. Měření pH proběhlo 24 hodin po přípravě nátěrových hmot. Všechny vzorky, jak poživ tak nátěrových hmot, byly pro přesnost změřeny třikrát a hodnoty byly zprůměrovány.

3.4.5 Stanovení skladovatelnosti při teplotě 21 °C

Stanovení skladovatelnosti proběhlo u všech vzorků pojiv, interiérové nátěrové hmoty a antikorozi nátěrové hmoty. Zkoumané se přenesly do skleněných ampulí, které byly po celou dobu skladování, a to 30 dnů, uzavřené. Cílem stanovení skladovatelnosti při 21 °C bylo pozorování změny viskozity, která byla stanovována na přístroji RotoVisco RT10/94, podle postupu stanovení viskozity (2.4.3). Výsledky této zkoušky slouží k určení skladovatelnosti a trvanlivosti testovaných vzorků. Stanovení skladovatelnosti byly podrobeny vzorky všech poživ, interiérové nátěrové hmoty a antikorozi nátěrové hmoty.

3.4.6 Stanovení stability při 60 °C

Stanovení stability při 60 °C bylo testováno na všech vzorkách pojiva, interiérové nátěrové hmoty a antikorozi nátěrové hmoty. Testované vzorky byly převedeny do skleněných ampulí, které byly po celou dobu uzavřeny. Dále se vzorky v ampulích vložily do předehřáté laboratorní sušárny s teplotou 60 °C. Při této teplotě byly vzorky v sušárně ponechány po dobu 30 dnů. Po uplynutí doby bylo jednotlivě na vzorcích zkoumáno, zda a popřípadě jaký vliv, má vystavení této teplotě po dobu 30 dnů na testované vzorky. U testovaných vzorků bylo po tomto cyklu sledováno, jaký měl cyklus vliv na homogenitu vzorku, zda dochází ke změnám lesku a tvrdosti zhotovených nátěrů a zda dochází ke změně MFT těchto vzorků.

3.4.7 Stanovení antimikrobiální odolnosti

Při stanovování antimikrobiálních vlastností se testované vzorky nanasly štětcem na dekontaminovaný filtrační papír, který byl nejprve vystaven UV záření, a to v celkovém množství čtyř nátěrů, nanesených po 3 hodinách, kdy jednotlivé vrstvy byly nanášeny na sebe

kolnými tahy štětcem. Takto připravené vzorky se v laboratoři mikrobiologie vložily do agaru (půdy) a naočkovaly se bakteriemi *Staphylococcus aureus* (CCM 4223), *Escherichia coli* (CCM 4517) a plísní *Penicillium chryseogenum* (CCM 8034). Vzorky naočkované bakteriemi se nechaly po dobu 24 hodin vyrůst při teplotě 50 °C v biologickém termostatu, poté se provedly otisky těchto vzorků do nového agaru a ty se opět nechaly po dobu 24 hodin při 50 °C v biologickém termostatu růst. Poté se hodnotila účinnost použitého biocidu v testovaných vzorcích oproti vzorkům, které byly testovány bez použití biocidu. U vzorků s plísní se naočkované vzorky nechaly růst při laboratorní teplotě po dobu 1 týdne, poté se také hodnotila účinnost a vliv biocidu. Testování bylo prováděno na všech pojivech bez biocidu a na vzorkách interiérové nátěrové hmoty, u které bylo upravováno dávkování biocidu v různých poměrech.

3.4.8 Příprava zkušebních nátěrů pojiv na skla

Očištěná skla o velikosti 200 x 100 x 3 mm byla před aplikací odmaštěna chloroformem. Poté byly zkušební nátěry nanášeny pomocí krabicového nanášecího pravítka s velikostí štěrby 150 µm. Po nátahu byly vzorky ponechány při laboratorní teplotě k proschnutí. Po 24 hodinách bylo zahájeno měření tvrdosti, lesku a byl proveden MEK test.

3.5 Studium vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů

3.5.1 Postup přípravy vzorků pro testování odpěňovačů

Nátěrové hmoty byly dodány firmou Austis a.s. Z hlediska obchodního a výrobního tajemství v této práci nebudou uvedeny formulace použitých nátěrových hmot. Použité nátěrové hmoty byly dodány již namíchané, bez obsahu odpěňovače. Nátěrové hmoty, u kterých bylo testováno dávkování odpěňovačů jsou interiérová nátěrová hmota, matná akrylátová nátěrová hmota a hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota. U interiérové a matné akrylátové nátěrové hmoty byly odpěňovače testovány v koncentracích 0,20%, 0,34% a 0,45% z navážky nátěrové hmoty, která činila 200 g. U hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty bylo dávkování v koncentracích 0,20%, 0,40% a 0,50 % z množství naváženého vzorku nátěrové hmoty. Samotná příprava vzorku probíhala tak, že do míchací nádrže bylo naváženo 200 g nátěrové hmoty. Nátěrová hmota se dále umístila na míchadlo a nechala se míchat po dobu 5 minut při rychlosti 2000 ot./min. Po uplynutí doby míchání se do nátěrové hmoty na analytické váze nadávkoval odpěňovač v příslušné koncentraci a vzorek se opět vložil na míchadlo a proces míchání se opakoval jako před přidávkem odpěňovače.

3.5.2 Příprava vzorků na skleněné panely

Připravené vzorky nátěrové hmoty s nadávkovaným odpěňovačem dle příslušné koncentrace byly naneseny na skleněné panely o velikosti 200 x 100 x 3 mm. Použité bylo nanášecí krabicové pravítko s velikostí štěrby 150 μm .

3.5.3 Příprava vzorků na PVC fólii

Pomocí hrubšího pěnového válečku byly jednotlivé vzorky nátěrových hmot s nadávkovaným odpěňovačem dle příslušné koncentrace naneseny na PVC fólii. Samotné natření fólie probíhalo dlouhými plynulými tahy v jednom směru.

3.5.4 Stanovení hustoty a procenta vzduchu

Stanovení bylo prováděno pomocí 50 ml pyknometru, dle normy ČSN EN ISO 2811-1 (673012). Do míchací nádoby bylo naváženo 200 g nátěrové hmoty. Následně se vzorek nátěrové hmoty vložil do míchadla a po dobu 5 minut při rychlosti 2000 ot./min byl vzorek míchán. Poté se k promíchanému vzorku nátěrové hmoty přidalo příslušné množství odpěňovače, podle zadaného procentuálního poměru, vzorek se vložil opět do míchadla a proces míchání se opakoval, jako před přidávkem odpěňovače. Takto připravený vzorek nátěrové hmoty byl převeden do předem zváženého 50 ml pyknometru, který se poté zvážil i plný. Stanovení hustoty a procenta vzduchu v nátěrové hmotě probíhalo okamžitě po přípravě

vzorku a poté ještě 24 hod po přípravě. Hodnoty hustoty a procenta vzduchu byly vypočteny podle následujících rovnic:

$$\rho = \frac{m_{plný} - m_{prázdný}}{100} \quad (6)$$

$$\%_{vzduch} = \frac{\rho_{std} - \rho_{vzorek}}{\rho_{vzorek}} \quad (7)$$

3.5.5 Stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda

U připraveného vzorku nátěrové hmoty s obsahem odpěňovače podle procentuálního zadání byla měřena zdánlivá viskozita podle Brookfielda na viskozimetru HAAKE viscotester 7L/R Plus podle normy ČSN ISO 2555. Použito bylo vřetenko velikosti L3 při rychlosti otáček 10 RPM. Měření bylo prováděno okamžitě po přípravě vzorku, dále 24 hod po přípravě vzorku a týden po přípravě vzorku.

3.5.6 Stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách

Stanovení stability připraveného vzorku probíhalo 24 hodin po přípravě vzorku, který byl skladován v uzavřené nádobě. Stanovením stability je zde rozuměno, zda vzorek zůstal homogenní, zda se ve vzorku nevytvořily olejové skvrny, či sraženiny a zda vzorek svým vzhledem nepřipomíná mramorový vzhled, a to v kapalném stavu vzorku. Stanovení probíhalo v měřítku viditelnosti pouhým okem.

3.5.7 Stanovení defektů od pěny pomocí válečku na PVC fólii

Ke stanovení defektů od pěny na zaschlém filmu naneseného na PVC fólii byl použit hrubší pěnový váleček. Připravený vzorek nátěrové hmoty byl pomocí pěnové válečku nanesen na PVC fólii jemnými a dlouhými tahy ve stejném směru. Poté se nechal připravený nátěr důkladně proschnout. Po proschnutí vzniklého filmu byl hodnocen rozsah a četnost defektů od vzniklé pěny. Hodnocení defektů probíhalo pomocí stupnice 1 - 10, kdy číslo 10 označovalo nátěr bez defektů od pěny a číslo 1 četné defekty od pěny.

3.5.8 Stanovení vzhledu filmu

Připravený vzorek nátěrové hmoty byl krabicovým nanášecím pravítkem se štěrbinou 150 µm natažen na skleněný panel. Poté se nechal vzniklý film důkladně proschnout. Po proschnutí vzniklého filmu byl hodnocen celkový vzhled tohoto filmu. Předmětem stanovení vzhledu bylo, zda na filmu nevznikly rybí oka nebo zda film svým vzhledem nepřipomíná pomerančovou kůru. Dále byly hodnoceny defekty od pěny, a to jejich četnost a rozsah v celém nátěru. Stanovení proběhlo podle tabulky č. 4.

Tabulka 3: Tabulka pro hodnocení defektů od pěny

Hodnocení defektů zaschlého nátěrového filmu	
Rozsah defektů	Hodnocení
žádné	n
několik	f
četnější	s
mnoho	m

3.5.9 Stanovení pěnivosti nátěrové hmoty

Stanovení pěnivosti nátěrové hmoty bylo stanoveno pomocí odměrného válce a míchadla. Do odměrného válce se převedlo 100 ml připraveného vzorku nátěrové hmoty a vložil se na míchadlo při maximálních otáčkách po dobu 10 minut. Po uplynutí doby míchání se podle stupnice na odměrném válci stanovovalo procento vzduchu, kdy 1% pěnivosti odpovídalo 1 ml na stupnici nad původních 100 ml vzorku, kam dosahovala vzniklá pěna. Stanovení probíhalo ihned po vyjmutí z míchadla, 15 minut po vyjmutí a 2 hodiny po vyjmutí, přičemž mezi uplynutím těchto intervalů se vzorky uchovávaly v uzavřeném válci.

3.5.10 Stanovení pěnivosti na skle při aplikaci a po zaschnutí

Stanovení pěnivosti na skle při aplikaci bylo prováděno pomocí hrubšího pěnového válečku a bylo uskutečněno týden po přípravě vzorku. Na skleněný panel bylo nanášeno přiměřené množství připraveného vzorku nátěrové hmoty a pěnovým válečkem byl vzorek svižným pohybem rozetřen. Předmětem sledování bylo množství vzniklé pěny a rychlost rozrušení vzniklé pěny. Takto nanášený vzorek nátěrové hmoty na skleněný panel se nechal proschnout a po proschnutí vzniklého nátěru byly hodnoceny defekty na zaschlém filmu, které vznikly již zmiňovanou aplikací.

Tabulka 4: Hodnocení pěnovosti na skle při aplikaci válečkem

Hodnocení pěnovosti při aplikaci	
Stupeň pění	Rychlost praskání
Pění velmi nepatrně	Ihned praská
Pění nepatrně	Praská po chvíli
Pění lehce	Praská po delší chvíli
Pění středně	Nepraská
Pění hodně	–

Tabulka 5: Hodnocení pěnovosti na skle při aplikaci válečkem po zaschnutí

Hodnocení po zaschnutí	
Stopy po struktuře válečku	Defekty od pěny (četnost)
Žádná struktura po válečku	n
Velmi jemná struktura po válečku	f
Jemná struktura po válečku	s
Střední struktura po válečku	m
Velmi znatelná struktura po válečku	–

3.6 Příprava modelových nátěrových hmot

3.6.1 Formulace nátěrových hmot

Formulace nátěrových hmot byla poskytnuta firmou Austis a.s., jakožto zkušební formulca pro tuto práci. Celkem bylo připraveno 44 vzorků nátěrových hmot. U nátěrových hmot bylo použito celkem 6 pojiv, u interiérové barvy průmyslový Axilat 2802 NA, dále samosítňující akrylátový latex s obsahem nanočástic ZnO, MgO a latex bez obsahu nanočástic. Každý vzorek interiérové barvy byl připraven v dané koncentraci vždy s každým z těchto pojiv. U antikorozní barvy byly použity také samosítňující latex s obsahem nanočástic ZnO, MgO a bez obsahu nanočástic a směs pojiv průmyslových, a to Maincote HG 56 a Acrilem IC 20. V následujících tabulkách jsou uvedena množství surovin, pro formulaci na celkovou váhu připravené nátěrové hmoty 150 g.

3.6.1.1 Formulace interiérové nátěrové hmoty

Tabulka 6: Formulace interiérové nátěrové hmoty

Surovina	Funkce	Navážka
Voda	Rozpouštědlo	44,85 g
Lovosa TS 20	Záhustka	1,35 g
Parmetol A 26	Biocidní aditivum	0,3 g
BYK 1615	Odpěňovací aditivum	0,39 g
Dispex AA 4135	Dispergační aditivum	0,45 g
10% roztok hexametafosfátu sodného	Změkčovaadlo	1,5 g
Pretiox AV 01	Pigment	4,2 g
Kaolín KKA	Plnivo	6 g
Omyacarb 2	Plnivo	52,5 g
Omyacarb 5	Plnivo	15 g
Omyacarb 15	Plnivo	9 g
Pasta - dále do domíchací nádrže		
Pasta	–	135,54 g
Oplachová voda	–	4,56 g
Axilat 2802 NA	Pojivo	9,75 g
BYK 1615	Odpěňovací aditivum	0,15 g

3.6.1.2 Formulace antikoroziční nátěrové hmoty

Tabulka 7: Formulace antikoroziční nátěrové hmoty

Surovina	Funkce	Navážka
Voda	Rozpouštědlo	12,6 g
Agitan 256/1 : voda (1:1)	Odpěňovací aditivum	1,2 g
Orotan 381	Dispergační aditivum	1,8 g
Surfynol 104 BC	Povrchově aktivní látka	0,45 g
Dowanol DPM	Koalescent	2,1 g
Dowanol DPnB	Koalescent	2,25 g
Texanol	Koalescent	1,05 g
BYK 420	Reologické aditivum	0,45 g
Pretiox RGZ-W	Pigment	22,5 g
Bayferrox 316	Pigment	1,53 g
Omyacarb 2	Plnivo	5,97 g
Talcron CL-40	Plnivo	3 g
Heucophos ZMP	Antikoroziční pigment	3,96 g
Silcal A	Antikoroziční pigment	7,92 g
Pasta - dále do domíchací nádrže		
Pasta	–	66,78 g
Maincote HG 56	Pojivo	59,7 g
Acrilem IC 20	Pojivo	21,9 g
Oplachová voda	–	4,59 g
Čpavek 25%	Stabilizátor pH	0,75 g
SER AD FA 179	Inhibitor bleskové koroze	1,8 g
Parmetol A 26	Biocidní aditivum	0,15 g
Tego Airex 902 W : voda (1:1)	Odvzdušňovač	0,3 g
Tafigel Pur 61	Záhustka	0,12 g
Dowanol DPM	Koalescent	0,3 g
Nuvis FX 1070	Záhustka	1,11 g
Dowanol DPM	Koalescent	0,6 g

3.6.2 Postup přípravy nátěrových hmot

Dispergace nátěrových hmot byla prováděna na zařízení typu Disolver. Veškeré suroviny uvedené ve formulaci nátěrových hmot byly naváženy na analytických vahách. Do nádoby na míchadle bylo odváženo příslušné množství vody. Postupně byly při stálém míchání přidány aditiva, rychlost otáček míchadla byla 2000 ot./min. Po vmíchání aditiv byly přidány plniva a pigmenty, které ještě před přidáním byly zhomogenizovány pomocí hmoždíře v třecí misce. Po přidání odpovídajících množství pigmentů a plniv byla rychlost otáček zvýšena na 4000 ot./min. Při této rychlosti byl vzorek míchán po dobu 30 minut. Po uplynutí této doby byla vzniklá pasta přenesena do domíchací nádoby, která byla umístěna na míchadle. Při rychlosti 2000 ot./min byly do vzniklé pasty přidány další aditiva, dle formulace a takto nadávkovaná pasta se nechala míchat při stejných otáčkách po dobu 10 minut. Dále bylo přidáno určené množství pojiva a hmota byla ponechána k míchání po dobu 5 minut, stále při rychlosti 2000 ot./min. Nakonec byla přidána zahušťka, a stále při rychlosti 2000 ot./min byla hmota ponechána k domíchání po dobu 5 minut.

3.7 Příprava vzorků pro fyzikálně-mechanické zkoušky

3.7.1 Příprava formulovaných vzorků na skleněné panely

Před realizací zkušebních nátěrů byly skla důkladně očištěna a odmaštěna chloroformem. Zkušební skla měla rozměr 200 x 100 x 3. Nátěr byl zhotoven pomocí krabicového pravítka s velikostí štěrbin 150 μm . Poté se nechal nátěr při laboratorní teplotě proschnout. Po 24 hodinách bylo zahájeno měření tvrdosti, lesku a byl proveden MEK test.

3.7.2 Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely

Před provedením zkušebních nátěrů byly ocelové panely řádně očištěny a odmaštěny chloroformem. Ocelové panely měly rozměry 153 x 60 x 0,5 mm. Zkušební nátěry byly zhotoveny pomocí krabicového nanášecího pravítka s velikostí štěrbin 250 μm . Po nanesení nátěru byly vzorky volně ponechány při laboratorní teplotě k řádnému proschnutí. Byla stanovena přilnavost a provedena zkouška hloubení, úderu a ohybu.

3.8 Příprava vzorků pro antikorozi zkoušky

3.8.1 Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely

Před aplikací formulovaných nátěrových hmot byly ocelové panely řádně očištěny a odmaštěny chloroformem. Byly použity panely o rozměrech 150 x 100 x 0,9 mm. Nátěrová hmota byla nanášena pomocí krabicového nanášecího pravítka s velikostí štěrbin 250 μm . Po

zaschnutí první vrstvy byla změřena tloušťka této vrstvy a na základě tohoto měření byla nanesena další vrstva nátěru. Vzorky s nanesenými nátěry byly ponechány k zasychání při laboratorní teplotě. Po dostatečném proschnutí nátěrového filmu byly hrany a zadní stěny oblepeny samolepící páskou a tím se zabránilo nežádoucímu korodování zkušebního panelu. Takto připravené panely byly použity pro korozní zkoušku v solné komoře.

3.9 Metody hodnocení nátěrových filmů z hlediska fyzikálně-chemických vlastností

Je pojednáváno o zkouškách, které měří veličinu související s degradací nátěrového filmu. Výsledky těchto zkoušek nám mimo jiné poskytují informace o pevnosti nátěrového filmu, jeho pružnosti a elasticitě.

3.9.1 Měření tloušťky nátěru

K měření na kovových panelech byl použit magnetický tloušťkoměr Byko - test 4500 podle normy ISO 2808. Před samotným měřením se provedla kalibrace na kovovém podkladu, který odpovídal testovanému vzorku. Měření se provedlo na 5 různých místech a tyto hodnoty se zprůměrovaly. Měření tloušťky nátěru na skleněných panelech se provádělo pomocí tříbodového mechanického měřidla, který měří rozdíl mezi výškou nátěru a holého podkladu pomocí dvou opěrných bodů. Zprvu bylo nutné ocelovým nožikem odstranit malou plochu nátěru ve tvaru čtverce o délce strany cca 5 mm. Do tohoto místa se kolmo přiložila prostřední měřicí část a dva opěrné body byly přiloženy na vrstvu nátěru. Tloušťka nátěru poté byla odečtena z ručičkového ciferníku. Tato destruktivní zkouška byla inspirována dle ČSN 67 3061.

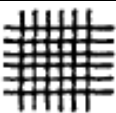
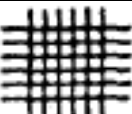



3.9.2 Stanovení lesku nátěrových hmot

Stanovení lesku bylo prováděno pomocí přístroje BYK GARDNER - micro TRI gloss, podle normy ČSN 67 3063. Přístroj měří s využitím odrazu světla. Měření spočívá ve stanovení množství odraženého světla od nátěrového filmu, které pod definovaným újlem dopadá na zkoumaný vzorek. Výsledek stanovení lesku se udává v % a je vztažen ke standardu, kterým je černé sklo s přesně definovaným indexem reflexe 1,567. Přístroj měří lesk ve třech úhlech, a to 20°, 60° a 85°.

3.9.3 Stanovení přilnavosti nátěrového filmu pomoci mřížkové metody

Stanovení bylo provedeno řezacím nožem s břity, které od sebe byly ve vzdálenosti 1 mm podle normy ČSN ISO 2409. Pomoci tohoto nože byla na nátěru vytvořena mřížka, která se vytvořila dvěma na sebe kolmými řezy. Vzhled této mřížky byl hodnocen dle stupnice 0 - 5 na základě porovnání se standardy v následující tabulce č. 9.

Tabulka 8: Klasifikace stupňů přilnavosti

Klasifikace stupňů přilnavosti mřížkovou metodou	
	stupeň 0 - řezy jsou hladké, žádný čtverec není poškozen
	stupeň 1 - nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží, poškozená plocha nesmí přesahovat 5%
	stupeň 2 - nátěr je nepatrně poškozen podél řezu a jejich křížení, povrch mřížky smí být poškozen o více než 5% a méně než 15% celkové plochy
	stupeň 3 - nátěr je poškozen v rozích řezu, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky, poškození je větší než 15%, ale menší než 35%
	stupeň 4 - na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny, plocha mřížky je poškozena z více jak 15%, ale méně než 65%
	stupeň 5 - změny, které jsou větší než u stupně 4

3.9.4 Stanovení povrchové tvrdosti nátěru

Tvrdot nátěru byla zkoumána na skleněném panelu pomocí kyvadlového přístroje dle Persoze podle normy ČSN 67 3076. Tento typ kyvadla měří dobu útlumu kývání kyvadla z amplitudy 12° na amplitudu 4°. Používá se skleněný standard, u kterého je doba útlumu 425 - 440 s. Váha kyvadla činí 500 g, délka 425 mm a ocelové kuličky mají průměr 8 mm. Počet kmitů je závislý na tvrdosti testovaného nátěru. Výsledkem této zkoušky je tvrdost nátěru v % vztažená k tvrdosti skleněného standardu (100 %), měřeného před a po měření testovaného nátěru. Výpočet povrchové tvrdosti nátěru je znázorněn ve vzorci č. 2,

$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

kde T je tvrdost nátěrového filmu [rel. %], t_1 je doba útlumu kyvadla na nátěrovém filmu [s] a t_2 je doba útlumu kyvadla na standardu [s].

3.9.5 MEK test

MEK test je metoda testování, která stanovuje chemickou odolnost nátěru vůči působení methylethylketonu (MEK). Samotné testování probíhalo tak, že gáza, která byla na tyčince byla nasáknuta methylethylketonem. Takto nasycenou gázou bylo působeno jemnými tahy na nátěrový film. Tahy byly prováděny plynule a to tak, že jeden dvojtah odpovídal času 1 vteřiny. Otírání nátěru bylo prováděno po dobu 50 sekund a pokud do uplynutí této doby došlo k úplnému obnažení podkladu, byl zaznamenán počet provedených dvojtahů. Pokud nedošlo k úplnému obnažení podkladu, byl zaznamenán stupeň stavu nátěru dle tabulky č. 7. Poté se v otírání pokračovalo a to do doby, dokud nedošlo k úplnému obnažení nátěru. Pokud do 300 sekund k obnažení nedošlo, byl test ukončen a zaznamenán aktuální stav nátěrového filmu. Zkouška byla prováděna dle normy ASTM D-4752-10. Testování bylo prováděno u všech vzorků použitých pojiv, interiérové nátěrové hmoty a antikorozi nátěrové hmoty.

Tabulka 9: Stupně hodnocení pro MEK test

Stupně hodnocení pro MEK test	
stupeň 0	úplné obnažení podkladu
stupeň 1	dojde ke značnému a hlubokému narušení nátěrového filmu, ale již ne až na podklad
stupeň 2	zřetelné poškození (poškrábání) nátěrového filmu
stupeň 3	lehké poškození (poškrábání) nátěrového filmu
stupeň 4	povrch nátěru se na otírané ploše nepoškodí, ale pouze vyleští a na otěrové gáze je pouze nepatrné množství nátěrového filmu
stupeň 5	na povrchu nátěru není patrné ani vyleštění, ani nejsou zbytky nátěru na gáze

3.9.6 Stanovení doby zasychání pomocí posuvu hrotu

Doba zasychání byla stanovena na přístroji B. K. Drying recorder. Na sklo byl připraven nátěr, a to pravítkem se šěrbinou 76 μm . Takto připravené sklo s nátěrem bylo umístěno na přístroj. Zařízení je vybaveno jehlami s kulovitým hrotem, které se umístí tak, aby se dotýkali nátěru a následně se zatíží 5 g závažím. Dále se nastaví režim, jak dlouho bude jehla po nátěru tažena s možnostmi 6, 12 a 24 hodin. Po uplynutí zvolené doby tažení jehly se vyhodnotila zanechaná rýha na zaschlém nátěru, podle které byla zjištěna doba zasychání testovaného vzorku.

3.9.7 Stanovení odolnosti kloboučkovou metodou podle Rožana

Zkouška byla provedena na nátěrech zhotovených na skleněné panely, které se před testováním nechaly dostatečně proschnout. Takto připravené panely s nátěry byly vystaveny potravinám a kapalinám, často se nacházejících v běžné domácnosti. Gáza se napustila do patřičné potraviny, či roztoku, a takto nasycená se přiložila přímo na zhotovený nátěr. Poté se nasycená gáza přiklopila skleněným kloboučkem a utěsnila plastelínou. Jako zkušební vzorky byly vybrány z potravin vodka, kečup, červené víno, pivo, slunečnicový olej, tuzemský rum a káva. Na chemickou odolnost byly vybrány roztoky NaCl a NaOH, každý v koncentraci 10% a 50%. V celkovém cyklu 120 hodin se každých 24 hodin hodnotil vzhled a odolnost nátěru pod příslušným vzorkem potraviny, či roztoku. Testovány byly pouze vzorky interiérové nátěrové hmoty.

3.9.8 Stanovení odolnosti na dřevěných panelech

Dřevěné panely (smrkové dřevo) se dokonale natřely nátěrovou hmotou ze všech stran, poté se nechaly 24 hodin proschnout při laboratorních podmínkách a dále se nechaly dosušit při 50 °C v přehřáté sušárně po dobu 24 hodin. Takto připravené vzorky se testovaly při cyklu: 4 hodiny ponechány při teplotě 23°C, 3 hodiny ponechány při teplotě 50°C v přehřáté sušárně, 1 hodinu v destilované vodě a 16 hodin při teplotě - 20°C. Takto se cykly opakovaly až dokud se nátěr nerozrušil. Takto testovány byly pouze vzorky interiérové nátěrové hmoty.

3.9.9 Stanovení tvrdosti pomocí Buchholzovi vrypové zkoušky

Tvrdość Buchholzovou vrypovou zkouškou testovaného nátěru se stanovuje podle normy ČSN ISO 2815 pomocí specifikovaného zařízení, kterým se do nátěru vytvoří vtisk. Měří se délka vtlačení ostří. Přístroj sestává z těchto částí: 20x zvětšující mikroskop, vtiskový nástroj s ostřím, tvaru kolečka se zaostřenou hranou, přídavného závaží a dvou podstavných hrotů. Toto zařízení se přiloží ve vodorovné poloze na testovaný nátěr a zatíží se závažím o hmotnosti 500 g. Takto zatížený přístroj se ponechal v kontaktu s nátěrem 35±5 sekund měřených přesně stopkami. Poté se pomocí mikroskopu a délkové stupnice vyhodnotila délka vtisku v mm. Hodnota odolnosti vtisku se stanoví pomocí výpočtu 100/L, kde L je hodnota délky vtisku v mm, udává se zaokrouhlená na celá čísla. Hodnocení dále probíhá podle následující tabulky č. 8. Touto metodou byly testovány vzorky všech pojiv, interiérové nátěrové hmoty a antikoroziční nátěrové hmoty.

Tabulka 10: Hodnoty vtisku a odolnosti vůči vrypu pro odpovídající tloušťky nátěru

Tabulka pro hodnocení tvrdosti nátěru pomocí Buchholzovi metody			
Délka vtisku (mm)	Odolnost proti vtisku (podle Buchholze)	Hloubka vtisku	Minimální tloušťka platná pro měření
0,80	125	5	15
0,85	118	6	20
0,90	111	7	20
0,95	105	7	20
1,00	100	8	20
1,05	95	9	20
1,10	91	10	20
1,15	87	11	20
1,20	83	12	25
1,30	77	14	25
1,40	71	16	25
1,50	67	18	30
1,60	63	21	35
1,70	59	24	35

3.9.10 Zkouška odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřků

Zkouškou se stanovuje odolnost nátěru proti vzniku osmotických puchýřků v prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu nebo kondenzací vlhkosti. Testované vzorky byly naneseny na hliníkové panely o rozměrech 150 x 70 x 0,5 mm. Nátěry byly zhotoveny krabicovým nanášecím pravitkem s velikostí štěrbin 150 μm a byly ponechány k řádnému proschnutí při laboratorní teplotě. Po proschnutí byl připraven filtrační papír, nastříhaný na stejné rozměry jak panely, který se nechal po dobu 30 minut nasáknout v destilované vodě. Takto nasáknutý papír byl vložen mezi dva panely se stejným vzorkem nátěru. Takto připravené panely s nasáknutým filtračním papírem byly pevně svázané a vloženy do polyethylenového pytlíku, který se také svázel. Takto svázané vzorky byly ponechány při teplotě 50 °C v biologickém termostatu a v čase 1. den, 5. den a 10 od zahájení zkoušky bylo

provedeno vyhodnocení velikosti a rozmístění osmotických puchýřků. Hodnocení probíhalo podle následující stupnice na obrázku č. 3.

3.10 Stanovení fyzikálně - mechanické odolnosti nátěrového filmu

3.10.1 Stanovení odolnosti nátěrového filmu hloubením

Pomocí této zkoušky byla zjištěna míra tažnosti nátěru. Cílem zkoušky je testování odolnosti nátěrového filmu při plynulé deformaci ocelového panelu, na kterém je testovaný nátěr nanesen. Zkouška byla provedena na Erichsenově přístroji., jehož principem je plynulé vtlačování ocelové koule o průměru 20 mm do ocelového panelu s testovaným nátěrem, až do doby, dokud nátěr nejeví známky prvního viditelného porušení povrchu. Výsledkem zkoušky je hloubka udávaná v mm, do které ocelová koule pronikla. Zkouška byla inspirována dle ČSN ISO EN 1520.

3.10.2 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem

Při zkoušce byla hodnocena přilnavost nátěru k podkladu při deformaci. Metoda spočívá ve stanovení maximální výšky, ze které padá závaží vážící 1000 g, při které ještě nedojde k viditelnému mechanickému porušení povrchu nátěru. Panel s testovaným nátěrem se upevnil mezi kovadlinu a závaží. Závaží bylo spuštěno zprvu z nižší výšky, po jeho dopadu byl povrch nátěru na místě dopadu zkoumán lupou zvětšující dané místo 10 x. V případě, že při této výšce nebyl nátěr poškozen, byl postup opakován, s rozdílem výšky, odkud bylo závaží spuštěno. Zkouška byla prováděna z lícové i rubové strany panelu. Zkouška byla inspirována dle ČSN ISO 6272.

3.10.3 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu

Zkouška spočívala v ohýbání ocelového panelu se zkoumaným nátěrem přes tzv. válcové trny. Trny jsou označeny čísly 2 - 32, která udávají průměr trnu v milimetrech. Postup byl takový, že ocelové panely byly ohýbány přes trny řazené dle průměru od největšího až po trn s průměrem 4 mm. Případné vzniklé poškození filmu bylo zkoumáno 10 x zvětšující lupou. Výsledkem zkoušky bylo stanovení velikosti trnu, u kterého ještě nedošlo k poškození. Zkouška je inspirována dle ČSN ISO 1519.

3.10.4 Stanovení celkové fyzikálně - mechanické odolnosti

Jednotlivým výsledkům zkoušek fyzikálně - mechanické odolnosti byly přiřazeny hodnoty dle tabulky č. , pro vyhodnocení těchto zkoušek , které jsou vypočítány podle vzorce č. 5,

$$\text{celková fyz. - mech. odolnost} = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}{4} [\%] \quad (9)$$

kde Y_1 je stupeň odolnosti nátěru při ohybu na válcovém trnu, Y_2 stupeň odolnosti nátěru při úderu, Y_3 stupeň odolnosti nátěru při hloubení a Y_4 stupeň přilnavosti nátěru.

Tabulka 11: Hodnocení celkové fyzikálně - mechanické odolnosti

Ohyb přes válcový trn [mm]	Odolnost úderu [cm]	Zkouška hloubením [mm]	Mřížková zkouška [st.]	Hodnocení celkové fyz. - mech. odolnosti
4	100	10	0	100
				95
6	80	8	1	90
				85
				80
8	60	6	2	75
				70
				65
				60
10	40	4	3	55
				50
				45
				40
				35
12	20	2	4	30
				25
				20
				15
				10
				5
16	0	0	5	0

3.11 Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti interiérové nátěrové hmoty

Pro stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti interiérové nátěrové hmoty byly připraveny vzorky podle formulace interiérové nátěrové hmoty (tabulka č. 7) s tím rozdílem, že dispergační činidlo bylo dávkováno v různém poměru do jednotlivých vzorků. Byly tedy připraveny vzorky nátěrové hmoty s nulovou, čtvrtinovou a poloviční koncentrací dispergačního činidla. Tyto vzorky byly dále posuzovány se vzorky s optimálním dávkováním dispergačního činidla. U vzorků byla stanovena viskozita, přilnavost nátěrového filmu mřížkovou metodou, lesk nátěrového filmu a byla stanovena náchylnost ke vzniku osmotických puchýřů. Vzorky nátěrových hmot byly nanесeny krabicovým nanášecím pravítkem s velikostí štěrbin 150 μm na skleněné panely o rozměrech 200 x 100 x 3 mm.

3.12 Metody hodnocení vlastností nátěrů pomoci zrychlených korozních zkoušek

3.12.1 Zrychlená cyklická korozní zkouška v atmosféře solné mlhy

Touto zkouškou se simuluje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů. Dá se takto simulovat například přímořská oblast, nebo zasolená silnice. Při této zkoušce je využíváno urychlujícího korozního působení NaCl, zvýšené vlhkosti vzduchu až na 100% relativní vlhkosti a zvýšené teploty.

Zkouška byla provedena podle normy ČSN ISO 9227. Vzorky byly umístěny do solné komory, kde na ně působila mlha 5% NaCl za teploty $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Zkouška probíhá ve dvanáctihodinových cyklech, kdy dochází ke střídání expozice vzorku v 5% mlze NaCl po dobu trvání 6 hodin. Následně cyklus pokračuje sušením vzorků při teplotě 28°C po dobu 2 hodin a poté následuje kondenzace vlhkosti při teplotě 40°C po dobu 4 hodin. Při zkoušce pro vzorky se svislým řezem proběhlo hodnocení řezu, prokorodování a vzhledu nátěrového filmu po 48 a 192 hodinách. Po 240 hodinách byla expozice ukončena. Po uplynutí doby expozice se vyhodnotily korozní projevy na nátěru. Poté byl nátěrový film odstraněn v 10% roztoku NaOH. Po tomto odstranění nátěru byly vyhodnoceny korozní projevy v ploše ocelových panelů. Nakonec byla vypočítána hodnota celkové antikorozní účinnosti jednotlivých nátěrů.

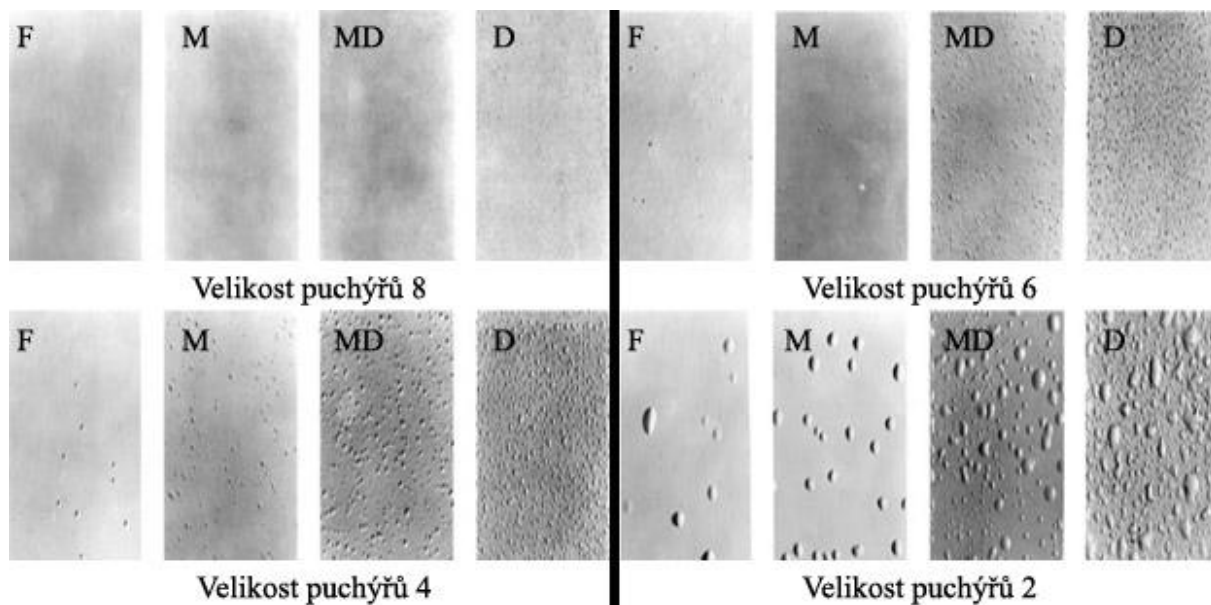
3.13 Metody hodnocení zrychlených korozních zkoušek

3.13.1 Metoda pro hodnocení stupně tvorby puchýřků v ploše a v řezu nátěru

Metoda spočívá ve vyhodnocení odolnosti testovaného nátěrového filmu. k tvorbě defektů. Defekty jsou způsobeny difúzí prostředí ke kovovému panelu. Vyhodnocení se uskutečňuje podle fotografických standardů, pomoci ČSN EN ISO 4628-2. K tvorbě puchýřů dochází, dojde-li k porušení ochranné funkce testovaného nátěru. Puchýř lze definovat jako místní ztrátu přilnavosti ke kovovému podkladu. Po ukončení expozice proběhlo hodnocení podle metody ASTM D-714-87. Povrchy testovaných nátěrů byly subjektivně porovnány s fotografiemi standardů, které jsou součástí normy ASTM D-1654-92. Hodnocení puchýřů probíhá dle jejich velikosti a jsou popsány čísly 2, 4, 6, 8, kdy největší puchýř je označen číslem 2 a nejmenší puchýř číslem 8. Četnost puchýřů se hodnotí písmeny D (density - husté), MD (medium dense - středně hustý), M (medium - střední) a F (few - nízký). Ke každému stupni puchýřovatění je přiřazeno číslo, jenž po dosazení do rovnice slouží pro výpočet celkové antikoroziční účinnosti.

Hodnocení koroze v řezu se provedlo podle normy ASTM D 1654-92, a provádělo se z důvodu posouzení schopnosti aktivních složek nátěru. Podstatou metody je stanovení rozsahu koroze v okolí vytvořeného řezu, který byl na nátěru zhotoven řezacím nožem až na povrch ocelového panelu.

Po ukončení expozice následovalo vyhodnocení vzorků, které se poté ponořily do 10% roztoku NaOH, čímž došlo k odstranění nátěru od podkladu. Po odstranění nátěrového filmu byl ocelový panel znovu vyhodnocen a výsledky byly zpracovány do tabulky.



Obrázek 3: Předlohy k hodnocení stupně puchýřovatění povrchu nátěru

K takto označenému stupni puchýřovatění je přiřazeno hodnotící číslo uvedené v následující tabulce č. 13, které se dále dosazuje do rovnice pro výpočet celkové antikoroziční účinnosti.

Tabulka 12: Způsob hodnocení stupně tvorby puchýřků

Stupeň puchýřovatění			
ASTM	Hodnotící číslo	ASTM	Hodnotící číslo
8F	90	8MD	25
6F	80	6MD	20
4F	70	4MD	15
2F	60	2MD	10
8M	50	8D	5
6M	40	6D	0
4M	35	4D	0
2M	30	2D	0

3.13.2 Metoda pro hodnocení koroze v okolí zkušebního řezu

Cílem tohoto hodnocení je posouzení, jakou schopnost mají aktivní složky nátěru bránit šíření koroze pod nátěrem od místa, kde je způsobeno jeho mechanické poškození. V případě, kdy v okolí řezu nedochází k žádné korozi, lze potom říci, že antikorozní pigment působí aktivně, a to v katodické nebo anodické oblasti koroze.

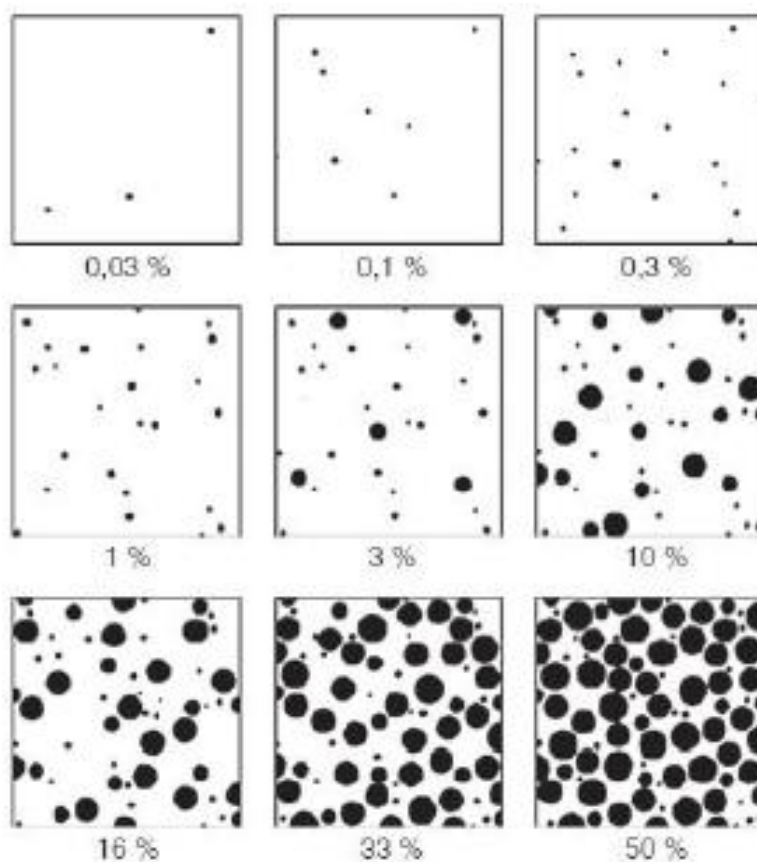
Hodnocení korozních projevů zkušebních řezů bylo provedeno dle ASTM D 1654-92. Nátěry pak byly mechanicky odstraněny po 24 hodinové lázni v 10% roztoku NaOH. Po lázni byly panely opláchnuty destilovanou vodou. Při vyhodnocování se měřila vzdálenost průniku koroze od zkušebního řezu. Naměřené vzdálenosti v mm bylo přiřazeno hodnotící číslo uvedené v tabulce č. 14, které bylo dále dosazeno do rovnice pro výpočet celkové antikorozní účinnosti.

Tabulka 13: Způsob hodnocení koroze v řezu

Koroze v řezu [mm]			
ASTM	Hodnotící číslo	ASTM	Hodnotící číslo
0	100	5,0 - 7,0	40
0 - 0,5	90	7,0 - 10	30
0,5 - 1,0	80	10 - 13	20
1,0 - 2,0	60	13 - 16	10
2,0 - 3,0	70	> 16	5
3,0 - 5,0	50	–	–

3.13.3 Metoda pro hodnocení stupně koroze v ploše podkladu

Tato metoda hodnocení popisuje rozsah koroze v ploše po odstranění nátěrového filmu z ocelového panelu. Nátěry byly z ocelových panelů odstraněny po 24 hodinové lázni v 10% roztoku NaOH, poté byly opláchnuty destilovanou vodou. Poté následovalo subjektivní vyhodnocení podle obrázku č. 4, a to metodou podle ASTM D 6100-85. Stanovené výsledky byly porovnány se vzorovými příklady, které znázorňují stupeň koroze v procentech plochy. Výslednému procentu zkorodované plochy byla přiřazena příslušná hodnota z tabulky č. 11. Výsledná hodnota z tabulky č. 11 byla dosazena do rovnice pro výpočet celkové antikorozní účinnosti.



Obrázek 4: Předlohy k hodnocení korozních projevů (prokorodování nátěrového filmu a koroze v ploše panelu)

K získaným procentuálním stupňům koroze v procentech z hodnocení prokorodování nátěrového filmu a z hodnocení koroze v ploše ocelového panelu bylo přiřazeno hodnotící číslo uvedené v tabulce č. 15, které bylo dále dosazeno do rovnice pro výpočet celkové antikoroziční účinnosti.

Tabulka 14: Způsob hodnocení koroze v ploše nátěru a ploše kovového podkladu

Korozní změny nátěru a ocelového podkladu [%]			
ASTM	Hodnotící číslo	ASTM	Hodnotící číslo
0,01	100	10	40
0,03	90	16	30
0,1	80	33	20
0,3	70	50	10
1	60	100	5
3	50	–	–

3.14 Celkové hodnocení korozních zkoušek

Všechny metody díky kterým byly hodnoceny projevy korozního napadení podkladu i samotného nátěru byly shrnuty dohromady. Dále dostáváme výsledek, kterým je číselná hodnota, označena jako celková antikoroziční účinnost. Pro její výpočet byl navržen vzorec č. 6,

$$\text{celková antikoroziční účinnost} = \frac{A + B + C + D + E}{4} [\%] \quad (10)$$

kde A je přilnavost, B prokorodování nátěrového filmu, C koroze v ploše panelu, D koroze zkušebního řezu a E je stupeň přilnavosti nátěrového filmu mřížkovou metodou.

Tabulka 15: Celkové hodnocení antikoroziční účinnosti nátěrových filmů dle norem ASTM

Celkové hodnocení antikoroziční účinnosti nátěrových filmů dle norem ASTM			
Stupeň puchýřovatění ASTM D 714-87	Koroze v řezu [mm] ASTM D 1654-92	Hodnocení koroze v ploše [%] ASTM D 610-85	Číselná hodnota antikoroziční účinnosti
	0	< 0,01	100
	–	< 0,03	
	–	0,1	95
	> 0,0 - 0,5	0,3	90
	–	–	85
	> 0,5 - 1,0	1	80
8F	–	–	75
6F	> 1,0 - 2,0	3	70
4F	–	–	65
2F	> 2,0 - 3,0	10	60
8M	–	–	55
6M	> 3,0 - 5,0	–	50
4M	–	–	45
2M	> 5,0 - 7,0	16	40
8MD	–	–	35
6MD	> 7,0 - 10,0	–	30
4MD	–	–	25
2MD	> 10,0 - 13,0	33	20
8D	–	–	15
6D	> 13,0 - 16,0	–	10
4D	–	–	5
2D	> 16,0	> 50	0

Tabulka 16: Vysvětlení jednotlivých stupňů korozní agresivity prostředí a příklady typických prostředí (ČSN EN ISO 12944-2)

Charakterizace jednotlivých stupňů korozní agresivity		
Stupně korozní agresivity	Příklady typických prostředí mírných klimatických pásem (informativní)	
	Venkovní	Vnitřní
C1 - velmi nízká	–	Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. kanceláře, školy, obchody, hotely.
C2 - nízká	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí.	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci, např. sklady, sportovní haly.
C3 - střední	Městské a průmyslové atmosféry s mírným znečištěním SO ₂ , přímořské prostředí s nízkou salinitou.	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výroby potravin, prádelny, mlékárny, pivovary.
C4 - vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s mírnou salinitou.	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky na mořském pobřeží.
C5 - I - velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou.	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší.

Tabulka 17: Určení stupně korozní agresivity prostředí pro nátěry

Tabulka stupňů korozní agresivity prostředí pro nátěry			
Stupeň korozní agresivity	Životnost	Kondenzace vody [h]	Neutrální solná mlha [h]
C2	Nízká	48	–
	Střední	48	–
	Vysoká	120	–
C3	Nízká	48	120
	Střední	120	240
	Vysoká	240	480
C4	Nízká	120	240
	Střední	240	480
	Vysoká	480	720
C5 - I	Nízká	240	480
	Střední	480	720
	Vysoká	720	1440

4 VÝSLEDKY

4.1 Studium pojiv a nátěrových hmot na základě jejich vlastností

4.1.1 Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot

Tabulka 18: Stanovení sušiny pojiv a nátěrových hmot

Hodnoty sušiny testovaných vzorků [%]	
Vzorky pojiv	
Axilat 2802 NA	50,64
Maincote HG 56	47,39
Acrilem IC 20	50,89
SAL + ZnO	40,16
SAL +MgO	38,27
SAL 0%	42,22
Vzorky interiérové nátěrové hmoty	
INH - Axilat 2802 NA	62,6
INH - SAL + ZnO	61,47
INH - SAL +MgO	61,8
INH - SAL 0%	61,64
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty	
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	58,24
ANH - SAL +ZnO	53,17
ANH - SAL + MgO	50,02
ANH - SAL 0%	51,06

4.1.2 Stanovení minimální filmotvorné teploty pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Tabulka 19: Hodnoty minimální filmotvorné teploty pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Hodnoty minimální filmotvorné teploty testovaných vzorků [°C]		
Vzorky pojiv		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 60°C
Axilat 2802 NA	10,7	7,2
Maincote HG 56	29,8	13,3
Acrilem IC 20	7,2	11,8
SAL + ZnO	7,1	7,3
SAL +MgO	1,9	1,8
SAL 0%	5,8	6,7
Vzorky interiérové nátěrové hmoty		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 60°C
INH - Axilat 2802 NA	0,2	- 0,6
INH - SAL + ZnO	0,3	- 0,4
INH - SAL + MgO	0,4	- 0,3
INH - SAL 0%	0,1	- 0,7
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 60°C
ANH - Maincote HG 56 + Acrylic IC 20	4,4	- 0,6
ANH - SAL + ZnO	5,2	0
ANH - SAL + MgO	1,9	Vznik sraženiny po cyklu
ANH - SAL 0%	3,6	- 1

4.1.3 Stanovení viskozity vzorků pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Tabulka 20: Stanovení viskozity vzorků pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Hodnoty viskozity testovaných vzorků [Pa.s]		
Vzorky pojiv		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 21°C
Axilat 2802 NA	0,137952	0,137982
Maincote HG 56	0,110160	0,11026
Acrylicem IC 20	0,112158	0,112173
SAL + ZnO	0,013988	0,013997
SAL + MgO	0,020929	0,020936
SAL 0%	0,014381	0,014389
Vzorky interiérové nátěrové hmoty		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 21°C
INH - Axilat 2802 NA	0,016252	0,016267
INH - SAL + ZnO	0,021195	0,021216
INH - SAL + MgO	0,01499	0,01511
INH - SAL 0%	0,017722	0,017746
Vzorky antikoroziční nátěrové hmoty		
Vzorek	Za běžných podmínek	Po cyklu 30 dní při 21°C
ANH - Maincote HG 56 + Acrylicem IC 20	0,776381	0,776399
ANH - SAL + ZnO	0,846476	0,846491
ANH - SAL + MgO	0,801619	0,801628
ANH - SAL 0%	0,723714	0,723726

4.1.4 Stanovení pH vzorků pojiv a nátěrových hmot

Tabulka 21: Stanovení pH testovaných vzorků pojiv a nátěrových hmot

Hodnoty pH testovaných vzorků	
Vzorky pojiv	
Axilat 2802 NA	7,9
Maincote HG 56	7,6
Acrylic IC 20	8,3
SAL + ZnO	8,38
SAL + MgO	8,44
SAL 0%	8,34
Vzorky interiérové nátěrové hmoty	
INH - Axilat 2802 NA	7,32
INH - SAL + ZnO	7,65
INH - SAL + MgO	7,53
INH - SAL 0%	7,96
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty	
ANH - Maincote HG 56 + Acrylic IC 20	7,36
ANH - SAL + ZnO	7,48
ANH - SAL + MgO	7,59
ANH - SAL 0%	7,41

4.1.5 Stanovení antimikrobiální odolnosti poжив a nátěrových hmot při změněné koncentraci biocidu ve vzorkách nátěrových hmot

Tabulka 22: Stanovení antimikrobiální odolnosti poжив a nátěrových hmot při změněné koncentraci biocidu ve vzorkách nátěrových hmot

Stanovení antimikrobiální účinnosti [%]			
Vzorky poжив			
Vzorek	SA	EC	PCH
Axilat 2802 NA	35	20	10
Maincote HG 56	30	20	5
Acrilem IC 20	30	15	10
SAL + ZnO	45	30	15
SAL + MgO	80	70	50
SAL 0%	0	0	0
Vzorky interiérové nátěrové hmoty - optimální koncentrace biocidu			
INH - Axilat 2802 NA	55	50	0
INH - SAL + ZnO	40	25	0
INH - SAL + MgO	70	70	0
INH - SAL 0%	65	40	0
Vzorky interiérové nátěrové hmoty - 1/2 koncentrace biocidu			
INH - Axilat 2802 NA	50	45	0
INH - SAL + ZnO	35	15	0
INH - SAL + MgO	60	30	0
INH - SAL 0%	30	30	0
Vzorky interiérové nátěrové hmoty - 0 koncentrace biocidu			
INH - Axilat 2802 NA	40	30	0
INH - SAL + ZnO	20	10	0
INH - SAL + MgO	45	20	0
INH - SAL 0%	15	20	0

4.2 Studium vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů

4.2.1 Stanovení hustoty a procenta vzduchu

Tabulka 23: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení hustoty a obsahu vzduchu obchodní interiérové nátěrové hmoty ihned a po 24 hodinách				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Hustota ihned [g/ml]	Hustota po 24 hod. [g/ml]	Obsah vzduchu ihned [%]	Obsah vzduchu po 24 hod. [%]
Bez odpěňovače	1,4200	1,4238	15,49	14,46
VP 5617 ENT	1,5780	1,5648	3,93	4,57
VP 5614 ENT	1,6153	1,6219	1,53	1,12
BYK 037	1,6285	1,6312	0,7	0,54
Additol XW 376	1,6249	1,6279	0,93	0,74
Agitan 232	1,6414	1,6423	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%				
VP 5617 ENT	1,6245	1,6108	0,95	1,81
VP 5614 ENT	1,6166	1,6197	1,45	1,25
BYK 037	1,6222	1,6237	1,1	1
Additol XW 376	1,6261	1,6294	0,86	0,65
Agitan 232	1,6390	1,6379	0,06	0,13
Densipol WO 2901	1,6283	1,6394	0,1	0,04
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%				
VP 5617 ENT	1,6229	1,6296	1,05	0,64
VP 5614 ENT	1,6147	1,6209	1,57	1,18
BYK 037	1,6271	1,6306	0,79	0,58
Additol XW 376	1,6231	1,6275	1,04	0,77
Agitan 232	1,6370	1,6367	0,18	0,2

Tabulka 24: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení hustoty a obsahu vzduchu obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty ihned a po 24 hodinách				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Hustota ihned [g/ml]	Hustota po 24 hod. [g/ml]	Obsah vzduchu ihned [%]	Obsah vzduchu po 24 hod. [%]
Bez odpěňovače	1,3749	1,3760	0,37	0,29
VP 5614 ENT	1,3770	1,3782	0,21	0,13
VP 5619 ENT	1,3780	1,3767	0,15	0,24
VP 5616 ENT	1,3793	1,3800	0,05	0
Additol XW 375	1,3874	1,3887	0	0
Additol XW 376	1,3854	1,3866	0	0
Agitan 295	1,3933	1,3942	0	0
Agitan 281	1,3932	1,3968	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%				
VP 5614 ENT	1,3789	1,3800	0,08	0
VP 5619 ENT	1,3757	1,3753	0,31	0,34
VP 5616 ENT	1,3800	1,3800	0	0
Dapro DF 7015	1,3929	1,3946	0	0
Additol XW 375	1,3841	1,3870	0,30	0
Additol XW 376	1,3891	1,3909	0	0
Agitan 295	1,3918	1,3945	0	0
Agitan 281	1,3932	1,3967	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%				
VP 5614 ENT	1,3805	1,3800	0	0
VP 5619 ENT	1,3789	1,3773	0,08	0,20
VP 5616 ENT	1,3732	1,3748	0,5	0,38
Additol XW 375	1,3871	1,887	0	0
Additol XW 376	1,3879	1,3904	0	0
Agitan 295	1,3842	1,3964	0	0
Agitan 281	1,3925	1,3954	0	0

Tabulka 25: Stanovení hustoty a procenta vzduchu - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení hustoty a obsahu vzduchu obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty ihned a po 24 hodinách				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Hustota ihned [g/ml]	Hustota po 24 hod. [g/ml]	Obsah vzduchu ihned [%]	Obsah vzduchu po 24 hod. [%]
Bez odpěňovače	1,3412	1,3421	1,4	1,33
VP 5615 ENT	1,3433	1,3437	1,24	1,21
VP 5616 ENT	1,2898	1,2901	5,44	5,42
BYK 022	1,2279	1,2302	10,76	10,55
BYK 024	1,3284	1,3299	2,38	2,26
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%				
VP 5615 ENT	1,3521	1,3522	0,58	0,58
VP 5616 ENT	1,3107	1,3125	3,76	3,62
Agitan 256	1,3196	1,3177	3,06	3,21
BYK 022	1,2789	1,2816	6,39	6,12
BYK 024	1,3500	1,3520	0,74	0,59
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%				
VP 5615 ENT	1,3723	1,3734	0	0
VP 5616 ENT	1,3251	1,3275	2,63	2,45
BYK 022	1,3068	1,3100	4,07	3,82
BYK 024	1,4064	1,4098	0	0

4.2.2 Stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda

Tabulka 26: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení zdánlivé viskozity obchodní interiérové nátěrové hmoty ihned, po 24 hodinách a po týdnu [mPa.s]			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 24 hodinách	Po týdnu
Bez odpěňovače	9920	8940	7990
VP 5617 ENT	7940	7420	6180
VP 5614 ENT	7920	8550	9500
BYK 037	7840	7590	6970
Additol XW 376	5530	6450	7390
Agitan 232	6290	7010	8920
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5617 ENT	8420	7790	8760
VP 5614 ENT	7720	5400	9440
BYK 037	6870	6200	7840
Additol XW 376	5280	5200	7010
Agitan 232	5920	6730	7630
Densipol WO 2901	7410	8480	9260
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5617 ENT	6970	8020	8770
VP 5614 ENT	7390	8370	9040
BYK 037	6550	6090	7440
Additol XW 376	5420	6160	6780
Agitan 232	5480	6760	8560

Tabulka 27: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení zdánlivé viskozity obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty ihned, po 24 hodinách a po týdnu [mPa.s]			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 24 hodinách	Po týdnu
Bez odpěňovače	6970	7030	6230
VP 5614 ENT	6800	7100	6140
VP 5619 ENT	7250	7490	8300
VP 5616 ENT	7490	7550	8770
Additol XW 375	6810	6970	7840
Additol XW 376	6420	6570	7440
Agitan 295	6470	7290	8260
Agitan 281	6660	6950	7810
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5614 ENT	6230	6530	6030
VP 5619 ENT	7190	7460	8380
VP 5616 ENT	7130	7380	8580
Dapro DF 7015	6570	6280	7940
Additol XW 375	6570	7050	7730
Additol XW 376	6340	6520	7370
Agitan 295	6810	7040	8180
Agitan 281	6750	7090	7780
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5614 ENT	6750	6750	6110
VP 5619 ENT	7140	7450	8360
VP 5616 ENT	7170	7060	8020
Additol XW 375	6780	6950	7670
Additol XW 376	6320	6490	7120
Agitan 295	6830	7110	8040
Agitan 281	6870	7210	7900

Tabulka 28: Stanovení zdánlivé viskozity - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení zdánlivé viskozity obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty ihned, po 24 hodinách a po týdnu [mPa.s]			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 24 hodinách	Po týdnu
Bez odpěňovače	4580	4640	4480
VP 5615 ENT	4400	4560	4570
VP 5616 ENT	1810	1980	2160
BYK 022	1790	2230	1850
BYK 024	1780	1950	1910
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%			
VP 5615 ENT	2980	4640	4580
VP 5616 ENT	1920	1960	1970
Agitan 256	1580	1730	2250
BYK 022	1990	2340	1840
BYK 024	1580	1870	1370
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%			
VP 5615 ENT	4230	4770	4850
VP 5616 ENT	1880	1900	2180
BYK 022	1920	2400	2240
BYK 024	1960	2230	2150

4.2.3 Stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách

Tabulka 29: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení stability obchodní interiérové nátěrové hmoty				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Homogenita	Olejové skvrny	Sraženiny	Vzhled mramoru
Bez odpěňovače	ANO	NE	NE	NE
VP 5617 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
BYK 037	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 232	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%				
VP 5617 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
BYK 037	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 232	ANO	NE	NE	NE
Densipol WO 2901	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%				
VP 5617 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
BYK 037	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 232	ANO	NE	NE	NE

Tabulka 30: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení stability obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Homogenita	Oleјové skvrny	Sraženiny	Vzhled mramoru
Bez odpěňovače	ANO	NE	NE	NE
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5619 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 375	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 295	ANO	NE	NE	NE
Agitan 281	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%				
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5619 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
Dapro DF 7015	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 375	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 295	ANO	NE	NE	NE
Agitan 281	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%				
VP 5614 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5619 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 375	ANO	NE	NE	NE
Additol XW 376	ANO	NE	NE	NE
Agitan 295	ANO	NE	NE	NE
Agitan 281	ANO	NE	NE	NE

Tabulka 31: Stanovení stability po 24 hodinách - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení stability obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty				
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%				
Odpěňovač	Homogenita	Olejové skvrny	Sraženiny	Vzhled mramoru
Bez odpěňovače	ANO	NE	NE	NE
VP 5615 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
BYK 022	ANO	NE	NE	NE
BYK 024	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%				
VP 5615 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
Agitan 256	ANO	NE	NE	NE
BYK 022	ANO	NE	NE	NE
BYK 024	ANO	NE	NE	NE
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%				
VP 5615 ENT	ANO	NE	NE	NE
VP 5616 ENT	ANO	NE	NE	NE
BYK 022	ANO	NE	NE	NE
BYK 024	ANO	NE	NE	NE

4.2.4 Stanovení defektů od pěny při nanášení pomoci válečku na PVC fólii

Tabulka 32: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení defektů od pěny na PVC fólii natřené pomoci válečku - obchodní interiérová nátěrová hmota	
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%	
Odpěňovač	Hodnocení [st.]
Bez odpěňovače	1
VP 5617 ENT	3
VP 5614 ENT	4
BYK 037	4
Additol XW 376	3
Agitan 232	5
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%	
VP 5617 ENT	5
VP 5614 ENT	5
BYK 037	5
Additol XW 376	3
Agitan 232	4
Densipol WO 2901	4
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%	
VP 5617 ENT	4
VP 5614 ENT	6
BYK 037	3
Additol XW 376	3
Agitan 232	4

Tabulka 33: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení defektů od pěny na PVC fólii natřené pomoci válečku - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota	
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%	
Odpěňovač	Hodnocení [st.]
Bez odpěňovače	1
VP 5614 ENT	2
VP 5619 ENT	4
VP 5616 ENT	2
Additol XW 375	5
Additol XW 376	5
Agitan 295	6
Agitan 281	6
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%	
VP 5614 ENT	2
VP 5619 ENT	5
VP 5616 ENT	2
Dapro DF 7015	6
Additol XW 375	6
Additol XW 376	5
Agitan 295	6
Agitan 281	6
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%	
VP 5614 ENT	3
VP 5619 ENT	5
VP 5616 ENT	2
Additol XW 375	7
Additol XW 376	6
Agitan 295	6
Agitan 281	6

Tabulka 34: Stanovení defektů na PVC fólii - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení defektů od pěny na PVC fólii natřené pomoci válečku - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota	
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%	
Odpěňovač	Hodnocení [st.]
Bez odpěňovače	2
VP 5615 ENT	3
VP 5616 ENT	4
BYK 022	5
BYK 024	6
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%	
VP 5615 ENT	3
VP 5616 ENT	4
Agitan 256	5
BYK 022	6
BYK 024	5
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%	
VP 5615 ENT	5
VP 5616 ENT	4
BYK 022	6
BYK 024	6

4.2.5 Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu

Tabulka 35: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní interiérová nátěrová hmota			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Pomerančový efekt	Rybí oka	Defekty od pěny
Bez odpěňovače	ANO	NE	m
VP 5617 ENT	NE	NE	m
VP 5614 ENT	NE	NE	m - s
BYK 037	NE	NE	s
Additol XW 376	NE	NE	s
Agitan 232	NE	NE	s
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5617 ENT	NE	NE	s
VP 5614 ENT	NE	NE	m - s
BYK 037	NE	NE	s
Additol XW 376	NE	NE	s
Agitan 232	NE	NE	f
Densipol WO 2901	NE	NE	m - s
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5617 ENT	NE	NE	s
VP 5614 ENT	NE	NE	s
BYK 037	NE	NE	f - s
Additol XW 376	NE	NE	s
Agitan 232	NE	NE	f

Tabulka 36: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Pomerančový efekt	Rybí oka	Defekty od pěny
Bez odpěňovače	NE	NE	m
VP 5614 ENT	NE	NE	m - s
VP 5619 ENT	NE	NE	m - s
VP 5616 ENT	NE	NE	m - s
Additol XW 375	NE	NE	s
Additol XW 376	NE	NE	s
Agitan 295	NE	NE	s - f
Agitan 281	NE	NE	f
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5614 ENT	NE	NE	s
VP 5619 ENT	NE	NE	s
VP 5616 ENT	NE	NE	s
Dapro DF 7015	NE	NE	f - n
Additol XW 375	NE	NE	s
Additol XW 376	NE	NE	s - f
Agitan 295	NE	NE	f - n
Agitan 281	NE	NE	f - n
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5614 ENT	NE	NE	m - s
VP 5619 ENT	NE	NE	s - f
VP 5616 ENT	NE	NE	s
Additol XW 375	NE	NE	s - f
Additol XW 376	NE	NE	f
Agitan 295	NE	NE	n - f
Agitan 281	NE	NE	n - f

Tabulka 37: Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Pomerančový efekt	Rybí oka	Defekty od pěny
Bez odpěňovače	NE	NE	n - f
VP 5615 ENT	NE	NE	n - f
VP 5616 ENT	NE	ANO	n - f
BYK 022	NE	NE	n
BYK 024	NE	NE	n
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%			
VP 5615 ENT	NE	NE	n
VP 5616 ENT	NE	ANO	n - f
Agitan 256	NE	NE	n
BYK 022	NE	NE	n
BYK 024	NE	NE	n
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%			
VP 5615 ENT	NE	NE	n
VP 5616 ENT	ANO	NE	n
BYK 022	NE	NE	n
BYK 024	NE	NE	n

4.2.6 Stanovení pěnivosti nátěrové hmoty v odměrném válci

Tabulka 38: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní interiérová nátěrová hmota [%]			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 15 minutách	Po 2 hodinách
Bez odpěňovače	5	0	0
VP 5617 ENT	0	0	0
VP 5614 ENT	0	0	0
BYK 037	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 232	0	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5617 ENT	0	0	0
VP 5614 ENT	5	0	0
BYK 037	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 232	0	0	0
Densipol WO 2901	0	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5617 ENT	0	0	0
VP 5614 ENT	0	0	0
BYK 037	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 232	0	0	0

Tabulka 39: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota [%]			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 15 minutách	Po 2 hodinách
Bez odpěňovače	10	10	10
VP 5614 ENT	0	0	0
VP 5619 ENT	5	5	0
VP 5616 ENT	5	0	0
Additol XW 375	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 295	0	0	0
Agitan 281	0	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%			
VP 5614 ENT	0	0	0
VP 5619 ENT	0	0	0
VP 5616 ENT	0	0	0
Dapro DF 7015	0	0	0
Additol XW 375	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 295	0	0	0
Agitan 281	0	0	0
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%			
VP 5614 ENT	0	0	0
VP 5619 ENT	0	0	0
VP 5616 ENT	0	0	0
Additol XW 375	0	0	0
Additol XW 376	0	0	0
Agitan 295	0	0	0
Agitan 281	0	0	0

Tabulka 40: Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti v odměrném válci - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota			
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%			
Odpěňovač	Ihned	Po 15 minutách	Po 2 hodinách
Bez odpěňovače	0%	0%	0%
VP 5615 ENT	0%	0%	0%
VP 5616 ENT	0%	0%	0%
BYK 022	0%	0%	0%
BYK 024	0%	0%	0%
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%			
VP 5615 ENT	0%	0%	0%
VP 5616 ENT	0%	0%	0%
Agitan 256	0%	0%	0%
BYK 022	0%	0%	0%
BYK 024	0%	0%	0%
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%			
VP 5615 ENT	0%	0%	0%
VP 5616 ENT	0%	0%	0%
BYK 022	0%	0%	0%
BYK 024	0%	0%	0%

4.2.7 Stanovení pěnivosti při aplikaci na skle a po zaschnutí

Tabulka 41: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní interiérová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti na skleněném panelu při aplikaci válečkem a po zaschnutí - obchodní interiérová nátěrová hmota		
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%		
Odpěňovač	Pěnivost při aplikaci, praskání pěny	Defekty od pěny po zaschnutí [st.]
Bez odpěňovače	Pění hodně, nepraská	m
VP 5617 ENT	Pění středně - hodně, nepraská	m
VP 5614 ENT	Pění středně, nepraská	s
BYK 037	Pění středně, nepraská	m - s
Additol XW 376	Pění středně, ihned praská	s
Agitan 232	Pění středně, ihned praská	s
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%		
VP 5617 ENT	Pění středně, nepraská	s
VP 5614 ENT	Pění středně, nepraská	s
BYK 037	Pění málo, praská pomalu	m - s
Additol XW 376	Pění málo, ihned praská	s
Agitan 232	Pění málo, ihned praská	s - f
Densipol WO 2901	Pění středně, praská pomalu	m - s
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%		
VP 5617 ENT	Pění málo - středně, nepraská	s
VP 5614 ENT	Pění málo, nepraská	s
BYK 037	Pění málo nepraská	m - s
Additol XW 376	Pění středně, ihned praská	s
Agitan 232	Pění málo, praská pomalu	s - f

Tabulka 42: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti na skleněném panelu při aplikaci válečkem a po zaschnutí - obchodní matná akrylátová nátěrová hmota		
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%		
Odpěňovač	Pěnivost při aplikaci, praskání pěny	Defekty od pěny po zaschnutí [st.]
Bez odpěňovače	Pění hodně, ihned praská	m
VP 5614 ENT	Pění středně - hodně, nepraská	m - s
VP 5619 ENT	Pění středně, ihned praská	m - s
VP 5616 ENT	Pění hodně, ihned praská	s
Additol XW 375	Pění hodně, praská pomalu	s
Additol XW 376	Pění hodně, ihned praská	s - f
Agitan 295	Pění středně - hodně, praská pomalu	s - f
Agitan 281	Pění středně, praská pomalu	s - f
Koncentrace odpěňovačů - 0,34%		
VP 5614 ENT	Pění středně - hodně, praská pomalu	s
VP 5619 ENT	Pění středně, ihned praská	s
VP 5616 ENT	Pění středně, ihned praská	s - f
Dapro DF 7015	Pění středně, praská pomalu	s - f
Additol XW 375	Pění hodně, praská pomalu	s - f
Additol XW 376	Pění středně - hodně, praská pomalu	s
Agitan 295	Pění středně - hodně, nepraská	s - f
Agitan 281	Pění středně - hodně, nepraská	s - f
Koncentrace odpěňovačů - 0,45%		
VP 5614 ENT	Pění středně, ihned praská	s
VP 5619 ENT	Pění středně, praská pomalu	s
VP 5616 ENT	Pění středně, ihned praská	s
Additol XW 375	Pění málo, nepraská	s
Additol XW 376	Pění středně, ihned praská	s - f
Agitan 295	Pění středně, nepraská	s - f
Agitan 281	Pění středně, praská pomalu	s - f

Tabulka 43: Stanovení pěnivosti při aplikaci a po zaschnutí - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota

Stanovení pěnivosti na skleněném panelu při aplikaci válečkem a po zaschnutí - obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota		
Koncentrace odpěňovačů - 0,20%		
Odpěňovač	Pěnivost při aplikaci, praskání pěny	Defekty od pěny po zaschnutí [st.]
Bez odpěňovače	Pění hodně, ihned praská	n
VP 5615 ENT	Pění středně - hodně, praská pomalu	f
VP 5616 ENT	Pění hodně, ihned praská	f
BYK 022	Pění středně, ihned praská	f
BYK 024	Pění středně, ihned praská	f
Koncentrace odpěňovačů - 0,40%		
VP 5615 ENT	Pění středně - málo, praská pomalu	f
VP 5616 ENT	Pění středně, ihned praská	f
Agitan 256	Pění málo, ihned praská	f - n
BYK 022	Pění středně - málo, ihned praská	f - s
BYK 024	Pění středně - málo, ihned praská	f - s
Koncentrace odpěňovačů - 0,50%		
VP 5615 ENT	Pění málo, praská pomalu	f
VP 5616 ENT	Pění středně, ihned praská	f
BYK 022	Pění středně, ihned praská	f
BYK 024	Pění hodně, ihned praská	f

4.3 Vyhodnocení vlastností na základě fyzikálně-chemických zkoušek

4.3.1 Stanovení lesku nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot

Tabulka 44: Stanovení lesku vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení lesku vzorků pojiv v čase									
Za běžných podmínek									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Axilat 2802 NA	172	161	114	172	160	114	163	154	108
Maincote HG 56	14,5	43,7	38,8	13,9	42,4	38,2	13,3	41,4	37
Acrilem IC 20	154	152	113	155	152	112	154	151	111
ZnO	153	151	115	151	151	115	152	149	111
MgO	141	146	114	142	146	114	129	139	106
0%	41,3	74,3	81,1	41,4	74	81,1	46	78,4	84,1
Po cyklu 30 dní při 60°C									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Axilat 2802 NA	164	151	113	161	150	113	162	150	112
Maincote HG 56	38,5	70,5	54,5	37,6	70,1	55,2	39	70,6	54,5
Acrilem IC 20	144	143	103	141	142	107	141	143	108
ZnO	153	152	113	142	154	111	145	156	112
MgO	137	155	113	137	156	113	150	158	114
0%	140	147	102	144	151	109	145	158	112

Tabulka 45: Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty									
Za běžných podmínek									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - Axilat 2802 NA	1,2	2,9	20,7	1,2	2,8	18,4	1,1	2,5	21,9
INH - SAL + ZnO	1,2	2,5	19	1,1	2,7	17,4	1,1	2,5	18,8
INH - SAL + MgO	1,2	2,5	15	1,1	2,5	15,8	1,1	2,5	16
INH - SAL 0%	1,2	2,6	20,3	1,1	2,6	18,3	1,1	2,4	16,3
Po cyklu 30 dní při 60°C									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - Axilat 2802 NA	1,3	5,4	50	1,3	5,4	50,5	1,3	5,4	49,6
INH - SAL + ZnO	1,1	2,9	13	1,1	2,8	13,2	1,1	2,9	13,6
INH - SAL + MgO	1,2	2,8	34,4	1,2	2,9	35,9	1,2	2,9	34,9
INH - SAL 0%	1,2	3,3	36,8	1,2	3,4	34,7	1,2	3,4	34,6

Tabulka 46: Stanovení lesku vzorků antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení lesku vzorků antikorozi nátěrové hmoty v čase									
Za běžných podmínek									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
ANH - MHG 56 + AIC 20	2,9	19,5	44,5	2,7	18,9	44,3	2,5	18,1	41,4
ANH - SAL + ZnO	1	6,3	23,2	1	6	22,9	1	5,9	21,1
ANH - SAL + MgO	1,2	7,8	32,2	1,1	7,3	30,6	1,1	7	28,5
ANH - SAL 0%	2,3	16,4	38,3	2,1	15,7	36,1	2,1	14,9	34,1
Po cyklu 30 dní při 60°C									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
ANH - MHG 56 + AIC 20	3,4	23	49,7	3,2	21,9	48,7	2,9	20,9	47,5
ANH - SAL + ZnO	1,1	6,5	22,4	1,1	6,3	21,2	1	6	20,4
ANH - SAL 0%	2,2	15,7	36,1	2,2	15,5	35,2	2,1	14,8	34

4.3.2 Stanovení přilnavosti nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot pomocí mřížkové metody a stanovení tloušťky nátěrových filmů

Tabulka 47: Stanovení přilnavosti nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot pomocí mřížkové metody a tloušťka nátěrových filmů

Stanovení přilnavosti nátěrového filmu mřížkovou metodou [st.]		
Vzorky pojiv		
Vzorek	Hodnocení přilnavosti [st.]	Tloušťka filmu [μm]
Axilat 2802 NA	0	0,30
Maincote HG 56	0	0,45
Acrilem IC 20	1	0,32
ZnO	0	0,40
MgO	0	0,35
0%	0	0,35
Vzorky interiérové nátěrové hmoty		
INH - Axilat 2802 NA	2	0,40
INH - SAL + ZnO	2	0,50
INH - SAL + MgO	3	0,50
INH - SAL 0%	3	0,45
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty		
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	0	0,40
ANH - SAL + ZnO	0	0,30
ANH - SAL + MgO	1	0,30
ANH - SAL 0%	1	0,40

4.3.3 Stanovení relativní povrchové tvrdosti pomoci kyvadla (Persoz) nátěrových filmů pojiv a nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Tabulka 48: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků pojiv v čase [%]					
Měření za běžných podmínek					
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den	20. den
Axilat 2802 NA	6,07	10,16	16,72	16,31	16,26
Maincote HG 56	10,99	10,58	13,19	14,13	13,91
Acrilem IC 20	23,34	22,86	23,23	23,78	23,51
SAL + ZnO	28	26,09	26,25	23,54	23,39
SAL + MgO	22,4	20,09	18,58	16,08	15,97
SAL 0%	28,94	25,17	26,95	22,84	21,83
Měření po cyklu 30 dní při 60°C					
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den	20. den
Axilat 2802 NA	7,95	9,4	14,81	13,73	13,21
Maincote HG 56	16,61	15,75	20,37	21,97	22,13
Acrilem IC 20	21,75	21,86	22,92	22,81	22,42
SAL + ZnO	24,16	23,98	24,32	23,16	22,6
SAL + MgO	18,26	18,86	20,15	20,86	19,91
SAL + 0%	20,31	20,13	20,65	19,83	18,36

Tabulka 49: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků interiérové nátěrové hmoty v čase [%]				
Měření za běžných podmínek				
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den
INH - Axilat 2802 NA	26,90	27,39	35,70	34,73
INH - SAL + ZnO	31,09	30,70	31,97	30,54
INH - SAL + MgO	27,15	27,86	27,54	27,04
INH - SAL 0%	29	29,75	40,14	38,69
Měření po cyklu 30 dní při 60°C				
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den
INH - Axilat 2802 NA	28,54	28,2	28	27,83
INH - SAL + ZnO	36,96	36,9	36,11	35,91
INH - SAL + MgO	24,33	23,97	24,07	23,82
INH - SAL 0%	29,94	29,61	31,25	30,72

Tabulka 50: Stanovení relativní povrchové tvrdosti vzorků antikorozní nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Stanovení relativní povrchové tvrdosti antikorozní nátěrové hmoty [%]				
Za běžných podmínek				
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den
ANH - MHG 56 + AIC 20	15,55	20,02	27,3	32,17
ANH - SAL + ZnO	13,23	17	24,04	24,94
ANH - SAL + MgO	14,39	18,89	19,84	20,05
ANH - SAL 0%	12,76	14,88	22,17	20,05
Po cyklu 30 dní při 60°C				
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den
ANH - MHG 56 + AIC 20	13,8	18,57	23,61	24,26
ANH - SAL + ZnO	12,87	13,87	17,13	18,27
ANH - SAL 0%	13,34	13,4	17,13	18,16

4.3.4 Stanovení odolnosti proti otěru methylethylketonem - MEK test

Tabulka 51: MEK test vzorků pojiv, interiérové a antikoroziční nátěrové hmoty

Stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči otěru MEK [st.]								
Vzorky pojiv								
Vzorek	1. den		3. den		7. den		10. den	
	Po 50 s	Po 300 s	Po 50 s	Po 300 s	Po 50 s	Po 300 s	Po 50 s	Po 300 s
Axilat 2802 NA	0	–	2	0	0	–	0	–
Maincote HG 56	0	–	1	0	0	–	0	–
Acrylicem IC 20	0	–	1	0	0	–	0	–
SAL + ZnO	4	3	4	3	2	0	2	0
SAL + MgO	4	3	4	3	2	0	2	0
SAL 0%	0	–	0	–	0	–	0	–
Vzorky interiérové nátěrové hmoty								
Axilat 2802 NA	0	–	0	–	0	–	0	–
SAL + ZnO	0	–	0	–	0	–	0	–
SAL + MgO	0	–	0	–	0	–	0	–
SAL + 0%	0	–	0	–	0	–	0	–
Vzorky antikoroziční nátěrové hmoty								
MHG 56 + AIC 20	4	3	2	0	0	–	0	–
SAL + ZnO	4	3	4	3	3	2	3	2
SAL + MgO	3	2	3	2	2	1	1	0
SAL + 0%	2	1	2	1	1	0	1	0

4.3.5 Stanovení doby zasychání pomoci posuvu hrotu

Tabulka 52: Stanovení doby zasychání vzorků pojiv, interiérové a antikorozní nátěrové hmoty pomoci posuvu hrotu

Výsledky doby zasychání pomoci posuvu hrotu [hod]	
Vzorky pojiv	
Axilat 2802 NA	7,25
Maincote HG 56	23
Acrilem IC 20	11
SAL + ZnO	< 1
SAL + MgO	< 1
SAL 0%	< 1
Vzorky interiérové nátěrové hmoty	
INH - Axilat 2802 NA	< 1
INH - SAL + ZnO	< 1
INH - SAL + MgO	< 1
INH - SAL 0%	< 1
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty	
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	1,5
ANH - SAL + ZnO	1,75
ANH - SAL + MgO	1,5
ANH - SAL 0%	1,5

4.3.6 Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty pomocí kloboučkové metody podle Rožana

Tabulka 53: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty s pojivem Axilat 2802 NA, kloboučkovou metodou podle Rožana

Stanovení odolnosti potravinám a chemikáliím pro INH - Axilat 2802 NA					
Působící kapalina	Doba působení				
	24 hodin	48 hodin	72 hodin	96 hodin	120 hodin
Vodka	Ztráta přilnavosti	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–	–
Kečup	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Červené víno	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Pivo	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
Slunečnicový olej	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–
Rum	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Ztráta přilnavosti
Káva s mlékem	Změna odstínu	Změna odstínu	Tvorba plísňe + ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
10% NaCl	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu
10% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu
50% NaCl	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
50% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–

Tabulka 54: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosítujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, kloboučkovou metodou podle Rožana

Stanovení odolnosti potravinám a chemikáliím pro INH - ZnO					
Působící kapalina	Doba působení				
	24 hodin	48 hodin	72 hodin	96 hodin	120 hodin
Vodka	Ztráta přilnavosti	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–	–
Kečup	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Červené víno	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Pivo	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
Slunečnicový olej	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–
Rum	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Ztráta přilnavosti
Káva s mlékem	Změna odstínu	Změna odstínu	Tvorba plísně + ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
10% NaCl	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu
10% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu
50% NaCl	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
50% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–

Tabulka 55: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosít'ujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO, kloboučkovou metodou podle Rožana

Stanovení odolnosti potravinám a chemikáliím pro INH - MgO					
Působící kapalina	Doba působení				
	24 hodin	48 hodin	72 hodin	96 hodin	120 hodin
Vodka	Ztráta přilnavosti	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–	–
Kečup	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Červené víno	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Pivo	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
Slunečnicový olej	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–
Rum	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Ztráta přilnavosti
Káva s mlékem	Změna odstínu	Změna odstínu	Tvorba plísně + ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
10% NaCl	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu
10% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu
50% NaCl	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
50% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–

Tabulka 56: Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty se samosít'ujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic, kloboučkovou metodou podle Rožana

Stanovení odolnosti potravinám a chemikáliím pro INH - 0%					
Působící kapalina	Doba působení				
	24 hodin	48 hodin	72 hodin	96 hodin	120 hodin
Vodka	Ztráta přilnavosti	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–	–
Kečup	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Červené víno	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
Pivo	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
Slunečnicový olej	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–
Rum	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Rozrušení filmu	Ztráta přilnavosti
Káva s mlékem	Změna odstínu	Změna odstínu	Tvorba plísně + ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–
10% NaCl	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu
10% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu	Změna odstínu
50% NaCl	Ztráta přilnavosti	Rozrušení filmu	Obnažení podkladu	–	–
50% NaOH	Změna odstínu	Změna odstínu	Ztráta přilnavosti	Obnažení podkladu	–

4.3.7 Stanovení odolnosti interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech

Tabulka 57: Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech

Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech	
Vzorek	Hodnocení
INH - Axilat 2802 NA	Nevydržel 1. cyklus
INH - SAL + ZnO	Nevydržel 1. cyklus
INH - SAL + MgO	Nevydržel 1. cyklus
INH - SAL 0%	Nevydržel 1. cyklus

4.3.8 Stanovení tvrdosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikorozní nátěrové hmoty pomoci Buchholzovi vrypové zkoušky

Tabulka 58: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikorozní nátěrové hmoty pomoci Buchholzovi vrypové zkoušky

Stanovení odolnosti proti vrypu podle Buchholze [h.č.]				
Vzorky pojiv				
Vzorek	1. den	3. den	7. den	10. den
Axilat 2802 NA	< 59	< 59	< 59	59
Maincote HG 56	< 59	<59	< 59	59
Acrilem IC 20	59	63	63	67
ZnO	63	71	83	83
MgO	63	63	100	100
0%	71	71	91	91
Vzorky interiérové nátěrové hmoty				
INH - Axilat 2802 NA	< 59	< 59	71	71
INH - SAL + ZnO	59	59	71	71
INH - SAL + MgO	< 59	< 59	59	63
INH - SAL 0%	< 59	< 59	63	71
Vzorky antikorozní nátěrové hmoty				
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	< 59	59	71	71
ANH - SAL + ZnO	63	67	77	77
ANH - SAL + MgO	67	67	77	77
ANH - SAL 0%	77	83	83	83

4.3.9 Stanovení odolnosti nátěrových filmů vzorků pojiv, interiérové a antikoroziční nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů

Tabulka 59: Stanovení odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů vzorků pojiv, interiérové a antikoroziční nátěrové hmoty

Stanovení odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů [st.]			
Vzorky pojiv			
Vzorek	1. den	5. den	10. den
Axilat 2802 NA	4M	8F	8F
Maincote HG 56	6M	8MD	8D
Acrilem IC 20	8M	8MD	8MD
SAL + ZnO	8M	8MD	8MD
SAL + MgO	8M	8MD	8MD
SAL + 0%	6F	8F	8F
Vzorky interiérové nátěrové hmoty			
INH - Axilat 2802 NA	2MD	4D	4MD
INH - SAL + ZnO	6D	6MD	6D
INH - SAL + MgO	4D	6D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL 0%	4D	4D	6D
Vzorky antikoroziční nátěrové hmoty			
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	4M	4MD	4MD
ANH - SAL + ZnO	4F	4M	4M
ANH - SAL + MgO	4F	4M	4M
ANH - SAL 0%	4F	4M	4M

4.4 Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti interiérové nátěrové hmoty

4.4.1 Stanovení viskozity interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla

Tabulka 60: Stanovení viskozity vzorků interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení viskozity vzorků interiérové nátěrové hmoty při různých koncentracích dispergačního činidla [Pa.s]				
Vzorek	Koncentrace			
	Optimální	1/2	1/4	0
INH - Axilat 2802 NA	0,016252	0,03061	0,094048	0,059046
INH - SAL + ZnO	0,021195	0,029803	0,034978	0,079546
INH - SAL + MgO	0,01499	0,063502	0,163637	0,191905
INH - SAL 0%	0,017722	0,156333	0,030556	0,13019

4.4.2 Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla

Tabulka 61: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým pojivem Axilat 2802 NA, při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty s použitým pojivem Axilat 2802 NA při různé koncentraci dispergačního činidla									
Optimální koncentrace dispergačního činidla									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - Axilat 2802 NA	1,2	2,9	20,7	1,2	2,8	18,4	1,1	2,5	21,9
1/2 koncentrace dispergačního činidla									
INH - Axilat 2802 NA	1,2	2,8	19,5	1,2	2,8	19	1,2	2,8	19,6
1/4 koncentrace dispergačního činidla									
INH - Axilat 2802 NA	1,1	2,5	16,1	1,2	2,6	16,6	1,2	2,6	16,4
0 koncentrace dispergačního činidla									
INH - Axilat 2802 NA	1,1	2,4	9,2	1,2	2,4	9,1	1,2	2,4	9,2

Tabulka 62: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, při různé koncentraci dispergačního činidla									
Optimální koncentrace dispergačního činidla									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - SAL + ZnO	1,2	2,5	19	1,1	2,7	17,4	1,1	2,5	18,8
1/2 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + ZnO	1,2	2,8	21,4	1,2	2,9	21,5	1,2	2,9	22,8
1/4 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + ZnO	1,2	2,8	24	1,3	2,8	24,5	1,3	2,7	24,6
0 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + ZnO	1,1	2,1	7,1	1,1	2,2	7,5	1,1	2,3	7,1

Tabulka 63: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO, při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO, při různé koncentraci dispergačního činidla									
Optimální koncentrace dispergačního činidla									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - SAL + MgO	1,2	2,5	15	1,1	2,5	15,8	1,1	2,5	16
1/2 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + MgO	1,2	2,4	11,6	1,2	2,4	11,7	1,2	2,5	12
1/4 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + MgO	1,1	2,3	9,5	1,2	2,4	9,5	1,2	2,4	9,7
0 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL + MgO	1,2	2,3	6,4	1,2	2,4	6,4	1,2	2,3	6,4

Tabulka 64: Stanovení lesku interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic, při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení lesku vzorků interiérové nátěrové hmoty s použitým samosít'ujícím pojivem bez obsahu nanočástic při různé koncentraci dispergačního činidla									
Optimální koncentrace dispergačního činidla									
Vzorek	1. den			3. den			7. den		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
INH - SAL 0%	1,2	2,6	20,3	1,1	2,6	18,3	1,1	2,4	16,3
1/2 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL 0%	1,1	2,6	21	1,2	2,6	20,1	1,1	2,6	20,8
1/4 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL 0%	1,2	2,5	17,3	1,2	2,6	17,1	1,2	2,6	16,9
0 koncentrace dispergačního činidla									
INH - SAL 0%	1,1	2,1	7,1	1,1	2,2	7,5	1,1	2,3	7,1

4.4.3 Stanovení přilnavosti vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla mřížkovou metodou a stanovení tloušťky nátěrového filmu

Tabulka 65: Stanovení přilnavosti vzorků interiérové nátěrové hmoty, při změněném dávkování dispergačního činidla mřížkovou metodou a tloušťka nátěrového filmu

Stanovení přilnavosti nátěrového filmu interiérové nátěrové hmoty při různém dávkování dispergačního činidla mřížkovou metodou [st.]		
Optimální koncentrace dispergačního činidla		
Vzorek	Hodnocení přilnavosti [st.]	Tloušťka filmu [μm]
INH - Axilat 2802 NA	2	0,40
INH - SAL + ZnO	2	0,50
INH - SAL + MgO	3	0,50
INH - SAL 0%	3	0,45
1/2 koncentrace dispergačního činidla		
INH - Axilat 2802 NA	3	0,60
INH - SAL + ZnO	3	0,55
INH - SAL + MgO	3	0,50
INH - SAL 0%	2	0,55
1/4 koncentrace dispergačního činidla		
INH - Axilat 2802 NA	2	0,55
INH - SAL + ZnO	3	0,60
INH - SAL + MgO	3	0,55
INH - SAL 0%	3	0,50
0 koncentrace dispergačního činidla		
INH - Axilat 2802 NA	3	0,55
INH - SAL + ZnO	3	0,50
INH - SAL + MgO	3	0,55
INH - SAL 0%	2	0,50

4.4.4 Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů, při změněném dávkování dispergačního činidla

Tabulka 66: Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty proti tvorbě osmotických puchýřů, při změněném dávkování dispergačního činidla

Stanovení odolnosti vzorků interiérové nátěrové hmoty s různým dávkováním dispergačního činidla vůči tvorbě osmotických puchýřů [st.]			
Optimální koncentrace dispergačního činidla			
Vzorek	1. den	5. den	10. den
INH - Axilat 2802 NA	2MD	4D	4MD
INH - SAL + ZnO	6D	6MD	6D
INH - SAL + MgO	4D	6D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL 0%	4D	4D	6MD
1/2 koncentrace dispergačního činidla			
INH - Axilat 2802 NA	4MD	4MD	4MD
INH - SAL + ZnO	4D	4D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL + MgO	6D	6D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL 0%	6D	6D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
1/4 koncentrace dispergačního činidla			
INH - Axilat 2802 NA	4MD	2MD	2MD
INH - SAL + ZnO	6D	6D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL + MgO	4D	4D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL 0%	6D	4D	4D
0 koncentrace dispergačního činidla			
INH - Axilat 2802 NA	2D	2D	2D
INH - SAL + ZnO	4D	2D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL + MgO	6D	2D + ztráta přilnavosti	Nátěrový film nevydržel
INH - SAL 0%	6D	2D	2D

4.5 Stanovení fyzikálně - mechanické odolnosti antikorozi nátěrové hmoty

Tabulka 67: Celkové hodnocení fyzikálně - mechanických zkoušek vzorků antikorozi nátěrové hmoty

Stanovení celkové fyzikálně - mechanické odolnosti vzorků antikorozi nátěrové hmoty						
Vzorek	Tloušťka filmu [μm]	Ohyb přes válcový trn [mm]	Odolnost úderu [cm]	Zkouška hloubením [mm]	Mřížková zkouška [st.]	Celková fyz. - mech. odolnost [h.č.]
ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20	100	4	100	> 10	0	100
ANH - SAL + ZnO	88,7	4	100	> 10	0	100
ANH - SAL + MgO	78,7	4	100	> 10	0	100
ANH - SAL + 0%	93	4	100	> 10	0	100

4.6 Stanovení odolnosti vzorků antikorozi nátěrové hmoty pomocí zrychlených korozních zkoušek

4.6.1 Zrychlená cyklická zkouška v atmosféře solné mlhy

Tabulka 68: Stanovení celkové antikorozi účinnosti připravené antikorozi nátěrové hmoty při změněném dávkování antikorozi pigmentu a inhibitoru koroze

Stanovení celkové antikorozi účinnosti vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty							
Vzorek	Koncentrace AP a IK	Hodnocení nátěru Stupeň puchýřovatění		Hodnocení podkladu		Přilnavost [st.]	Antikorozi účinnost
		V okolí řezu	V ploše	Koroze v řezu	Podkorodování [st.]		
ANH - Maincote	Optimální	–	4D	9	1	2	42,5
	1/2 AP a IK	8F	6MD	9	1	4	37,5
HG 56 + Acrylicem	Bez AP	6F	6M	9	1	4	42,5
	Bez IK	6F	6MD	9	1	3	43,75
IC 20	Bez AP a IK	6F	6D	9	1	4	30
ANH - SAL + ZnO	Optimální	6F	4M	9	3	2	62,5
	1/2 AP a IK	6M	6MD	8	1	4	35
	Bez AP	4F	4MD	9	2	3	47,5
	Bez IK	4MD	4MD	9	1	3	42,5
	Bez AP a IK	–	2MD	9	1	4	35
ANH - SAL + MgO	Optimální	6F	4MD	8	1	4	33,75
	1/2 AP a IK	6M	8MD	9	1	3	45
	Bez AP	6F	6MD	9	1	3	43,75
	Bez IK	6F	6MD	9	1	3	43,75
	Bez AP a IK	6F	2MD	9	1	3	41,25
ANH - SAL 0%	Optimální	4F	4MD	8	3	4	43,75
	1/2 AP a IK	6F	6MD	9	2	3	48,75
	Bez AP	6F	6MD	9	1	3	43,75
	Bez IK	6M	6MD	9	1	3	43,75
	Bez AP a IK	6MD	6MD	9	1	4	37,5

5 DISKUZE VÝSLEDKŮ

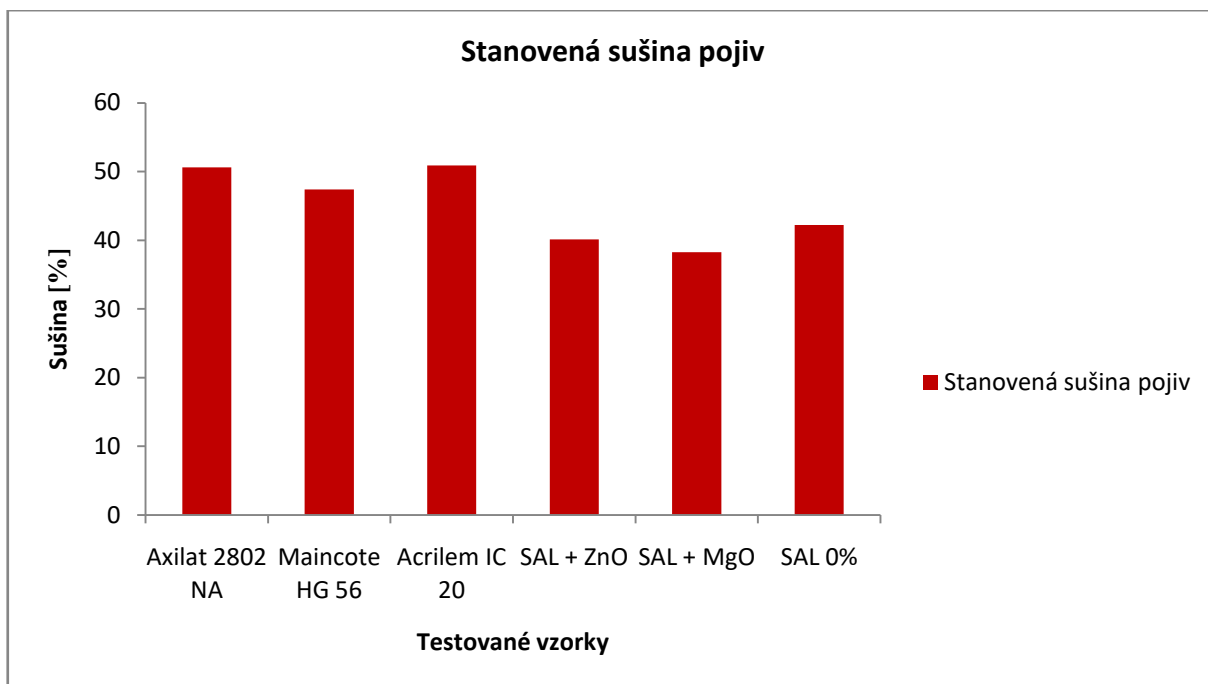
Tato kapitola se zabývá diskuzí k získaným výsledkům a jejich vyhodnocením.

Veškeré zhotovené nátěry pojiv byly na první pohled jednolité, hladké a průsvitné. Pouze pojivo Maincote HG 65 po zaschnutí získalo matný vzhled až lehce zakalený vzhled do světle šedé barvy. Připravené interiérové nátěrové hmoty po zhotovení nátěrů vykazovaly lehce matný vzhled, nátěry byly hladké, jednolité a neprůsvitné, sytě bílé. Komerční báze nátěrových hmot, to znamená interiérová, matná akrylátová a hedvábně matná akrylátová, které byly dodané firmou Austis a.s. (bez přídavku odpěňovačů) pro testování odpěňovačů a jejich dávkování, měly bílou barvu a vzhled nátěrů těchto nátěrových hmot je jedním z hlavních předmětů hodnocení těchto zkoušek zabývajících se dávkováním odpěňovačů. Připravená antikorozi nátěrová hmota vytvářela po nátěru neprůhledný šedý film, na první pohled nátěrový film působil jako matný.

5.1 Diskuze studia pojiv a připravených vzorků nátěrových hmot na základě jejich vlastností

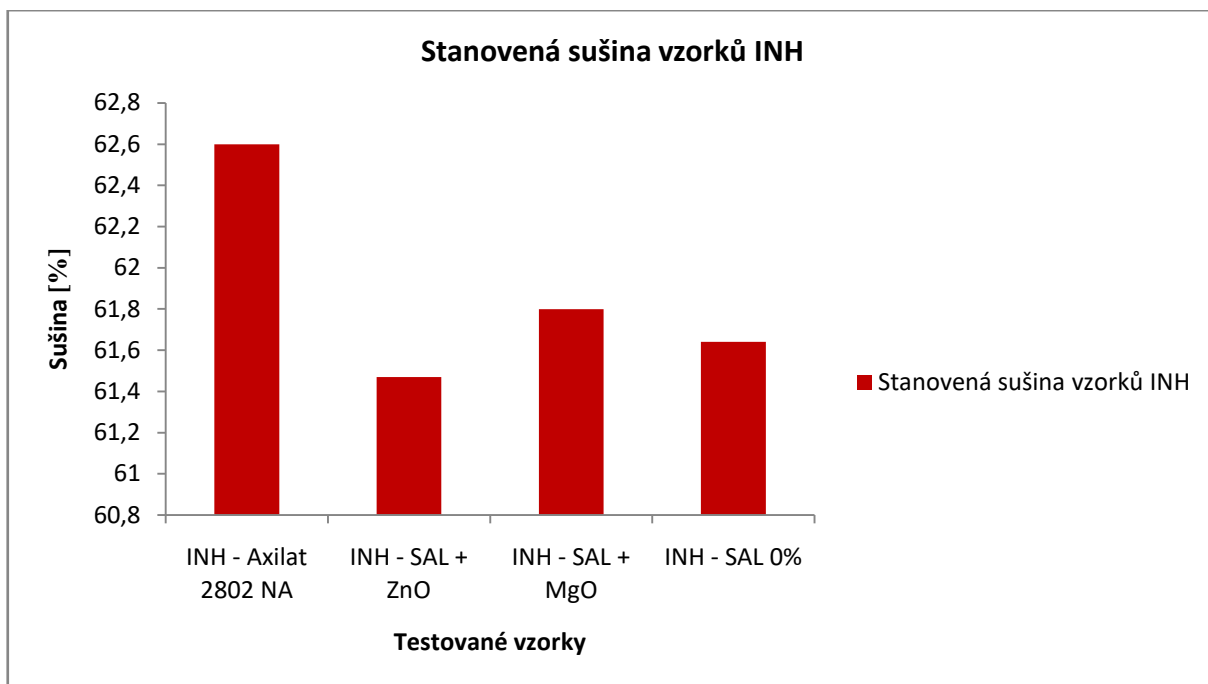
5.1.1 Diskuze stanovení sušiny vzorků pojiv a nátěrových hmot

U každého z pojiv byla stanovena jeho sušina podle postupu v kapitole 3.4.1. Výsledné hodnoty sušin se nacházejí v tabulce č. 18, kde jsou mimo jiné uvedeny i hodnoty sušiny připravených vzorků interiérové a antikorozi nátěrové hmoty s testovanými pojivy. Dle hodnot v tabulce uvedených je vidět, že nejvyšší procentuální hodnotu sušiny, a to 50,89% vykazuje pojivo Acrilem IC 20, které bylo použito dle formulace v antikorozi nátěrové hmotě. Podobné hodnoty dosáhlo také pojivo Axilat 2802 NA, jehož sušina činila 50,64%, toto pojivo bylo použito dle formulace v interiérové nátěrové hmotě. Naopak nejnižší hodnotu sušiny vykazalo samosít'ující akrylátové pojivo s obsahem MgO nanočástic, jehož sušina činila 38,27%. Hodnoty ostatních sušina se pohybovaly v rozmezí hodnot 40,16% - 50,64%. Pro porovnání sušin všech vzorků jsou všechny hodnoty uvedeny v grafu na obrázku č. 5.



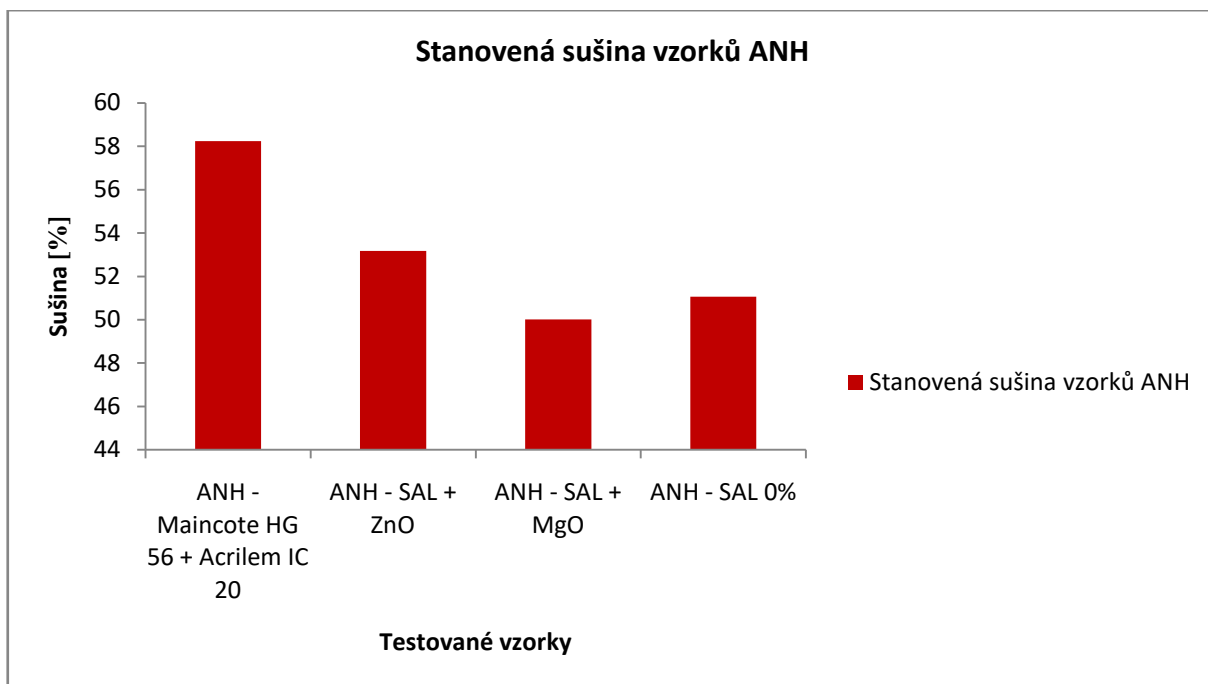
Obrázek 5: Stanovení sušiny čistých pojiv

Sušina byla stanovována také u vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty a antikoroziční nátěrové hmoty. U vzorků interiérové nátěrové hmoty byla nejvyšší hodnota sušiny stanovena u vzorku, ve kterém bylo použito pojivo Axilat 2802 NA, a to 62,6%. Nejnižší hodnota sušiny pak byla stanovena ve vzorku s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic, a to 61,47%. V potaz je však důležité vzít fakt, že stanovené sušiny vzorků s každým testovaným pojivem se nijak výrazně neliší. Pro porovnání je uveden graf na obrázku č. 6.



Obrázek 6: Stanovení sušiny vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty

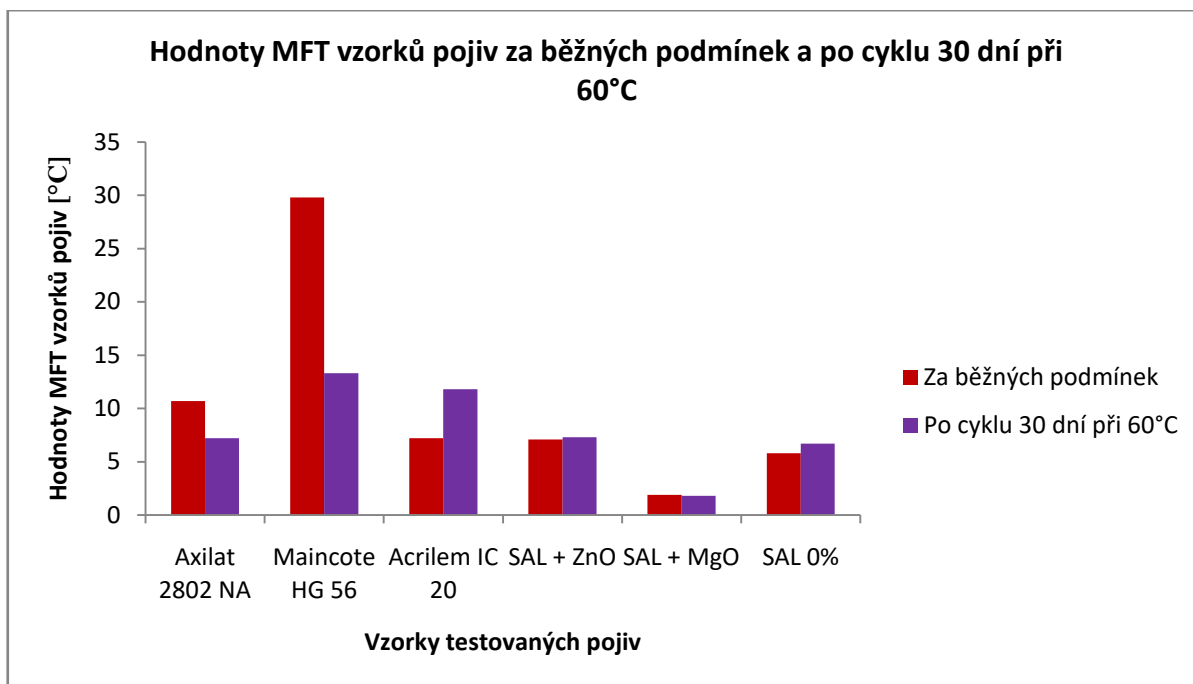
U vzorků antikoroziční nátěrové hmoty byla nejvyšší sušina stanovena u vzorku s použitými pojivy Maincote HG 56 a Acrilem IC 20, dle formulace a sušina činila 58,24%. Nejnižší hodnota sušiny pak byla stanovena u vzorku s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem MgO nanočástic, a to 50,02%. Hodnoty sušin vzorků antikoroziční nátěrové hmoty jsou uvedeny v grafu na obrázku č. 7.



Obrázek 7: Stanovení sušiny vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty

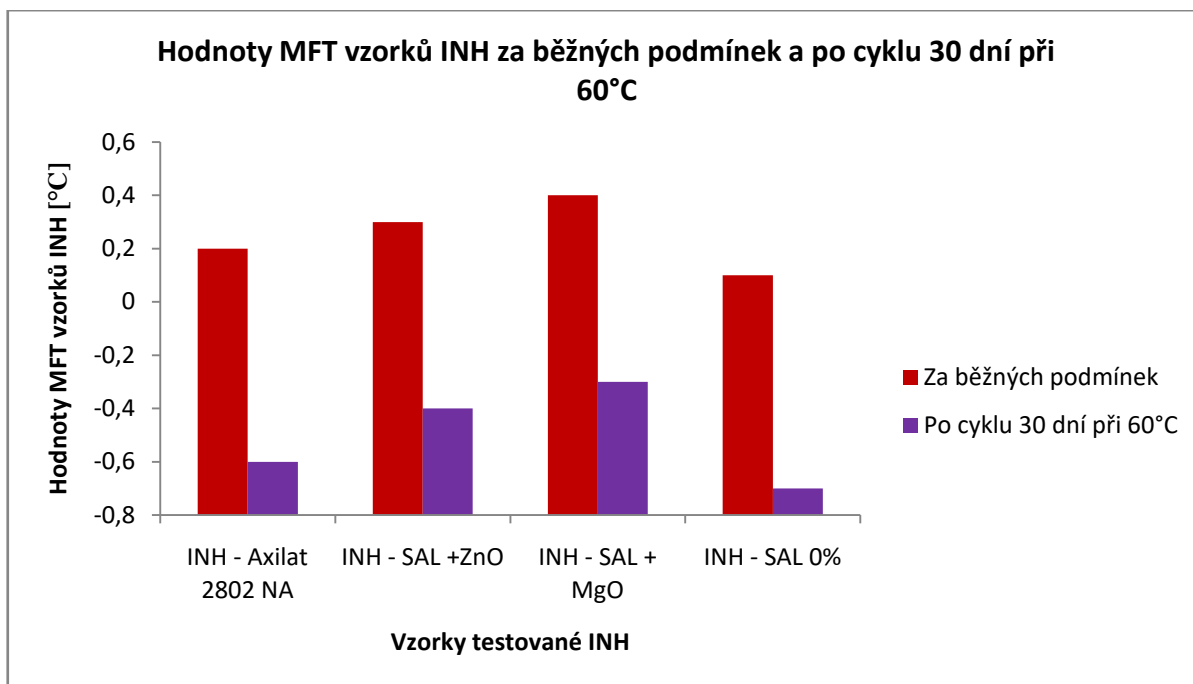
5.1.2 Diskuze stanovení MFT vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

Minimální filmotvorná teplota byla stanovena dle potupu v kapitole 3.4.2. Hodnoty minimální filmotvorné teploty jsou obsaženy v tabulce č. 19, kde jsou také uvedeny hodnoty MFT pro vzorky interiérové a antikorozi nátěrové hmoty, jak za běžných podmínek, tak po cyklu 30 dní při 60°C. Nejvyšší filmotvornou teplotu vykazovalo pojivo Maincote HG 56, která byl při 29,8 °C, u tohoto pojiva také proběhla největší změna minimální filmotvorné teploty po třicetidenním cyklu při 60 °C a to na teplotu 13,3 °C. Nejnižší filmotvorná teplota pak byla stanovena u samosít'ujícího akrylátového pojiva s obsahem nanočástic MgO, a to 1,9 °C. U ostatních pojiv byly pozorovatelné změny v minimální filmotvorné teplotě, ovšem nebyly tak výrazné jako u pojiva Maincote HG 56. Pro srovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 8, kde jsou všechny stanovené MFT obsaženy.



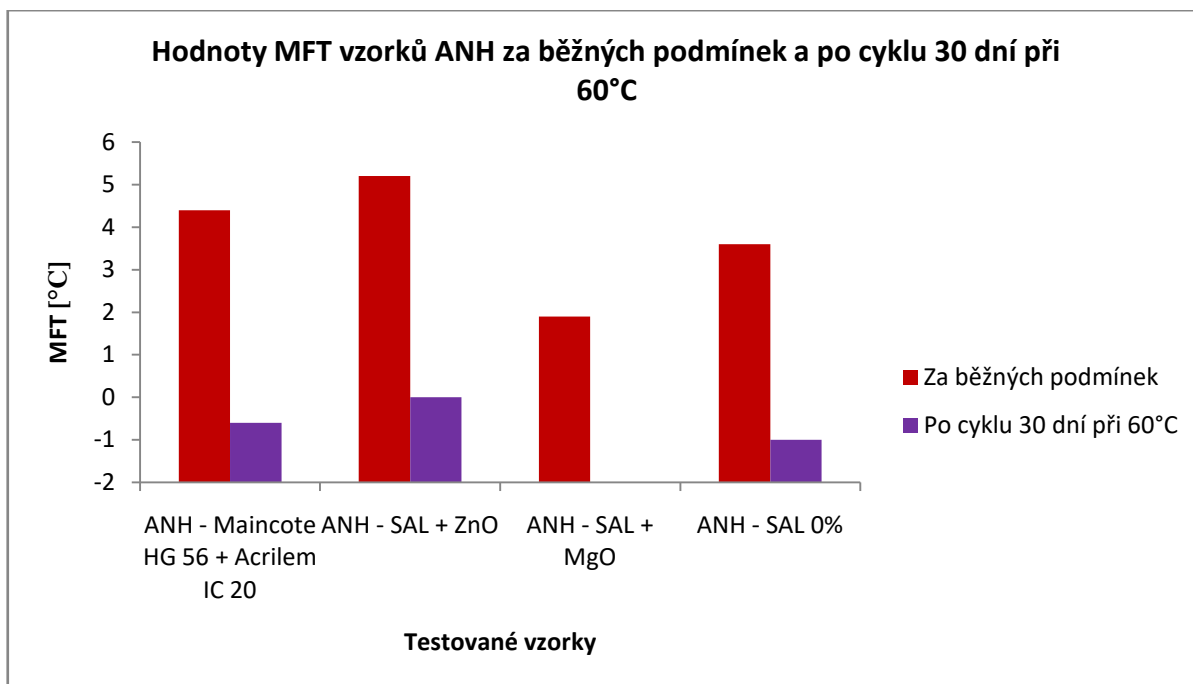
Obrázek 8: Stanovená MFT vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

MFT byla stanovena také u vzorků interiérové a antikorozní nátěrové hmoty. U interiérové nátěrové hmoty se hodnoty MFT pohybovaly v rozmezí od 0,2°C do 0,4°C, přičemž po cyklu 30 dní při 60°C se hodnoty MFT snížily, po cyklu byly v rozmezí -0,3°C až -0,7°C. Pro srovnání je přiložen graf na obrázku č. 9, kde jsou hodnoty MFT uvedeny.



Obrázek 9: Stanovená MFT vzorků INH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

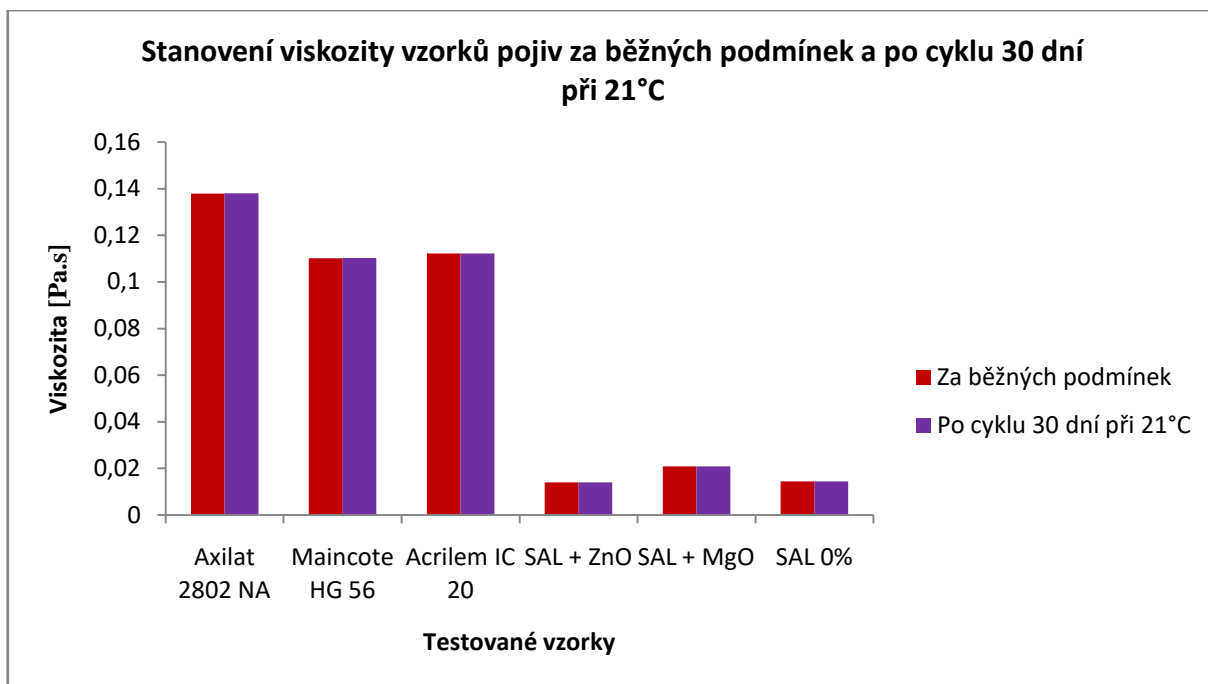
U vzorků antikoroční nátěrové hmoty byla nejvyšší MFT stanovena u vzorku s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic, která byla 5,2°C. Nejnižší pak u vzorku s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem MgO nanočástic, která byla 1,9°C. Po cyklu 30 dní při 60°C pak hodnoty MFT klesly, přičemž vzorek nátěrové hmoty se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO vytvořil sraženinu a dále již nemohl být testován. Hodnoty všech vzorků jsou uvedeny v grafu na obrázku č. 10. Příčina faktu, že se MFT ve většině případů snížila může být již částečná koalescence částic při teplotě 60°C.



Obrázek 10: Stanovená MFT vzorků ANH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

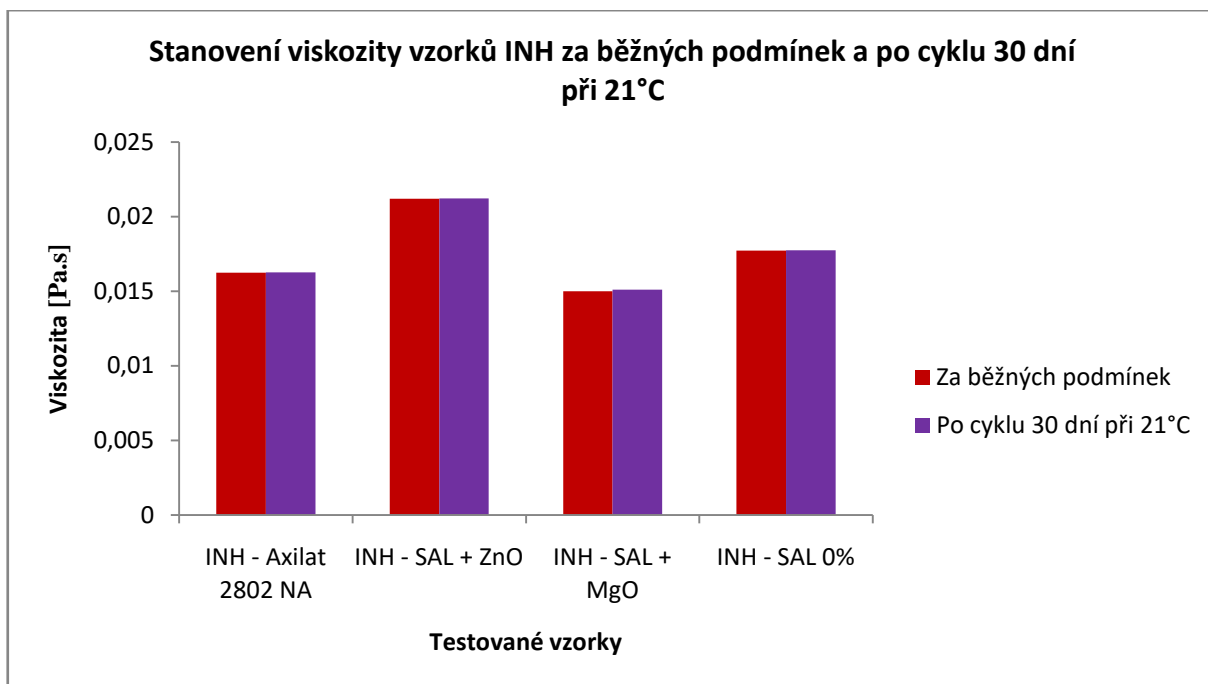
5.1.3 Diskuze stanovení viskozity a skladovatelnosti vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot při 21°C

Metoda stanovení viskozity je popsána v kapitole 3.4.3 a stanovené výsledky v tabulce č. 20, kde jsou uvedeny výsledné hodnoty i pro vzorky interiérové a antikoroziční nátěrové hmoty. Nejvyšší viskozitu vykazovalo pojivo Axilat 2802 NA, a to 0,137952 Pa.s, naopak nejnižší viskozitu vykazovalo samosíťující pojivo s obsahem ZnO nanočástic, která činila 0,013988 Pa.s. Samosíťující latexy obecně vykazovaly nižší viskozitu, oproti komerčním pojivům. U pojiv dále byla stanovována změna viskozity po skladování 30 dní při teplotě 21°C. U žádného z pojiv se viskozita po tomto cyklu výrazně nezměnila. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 11, kde jsou uvedeny hodnoty viskozity všech pojiv, jak za běžných podmínek, tak i po cyklu skladování při 21°C.



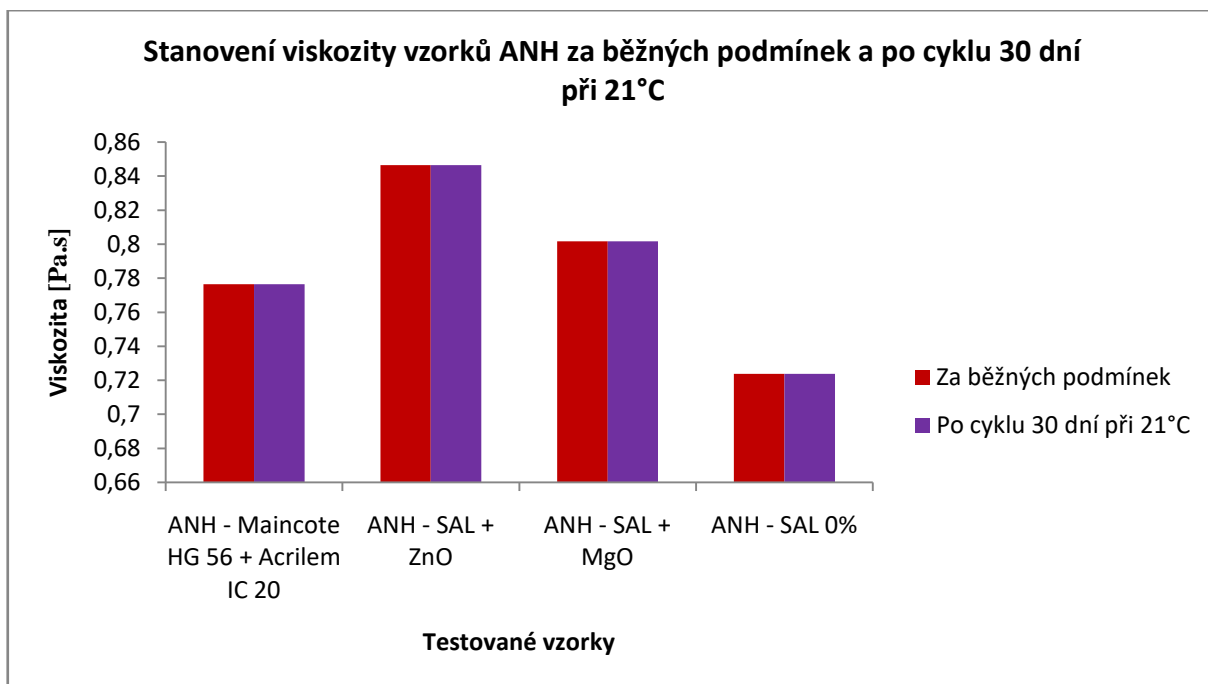
Obrázek 11: Stanovení viskozity vzorků pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C

U vzorků interiérové nátěrové hmoty nejvyšší viskozitu vykazoval vzorek s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, a to 0,021195 Pa.s. Nejnížší viskozita pak byla stanovena u vzorku s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic. Po třicetidenním cyklu se viskozita výrazně nezměnila. Pro porovnání je přiložen graf na obrázku č. 12.



Obrázek 12: Stanovení viskozity vzorků INH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C

U vzorků antikorozií nátěrové hmoty nejvyšší viskozitu vykazoval vzorek se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO, její hodnota byla 0,846476 Pa.s. Nejnižší hodnotu viskozity měl vzorek se samosíťujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic, stanovená hodnota byla 0,723714 Pa.s. Po cyklu skladování 30 dní při 21°C se hodnoty viskozity výrazněji neměnily. Pro porovnání je přiložen graf na obrázku č. 13.



Obrázek 13: Stanovení viskozity vzorků ANH za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 21°C

5.1.4 Diskuze stanovení pH vzorků pojiv a připravených nátěrových hmot

Stanovení pH probíhalo podle postupu, který je uveden v kapitole 3.4.4. Všeobecně byly hodnoty pH pojiv stanoveny okolo hodnoty 8, při čemž nejvyšší hodnotu pH vykazalo samosíťující akrylátové pojivo s obsahem MgO nanočástic, a to 8,44. Nejnižší hodnota pH pak byla stanovena u pojiva u pojiva Maincote HG 56, která byla 7,6. Stanovené hodnoty pH všech vzorků pojiv jsou uvedeny v tabulce č. 21, kde jsou uvedeny i hodnoty pH připravených vzorků interiérové a antikorozní nátěrové hmoty.

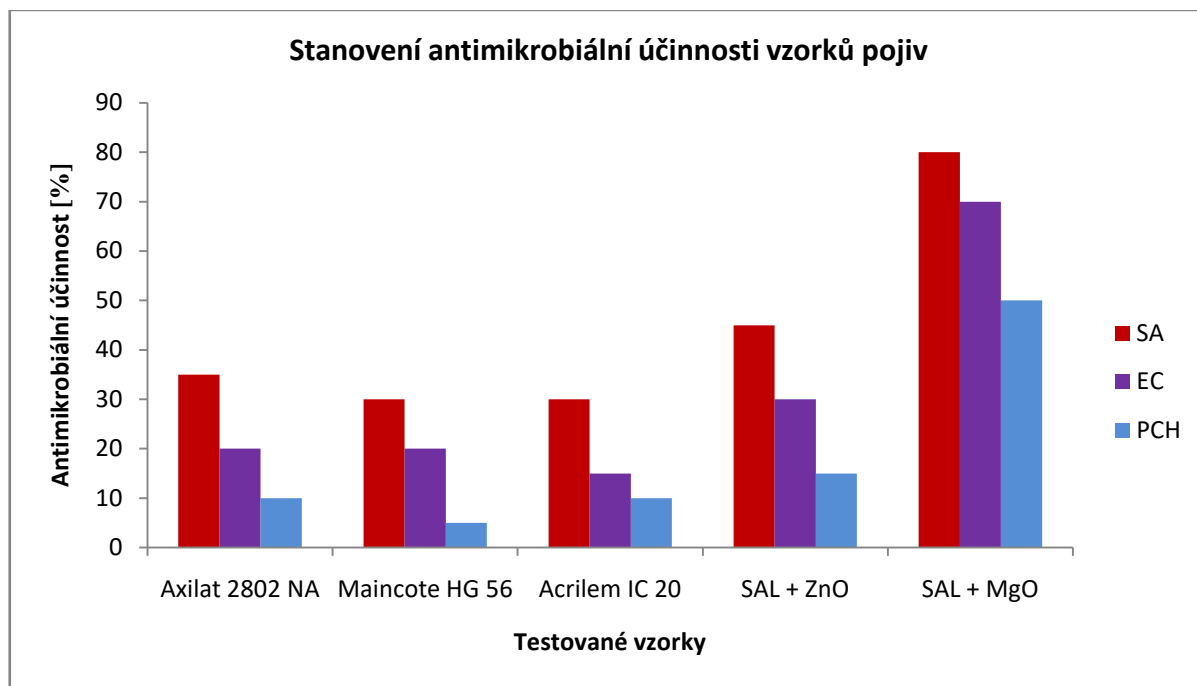
U vzorků interiérové nátěrové hmoty se hodnoty pH příliš nelišily a pohybovaly se v rozmezí hodnot 7,32 - 7,96.

U vzorků antikorozní nátěrové hmoty se pH taktéž příliš nelišilo, hodnoty vzorků se pohybovaly od 7,36 do 7,59.

5.1.5 Diskuze stanovení antimikrobiální účinnosti čistých pojiv a INH s pozměněným dávkováním biocidu

Antimikrobiální vlastnosti vzorků čistých pojiv byly stanoveny podle metody uvedené v kapitole č. 3.4.7. Výsledky jsou pak uvedeny v tabulce č. 22, kde jsou mimo jiné i stanovené výsledky vzorků interiérové nátěrové hmoty. Nejvyšší odolnost vůči bakteriím a

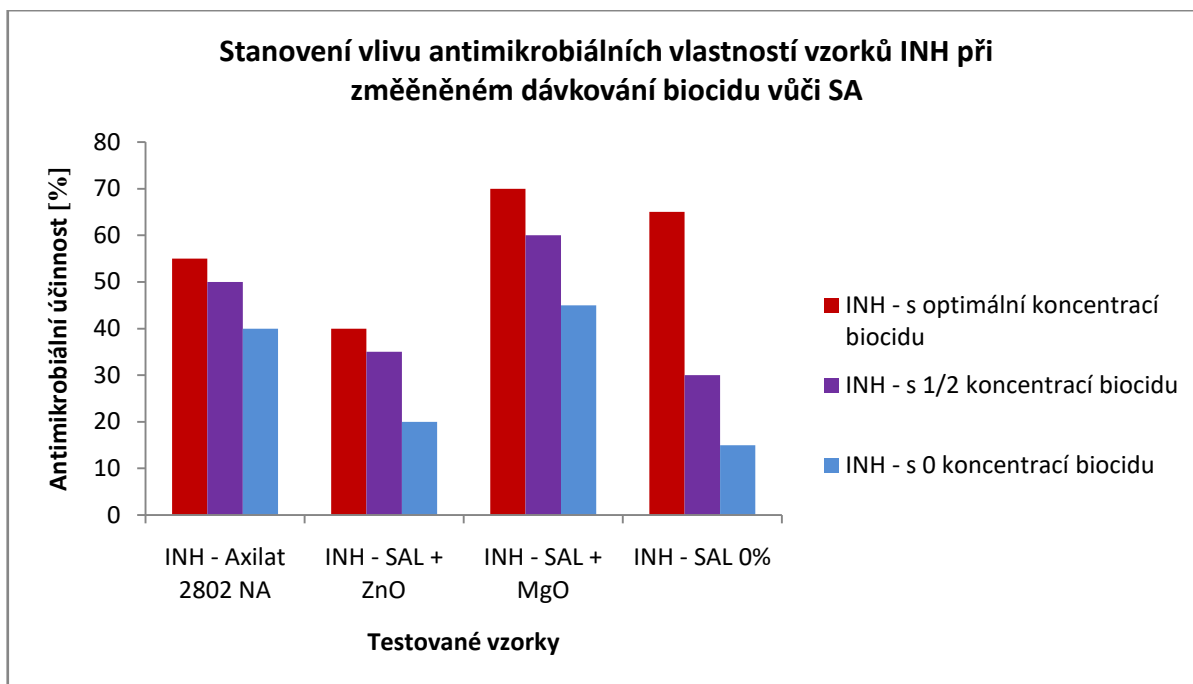
plísni vykazalo samosíťující akrylátové pojivo s obsahem MgO nanočástic. Naopak nejnižší odolnost vykazalo samosíťující akrylátové pojivo s 0% obsahem nanočástic, u kterého byla stanovena odolnost 0% vůči oběma vystaveným bakteriím a plísni. Ostatní pojiva se svou účinností pohybovala v rozmezí od 5% do 45%. Pro přehled a srovnání je přiložen graf na obrázku č. 14, kde jsou procenta účinnosti jednotlivých poživ uvedena.



Obrázek 14: Stanovení antimikrobiální účinnosti čistých poživ vůči bakteriím SA, EC a plísni PCH

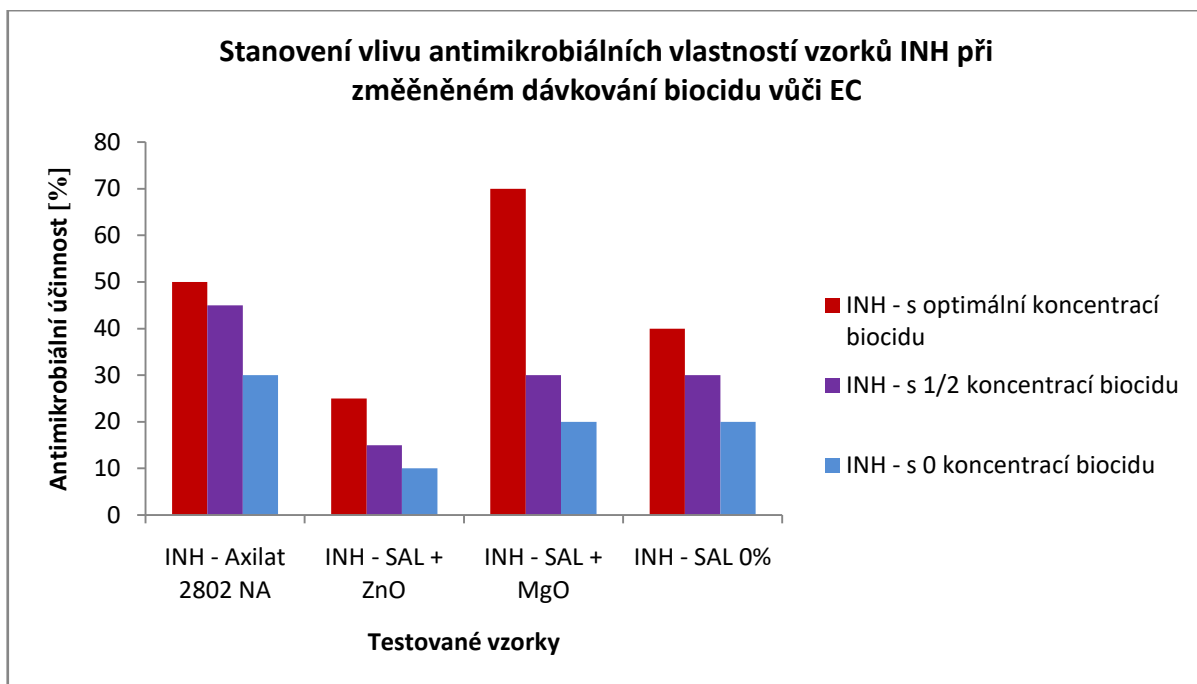
Testování interiérové nátěrové hmoty z hlediska antimikrobiální účinnosti probíhalo se vzorky, kde byla pozměněna koncentrace biocidu.

Vůči bakterii SA nejlépe odolávaly vzorky s pojivem obsahujícím nanočástice MgO a to při optimální, poloviční i nulové koncentraci biocidu. Účinnost ostatních poživ při daných koncentracích je k vidění v grafu na obrázku č. 15. Důvodem dobré odolnosti poживa s nanočásticemi MgO je, že nanočástice MgO mají velmi destruktivní antibakteriální aktivitu. Tento efekt je dle studií přisouzen schopnosti narušit buněčnou stěnu ostrohrannými částicemi.



Obrázek 15: Stanovení antimikrobiální účinnosti vzorků INH s pozměněnou koncentrací biocidu vůči bakterii SA

Vůči bakterii EC měl nejvyšší odolnost vzorek s optimální koncentrací biocidu s použitým pojivem obsahujícím nanočástice MgO. Při poloviční a nulové koncentraci biocidu byl s nejvyšší účinností stanoven vzorek s pojivem Axilat 2802 NA. Účinnost ostatních poživ je zobrazena v grafu na obrázku č. 16.



Obrázek 16: Stanovení antimikrobiální účinnosti vzorků INH s pozměněnou koncentrací biocidu vůči bakterii EC

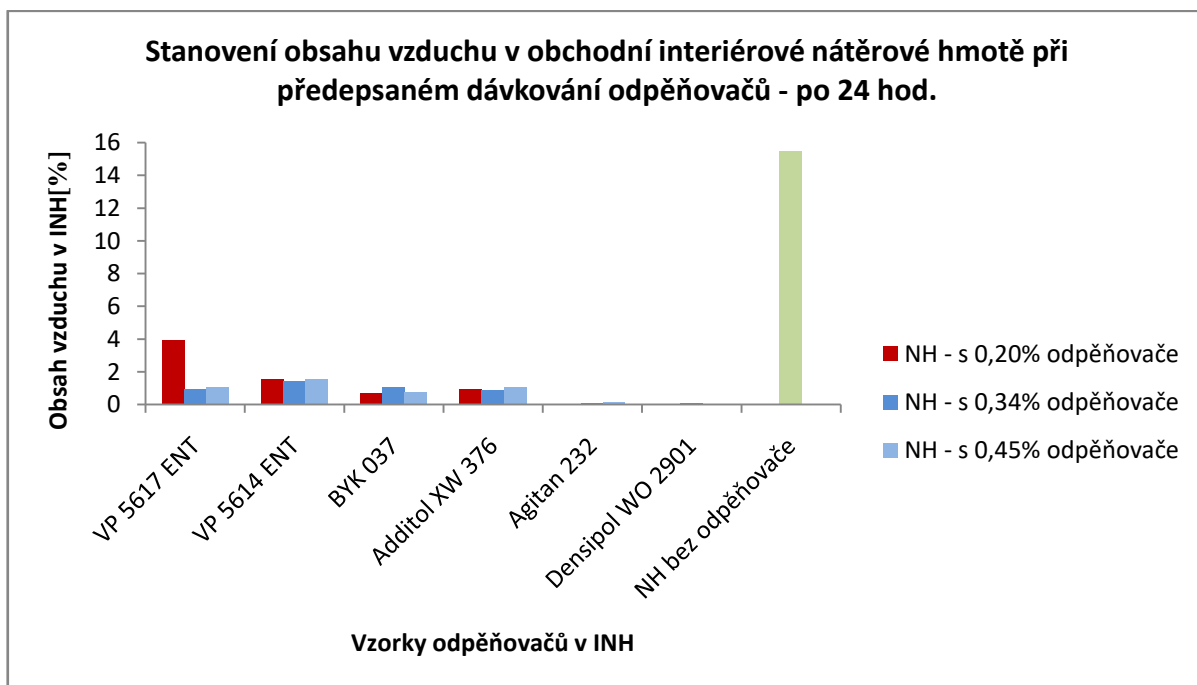
Vůči plísni PCH vykázaly všechny vzorky se všemi koncentracemi biocidu nulovou účinnost, proto zde nejsou v grafu uváděny a dále diskutovány.

5.2 Diskuze stanovení vlastností nátěrových hmot na základě dávkování odpěňovačů

5.2.1 Diskuze stanovení hustoty a procenta vzduchu obsaženého v nátěrové hmotě

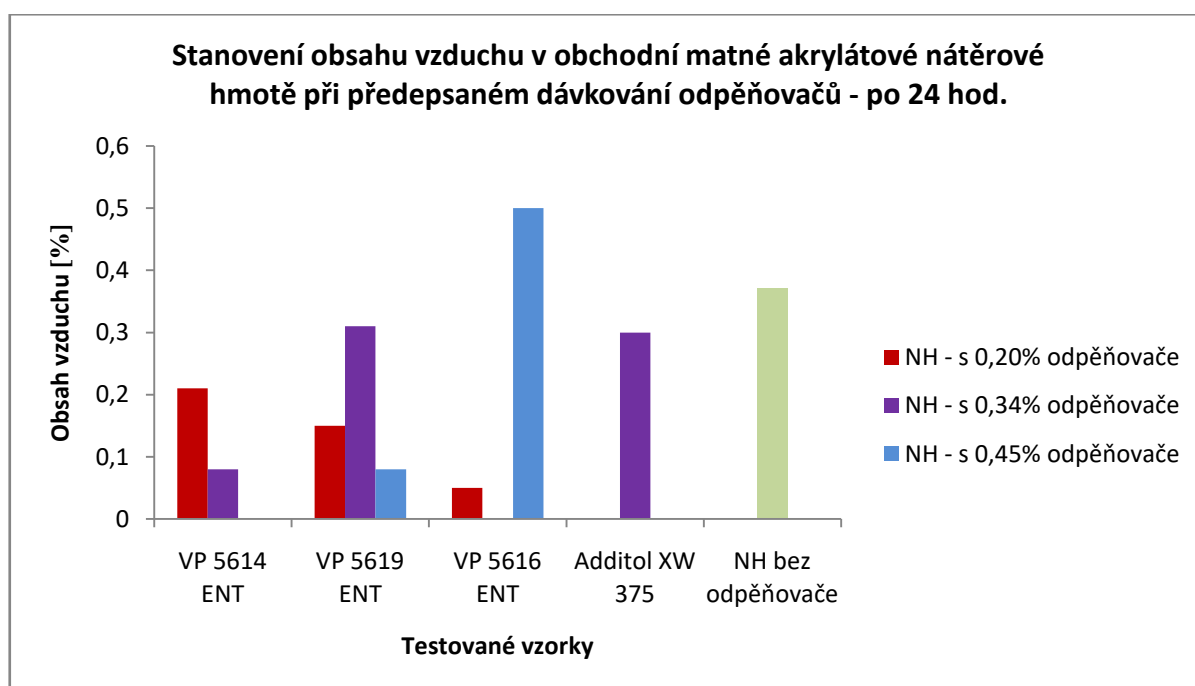
Cílem této zkoušky bylo stanovení hustoty a její změny po přidání předepsaného množství odpěňovače a pozorování změny hustoty oproti hustotě vzorku nátěrové hmoty bez odpěňovače. Dále byl stanoven obsah vzduchu v nátěrové hmotě a změny obsahu vzduchu. Testování probíhalo podle metody popsané v kapitole 3.5.4 a výsledky této zkoušky jsou uvedeny v tabulce č. 23.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty vykazoval nejmenší obsah vzduchu a nejvyšší hustotu vzorek s použitým odpěňovačem Agitan 232, při koncentracích 0,34% a 0,45%. S největším obsahem vzduchu pak byly stanoveny vzorky s použitým odpěňovačem VP 5617 ENT a VP 5614 ENT, které měly i menší hustotu oproti ostatním vzorkům. Pro přehled a porovnání testovaných vzorků je přiložen graf na obrázku č. 17.



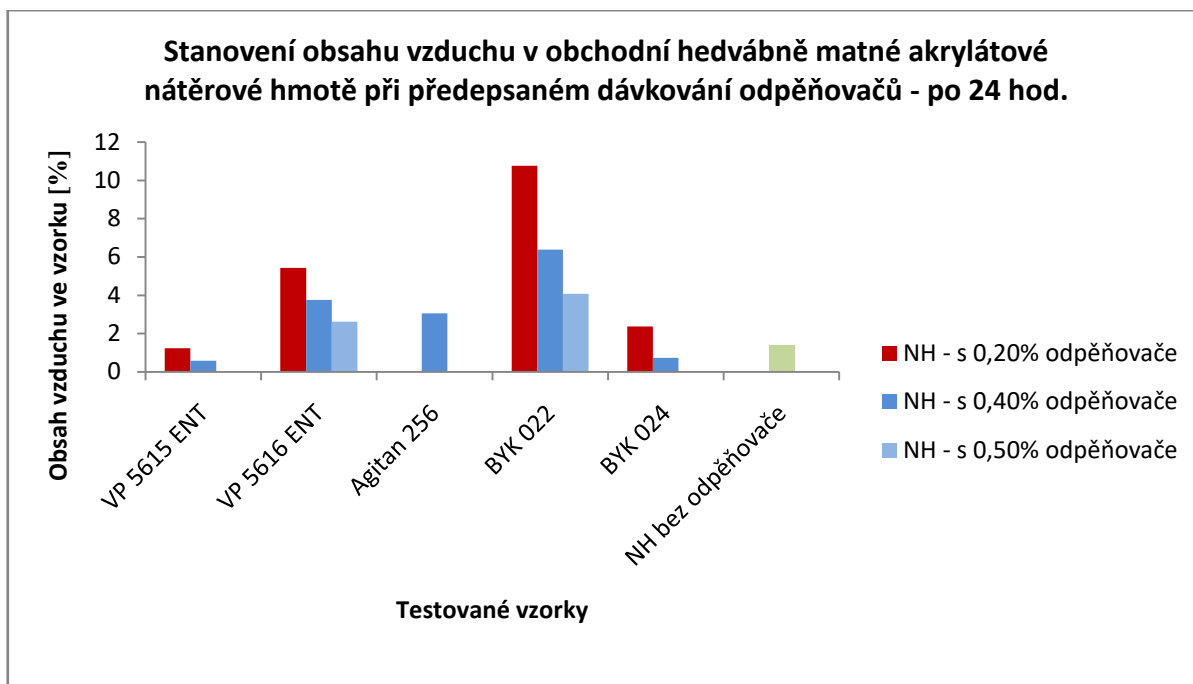
Obrázek 17: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní interiérové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byly s nejnižším obsahem vzduchu stanoveny vzorky s odpěňovači Agitan 295 a Agitan 281. Tyto vzorky při všech koncentracích vykazovaly nulové množství vzduchu a vysokou hustotu. Nejvyšší obsah vzduchu byl stanoven u vzorků s odpěňovači VP 5619 ENT a VP 5614 ENT, obsah vzduhu nebyl příliš vysoký, ale vyšší než u ostatních vzorků. Hustota těchto vzorků byl také nižší než u ostatních vzorků. Hodnoty všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 24. Pro přehled a porovnání je přiložen graf na obrázku č. 18.



Obrázek 18: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní akrylátové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.

U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty byl s nejnižším obsahem vzduchu stanoven vzorek s odpěňovačem BYK 024 a VP 5615 ENT, a to při všech koncentracích. Hustota vzorku s odpěňovačem BYK 024 patřila mezi nejvyšší hodnoty. Nejvyšší obsah vzduchu byl stanoven u vzorku s odpěňovačem BYK 022, kdy tento vzorek vykazoval i nejnižší hustotu. Stanovené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 25. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 19.

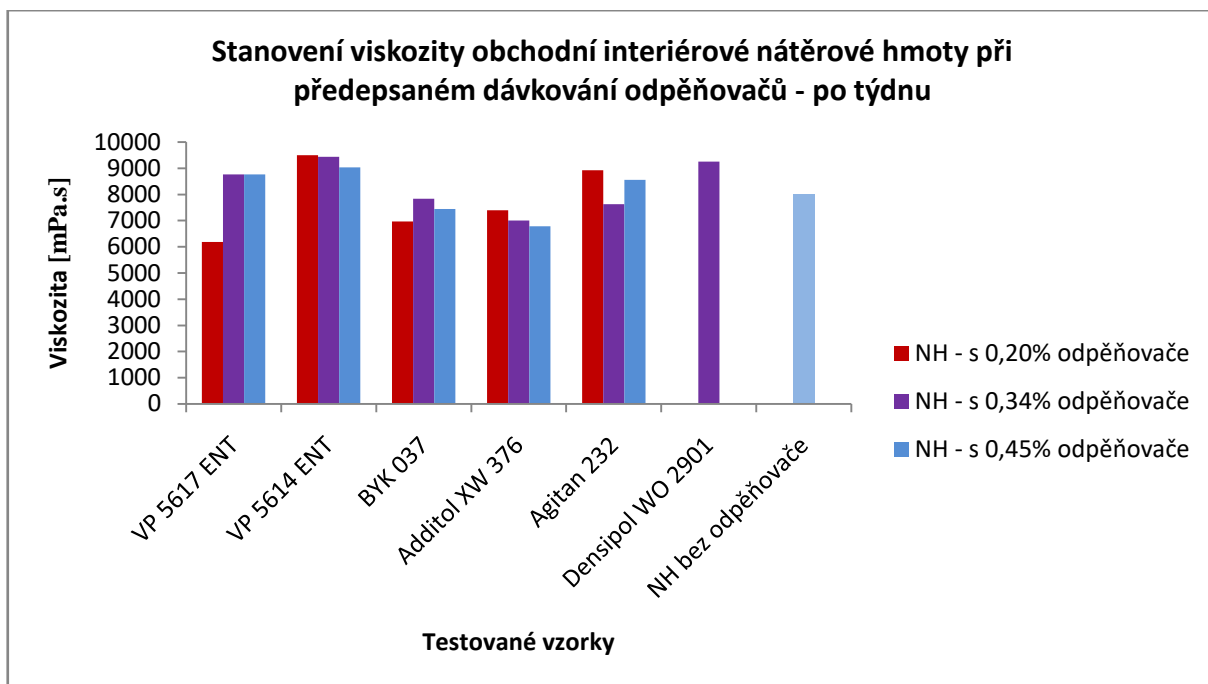


Obrázek 19: Stanovení obsahu vzduchu v obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmotě při předepsaném dávkování odpěňovačů - po 24 hod.

5.2.2 Diskuze stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda

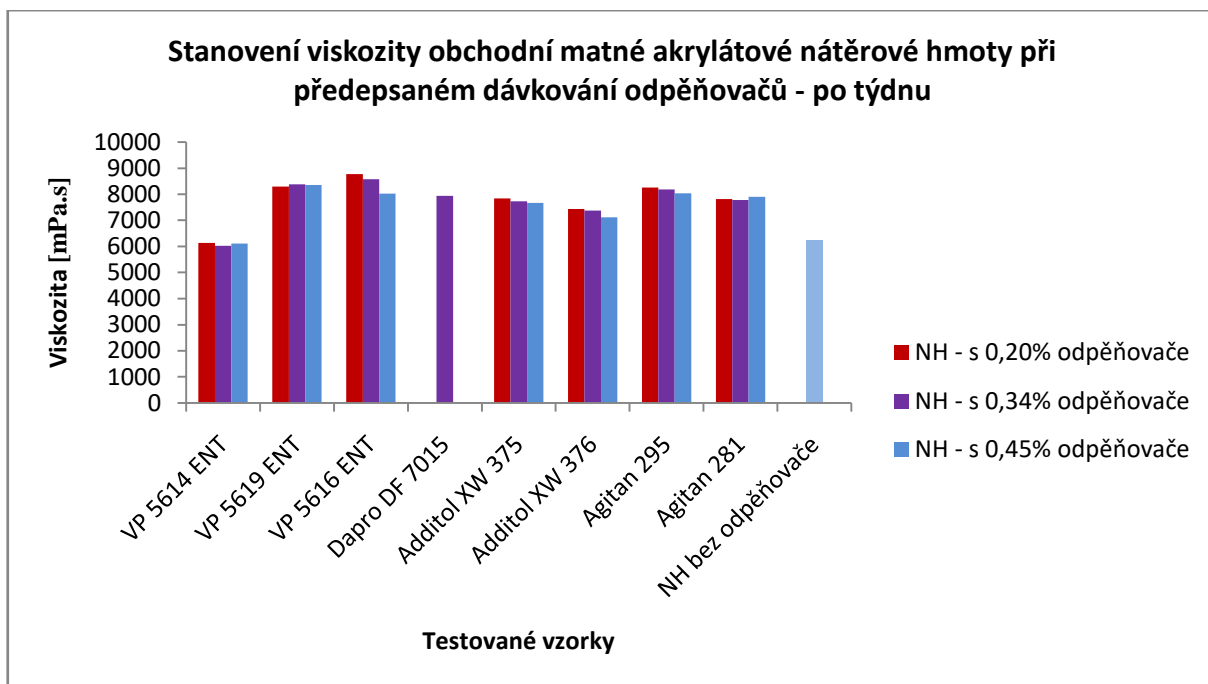
Stanovení zdánlivé viskozity podle Brookfielda proběhla podle metody uvedené v kapitole č. 3.5.5. Cílem této zkoušky bylo stanovit, jak testovaný odpěňovač působí z hlediska změny viskozity.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty byl stanoven vzorek s nejvyšší hodnotou zdánlivé viskozity vzorek s odpěňovačem VP 5614 ENT. S nejnižší hodnotou zdánlivé viskozity pak byl stanoven vzorek s odpěňovačem VP 5617 ENT, pouze však při koncentraci 0,20% odpěňovače. Stanovené hodnoty zdánlivé viskozity jsou uvedeny v tabulce č. 26. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 20, kde jsou uvedeny hodnoty naměřené po týdnu od přípravy vzorku.



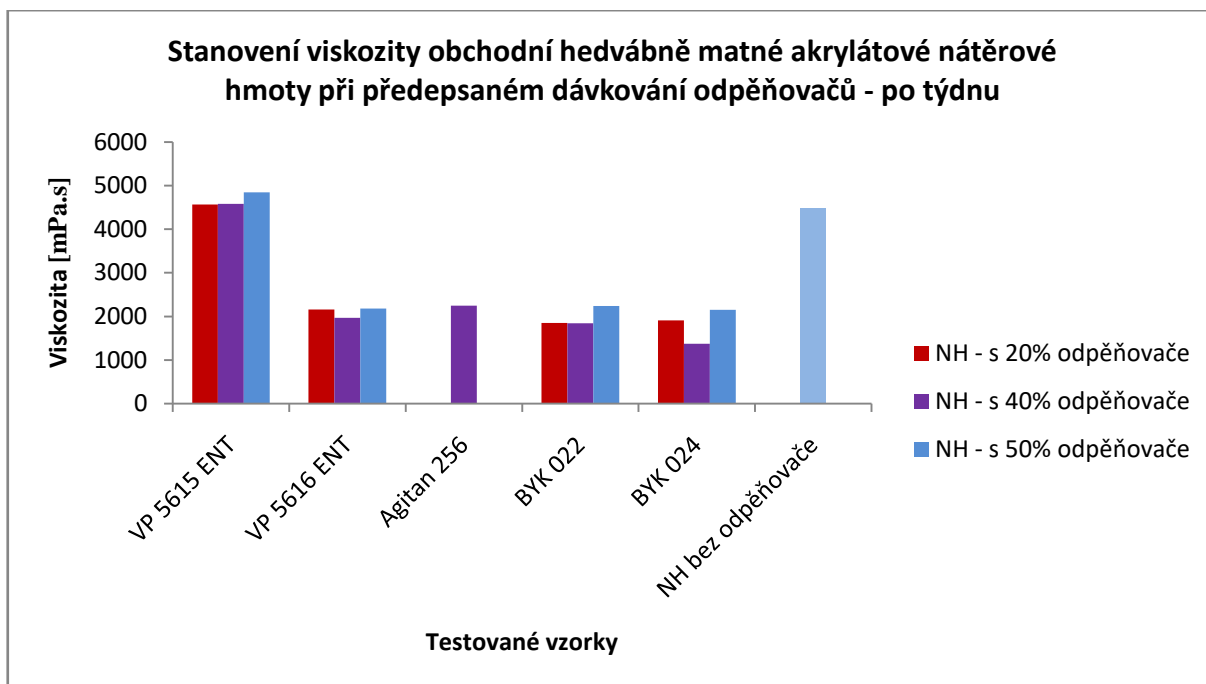
Obrázek 20: Stanovení zdánlivé viskozity obchodní interiérové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byla nejvyšší hodnota zdánlivé viskozity stanovena u vzorku s odpěňovačem VP 5616 ENT při koncentraci 0,20%. Nejnižší hodnotu zdánlivé viskozity vykázal vzorek s odpěňovačem VP 5614 ENT, při koncentraci 0,34%. Hodnoty všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 27. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 21, kde jsou uvedeny hodnoty naměřené po týdnu od přípravy vzorku.



Obrázek 21: Stanovení zdánlivé viskozity matné akrylátové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu

U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty byla nejnižší stanovená hodnota zdánlivé viskozity u vzorku s odpěňovačem BYK 024, při koncentraci 0,40%. Nejvyšší hodnotu zdánlivé viskozity pak vykazoval vzorek s odpěňovačem VP 5615 ENT, při koncentraci 0,50%. Stanovené hodnoty všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 28. Pro přehled a porovnání je přiložen graf na obrázku č. 22, kde jsou uvedeny hodnoty stanovené po týdnu od přípravy vzorků.



Obrázek 22: Stanovení zdánlivé viskozity obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty při předepsaném dávkování odpěňovačů - po týdnu

5.2.3 Diskuze stanovení stability nátěrové hmoty po 24 hodinách

Stanovení stability vzorků nátěrových hmot probíhalo podle metody popsané v kapitole č. 3.5.6. Cílem tohoto stanovení bylo, zda díky přidání odpěňovače nedochází k viditelným změnám nátěrové hmoty v tekutém stavu, a to 24 hodin po přípravě vzorku. Vyhodnocení zkoušky obchodní interiérové nátěrové hmoty se nachází v tabulce č. 29, obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty v tabulce č. 30 a obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty v tabulce č. 31. U žádného z testovaných vzorků nedošlo k viditelným změnám nátěrové hmoty v tekutém stavu. Hodnocena byla homogenita vzorku, zda nevznikají olejové skvrny, sraženiny a zda vzorek nezískal tzv. mramorový vzhled.

5.2.4 Diskuze stanovení defektů od pěny při aplikaci pomoci válečku na PVC fólii

Při této metodě testování byl cílový parametr vzhled filmu po natření hrubším pěnovým válečkem na PVC fólii po zaschnutí. Hodnocení probíhalo dle čísel 1 - 10, kdy číslo 1 označovalo nátěr s četnými defekty od pěny a číslo 10 nátěr bez defektů. Hodnocení této zkoušky je uvedeno pro obchodní interiérovou nátěrovou hmotu v tabulce č. 32, pro obchodní matná akrylátovou nátěrovou hmotu v tabulce č. 33 a pro obchodní hedvábně matnou akrylátovou nátěrovou hmotu v tabulce č. 34.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty byl s nejméně defekty stanoven vzorek s odpěňovačem VP 5614 ENT. S nejvíce defekty byly stanoveny vzorky s odpěňovačem Additol XW 376.

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byl stanoven vzorek s nejméně defekty s odpěňovačem Agitan 295, Agitan 281 a Additol XW 375. S nejvíce defekty byly stanoveny vzorky s odpěňovači VP 5614 a VP 5616 ENT.

U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty byl stanoven s nejméně defekty vzorek s odpěňovačem BYK 024 a BYK 022. S nejvíce defekty pak byl stanoven vzorek s odpěňovačem VP 5615 ENT.

5.2.5 Diskuze stanovení vzhledu filmu na skleněném panelu

Vzhled nátěrového filmu byl stanoven podle popisu v kapitole 3.5.8. Hodnoceno bylo, zda nátěr neměl podobu pomerančové kůry, či se na něm nevytvořily tzv. rybí oka. Dále byla hodnocena četnost defektů od pěny.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty byl stanoven s nejméně defekty vzorek s odpěňovačem Agitan 232 při koncentracích 0,34% a 0,45%. Nejvíce defektů bylo stanoveno u vzorku s odpěňovačem VP 5617 ENT při koncentraci 0,20%. Vzorek nátěrové hmoty bez odpěňovače po nátahu připomínal vzhledem pomerančovou kůru, u jiných vzorků u této nátěrové hmoty, se defekty jako rybí oka a pomerančová kůra neobjevily. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 35.

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byl s nejméně defekty stanoven vzorek s odpěňovačem Agitan 281, při koncentraci 0,20% a s odpěňovačem Additol XW 376, při koncentraci 0,45%. Defekty v podobě rybích ok a vzhledu pomerančové kůry nevznikly u žádného ze vzorků. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 36.

U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty byl stanoven s nejméně defekty vzorek s odpěňovačem VP 5615 ENT, při koncentraci 0,20% a s odpěňovačem VP 5616 ENT, při koncentracích 0,20% a 0,40%. Ovšem velký rozdíl oproti ostatním vzorkům nebyl velký. Pouze vzorek s odpěňovačem VP 5616 ENT při koncentraci 0,20% vytvořil na nátěrovém filmu rybí oka, při koncentraci 0,40% také a při koncentraci 0,50% vzhled pomerančové kůry. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 37.

5.2.6 Diskuze stanovení pěnovosti nátěrové hmoty v odměrném válci

U této zkoušky bylo stanoveno napěněné nátěrové hmoty při definovaných otáčkách na míchadle. Zkouška probíhala podle popisu v kapitole č. 3.5.9.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty byla stanovena pěnovost 5% u vzorku bez odpěňovače a u vzorku s odpěňovačem VP 5614 ENT, při koncentraci 0,34% u obou jen 5 minut po domíchání. Ostatní vzorky nevykazovaly žádnou pěnovost pře této zkoušce. Hodnocení je uvedeno v tabulce č. 38.

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byla stanovena pěnovost 10% u vzorku bez odpěňovače, kde napěnění bylo znatelné i 2 hodiny po domíchání. Dále byla stanovena pěnovost 5% u vzorku s odpěňovačem VP 5619 ENT, a to při stanovení po 5 a 10 minutách po domíchání a u vzorku s odpěňovačem VP 5616 ENT, kdy napěnění bylo znatelné pouze 5 minut po domíchání. Hodnocení je uvedeno v tabulce č. 39.

U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty nebylo napěnění stanoveno u žádného z testovaných vzorků. Hodnocení je uvedeno v tabulce č. 40.

5.2.7 Diskuze stanovení pěnovosti na skleněném panelu při aplikaci a po zaschnutí

Zkouška byla provedena podle postupu uvedeném v kapitole č. 3.5.10. Hodnocena byla pěnovost při aplikaci a rychlost jejího rozrušení a defekty od pěny po zaschnutí.

U obchodní interiérové nátěrové hmoty byl nejlépe hodnocen vzorek s odpěňovačem Agitan 232 a jeho koncentraci 0,34%, u kterého vznikalo málo pěny, která byla ihned rozrušena. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 41.

U obchodní matné akrylátové nátěrové hmoty byl nejlépe hodnocen vzorek s odpěňovačem VP 5616 ENT s koncentrací 0,34% a s odpěňovačem Additol XW 376, při koncentraci 0,45%. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 42.

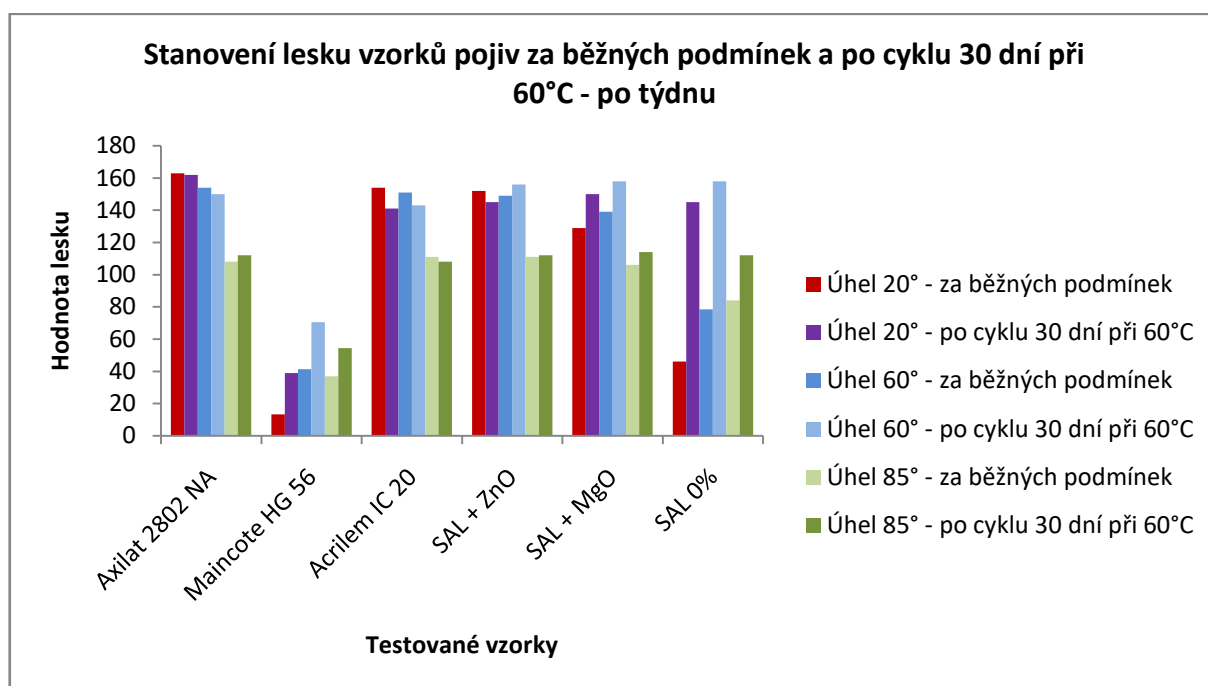
U obchodní hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty byl nejlépe hodnocen vzorek s odpěňovačem Agitan 256 při koncentraci 0,40%. Ostatní vzorky měly velice podobné hodnocení. Hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 43.

5.3 Diskuze stanovení vlastností na základě fyzikálně-chemických zkoušek

5.3.1 Diskuze stanovení lesku vzorků čistých pojiv a připravených nátěrových hmot za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

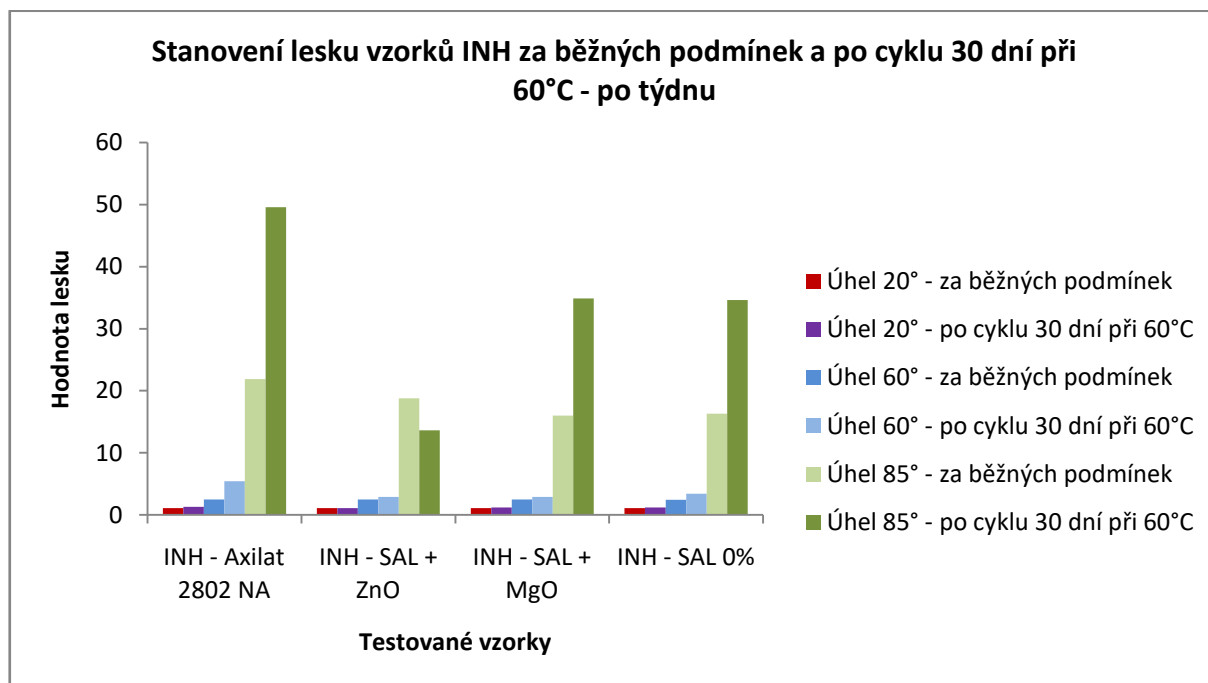
Stanovení lesku probíhalo dle metody popsané v kapitole č. 3.9.2. Měření lesku vzorku probíhalo u vzorků pojiv, připravené interiérové a antikoroziční nátěrové hmoty, a to jak za běžných podmínek, tak po cyklu 30 dní při 60°C.

U vzorků pojiv byly obecně u všech naměřeny poměrně vysoké hodnoty lesku, s výjimkou pojiv Maincote HG 56 a samosíťujícího pojiva bez obsahu nanočástic, u kterých se ovšem po cyklu 30 dní při 60°C hodnoty zvýšily. U ostatních pojiv došlo také ke změnám hodnot, ne ale už k tak výrazným. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 44. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 23.



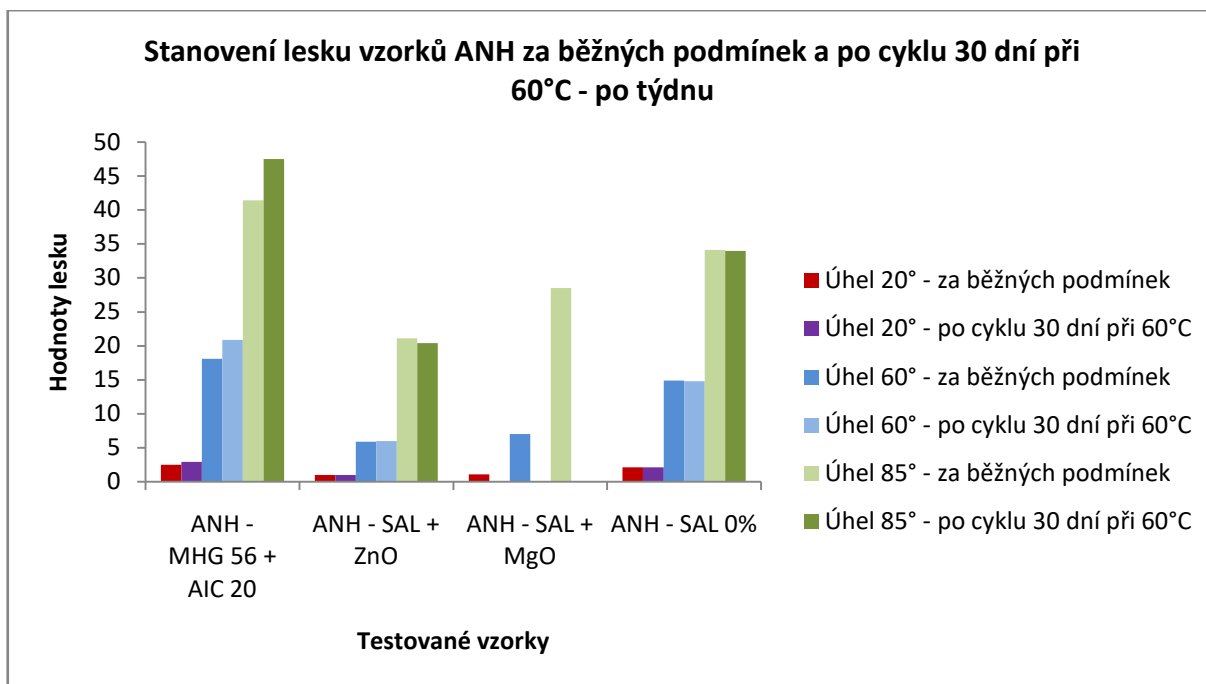
Obrázek 23: Stanovení lesku vzorků čistých pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty nejvyšší hodnoty lesku vykázal vzorek s použitým pojivem Axilat 2802 NA, stejně tak i po cyklu 30 dní při 60°C. Hodnoty všech vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 45. U všech vzorků se po tomto cyklu hodnoty lesku zvýšily, pro přehled a porovnání jsou hodnoty uvedeny v grafu na obrázku č. 24.



Obrázek 24: Stanovení lesku vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

U vzorků připravené antikorozní nátěrové hmoty byl nejvyšší lesk stanoven u vzorku se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20. Vzorky s ostatními pojivy vykazovaly nižší hodnoty lesku. Po cyklu 30 dní při 60°C se hodnoty lesku změnily, pouze však nepatrně. U vzorku s použitým samosíťujícím pojivem nebyl lesk po cyklu 30 dní při 60°C stanoven, jelikož v nátěrové hmotě vznikly sraženiny. Hodnoty všech vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 46. Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 25, kde jsou hodnoty lesku uvedeny.



Obrázek 25: Stanovení lesku vzorků připravené antikorozní nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60°C

5.3.2 Diskuze stanovení přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody

Stanovení přilnavosti probíhalo podle metody popsané v kapitole 3.9.3. Testovány byly všechny vzorky pojiv, interiérové a antikorozní nátěrové hmoty, a to na skleněném podkladu. Hodnoty všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 47, kde jsou uvedeny stupně přilnavosti a také tloušťka jednotlivých nátěrových filmů.

U vzorků pojiv byly dle stupnice až na vzorek Acrilem IC 20, který byl hodnocen stupněm 1, hodnoceny stupněm 0.

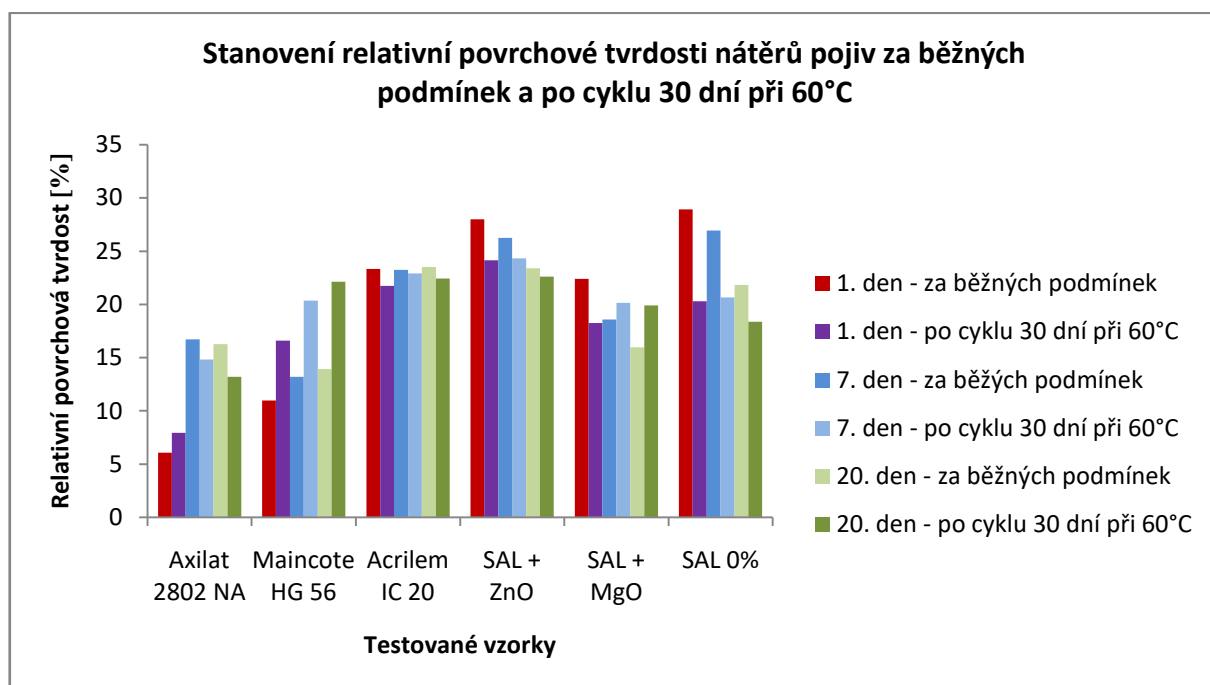
U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty byl stanoven stupeň přilnavosti č. 2 u vzorků s pojivem Axilat 2802 NA a se samosíťujícím akrylátový pojivem s obsahem ZnO nanočástic. Stupeň 3 byl pak stanoven u vzorků s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic.

U vzorků připravené antikorozní nátěrové hmoty byl stanoven stupeň přilnavosti č. 0 u vzorků se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20 a se samosíťujícím akrylátový pojivem s obsahem ZnO nanočástic. Stupeň 1 byl pak stanoven u vzorků s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic.

5.3.3 Diskuze stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrového filmu

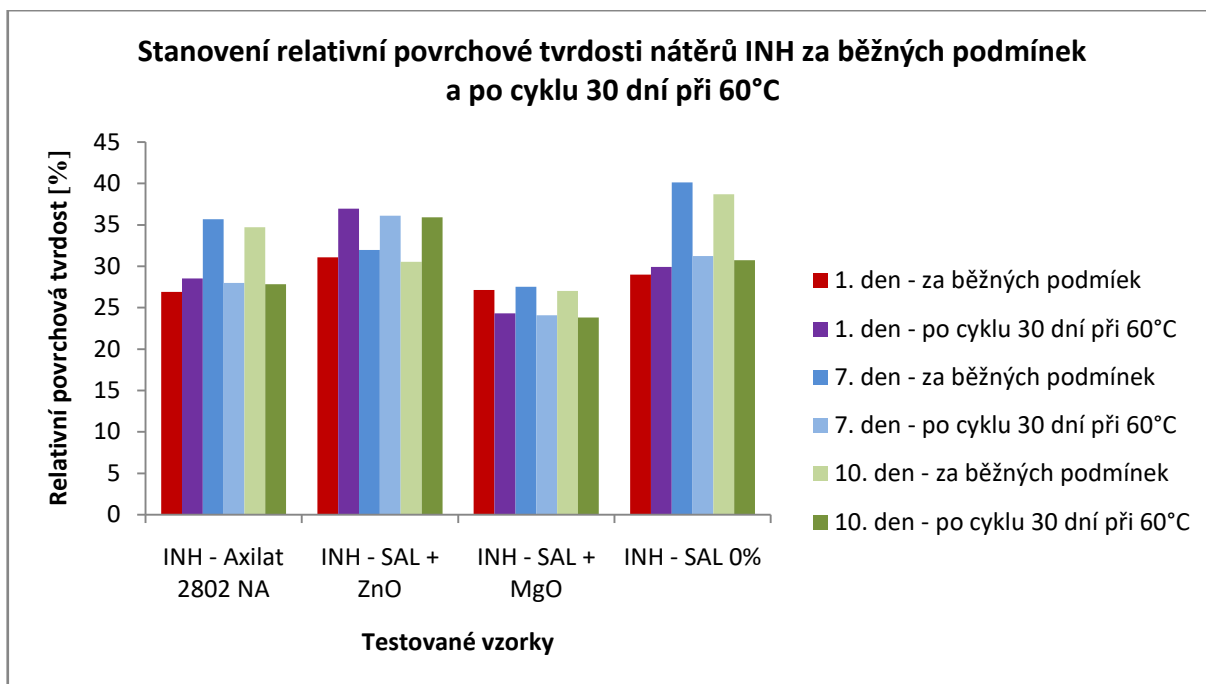
Relativní povrchová tvrdost nátěrových filmů byla stanovena pomocí kyvadla Persoz, podle metody popsané v kapitole 3.9.4. Měření probíhalo u vzorků nanesených za běžných podmínek a vzorků po cyklu 30 dní při 60°C.

U vzorků pojiv dosáhlo nejvyšších konečných hodnot za běžných podmínek pojivo Acrilem IC 20, po cyklu pak byla stanovena nejvyšší konečná tvrdost u samosíťujícího pojiva s obsahem ZnO nanočástic. Po cyklu se relativní povrchová tvrdost měnila, nejvyšší rozdíl byl pozorován u pojiva Maincote HG 56, kde film po cyklu vykázal o 8,22% vyšší tvrdost. Výsledky všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 48. Pro porovnání a přehled všech vzorků je přiložen graf na obrázku č. 26.



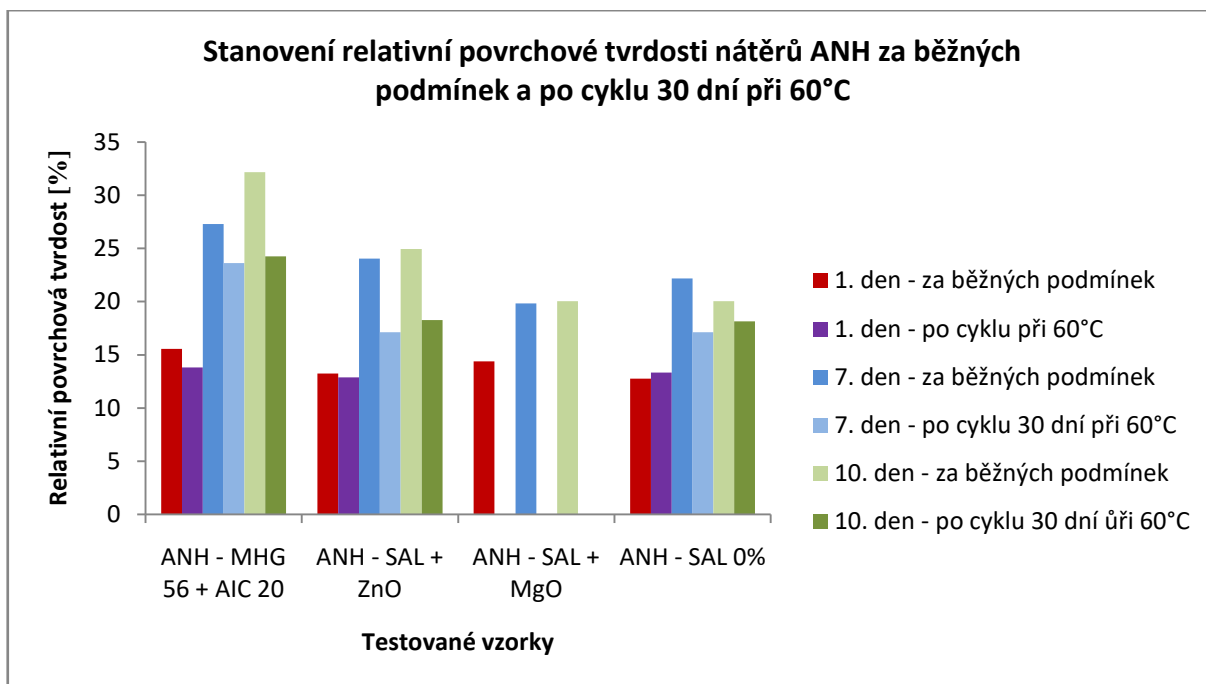
Obrázek 26: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů čistých pojiv za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C

U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty byla stanovena nejvyšší konečná relativní tvrdost za běžných podmínek u vzorku se samosíťujícím akrylátovým pojivem bez obsahu nanočástic. Po cyklu pak nejvyšší hodnotu zaznamenal vzorek se samosíťujícím pojivem s obsahem ZnO nanočástic. Všechny hodnoty testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 49 a pro přehled je uveden graf na obrázku č. 27, kde jsou tyto hodnoty uvedeny.



Obrázek 27: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů připravené interiérové nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C

U vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty nejvyšší konečnou relativní tvrdost za běžných podmínek vykázal vzorek se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20, stejně tak i po cyklu 30 dní při 60°C. U vzorku se samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic po cyklu nebyla tvrdost stanovena, jelikož ve vzorku vznikly sraženiny. Hodnoty všech vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 50. Pro přehled a porovnání jsou všechny hodnoty zaznamenány do grafu na obrázku č. 28.

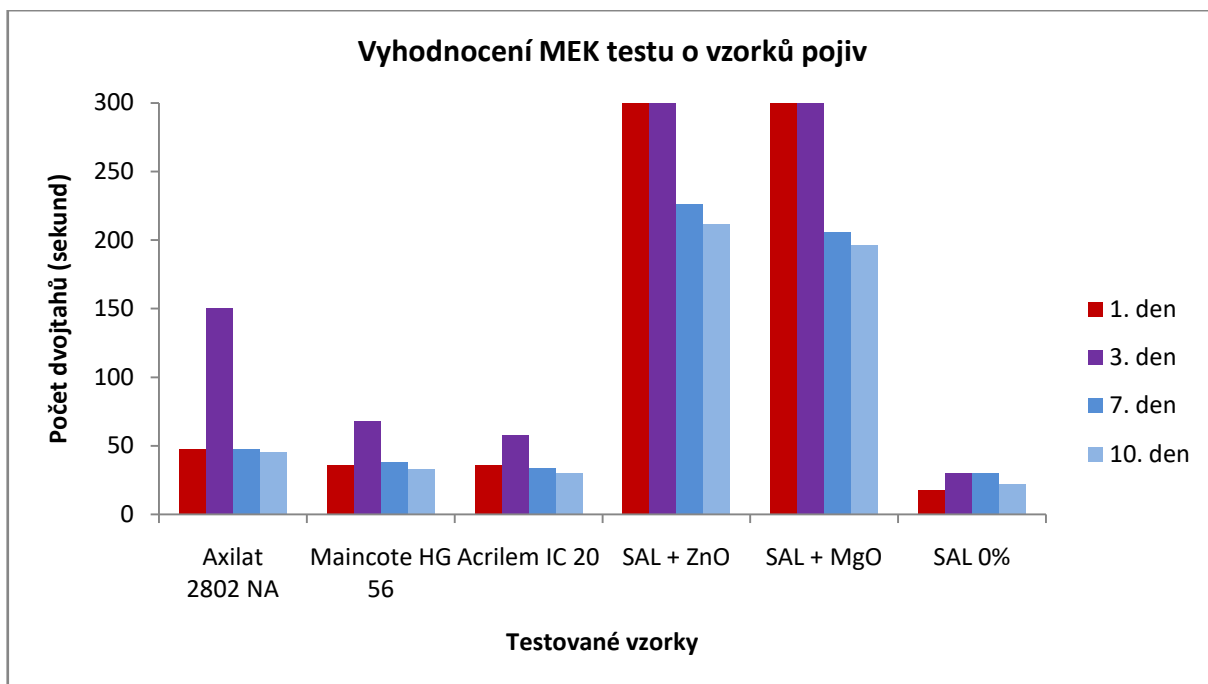


Obrázek 28: Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěrů připravené antikorozi nátěrové hmoty za běžných podmínek a po cyklu 30 dní při 60 °C

5.3.4 Diskuze hodnocení odolnosti dle MEK testu

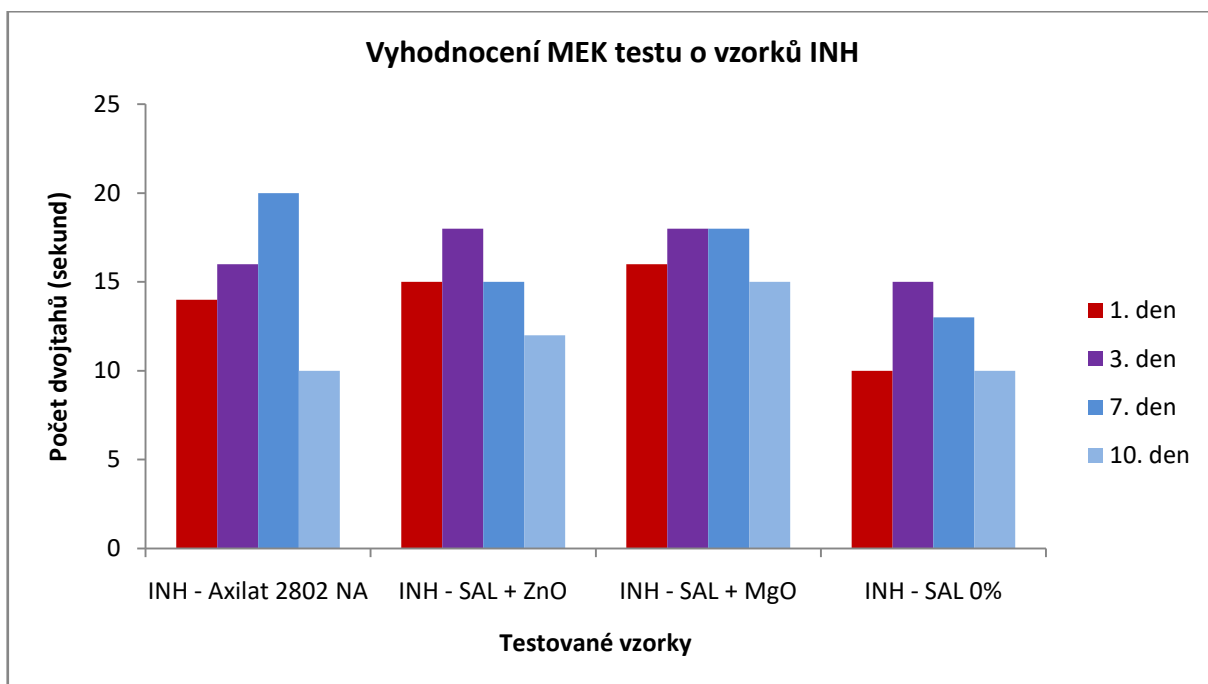
MEK test byl proveden podle metody popsané v kapitole č. 3.9.5. Stanovené stupně hodnocení všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 51. Počet dvojtahů je pak uveden v grafu na obrázku č. 29.

U testovaných vzorků poživ byly stanoveny s nejvyšší odolností samosíťující poживa s obsahem nanočástic ZnO a MgO. Nejnížší odolnost pak byla stanovena u samosíťujícího poживa bez obsahu nanočástic. Pro porovnání a přehled je uveden graf na obrázku č. 29.



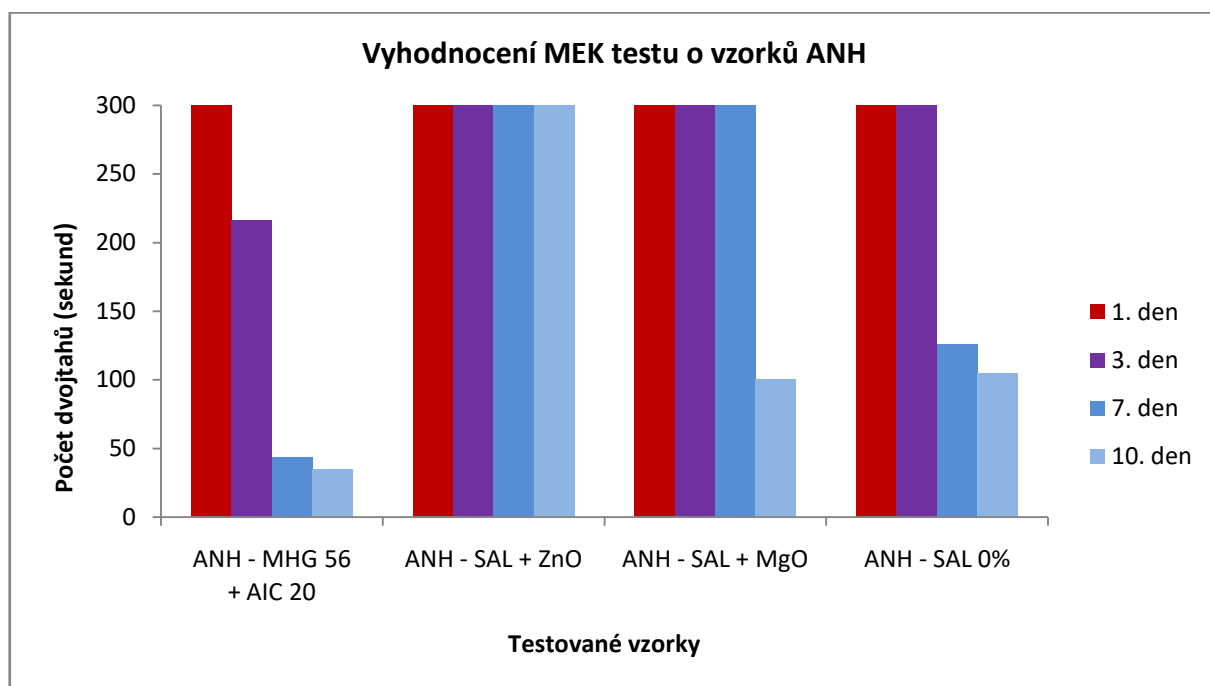
Obrázek 29: Stanovení odolnosti nátěrových filmů čistých pojiv dle MEK testu

U připravených vzorků interiérové nátěrové hmoty vykázal nejvyšší konečnou odolnost vzorek se samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic. Pro porovnání a přehled je uveden graf na obrázku č. 30.



Obrázek 30: Stanovení odolnosti nátěrových filmů připravené interiérové nátěrové hmoty dle MEK testu

U připravené antikoroziční nátěrové hmoty byla nejvyšší odolnost stanovena u vzorku se samosíťujícím pojivem s obsahem ZnO nanočástic. Pro porovnání a přehled je uveden graf na obrázku č. 31.



Obrázek 31: Stanovení odolnosti nátěrových filmů připravené antikoroziční nátěrové hmoty dle MEK testu

5.3.5 Diskuze stanovení doby zasychání pomoci posuvu hrotu

Metoda pro stanovení zasychání pomoci hrotu je popsána v kapitole 3.9.6. Testovány byly všechny vzorky a pojiv a připravených nátěrových hmot. Výsledky všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 52.

U vzorků pojiv byla stanovena nejdelší doba zasychání 23 hodn, a to u vzorku Maincote HG 56. Samosíťující akrylátová pojiva zasychaly za kratší dobu než 1 hodina. Pojivo Axilat 2802 NA zasychalo 7,25 hodin a Acrilem IC 20 11 hodin.

U vzorků interiérové nátěrové hmoty byla stanovena doba zasychání méně než 1 hodina, a to u všech vzorků.

U vzorků antikoroziční nátěrové hmoty byla stanovena doba zasychání 1,5 hodiny, a to u vzorků se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20, dále se samosíťujícími akrylátovými pojivy s obsahem MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic. U vzorku se

samosíťujícíím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic byla stanovena doba zasychání 1,75 hodiny.

5.3.6 Diskuze stanovení odolnosti kloboučkovou metodou podle Rožana

Tato metoda byla provedena podle popisu v kapitole č. 3.9.7. Výsledné hodnocení bylo u všech vzorků stejné, nebyl stanoven žádný vzorek, který by měl odlišnou odolnost oproti ostatním vzorkům. Z použitých kapalin, či potravin se po hodnocení nejagresivněji jevil kečup, vodka, červené víno a 50% roztok NaCl. tyto roztoky způsobily ztrátu přilnavosti již po 72 hodinách. Nejvyšší odolnost vykázal nátěrový film vůči rumu a 10% roztoku NaOH, kdy rum způsobil ztrátu přilnavosti po 120 hodinách a 10% roztok NaOH způsobil po 120 hodinách pouze změnu odstínu. Hodnocení všech vzorků vůči všem kapalinám a potravinám jsou uvedeny v tabulkách č. 53, 54, 55 a 56.

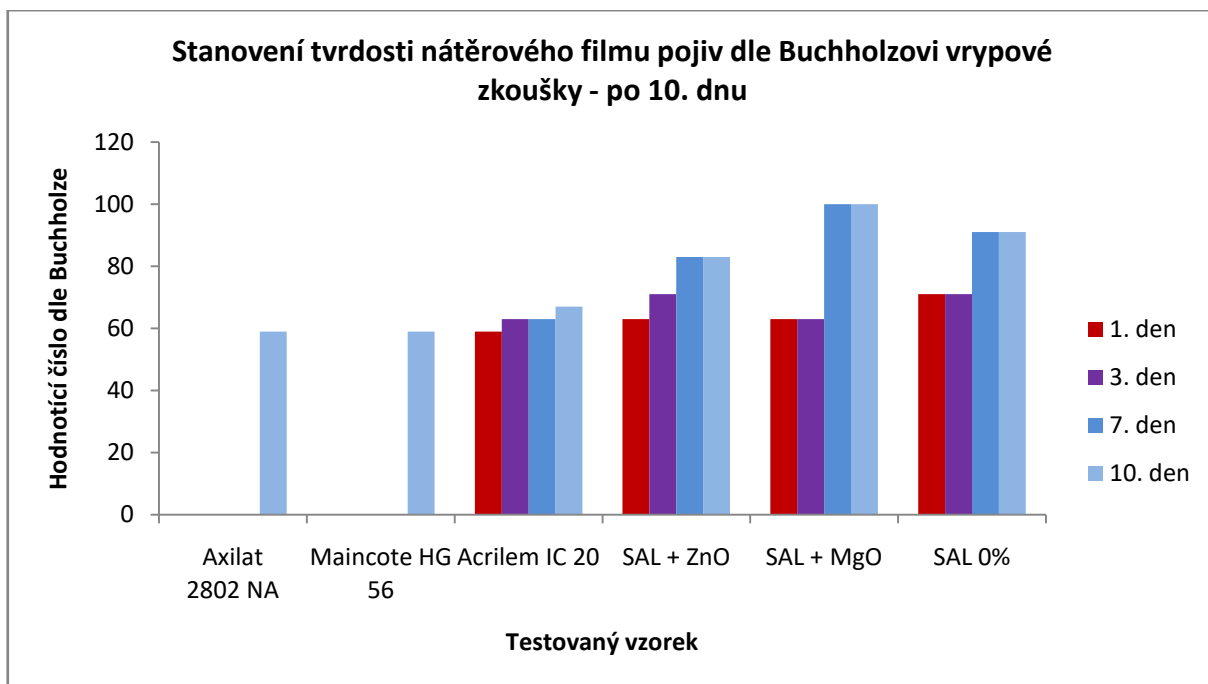
5.3.7 Diskuze stanovení odolnosti připravené interiérové nátěrové hmoty na dřevěných panelech

Metoda byla provedena podle popisu v kapitole č. 3.9.8. Výsledné hodnocení je uvedeno v tabulce č. 57. Žádný z testovaných vzorků nevydržel první cyklus této zkoušky, po vyjmutí z mrazu nátěrové filmy všech vzorků popraskaly.

5.3.8 Diskuze stanovení tvrdosti nátěrového filmu pomocí Buchholzovi vrypové zkoušky

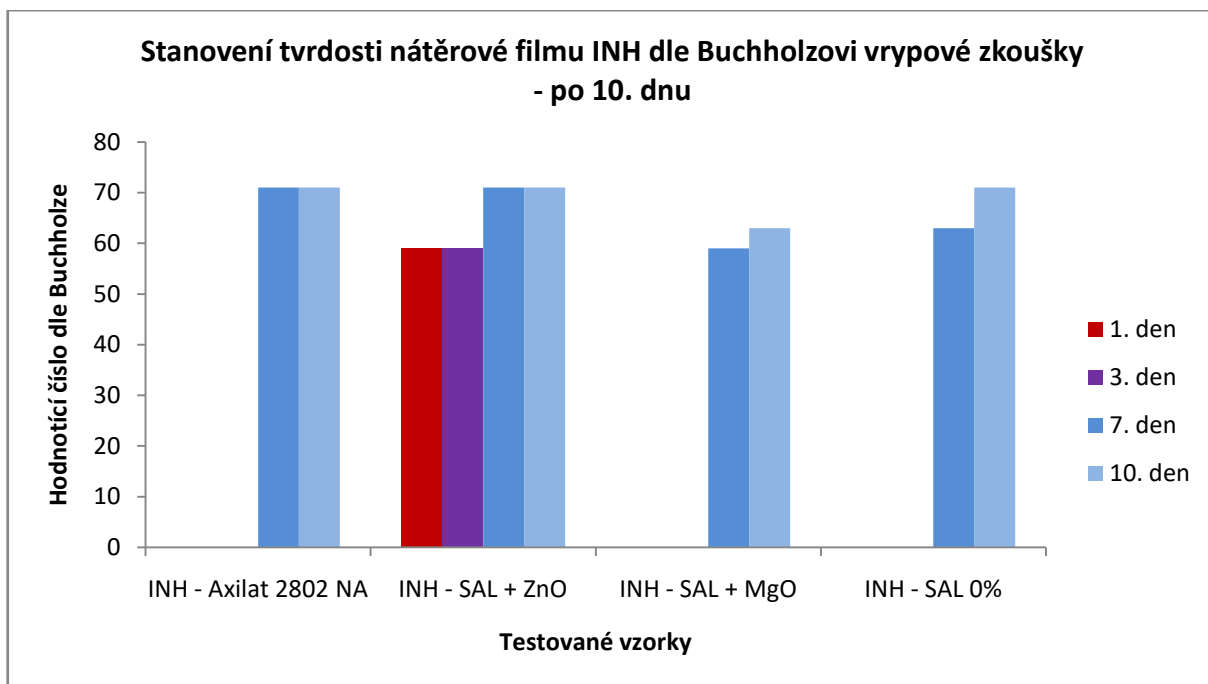
Stanovení bylo provedeno podle popisu metody v kapitole č. 3.9.9. Výsledky všech testovaných vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 58.

U vzorků pojiv byl stanoven s nejvyšší tvrdosti vzorek samosíťujícího pojiva s obsahem MgO nanočástic. Nejnížší hodnoty pak byly stanoveny u vzorků pojiv Axilat 2802 NA a Maincote HG 56. Pro porovnání a přehled je vložen graf na obrázku č. 32, kde jsou uvedeny konečné hodnoty všech testovaných vzorků pojiv.



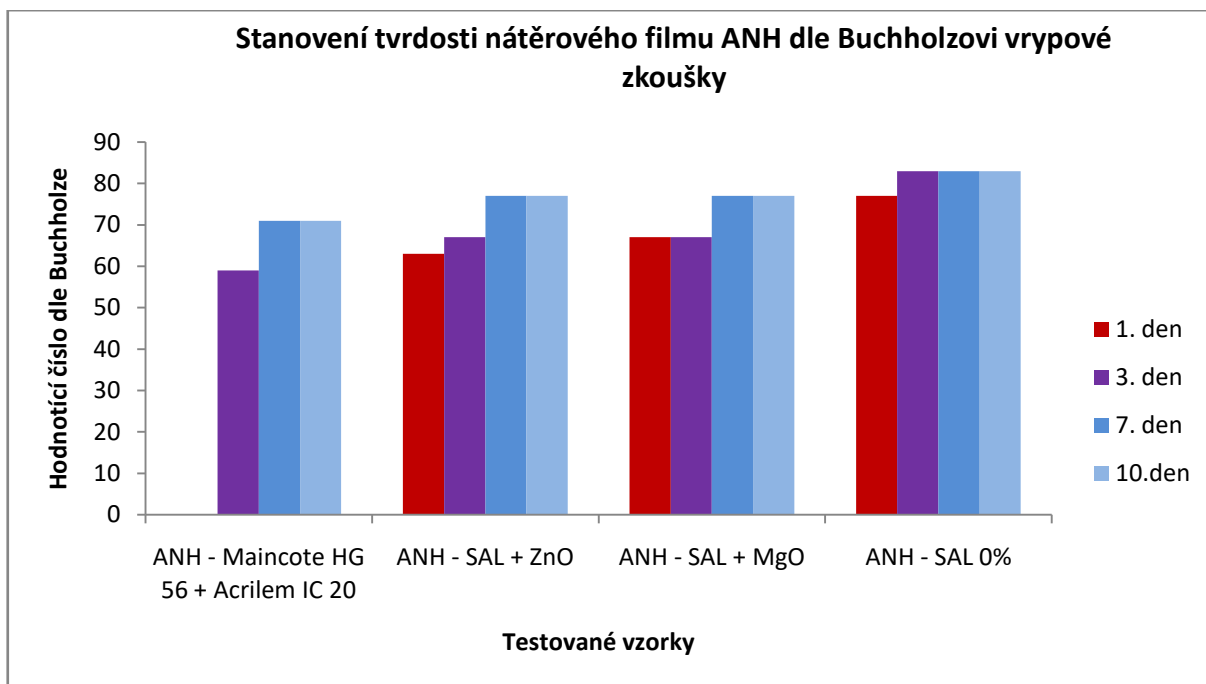
Obrázek 32: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů čistých pojiv dle Buchholzovi vrypové zkoušky

U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty byl stanoven vzorek s nejnižší hodnotou vzorek se samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic. U ostatních vzorků bylo stanoveno hodnotící číslo 71. Pro přehled je přiložen graf na obrázku č. 33.



Obrázek 33: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů připravené interiérové nátěrové hmoty dle Buchholzovi vrypové zkoušky

U vzorků připravené antikorozi nátěrové hmoty byl stanoven s nejvyšší hodnotou 83 vzorek se samosítujícím pojivem bez obsahu nanočástic. Pro porovnání a přehled je uveden graf na obrázku č. 34.



Obrázek 34: Stanovení tvrdosti nátěrových filmů připravené antikorozi nátěrové hmoty dle Buchholzovi vrypové zkoušky

5.3.9 Diskuze stanovení odolnosti vzorků čistých pojiv, připravené interiérové a antikorozi nátěrové hmoty vůči tvorbě osmotických puchýřů

Stanovení odolnosti proti tvorbě osmotických puchýřů bylo stanoveno podle metody popsané v kapitole 3.9.10 a hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 59.

U vzorků pojiv byl stanoven s nejlepším hodnocením nátěrový film pojiva Axilat 2802 NA a samosíťujícího akrylátového pojiva bez obsahu nanočástic, u kterých bylo hodnocení 8F. Hodnocení ostatních pojiv nebylo příliš rozdílné, ale po vyhodnocení byla stanovena větší četnost osmotických puchýřů.

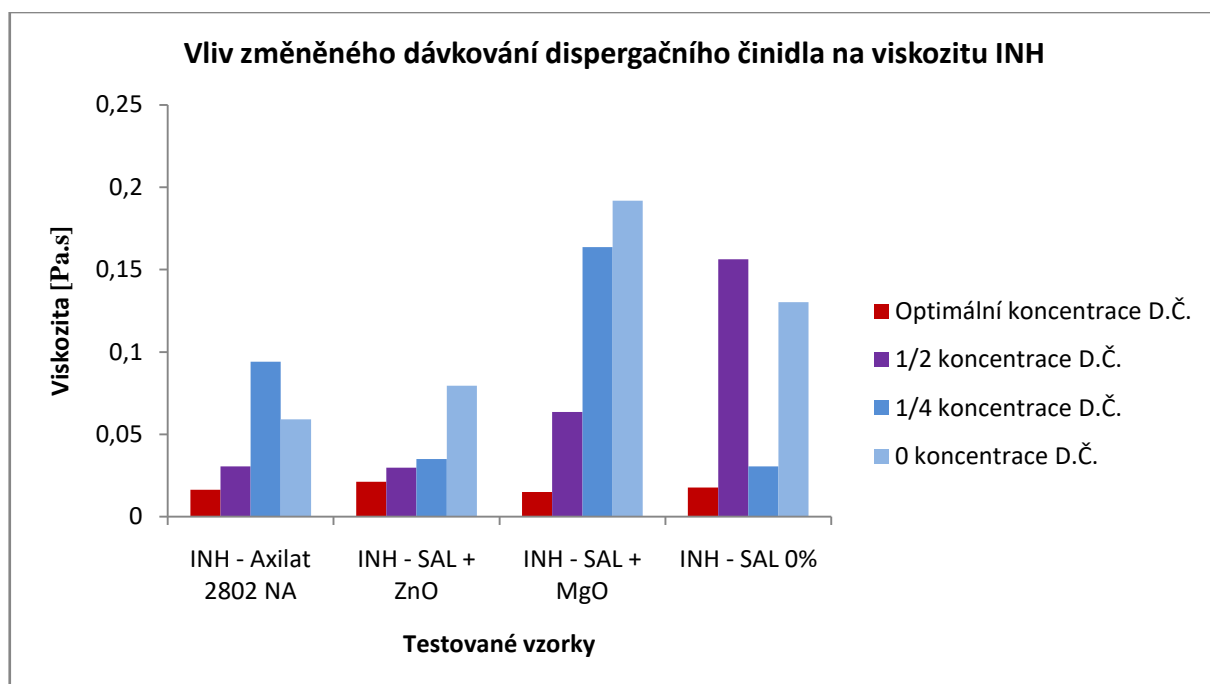
U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty bylo stanoveno hodnocení 4MD u vzorku s pojivem Axilat 2802 NA a 6D u vzorků se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic ZnO a bez obsahu nanočástic. U nátěrového filmu se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem nanočástic MgO došlo k rozrušení filmu.

U vzorků antikorozi nátěrové hmoty byly všechny vzorky hodnoceny velikostí puchýřů 4, kdy pouze vzorek se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20 byly hodnoceny četností MD, u ostatních vzorků byla stanovena četnost D.

5.4 Diskuze stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na vlastnosti připravené interiérové nátěrové hmoty

5.4.1 Diskuze stanovení viskozity při změněném dávkování dispergačního činidla

Viskozita byla stanovena podle postupu popsánoho v kapitole 3.4.3. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 60. Dispergační činidlo bylo dávkováno do vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty v optimálním množství, v poloviční koncentraci, ve čtvrtinové koncentraci a v nulové koncentraci. Viskozita se prakticky u všech vzorků s klesajícím množstvím dispergačního činidla zvyšovala, oproti vzorkům s optimálním dávkováním dispergačního činidla. Nejvyšší hodnoty viskozity dosáhl vzorek s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem MgO nanočástic, a to při nulové koncentraci dispergačního činidla. Pro porovnání ostatních vzorků je přiložen graf na obrázku č. 35, kde jsou hodnoty viskozity všech vzorků uvedeny.

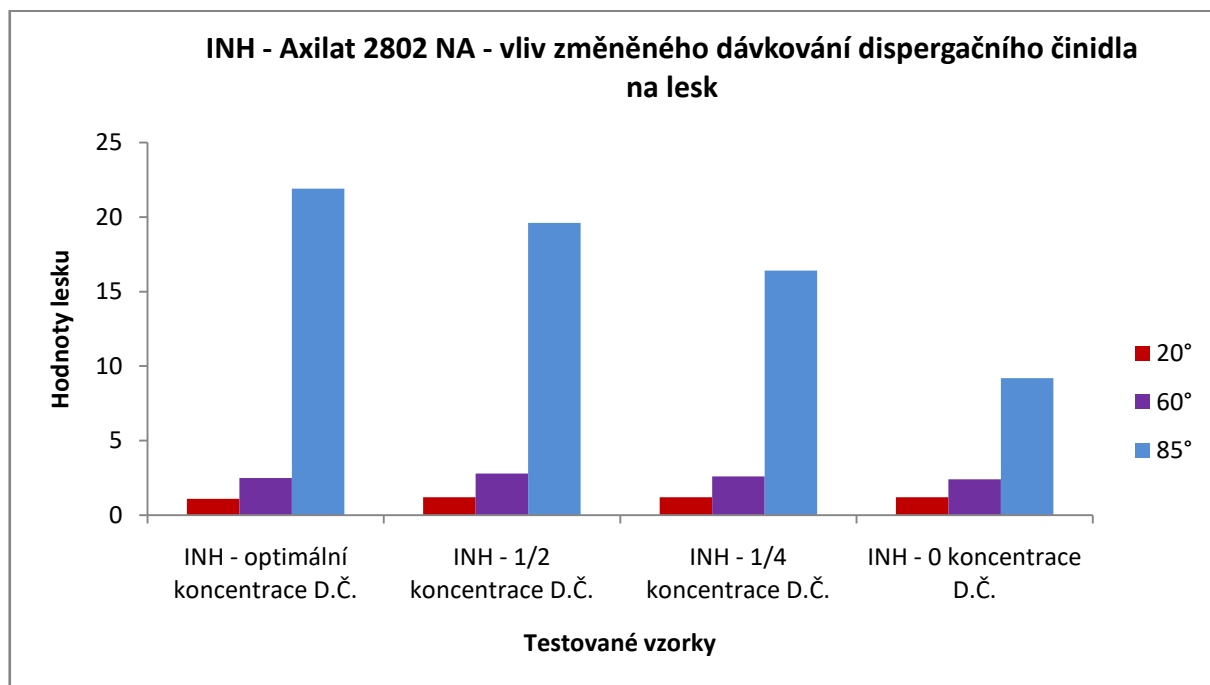


Obrázek 35: Stanovení vlivu změněného dávkování dispergačního činidla na viskozitu připravené interiérové nátěrové hmoty

5.4.2 Diskuze stanovení lesku při změněném dávkování dispergačního činidla

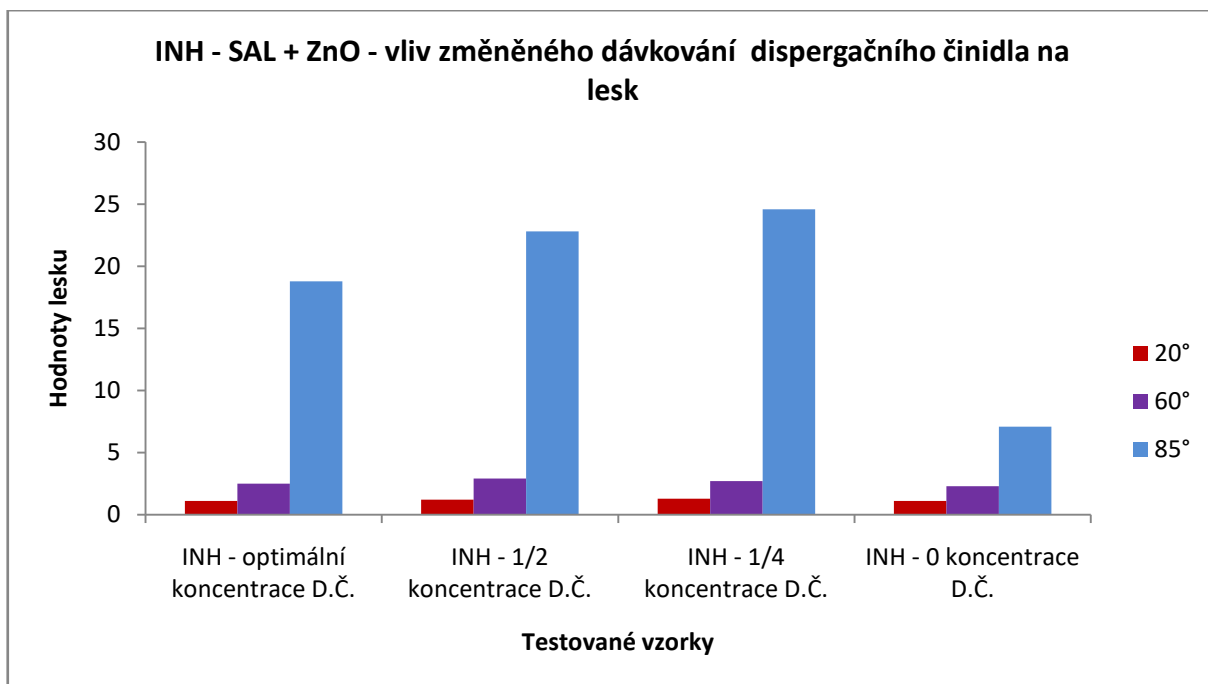
Stanovení lesku vzorků nátěrových filmů proběhlo podle popisu uvedeného v kapitole 3.9.2. U vzorků s pojivem Axilat 2802 NA většina hodnot stanovených při měření lesku

klesala, oproti optimálnímu složení, s klesajícím dávkováním dispergačního činidla. Pro porovnání je přiložen graf č. , kde jsou uvedeny konečné hodnoty lesku. Výsledné hodnoty vzorků s pojivem Axilat 2802 NA jsou uvedeny v tabulce č. 61. Pro přehled a porovnání je uveden graf na obrázku č. 36.



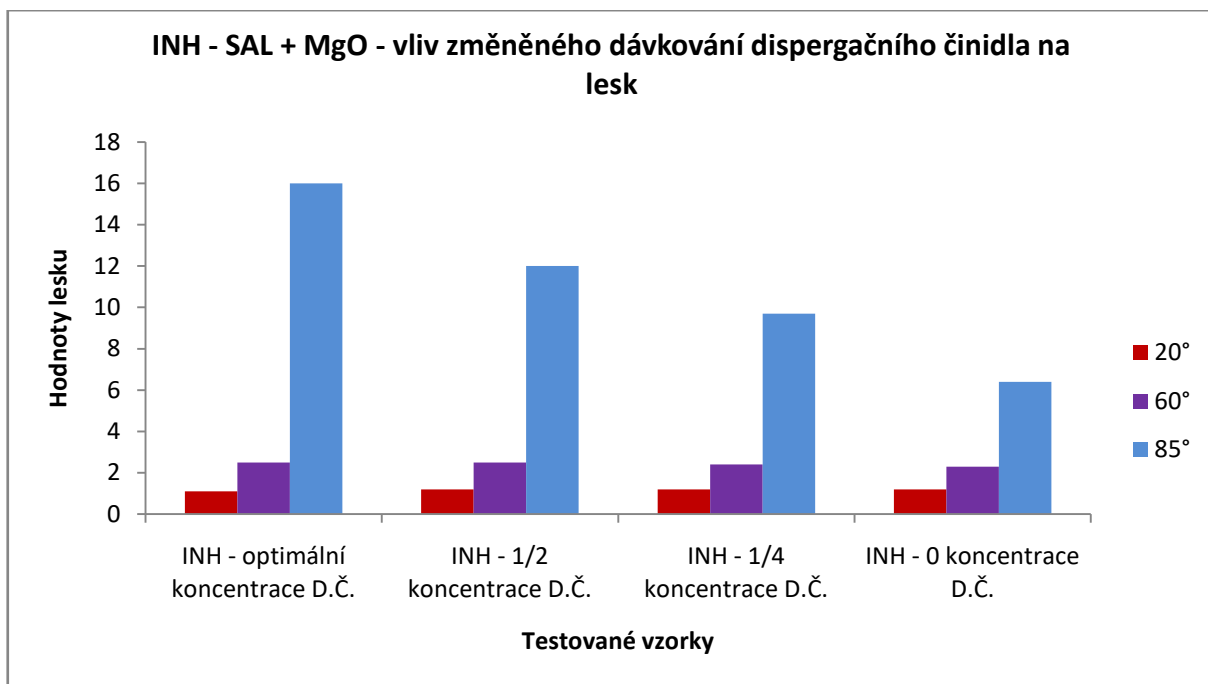
Obrázek 36: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - Axilat 2802 NA

U vzorků se samosítujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic byly stanoveny nejvyšší konečné hodnoty lesku u vzorku s čtvrtinovým dávkováním dispergačního činidla. Hodnoty vzorků se samosítujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO částic jsou uvedeny v tabulce č. 62. Pro porovnání všech výsledků je uveden graf na obrázku č. 37.



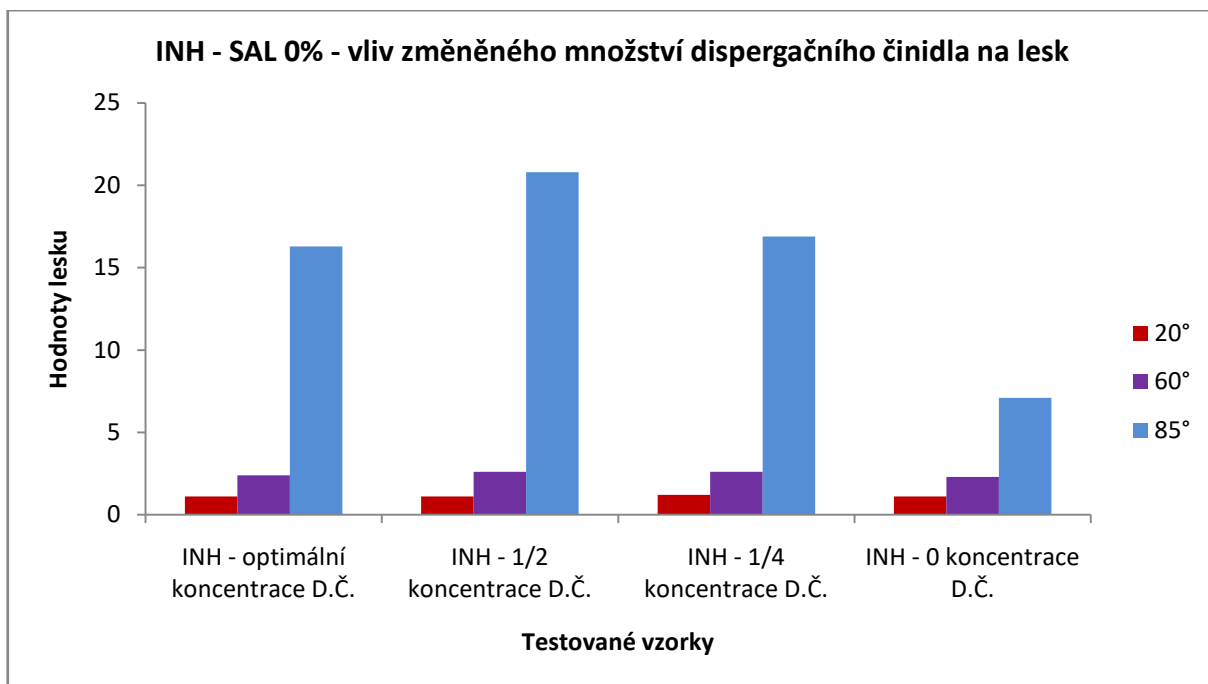
Obrázek 37: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo s obsahem ZnO nanočástic

U testovaných vzorků s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic byla stanovena nejvyšší konečná hodnota lesku u vzorku s optimálním složením. S klesajícím dávkováním dispergačního činidla klesaly i hodnoty lesku. Výsledné hodnoty vzorků se samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic jsou uvedeny v tabulce č. 63. Pro porovnání výsledku je uveden graf na obrázku č. 38.



Obrázek 38: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo s obsahem MgO nanočástic

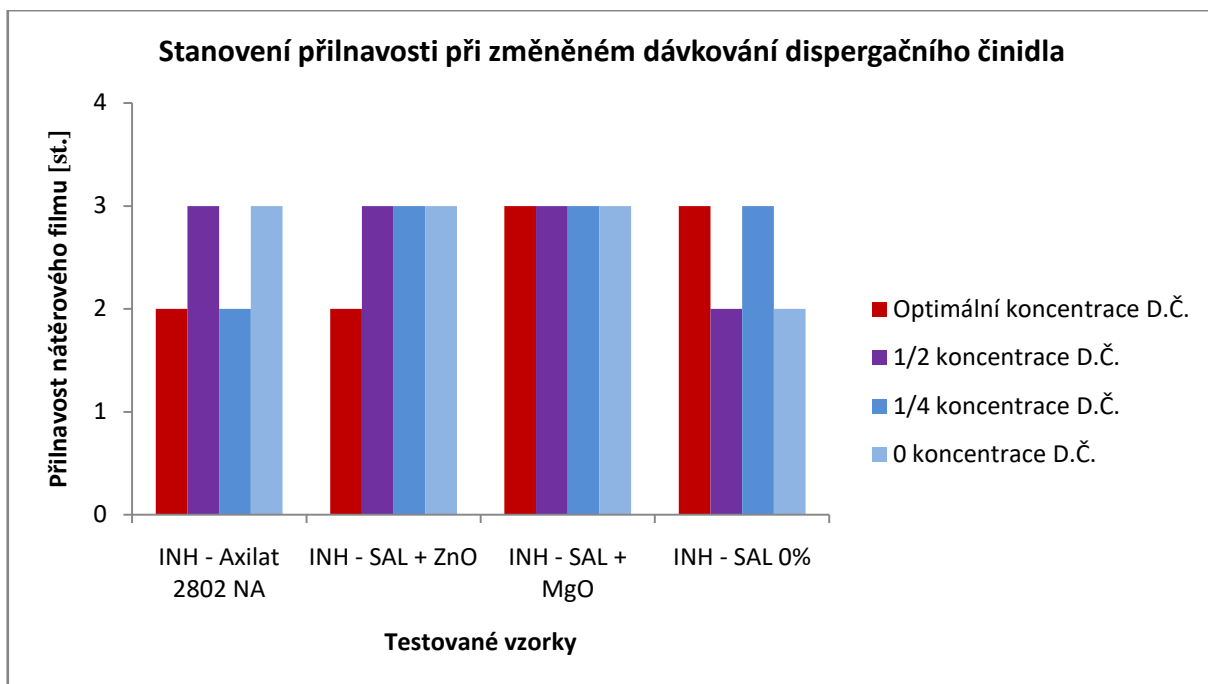
U vzorků se samosíťujícím pojivem bez obsahu nanočástic byly stanoveny nejvyšší konečné hodnoty lesku u vzorku s polovičním dávkováním dispergačního činidla. Nejnižší pak u vzorku s nulovou koncentrací dispergačního činidla. Hodnoty všech vzorků s tímto pojivem jsou uvedeny v tabulce č. 64. Pro přehled a porovnání je uveden graf na obrázku č. 39.



Obrázek 39: Vliv změněného dávkování dispergačního činidla na lesk - INH - samosíťující pojivo bez obsahu nanočástic

5.4.3 Diskuze stanovení přilnavosti nátěrového filmu připravené interiérové nátěrové hmoty při změněném dávkování dispergačního činidla

Přilnavost nátěrového filmu byla stanovována podle postupu uvedeného v kapitole č. 3.9.3. Stanovené stupně přilnavosti jsou uvedeny v tabulce č. 65. K významným změnám oproti optimálnímu dávkování u vzorků nedocházelo a hodnocení se pohybovalo jen mezi stupni 2 a 3. Pro porovnání a přehled je uveden graf na obrázku č. 40.



Obrázek 40: Stanovení přilnavosti nátěrového filmu při změně dávkování dispergačního činidla

5.4.4 Diskuze stanovení odolnosti nátěrového filmu vůči tvorbě osmotických puchýřů

Postup této zkoušky je uveden v kapitole č. 3.9.10. Hodnocení vzorku je pak uvedeno v tabulce č. 66. Nejlépe hodnoceny byly vzorky s použitým pojivem Axilat 2802 NA, při koncentraci dispergačního činidla optimálním a polovičním, dále také vzorek se samosítujícím pojivem bez obsahu nanočástic, a to s nulovou koncentrací dispergačního činidla. U ostatních vzorků došlo buď k rozrušení nátěrového filmu, nebo byly puchýře velké a četné.

5.5 Diskuze stanovení fyzikálně - mechanických zkoušek vzorků antikorozi nátěrové hmoty

Odolnost byla vypočtena na základě stanovení odolnosti filmu hloubením (3.10.1), při deformaci úderem (3.10.2), při ohybu (3.10.3) a stanovení přilnavosti mřížkovou metodou (3.9.4). Všechny testované vzorky antikorozi nátěrové hmoty dosáhly stoprocentní odolnosti, při žádné z uvedených zkoušek nedošlo k porušení nátěrového filmu. Stanovené hodnocení všech vzorků je uvedeno v tabulce č. 67. Pozměněné dávkování antikoroziho

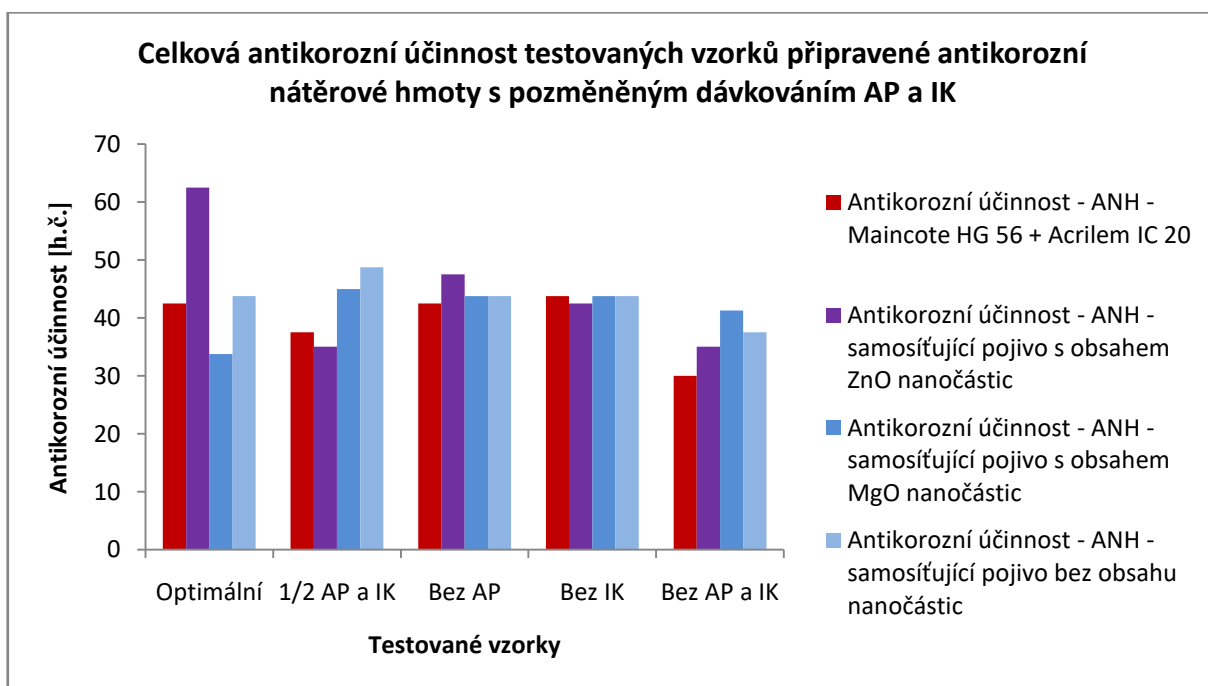
pigmentu a inhibitoru koroze nemělo na fyzikálně - mechanickou odolnost nátěrové hmoty vliv, proto zde ani v tabulkách nejsou zmíněny.

5.6 Diskuze zrychlené cyklické zkoušky v atmosféře solné mlhy

Stanovení celkové antikoroziční účinnosti vzorků připravené antikoroziční nátěrové hmoty proběhla podle postupu popsaného v kapitole 3.12.1. Stanovené výsledky všech vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 68.

Nejvyšší stanovená antikoroziční účinnost byla stanovena u vzorku s použitým samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic s optimálním dávkováním antikorozičního pigmentu a inhibitoru koroze. Nejnižší antikoroziční účinnost byla stanovena u vzorku se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20, a to bez antikorozičního pigmentu a bez inhibitoru koroze. U všech testovaných vzorků se po ukončení expozice objevilo prokorodování nátěrového filmu, pouze u dvou vzorků se tak nestalo, a to u vzorku se směsí pojiv Maincote HG 56 a Acrilem IC 20 a u vzorku se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem ZnO nanočástic. U žádného z testovaných vzorků nebyl použit vrchní nátěr, což byl zjevně důvod, proč u většiny vzorků došlo ke značném prokorodování a k vzniku puchýřů.

Pro porovnání a přehled je přiložen graf na obrázku č. 41, kde jsou hodnoty celkové antikoroziční účinnosti všech vzorků uvedeny.



Obrázek 41: Celková antikoroziční účinnost testovaných vzorků připravené antikoroziční nátěrové hmoty s pozměněným dávkováním AP a IK

5.7 Přínosy diplomové práce

V diplomové práci byly zkoumány aditiva, konkrétně vliv jejich dávkování na vlastnosti nátěrových hmot. Tato práce se zabývala studiem pojiv na základě jejich vlastností, a to komerčních, ale i pojivy připravenými na Univerzitě Pardubice, což byly samosíťující akrylátová pojiva s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic. V původních formulacích nátěrových hmot, navržených firmou Austis a.s. byla komerční pojiva nahrazena stejným množstvím zmiňovaných samosíťujících pojiv. Vzorky nátěrových hmot byly připraveny i s původním komerčním pojivem, aby bylo možné porovnání, zda a případně k jakým změnám dochází. Bylo zjištěno, že samosíťující akrylátové pojivo s obsahem MgO nanočástic použité v testovaných vzorcích interiérové nátěrové hmoty zvyšuje antimikrobiální účinnost při optimální koncentraci biocidu.

Při zkoumání vlivu různých koncentrací na komerční interiérovou barvu, byl stanoven jako nejvhodnější odpěňovač obsahující silikon Agitan 232, při koncentraci 0,34% a 0,45%. Tento odpěňovač v nátěrové hmotě zapříčinil pokles obsaženého vzduchu na 0%, dobře zapracoval a při vytváření nátěrových filmů byly tyto filmy hodnoceny nejlépe. S nejhorsím hodnocením naopak vyšly vzorky s odpěňovači neobsahující silikon VP 5617 ENT a VP 5614 ENT, které zapříčinily značné defekty nátěrového filmu.

U komerční matné akrylátové nátěrové hmoty byly s nejlepším hodnocením stanoveny vzorky obsahující odpěňovače obsahující silikon Agitan 295 a Agitan 281, a to při všech koncentracích, kdy stanovený obsah vzduchu v nátěrové hmotě byl 0%, vyšší hustota a nátěrové filmy prokázaly nejméně defektů. S nejhorsím hodnocením byly stanoveny vzorky s použitými odpěňovači neobsahujícími silikon VP 5619 ENT a VP 5614 ENT, kdy obsah vzduchu v nátěrové hmotě byl nejvyšší, a nátěrový film měl nejhorsí hodnocení, co se defektů týká.

U komerční hedvábně matné akrylátové nátěrové hmoty se jako nejvhodnější odpěňovače projevíly silikon obsahující BYK 022 a BYK 024. Přestože obsah vzduchu byl u vzorků s odpěňovačem BYK 022 vyšší, než u ostatních, vzniklý nátěrový film byl spolu se vzorkem s BYK 024 nejlépe hodnocen. U této nátěrové hmoty se neosvědčil odpěňovač neobsahující silikon VP 5619 ENT, kdy vzorky s tímto odpěňovačem vykazovaly vyšší obsah vzduchu a u zhotoveného nátěru vznikly defekty tzv. rybích ok.

Dále byl zjištěno, že změněné dávkování dispergačního aditiva v připravené interiérové nátěrové hmotě má vliv na vlastnosti této nátěrové hmoty. Se sníženým

množstvím dispergačního činidla se oproti vzorkům s optimálním množstvím zvýšila viskozita. U hodnot lesku docházelo také ke změnám, které byly různé, v některých případech se lesk s klesajícím množstvím dispergačního činidla zvýšil, v některých snížil, a to v závislosti na použitém pojivu a koncentraci dispergačního činidla. U stanovení přilnavosti byl nejlépe hodnocen vzorek se samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic, kdy přilnavost byla při všech koncentracích dispergačního činidla stejná jako při optimální koncentraci.

U připravené antikorozní nátěrové hmoty se nejlépe osvědčil vzorek s optimálním množstvím antikorozního pigmentu a inhibitoru koroze s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem ZnO nanočástic, který dosáhl nejvyšší účinnosti. Potvrdil se předpoklad, že při optimálním dávkování měla antikorozní nátěrová hmota nejvyšší antikorozní účinnost, a to s pojivem obsahujícím nanočástice ZnO. Antikorozní odolnost u vzorku s tímto pojivem byla zvýšena vlivem obsahu nanočástic ZnO, které mají určité antikorozní vlastnosti.

6 ZÁVĚR

V této diplomové práci byl zkoumán vliv dávkování aditiv na nátěrové hmoty. U komerčních nátěrových hmot byl zkoumán vliv dávkování odpěňovacího aditiva na vlastnosti nátěrové hmoty v tekutém stavu, ale především vzhled nátěrového filmu. U připravené interiérové nátěrové hmoty byl testován vliv dávkování biocidu a dispergačního činidla. U obou zmíněných aditiv bylo jejich dávkování snižováno. Vzorky byly připraveny i v optimálním poměru, a to pro srovnání, jak se mění vlastnosti nátěrových hmot. Mimo jiné byly testovány i samosíťující akrylátová pojiva s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic. Tato pojiva v testovaných vzorkách nahradily původní komerční pojivo vždy ve stejném poměru, a byly sledovány vlastnosti, které se porovnávaly s nátěrovou hmotou dle původní formulace. U antikorozií nátěrové hmoty byly upravovány koncentrace antikorozií pigmentu a inhibitoru koroze, poté byla sledována antikorozií účinnost jednotlivých vzorků. V antikorozií nátěrových hmotách, byla samosíťující pojiva testována taktéž.

U komerčních nátěrových hmot se nejlépe osvědčily odpěňovací aditiva s obsahem silikonu. Vzorky s nejlepším hodnocením u jednotlivých nátěrových hmot jsou uvedeny v kapitole 5.7. Tyto odpěňovače prokázaly lepší schopnost snížit procento vzduchu v nátěrové hmotě, a především svou účinnost proti vznikající pěně.

U vzorků připravené interiérové nátěrové hmoty, se z hlediska antimikrobiální účinnosti osvědčil vzorek s optimálním množstvím biocidu a s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem MgO nanočástic. Toto pojivo pozitivně ovlivňuje odolnost vůči bakteriím, díky nanočásticím MgO, které zvyšují antimikrobiální účinnost. Mimo jiné z testovaných čistých pojiv, bylo toto pojivo stanoveno s nejvyšší odolností.

Při testování připravené interiérové nátěrové hmoty z hlediska dávkování dispergačního činidla bylo zjištěno, že u vzorků s komerčním pojivem a se samosíťujícím akrylátovým pojivem s obsahem MgO nanočástic se se snižujícím množstvím dispergačního činidla snižují i hodnoty lesku. Ovšem u vzorků s použitým samosíťujícím pojivem s obsahem ZnO nanočástic a bez obsahu nanočástic se hodnoty lesku při polovičním dávkování zvýšily. Hodnoty viskozity se obecně s klesajícím množstvím dávkování dispergačního činidla zvyšovaly. Tomuto jevu mohlo dojít vlivem nedostatečné dispergace částic při přípravě nátěrové hmoty, což vedlo ke vzniku shluků částic.

U vzorků antikorozi nátěrové hmoty byl stanoven s nejvyšší antikorozi účinností vzorek s optimálním množstvím antikoroziho pigmentu a inhibitoru koroze a s použitým samosítujícím pojivem s obsahem ZnO nanočástic, jehož nátěrový film po ukončení expozice v solné komoře nejlépe odolal tvorbě puchýřů. Podkorodování podkladu bylo taktěž poměrně menší oproti jiným vzorkům.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ÖZGE, T.; ALTINKAYA, S. A.; BALKÖSE, D.: *Characterization of waterborne acrylic based paint films and measurement of their water vapor permeabilites. Progress in Organic Coatings.* 2006. s. 269-278.
- [2] ŠULC, M.: *Koroze a ochrana materiálů. Nátěry z nátěrových hmot ředitelných vodou.* Praha : Státní výzkumný ústav ochrany materiálů, 1999. s. 96
- [3] BIELEMAN, J. *Additives for Coatings. Progress in Organic Coatings.* 2001. s.
- [4] ANTL, L.; ŠŇUPÁREK, J. *Aditiva pro nátěrové hmoty. Aditiva pro nátěrové hmoty.* Špindlerův Mlýn : ČSVTS VŠCHT Pardubice, 1984. stránky 1-29.
- [5] KALEDOVÁ, A.; KALENDA, P. *Technologie nátěrových hmot I.: Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot I.* Pardubice : Ofsetem v edičním středisku Univerzity Pardubice, 2004. stránky 6-228.
- [6] ŠTRUMHAUS, Z.; a HOŘEJŠ, V. *Nátěry od A do Z.* Bratislava : Nakladatel'stvo Alfa, 1969. stránky 14-16.
- [7] SANAEI, Z.; BEHLAKEH, G.; RAMEZANZADECH, B. *Active corrosion protection of mild steel by an epoxy ester coating reinforced with hybrid organic/inorganic green inhibitive pigment. Journal of Alloys and Compounds.* 2017. stránky 1289-1304.
- [8] DONKERS, P.A.J., HUININK H.P.; ERICH S.J.F.: *Water permeability of pigmented waterborne coatings. Progress in Organic Coatings.* 2013. stránky 60-69.
- [9] NOBLE, K.-L.: *Waterborne polyurethanes. Progress in Organic Coatings.* 1997. stránky 131-136.
- [10] RASSOULI, L.; NADERI, R.; MAHDAVAIN, M. *The role of micro/nano zeolites doped with zinc cations in the active protection of epoxy ester coating. Applied Surface Science.* 2017. stránky 571-583.
- [11] ATHAWALE, V. D.; NIMBALKAR, R. V. *Waterborne Coatings Based on Renewable Oil Resources: an Overview. J Am Oil Chem Soc.* 2011. stránky 159-185.
- [12] BAI, Ch. Y.: *A new UV curable waterborne polyurethane: Effect of C=C content on the film properties.* 2006. stránky 291-295.

- [13] XU, H.: *UV-curable waterborne polyurethane-acrylate: preparation, characterization and properties. Progress in organic Coatings.* 2012. stránky 47-53.
- [14] CHEN, L.; CHEN, S.: *Latex enterpenetrating networks based on polyurethane, polyacrylate and epoxy resin. Progress in Organic Coatings.* 2004. stránky 252-258.
- [15] ASAKAWA, A.: *Waterborne fluoropolymers for paint use. Journal of Fluorine Chemistry.* 2000. stránky 47-51.
- [16] ŠŇUPÁREK, J.; FORMÁNEK, L.: *Vodné disperze syntetických polymerů.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. stránky 132-142.
- [17] BROWN, G., L.; SCULLIN, J. P.: *Water Penetration of Emulsion Polymer Films. Rohm and Haas Co.* 1953. stránky 743-745.
- [18] FORMÁNEK, L.: *Vodné disperze syntetických polymerů. Základní typy vyráběných disperzí.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. stránky 205-207.
- [19] ŠŇUPÁREK, J.: *Vodné disperze syntetických polymerů. Aplikace disperzí.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. stránky 283-285.
- [20] ŠŇUPÁREK, J.: *Vodné disperze syntetických polymerů. Výrobní postupy.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. stránky 56-63.
- [21] BÜCKMAN, A. J. P., NABUURS, T.; OVERBEEK, G. C.: *Self Crosslinking. Polymeric Dispersants Used in Emulsion Polymerization.* 2002. stránky 96-112.
- [22] ŠŇUPÁREK, J., JARUŠEK J.: *Vybrané kapitoly z chemie filmotvorných látek, díl II.* Pardubice : Univerzita Pardubice, 1995.
- [23] BROWN, G. L.: *Formation of Films from Polymer Dispersions. Journal of Polymer Science.* 1956. stránky 423-434.
- [24] FUJITANI, T.: *Stability of pigment and resin dispersions in waterborne paint. Progress in Organic Coatings.* 1996. stránky 97-105.
- [25] ILLERS, K. H.: *Die Glastemperatur von Copolymeren. Hauptlaboratorium der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik AG.* 1963. stránky 16-33.

- [26] WÜRSTLIN, F.: *Dielektrische Messung der Weichmachung von Polyvinylchlorid. Kunststoffrohstoff-Abteilung der I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft.* 1943. stránky 9-16.
- [27] RAMLI, R. A., LAFTAH, W. A., HASHIM, S.: *Core-shell polymers: a review. RSC Advances.* 2013. stránky 15543-15565.
- [28] KALEDOVÁ, A.: *Technologie nátěrových hmot I.: Pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty.* Pardubice : Ofsetem v edičním středisku Univerzity Pardubice, 2003. stránky 3-306.
- [29] SONG, D.: *Effect of carbon nanotubes on the corrosion resistance of water-borne acrylic coatings. Progress in Organic Coatings.* 2017. stránky 182-186.
- [30] THOMETZEK, P.: *Effects of morphology and surface treatment of inorganic pigments on waterborne coating properties. Progress in Organic Coatings.* 1999. stránky 201-209.
- [31] MLEZIVA, J. a ŠŇUPÁREK, J.: *Polymery. Výroba, struktura, vlastnosti a použití.* Praha : Sobotáles, 2000.
- [32] KOLTER, K.: *Polyvinyl acetate-based film coatings. International Journal of Pharmaceutics.* 2013. stránky 470-479.
- [33] LAPPRAND, A.: *Epoxy resins modified with poly(vinyl acetate). journal of Materials Processing Technology.* 2003. stránky 827-831.
- [34] WHEELER, O. L.; ERNST, S. L.; CROZIER, R. N.: *Molecular weight degradation of polyvinyl acetate on hydrolysis. Polymer Chemistry [online].* 1952. stránky 409-423.
- [35] KIM, S.; KIM, H.-J.: *Effect of addition of polyvinyl acetate to melamine-formaldehyde resin on the adhesion and formaldehyde emission in engineered flooring. International Journal of Adhesion and Adhesives.* 2005. stránky 456-461.
- [36] HOSCH, W. L.: *Polyvinyl acetate (PVAc). Britannica Academic, Encyclopaedia Britannica.* 2017.
- [37] NOLLENBERGER, K.; ALBERS, J.: *Poly(meth)acrylate-based coatings. International Journal of Pharmaceutics [online].* 2013. stránky 461-469.

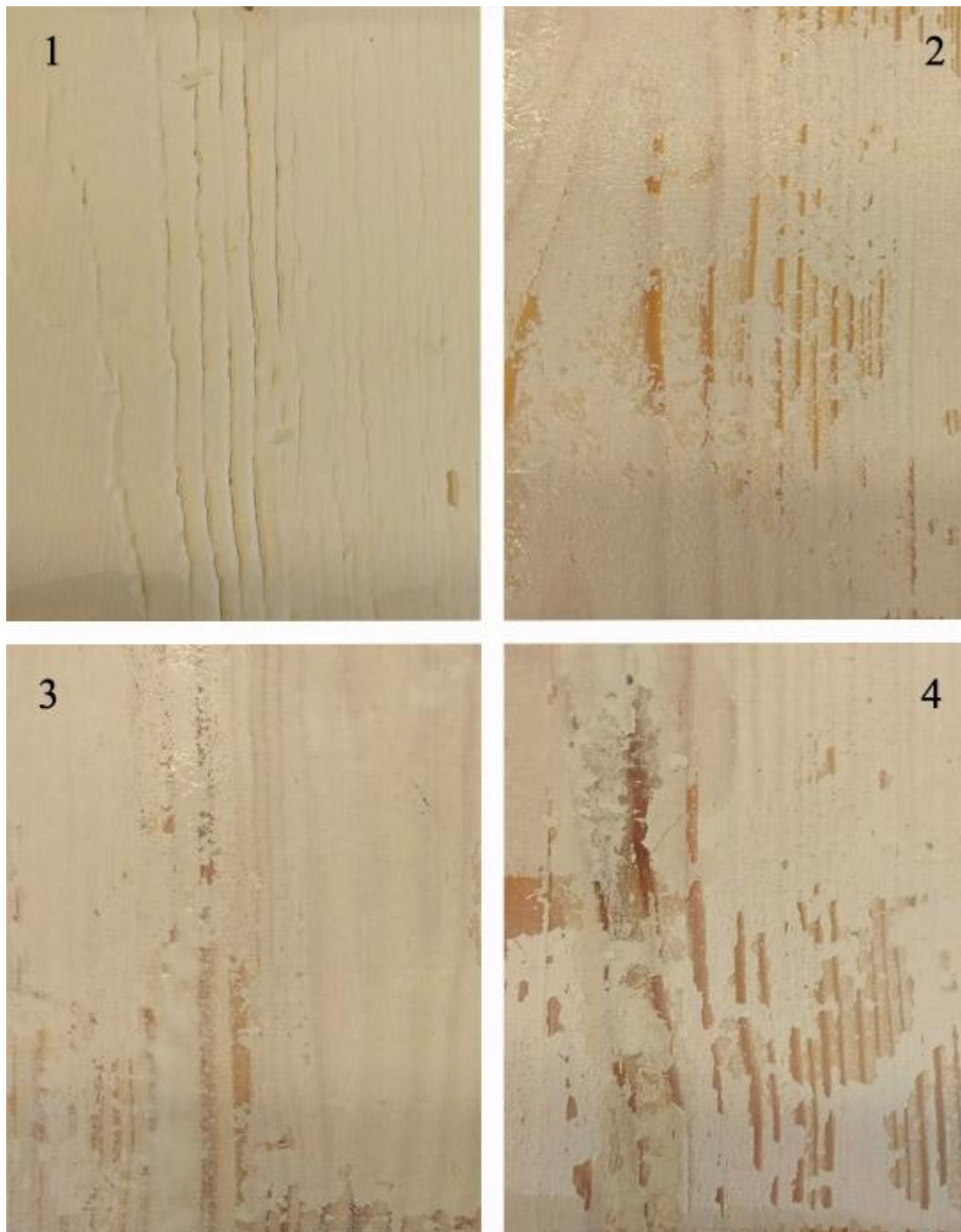
- [38] GORDON, M.; TAYLOR, J. S.: *Ideal Copolymers and the second-order transitions of synthetic Rubbers. I. non-crystalline copolymers. Gordon and Taylor-synthetic Rubbers.* 1952. stránky 493-500.
- [39] DILLON, R.E.; MATHESON, L.A.: a Bradford, E.B. *Sintering of synthetic latex particles. Dow Chemical Company.* 1950. stránky 108-116.
- [40] YAO, M.: *Synthesis of waterborne epoxy/polyacrylate composites via miniemulsion polymerization and corrosion resistance of coatings. Progress in Organic Coatings.* 2017. stránky 143-150.
- [41] NOVÁK, I.; a STACH, M. *Adhesion of acrylate-based water dispersion to polypropylene hybrid fabrics. Macromolecular Symposia [online].* 2002. stránky 337-346.
- [42] HOFLAND, A.: *Alkyd resins: From Down and out to alive and kicking. Progress in Organic Coatings.* 2012. stránky 274-282.
- [43] IKLADIOUS, N. E.: *Alkyd resins based on hyperbranched polyesters and PET waste forcoating applications. Progress in Organic Coatings.* 2017. stránky 217-224.
- [44] MEJÍA, M. C.; PALACIO, J.; MURILLO, E. A.: *Comb-shaped silicone-alkyd resins with high solid content. Progress in Organic Coatings.* 2017. stránky 336-341.
- [45] PIERLOT, Ch.: *Emulsification of viscous alkyd resin by catastrophic phase inversion with nonionic surfactant. Colloids and Surfaces A.* 2017. stránky 113-124.
- [46] MAŃCZYK, K.; SZEWCZYK, P.: *Highly branched high solids alkyd resins. Progress in Organic Coatings.* 2002. stránky 99-109.
- [47] MÜZEYYEN, T.; ISIL, A.; GAMZE, G.: *Synthesis and film properties of long oil alkyd resin/organo clay nanocomposite coatings. Research on Chemical Intermediates [online].* 2015. stránky 27-42.
- [48] ÖZGE, N.B.: *Synthesis of four-component acrylic-modified water-reducible alkyd resin: investigation of dilution ratio effect on film properties and thermal behaviors. Journal of Coatings Technology and Research.* 2017. stránky 117-128.
- [49] WADE, L. G.: *Alcohol. Britannica Academic, Encyclopaedia Britannica.* 2017.

- [50] NABUURS, T.; BAIJARDS, R.A.; GERMAN, A.L.: *Alkyd-acrylic hybrid systems for use as binders in waterborne paints. Progress in Organic Coatings*. 1996. stránky 163-172.
- [51] BRIKNER, M.: *Ternary hybrid material formation by twin polymerization coupled with the bis-epoxide/amine step growth polymerization. Polymer*. 2017. stránky 38-45.
- [52] OZGUL, E. O.; OZKUL, M.: *Hulusi. Effects of epoxy, hardener, and diluent types on the workability of epoxy mixtures. Construction and Building Materials*. 2017. stránky 369-377.
- [53] GAO, N.: *Synthesis and properties of transparent cycloaliphatic epoxy–silicone resins for opto-electronic devices packaging. Optical Materials*. 2013. stránky 567-575.
- [54] CHIANG, T. H.; HSIEH, T.-E.: *A study of UV-curable epoxide resins containing thermal accelerator – Tertiary amines. Reactive and Functional Polymers*. 2008. stránky 601-612.
- [55] WADE, L. G.: *Epoxide. Britannica Academic, Encyclopaedia Britannica*. 2017.
- [56] SHIKHA, D.; KAMANI, P.K.; SHUKLA, M.C.: *Studies on synthesis of water-borne epoxy ester based on RBO fatty acids. Progress in Organic Coatings [online]*. 2003. stránky 87-94.
- [57] XINGHUA, W.: *Transparent icephobic coatings using bio-based epoxy resin. Materials and Design*. 2017. stránky 1-28.
- [58] LITCHFIELD, R. E.; CRITCHLOW, G. W.; WILSON, S.: *Surface cleaning technologies for the removal of crosslinked epoxide resin. International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2006. stránky 295-303.
- [59] WILSON, W.: *Epoxide resins. Composites*. 1971. str. 187.
- [60] MALSHE, V. C.; WAGHOO, G.: *Weathering characteristics of epoxy-ester paints. Progress in Organic Coatings*. 2006. stránky 131-134.
- [61] MORGAN, P.W.: *Structure and Moisture Permeability of Film-Forming polymers*. 1953. stránky 2296-2306.
- [62] BILLER, K. *Focus on powder coatings. Scientists develop an additive for paint primers to prevent corrosion on military vehicles*. 2010.

- [63] FORMÁNEK, L.: *Vodné disperze syntetických polymerů. Aditiva*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. stránky 258-273.
- [64] MLEZIVA, J.: *Pomocné látky v nátěrových hmotách. Odpěňovače*. Mikulov : ČSVTS VŠCHT Pardubice, 1971. str. 9.
- [65] HESTER, R.D; SQUIRE, D.R.: *Rheology of Waterborne Coatings. Journal of Coatings Technology*. 1997. stránky 109-114.
- [66] PICCHIO, M. L.: *Waterborne acrylic-casein latexes as eco-friendly binders for coatings. Progress in Organic Coatings*. 2015. stránky 8-16.
- [67] GARRETT, P.R.: *Defoaming: Antifoams and mechanical methods. Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2015.
- [68] MÜLLER, B.: *Understanding Additives*. Hanover : Vincentz Network, 2010. stránky 49-57.
- [69] BENTLEY, D.J., Jr.: *Defoamers or antifoamers? How best to combat foam. Paper, Film and Foil Converter*. 2003.
- [70] WITUCKI, G.: *Evolving foam - control additives for compliant coatings. Paint & Coatings Industry*. 2015.
- [71] HEILEN, W.: *Additives for Waterborne Coatings*. Hannover : Vincentz Network, 2009. stránky 39-54.
- [72] MRÁZEK, J.: *Sborník referátů přednesených na XVI. semináři Vodou ředitelné nátěrové hmoty. Současný stav v oblasti vodou ředitelných nátěrových hmot*. Jetřichovice : ČSVTS VŠCHT Pardubice, 1985. stránky 1-9.
- [73] HIRSCHMANN, B.; SCHÖNBACHER, T.; TEMEL, A.: *A new solvent - free Defoamer/Deaeratofor waterborne, high - viscosity coatings using air less spray application. Paint & Coatings Industry*. 2011.
- [74] SCHWARZ, J.: *The importance of Low Dynamic Surface Tension in Waterborne Coatings. J. Coating Technol*. 1992.
- [75] MEDINA, S.W.: *Defoamers and Wetting Agents for Waterborne Alkyd Coatings. Paint & Coatings industry*. 2012.

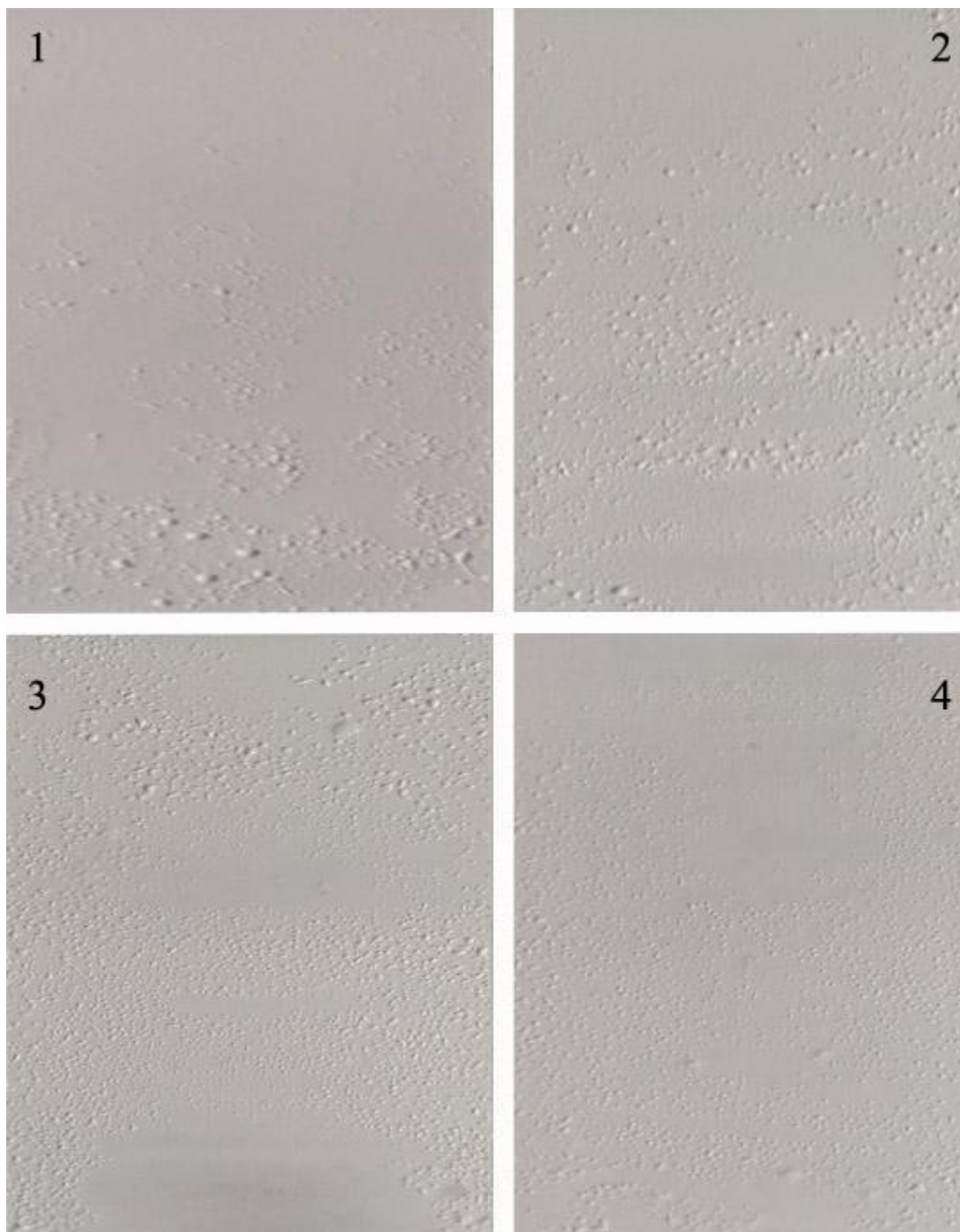
8 PŘÍLOHY

8.1 Stanovení odolnosti na dřevěných panelech

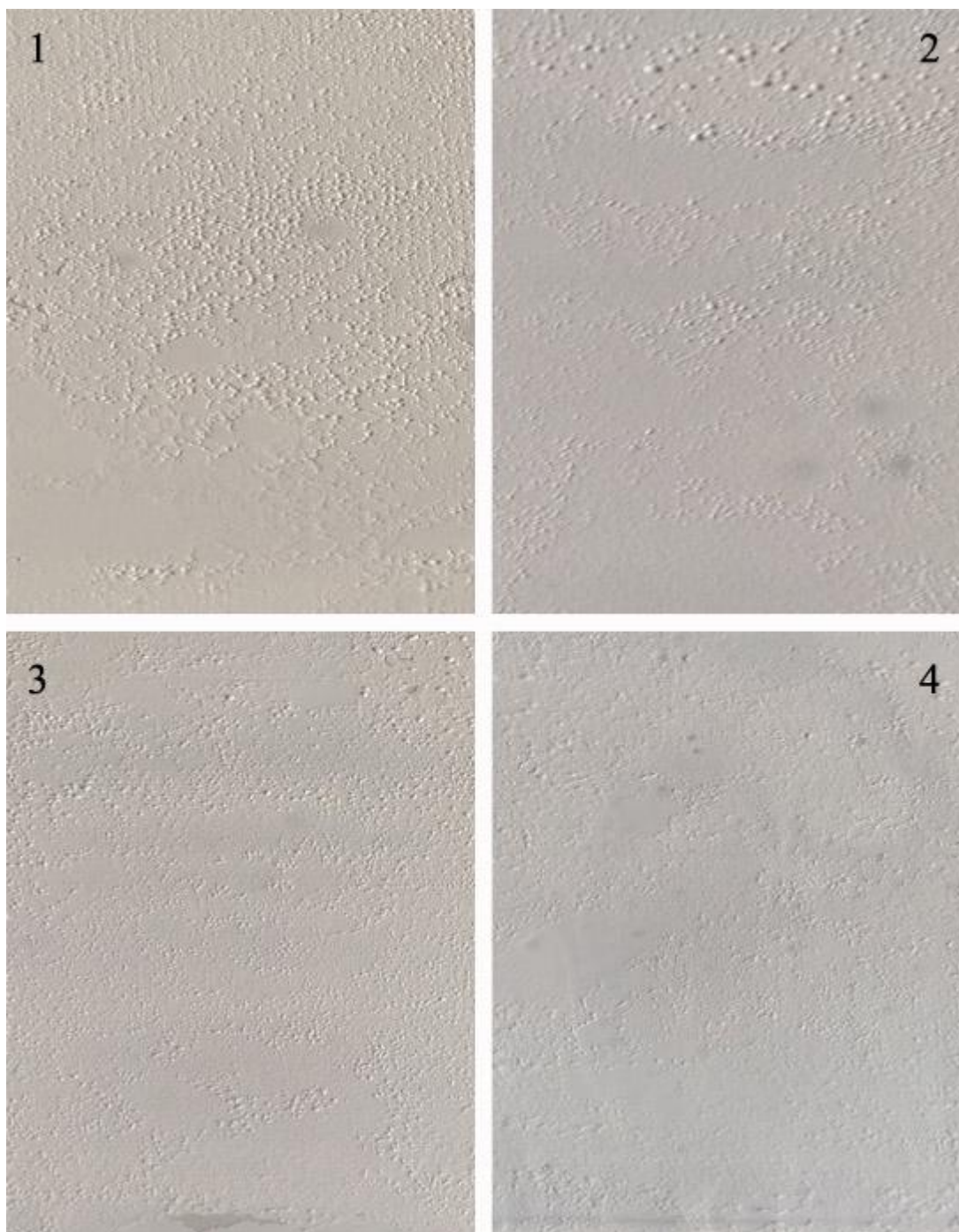


Obrázek 42: Stanovení odolnosti INH na dřevěných panelech - 1: INH - Axilat 2802 NA, 2: INH - SAL + ZnO, 3: INH - SAL MgO, 4: INH - SAL 0%

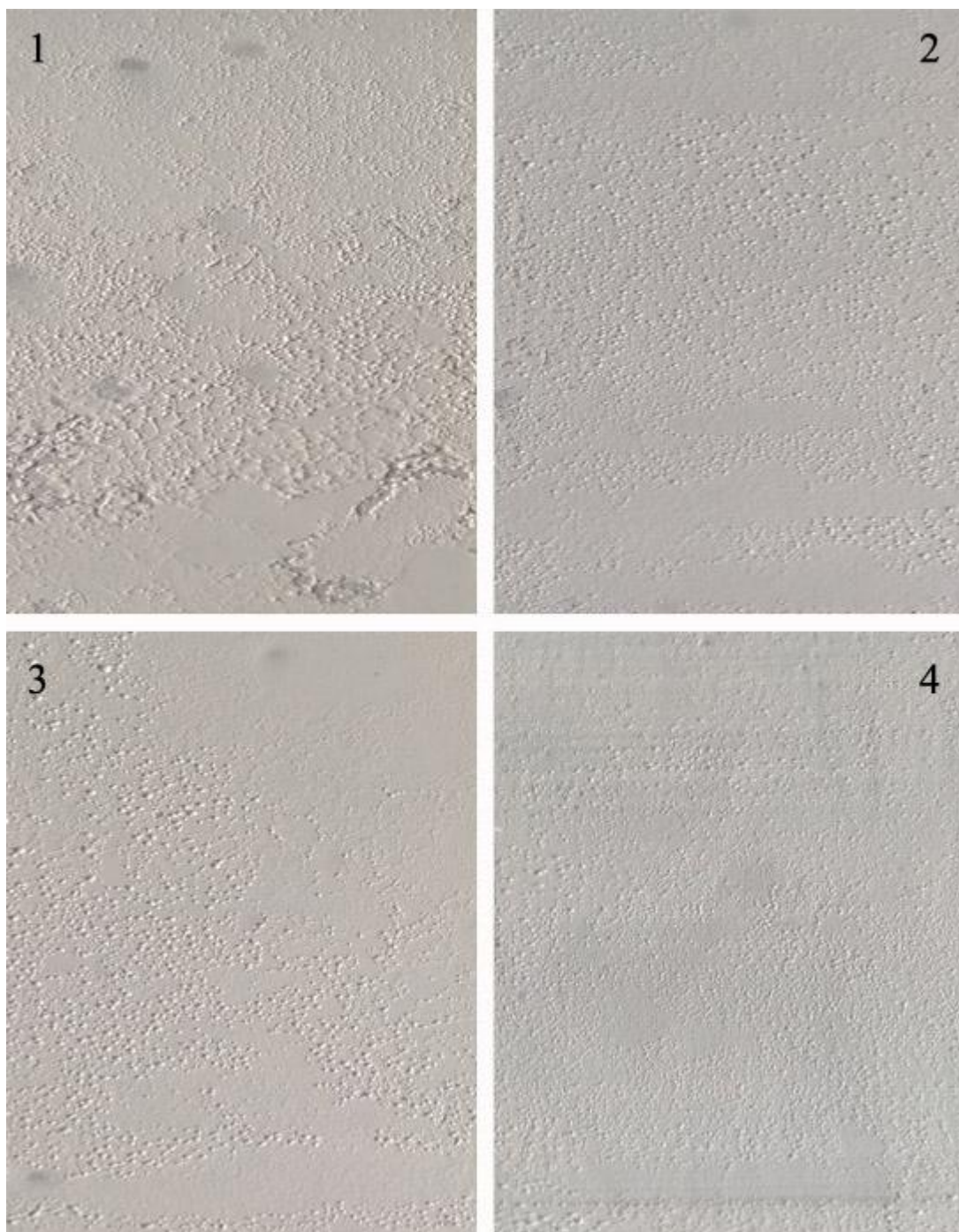
8.2 Stanovení odolnosti vůči osmotickým puchýřům při změně dávkování dispergačního činidla



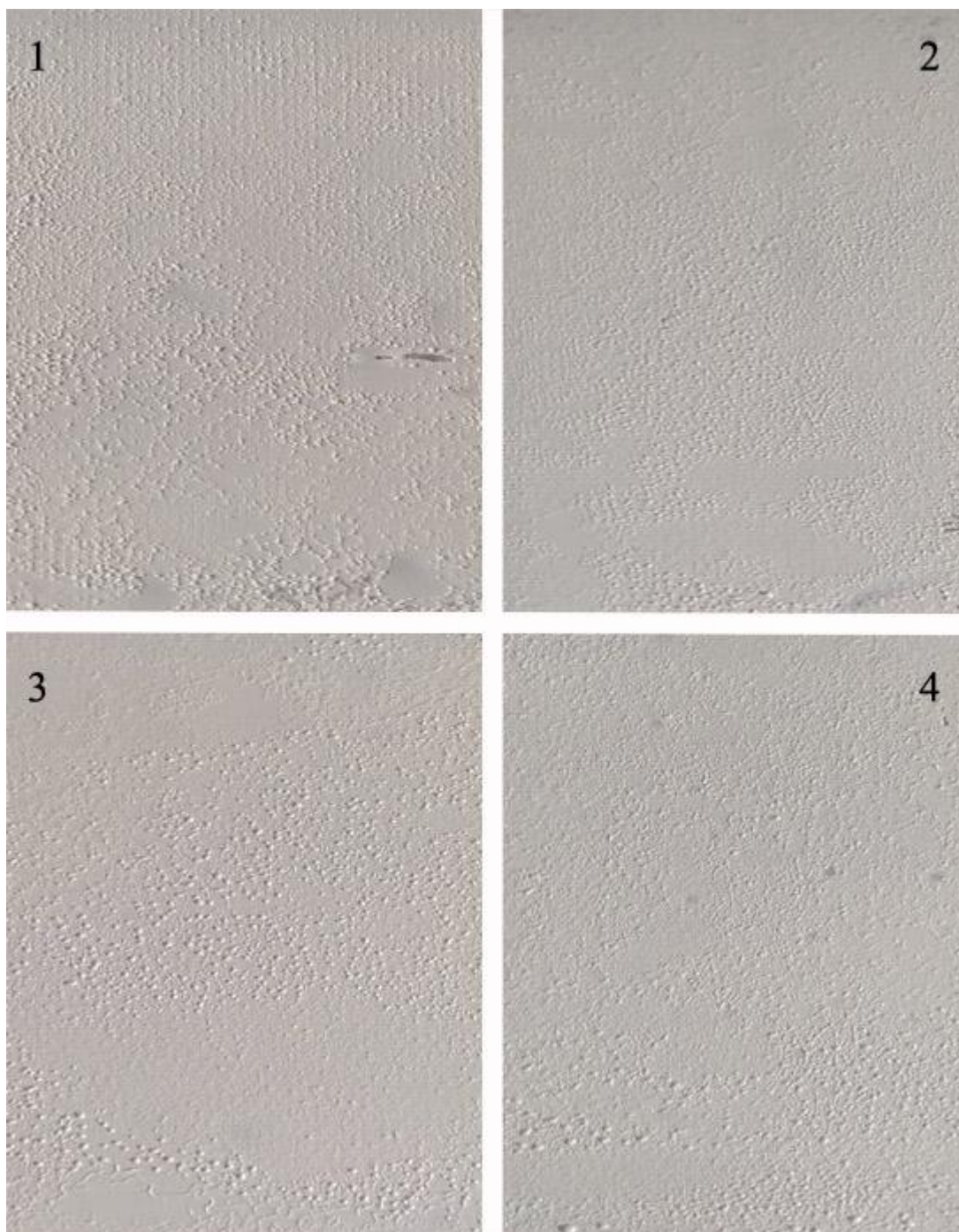
Obrázek 43: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změně dávkování dispergačního činidla - INH - Axilat 2802 - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.



Obrázek 44: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změně dávkování dispergačního činidla - INH - SAL + ZnO - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.



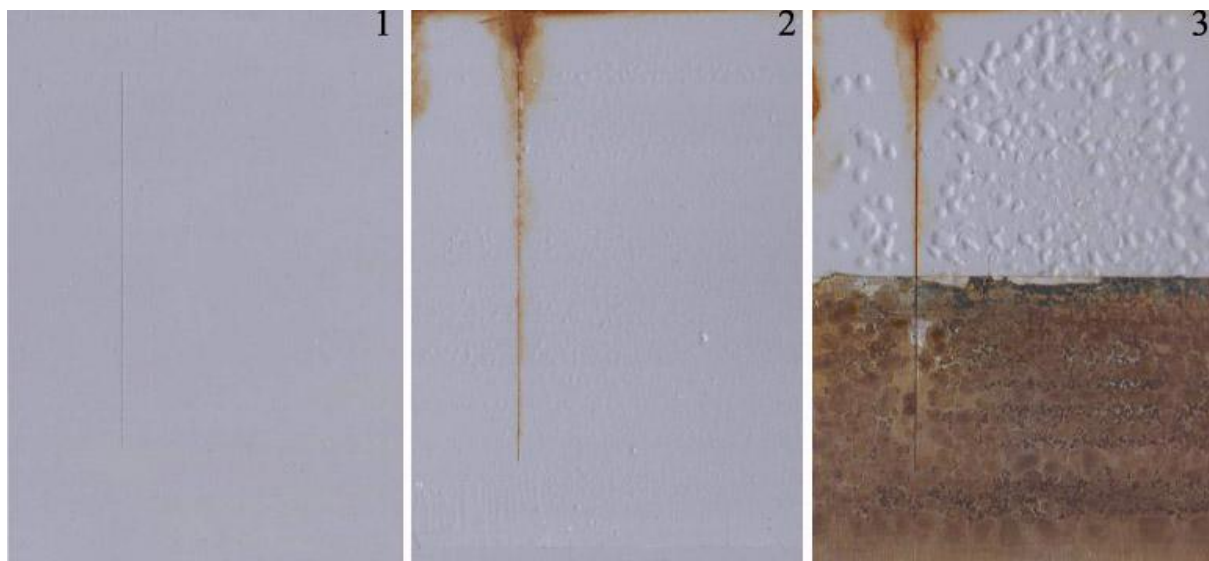
Obrázek 45: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změně dávkování dispergačního činidla - INH - SAL + MgO - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.



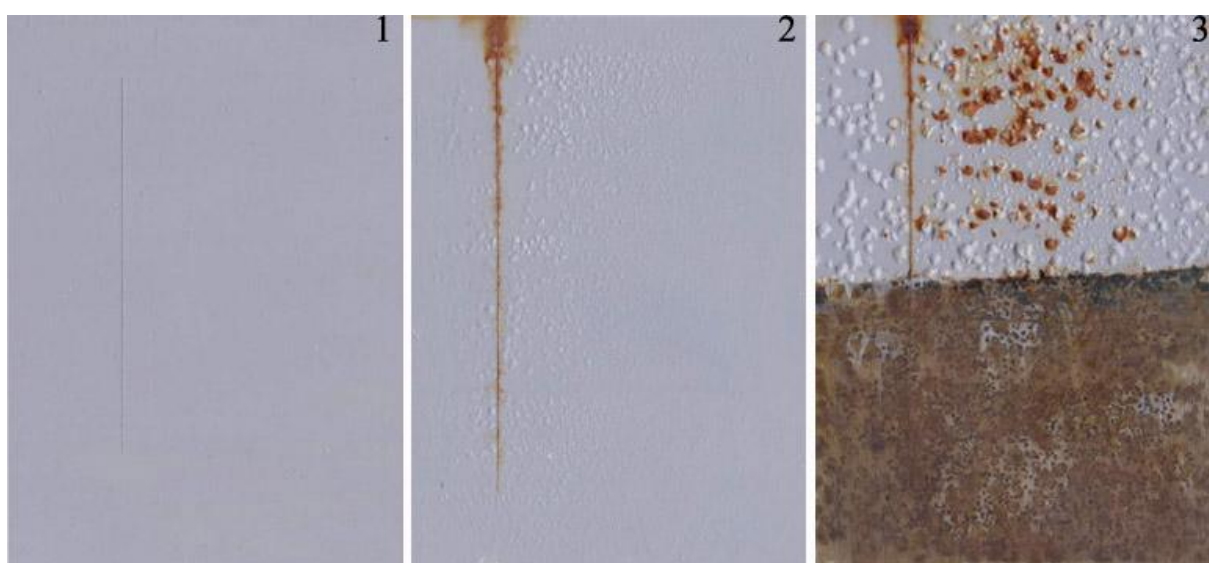
Obrázek 46: Stanovení odolnosti vůči tvorbě osmotickým puchýřům při změně dávkování dispergačního činidla - INH - SAL 0% - 1: Optimální množství D.Č., 2: 1/2 D.Č., 3: 1/4 D.Č., 4: 0% D.Č.

8.3 Vzorky antikoroziční nátěrové hmoty před expozicí, v průběhu a po expozici v kondenzační komoře se solnou mlhou. Záznam před vložením do komory, po 48 hodinách a po ukončení expozice

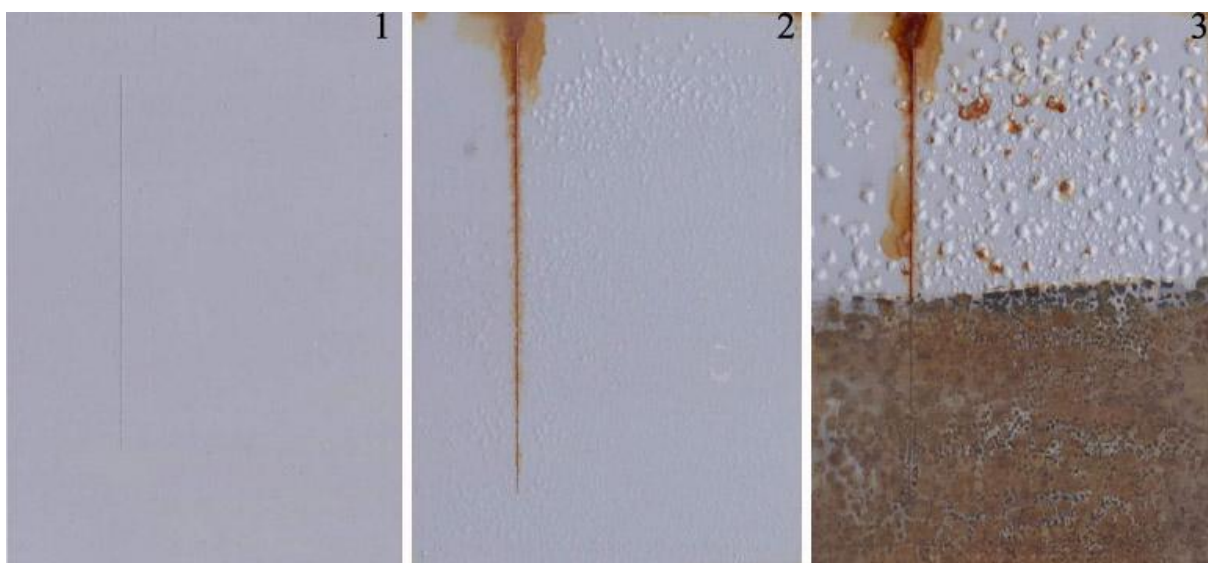
8.4 Antikoroziční nátěrová hmota - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20



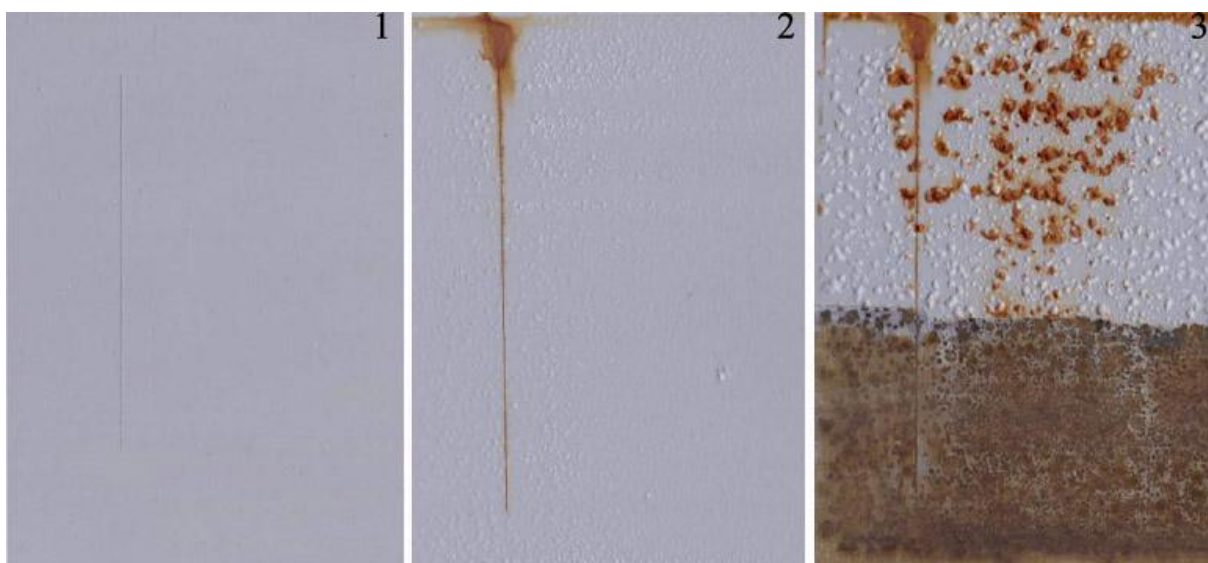
Obrázek 47: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



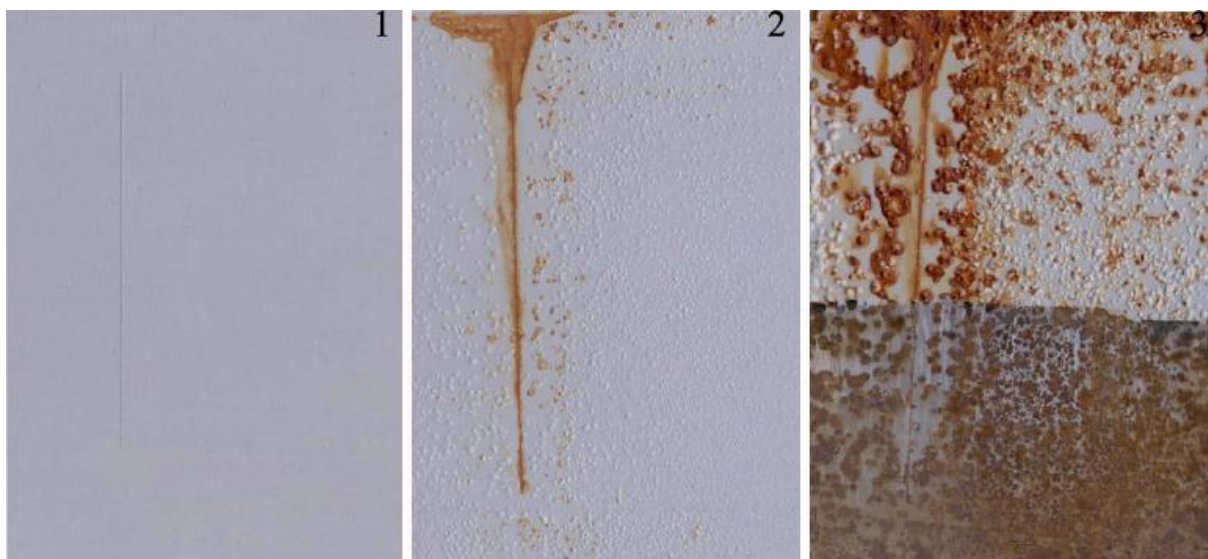
Obrázek 48: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



Obrázek 49: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

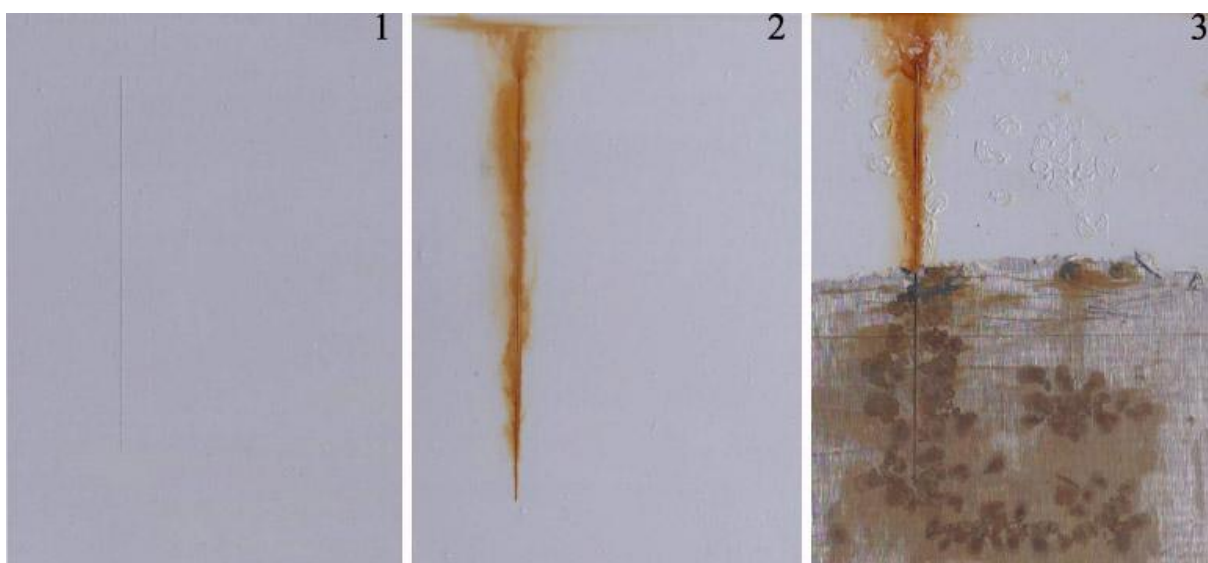


Obrázek 50: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

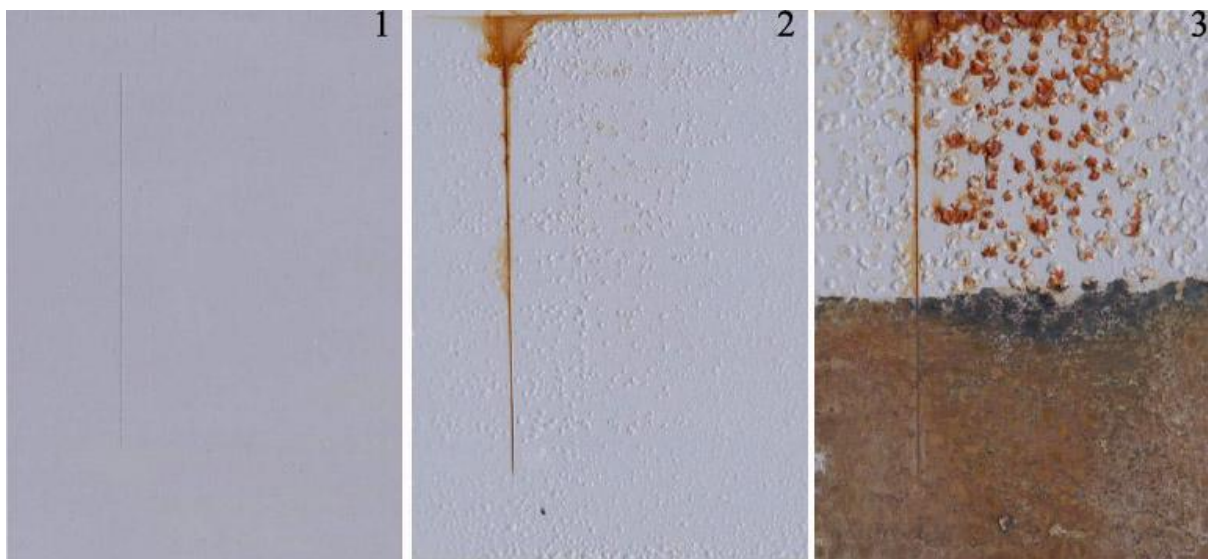


Obrázek 51: ANH - Maincote HG 56 + Acrilem IC 20 - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

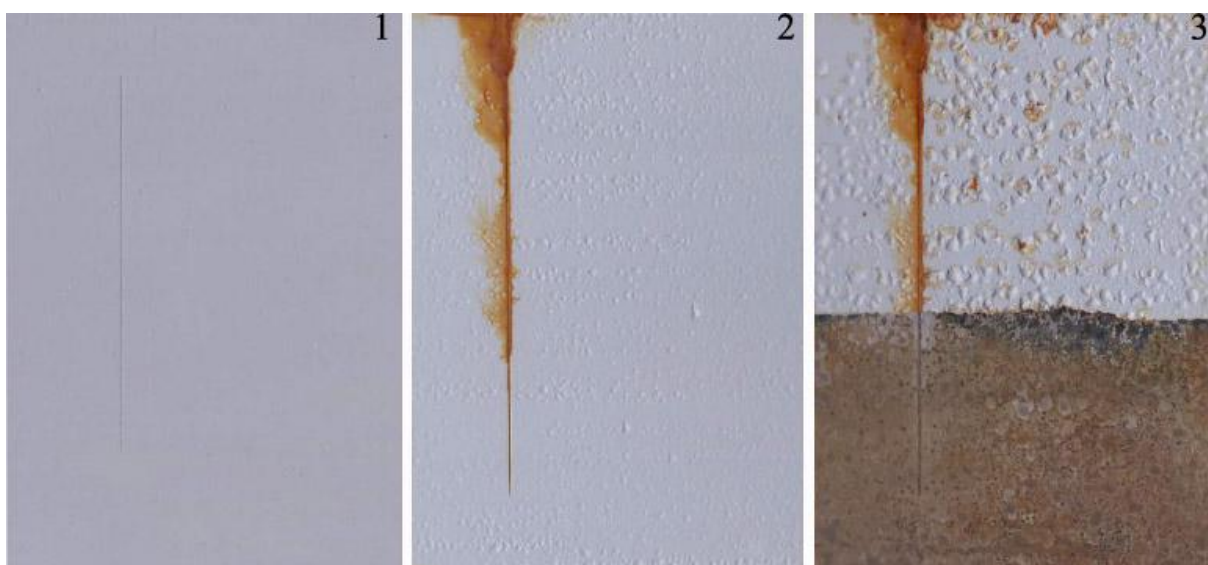
8.5 Antikoroziční nátěrové hmota - SAL + ZnO



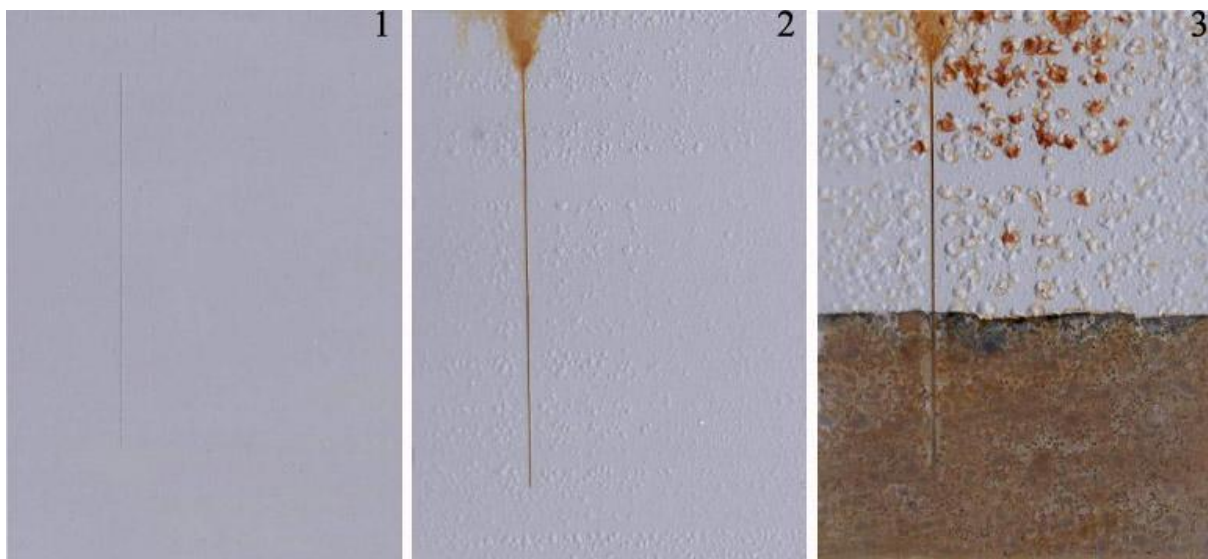
Obrázek 52: ANH - SAL + ZnO - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



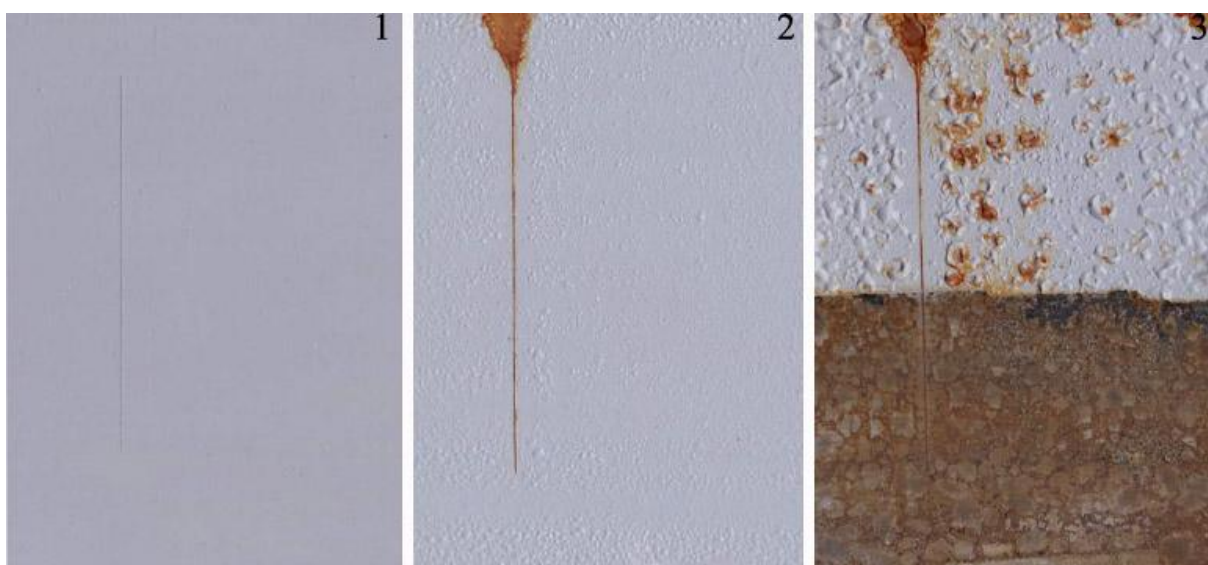
Obrázek 53: ANH - SAL + ZnO - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



Obrázek 54: ANH - SAL + ZnO - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

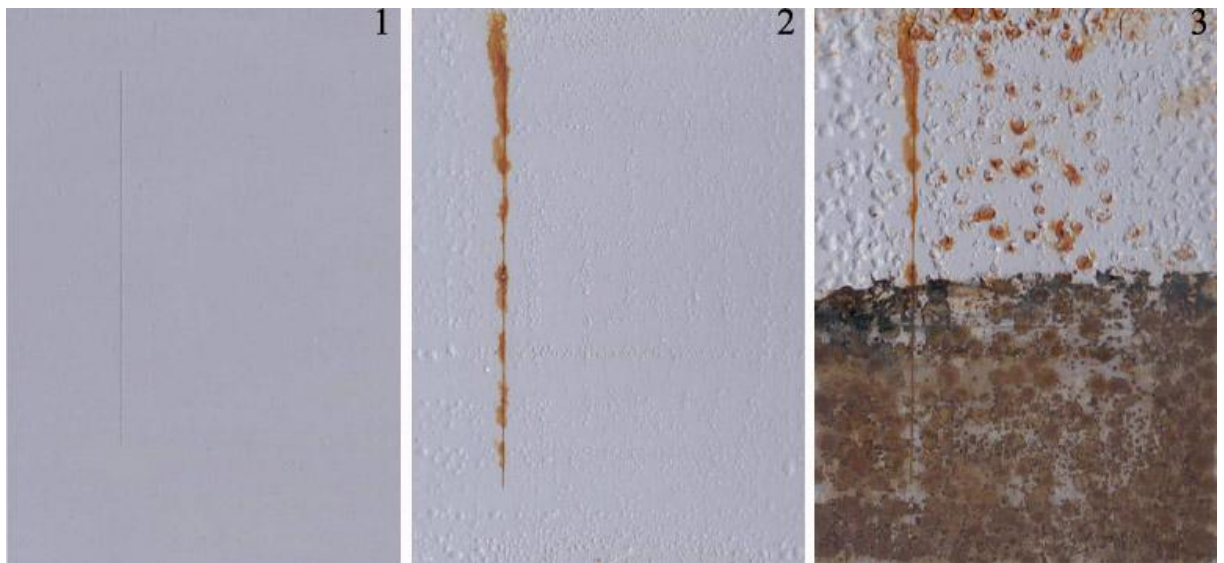


Obrázek 55: ANH - SAL + ZnO - Bez IK - 1: před expozičí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expoziče

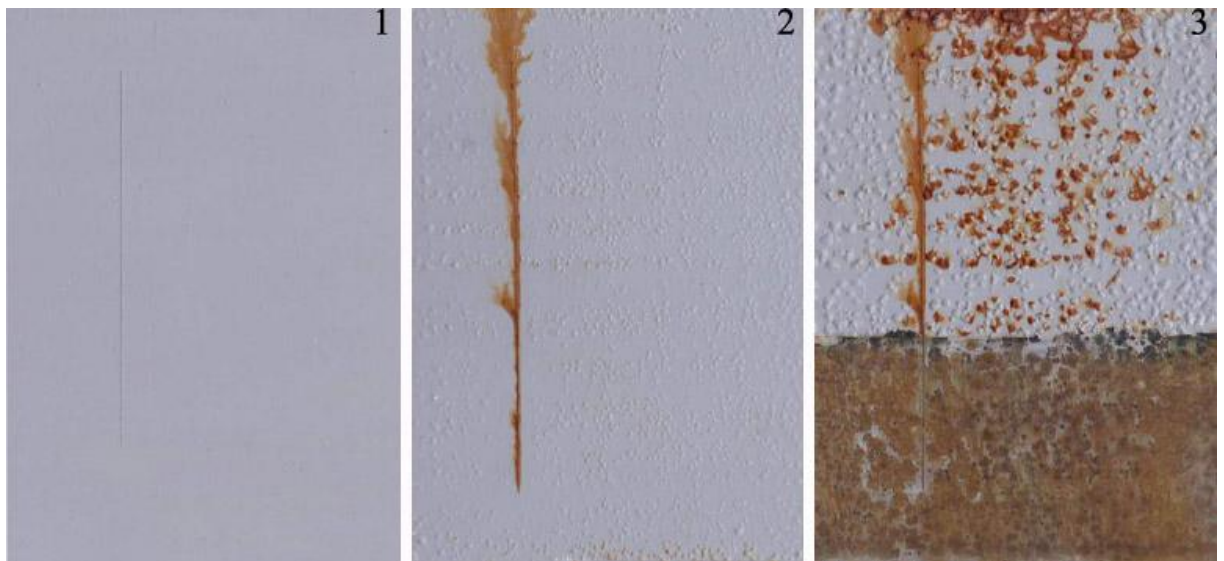


Obrázek 56: ANH - SAL + ZnO - Bez AP a IK - 1: před expozičí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expoziče

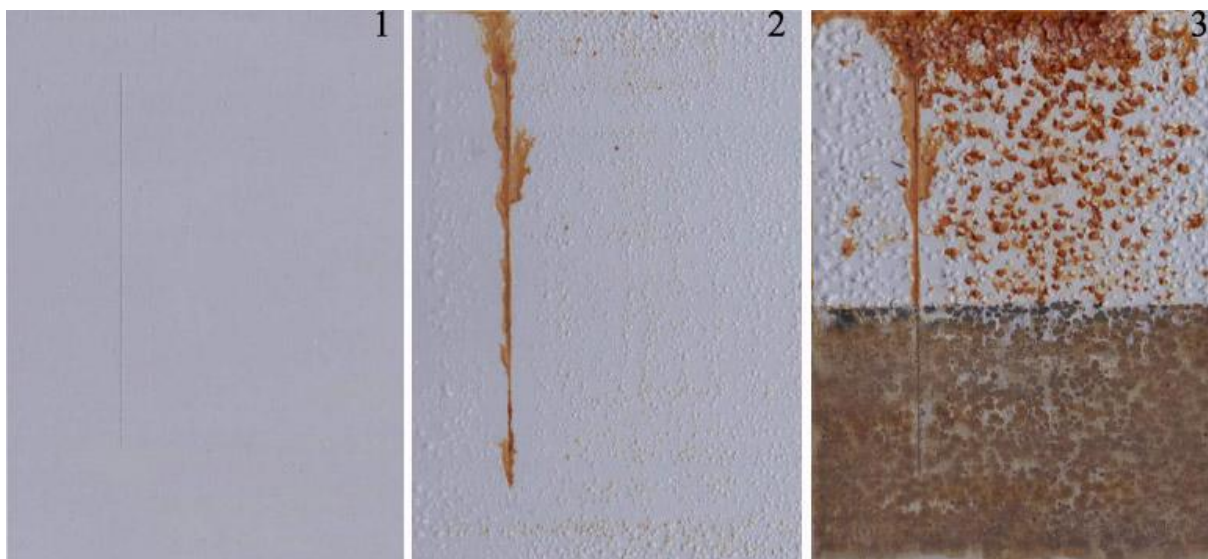
8.6 Antikoroziční nátěrová hmota - SAL + MgO



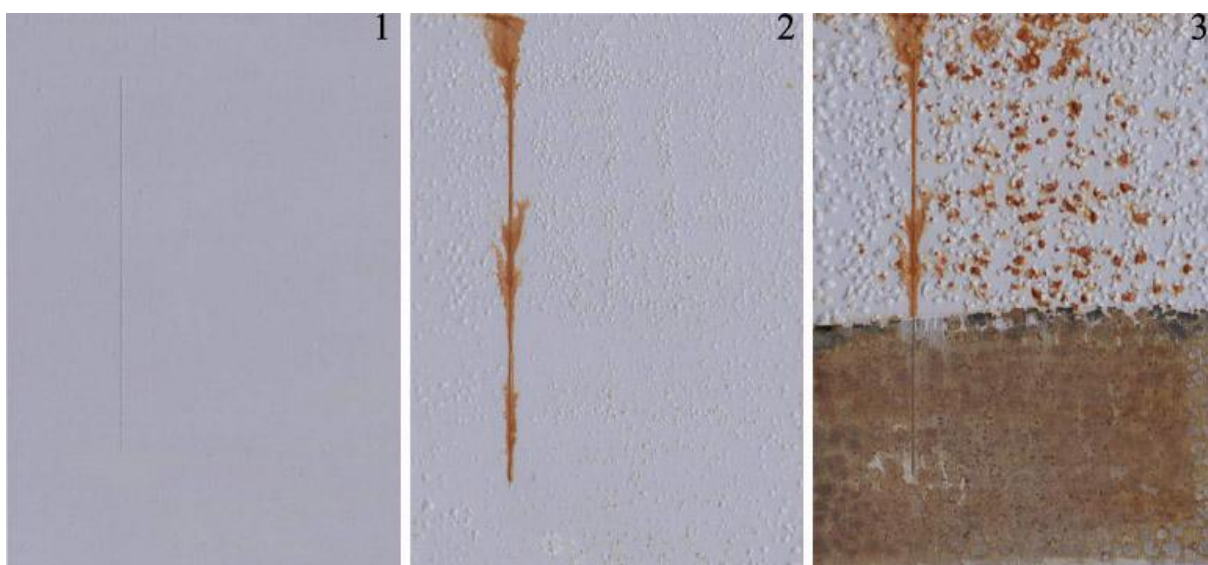
Obrázek 57: ANH - SAL + MgO - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



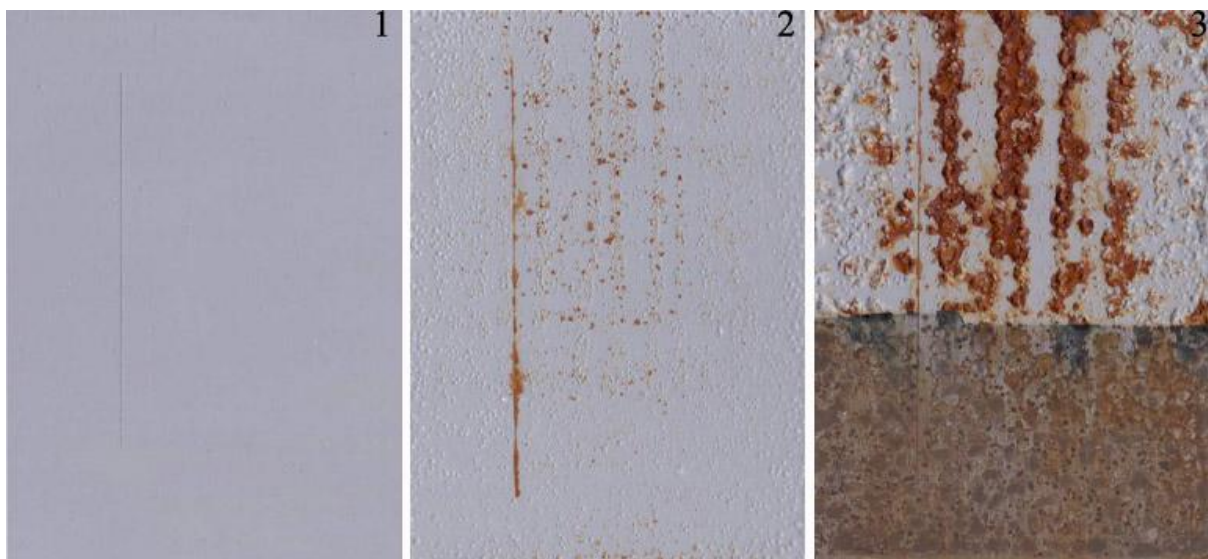
Obrázek 58: ANH - SAL + MgO - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



Obrázek 59: ANH - SAL + MgO - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

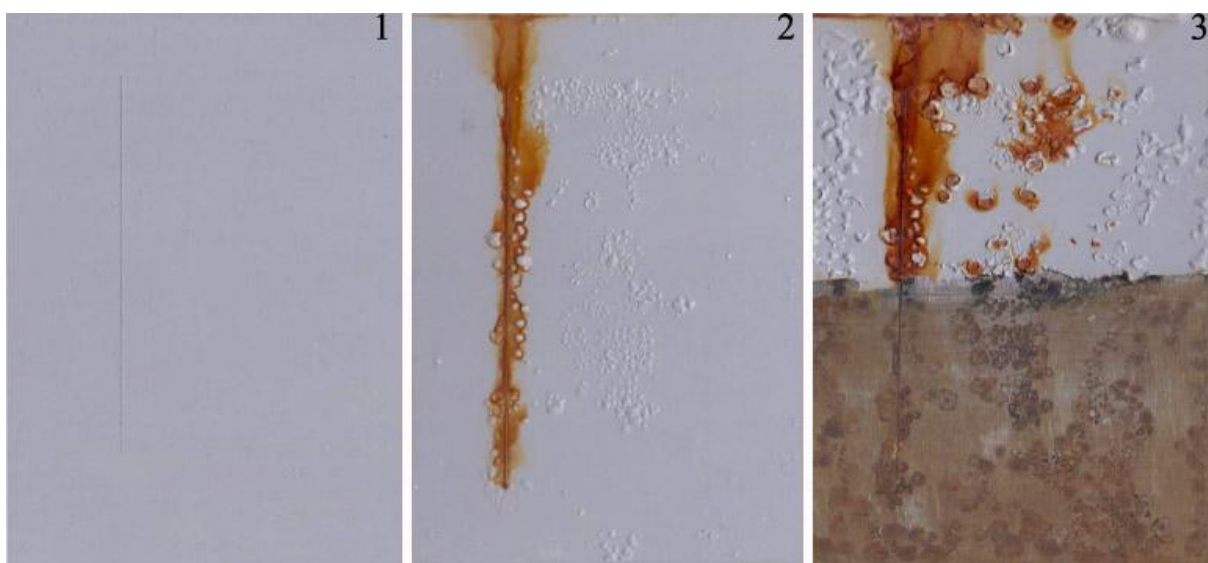


Obrázek 60: ANH - SAL + MgO - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

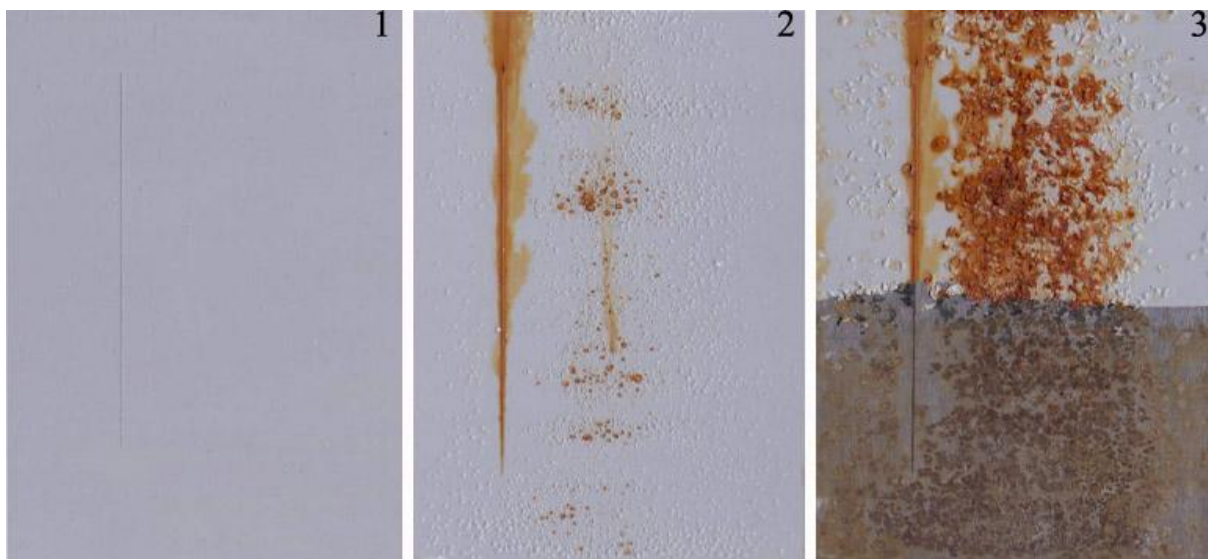


Obrázek 61: ANH - SAL + MgO - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

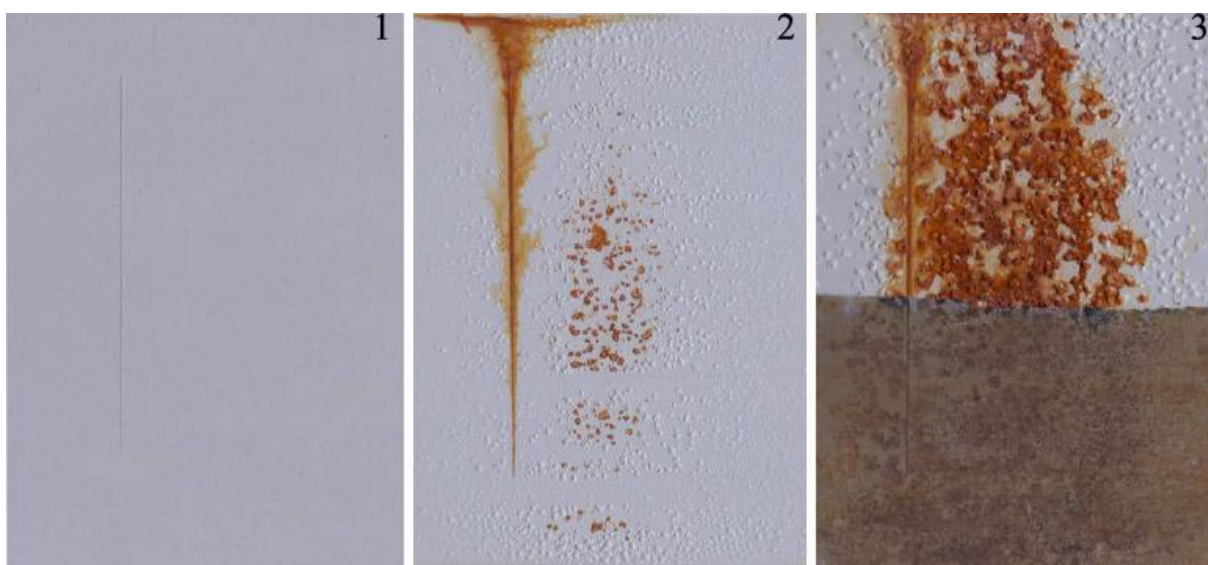
8.7 Antikoroziční nátěrová hmota - SAL 0%



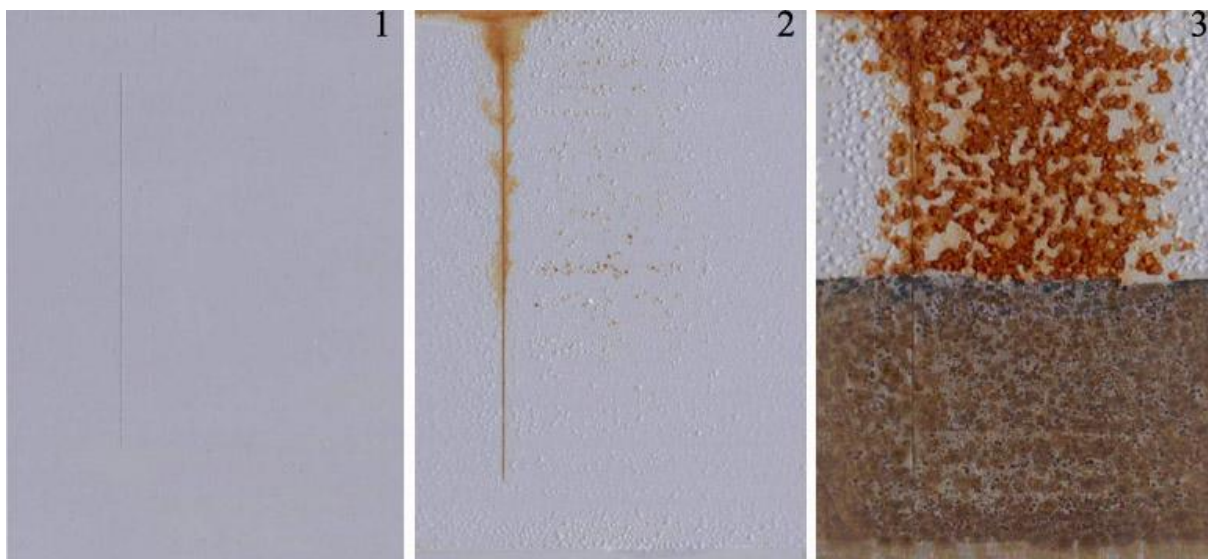
Obrázek 62: ANH - SAL 0% - Optimální složení - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



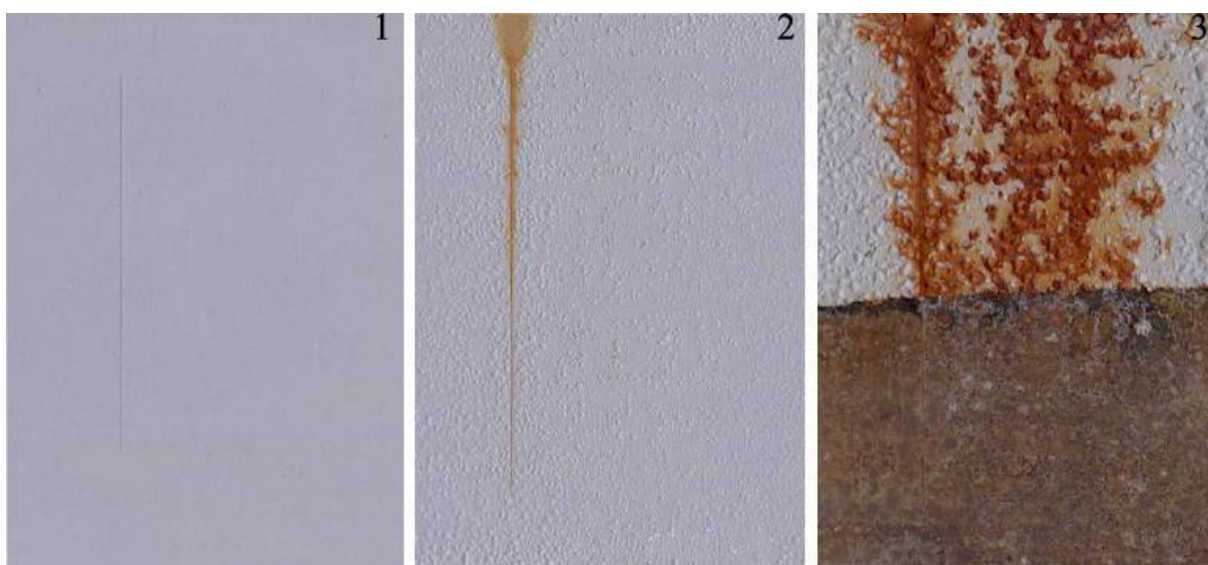
Obrázek 63: ANH - SAL 0% - 1/2 AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice



Obrázek 64: ANH - SAL 0% - Bez AP - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

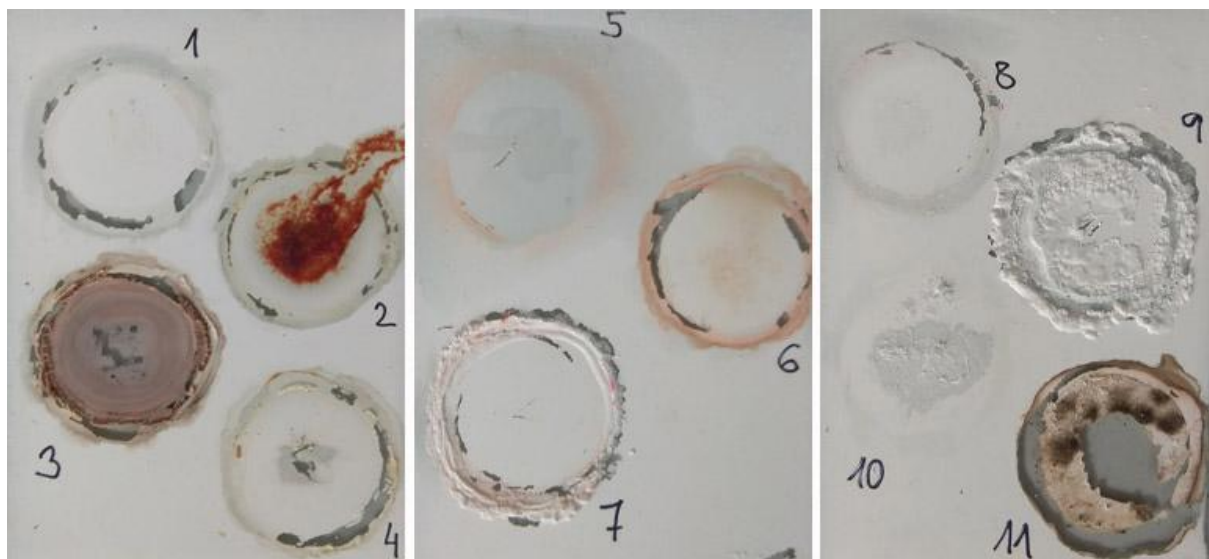


Obrázek 65: ANH - SAL 0% - Bez IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

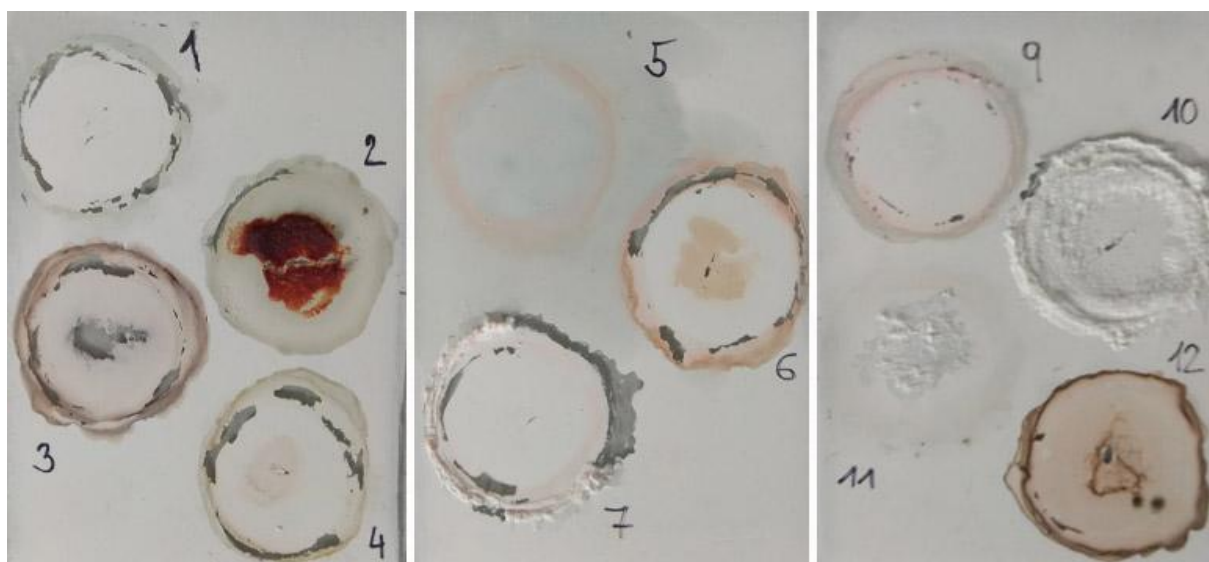


Obrázek 66: ANH - SAL 0% - Bez AP a IK - 1: před expozicí, 2: po 48 hod., 3: po ukončení expozice

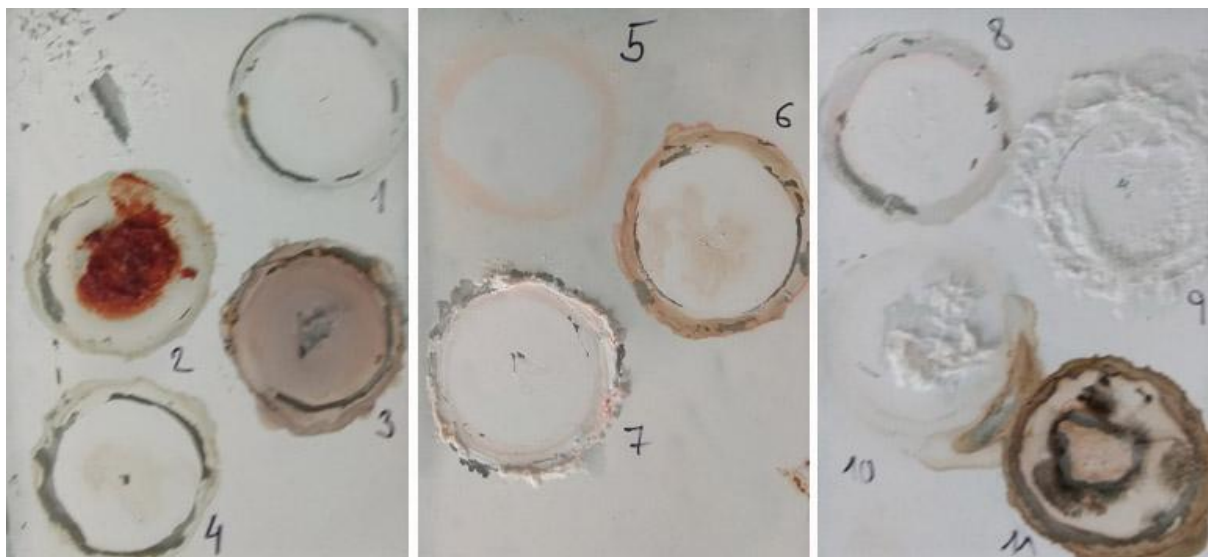
8.8 Vzorky interiérové nátěrové hmoty po stanovení odolnosti vůči potravinám a kapalinám kloboučkovou metodou podle Rožana



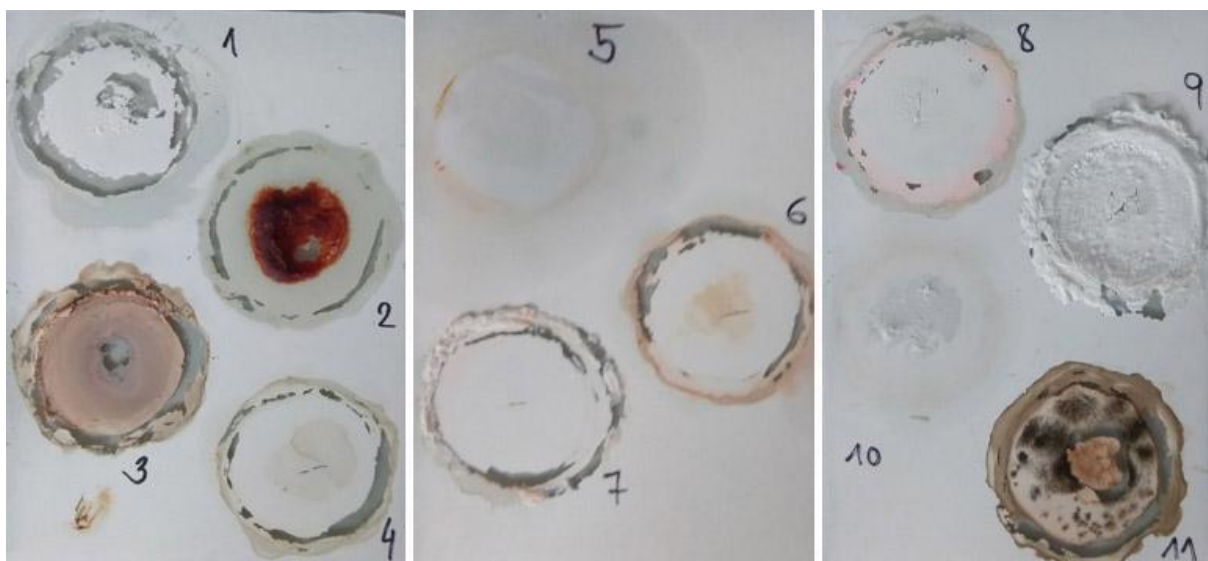
Obrázek 67: INH - Axilat 2802 NA - 1: vodka, 2: kečup, 3: červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem



Obrázek 68: INH - SAL + ZnO - 1: vodka, 2: kečup, 3: červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem

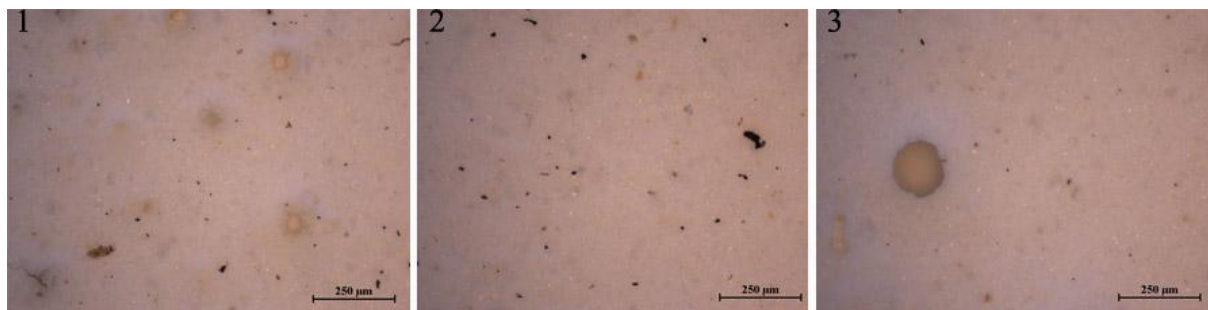


Obrázek 69: INH - SAL + MgO - 1: vodka, 2: kečup, 3: červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem

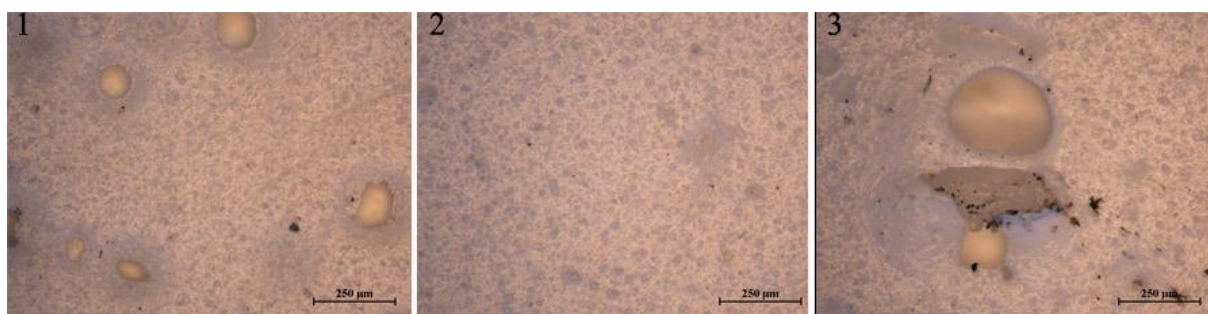


Obrázek 70: INH - SAL 0% - 1: vodka, 2: kečup, 3: červené víno, 4: pivo, 5: slunečnicový olej, 6: rum, 7: 10% roztok NaCl, 8: 10% roztok NaOH, 9: 50% roztok NaCl, 10: 50% roztok NaOH, 11: káva s mlékem

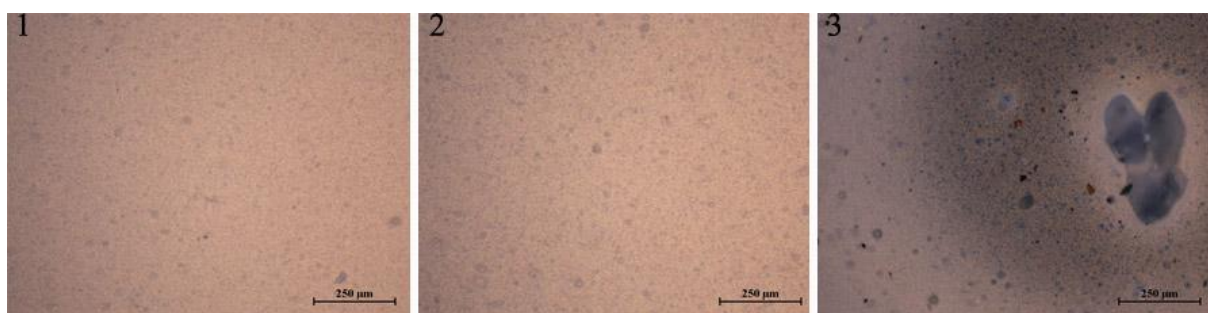
8.9 Stanovení defektů od pěny na zhotoveném nátěru na skleněném panelu - testování odpěňovačů



Obrázek 71: Obchodní interiérová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: BYK 037, 3: Densipol WO 2901



Obrázek 72: Obchodní matná akrylátová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: Agitan 281, 3: VP 5616 ENT



Obrázek 73: Obchodní hedvábně matná akrylátová nátěrová hmota - foto mikroskop 10x zvětšeno - 1: bez odpěňovače, 2: BYK 022, 3: VP 5616 ENT

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce:	Vliv aditiv na vlastnosti vodouředitelných pojiv
Autor práce:	Bc. Jiří Marek
Obor:	Organické povlaky a nátěrové hmoty
Rok obhajoby:	2018
Vedoucí práce:	Prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
Anotace:	<p>Tato diplomová práce se zabývá vlivem aditiv do vodouředitelných nátěrových hmot. Práce je zaměřena na vliv dávkování aditiv na vlastnosti vodouředitelných nátěrových hmot v tekutém stavu i na vzniklý nátěrový film. Cílem práce bylo zjistit, či doporučit nejvhodnější odpěňovače a jejich dávkování pro komerční akrylátové nátěrové hmoty dodané firmou Austis a.s.</p> <p>Další z testovaných aditiv v této práci bylo dispergační činidlo a biocid. Pro tyto testy již byly připraveny modelové nátěrové hmoty, s komerčními pojivy a samosíťujícími akrylátovými pojivy s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic, vyrobené Univerzitou Pardubice. Bylo zkoumáno, jaký vliv mají tyto aditiva, jsou-li dávkována v pozmeněném množství a jaký vliv na nátěrovou hmotu mají zmiňovaná pojiva.</p> <p>Dále v této práci byla připravena modelová antikorozi ní nátěrová hmota, taktéž s průmyslovými pojivy a se samosíťujícími akrylátovými pojivy s obsahem ZnO nanočástic, MgO nanočástic a bez obsahu nanočástic. U této nátěrové hmoty byl zkoumán vliv změněného pojiva na fyzikálně - mechanickou odolnost nátěrových filmů. Dále u těchto vzorků byla zkoumána antikorozi ní účinnost při změněném dávkování antikorozi ního pigmentu a inhibitoru koroze, a také s použitím výše zmíněných pojiv.</p>
Klíčová slova:	Vodouředitelné nátěrové hmoty, akrylátová pojiva, samosíťující akrylátová pojiva, aditiva pro vodouředitelné nátěrové hmoty, antikorozi ní ochrana