

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků

FASÁDNÍ NÁTĚROVÉ HMOTY, FORMULACE A MODERNÍ TRENDY
V JEJICH VÝVOJI

Bakalářská práce

AUTOR PRÁCE:

David John

VEDOUCÍ PRÁCE:

prof. Ing. Andréa Kalendová Dr.

KONZULTANT PRÁCE:

Ing. Martina Hejdová

2015

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds

Department of Paints and Organic Coatings

THE FACADE PAINTS, FORMULATION AND MODERN TRENDS IN
THEIR DEVELOPMENT

Bachelor Thesis

AUTHOR: David John
SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová Dr.
CONSULTANT WORK: Ing. Martina Hejdová

2015

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: David John
Osobní číslo: C12006
Studijní program: B2831 Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Studijní obor: Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Název tématu: Fasádní nátěrové hmoty, formulace a moderní trendy v jejich vývoji.
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 rozdělení fasádních nátěrových hmot, popište jejich složení a žádané vlastnosti.
2. Uveďte zásady pro formulace fasádních nátěrových hmot.
3. Popište požadavky na vlastnosti nátěrů -fyzikální, chemické a estetické.
4. Charakterizujte moderní typy a současný vývoj fasádních nátěrových hmot.

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

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Martina Hejdová**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek
Datum zadání bakalářské práce: **12. prosince 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. července 2015**


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
vedoucí katedry

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:

David John

Poděkování:

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

Dále děkuji konzultantce Ing. Martině Hejdové za vedení v laboratořích a za trpělivost.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni za velikou podporu.

Souhrn

Tématem této bakalářské práce jsou fasádní nátěrové hmoty a jejich rozdělení. Jednotlivé druhy jsou charakterizovány z hlediska využití, možností aplikace a charakteristických vlastností, dále jsou pak zmíněny výhody i nevýhody jednotlivých typů fasádních nátěrových hmot.

Klíčová slova:

fasádní nátěrové hmoty

pigmenty

plniva

KOKP

OKP

Summary

The theme of this thesis are the facade paints and their distribution. Individual grades are characterized in terms of utilization, application possibilities and characteristics of the responsibility, as they are then discussed the advantages and disadvantages of each type of facade paints.

Keywords:

facade paints

pigments

fillers

KOKP

OKP

Seznam obrázků a tabulek

Tabulka 1: Přetíratelnost nátěrů novou vrstvou [1].	32
Tabulka 2: Druhy penetračních nátěrů v závislosti na vrchním nátěru [1].	34
Tabulka 3: Klasifikace nátěrů podle propustnosti pro vodní páru.	37
Tabulka 4: Klasifikace hodnoty koeficientu nasákavosti.	40
Tabulka 5: Rozdělení plniv nátěrů.	52
Tabulka 6: Klasifikace mřížky.	58
Tabulka 7: Vyhodnocení tvrdosti kyvadlovým přístrojem dle Persoze	60
Tabulka 8: Vyhodnocení lesku	60
Tabulka 9: Vyhodnocení odolnosti vůči kapalinám	61
Tabulka 10: Vyhodnocení tloušťky	61
Tabulka 11: Vyhodnocení mřížkové přilnavosti	62
Tabulka 12: Vyhodnocení odtrhové pevnosti	62
Tabulka 13: Vyhodnocení zasychání	62
Obrázek 1: Provádění úprav fasády dle stáří a charakteru stavby [1].	28
Obrázek 2: Volba úpravy fasády podle typu zdiva [1].	29
Obrázek 3: Změna směru nanášení vrstev barevného nátěru o 90° [1].	35
Obrázek 4: Schéma struktury nátěru s nízkou hodnotou OKP.	38
Obrázek 5: Schéma struktury při KOKP.	38
Obrázek 6: Schéma struktury nátěru nad kritickou hodnotou OKP.	38
Obrázek 7: Závislost difúzního odporu sd nátěru na hodnotě OKP [1].	39
Obrázek 8: Závislost koeficientu nasákavosti w nátěru na hodnotě OKP	41
Obrázek 9: Grafické znázornění oblasti, ve které platí Künzellův vztah [1].	42
Obrázek 10: Stav na počátku zasychání nánosů nátěru.	44
Obrázek 11: Stav průběhu zasychání nánosů.	44
Obrázek 12: Částice se vzájemně propojují.	44
Obrázek 13: Částice už se dál nespojují.	44
Obrázek 14: Schéma složení fasádní nátěrové hmoty.	47
Obrázek 15: Schéma rozdělení pojiv z čistě chemického hlediska.	47
Obrázek 16: Rozdělení pigmentů dle původu, chem. složení a miner. struktury.	48
Obrázek 18: Začátek měření odolnosti vůči kapalinám.	74
Obrázek 19: Odolnost vůči kapalinám po 24 hodinách.	74
Obrázek 20: Příprava na odtrhovou zkoušku.	75
Obrázek 21: Nátěry po odtrhové zkoušce.	75

Seznam zkratk a symbolů

MFT	minimální filmotvorná teplota
KOKP	kritická objemová koncentrace pigmentu
OKP	objemová koncentrace pigmentu
UV	ultrafialová oblast spektra
s_d	difúzní odpor
w	koeficient nasákavosti
kg/m²·√h.	jednotka koeficientu nasákavosti
√h.	odmocnina hloubky nátěru

Obsah

Úvod

1	Teoretická část.....	15
1.1	Rozdělení fasádních nátěrových hmot.....	15
1.1.1	Rozdělení dle pojiv.....	15
1.1.1.1	Vápenné fasádní barvy.....	15
1.1.1.1.1	Venkovní využití vápenných fasádních barev.....	16
1.1.1.1.2	Barevnost vápenných nátěrů.....	16
1.1.1.1.3	Typy vápenných nátěrů na trhu.....	17
1.1.1.1.4	Dispergované vápno.....	17
1.1.1.1.5	Modifikované vápenné fasádní barvy.....	17
1.1.1.2	Silikátové fasádní nátěrové hmoty.....	18
1.1.1.2.1	Podmínky úspěšné aplikace silikátových nátěrových hmot.....	18
1.1.1.2.2	Nemodifikované silikátové fasádní nátěrové hmoty.....	19
1.1.1.2.3	Modifikované silikátové fasádní nátěrové hmoty.....	19
1.1.1.3	Cementové fasádní barvy.....	20
1.1.1.4	Roztokové (rozpouštědlové) fasádní nátěrové hmoty.....	20
1.1.1.5	Emulzní fasádní nátěrové hmoty.....	21
1.1.1.6	Disperzní fasádní nátěrové hmoty.....	21
1.1.1.6.1	Vývoj a historie disperzních nátěrových hmot.....	22
1.1.1.7	Silikonové fasádní nátěrové hmoty.....	23
1.1.1.8	Nanotechnologie v barvách.....	24
1.1.2	Rozdělení hmot dle složení plniv.....	24
1.1.2.1	Tenkvrstvý fasádní nátěr („Volltonfarbe“).....	24
1.1.2.2	Plnicí fasádní nátěr („Füllfarbe“).....	25
1.1.2.3	„Streichputz“.....	25
1.1.2.4	„Schlammputz“, „Schlammfarbe“ (nátěrový štuk).....	25
1.1.2.5	Dekorační omítky.....	26
1.1.2.6	„Reibeputz“ („Reibputz“):.....	27

1.1.2.7	Kamínková omítka („Buntsteinputz“):.....	27
1.1.2.8	Pružné nátěry.....	27
1.2	Silikonové pryskyřice.....	27
1.2.1	Výroba silikonových pryskyřic.....	28
1.3	Přípravné práce.....	29
1.3.1	Barevný návrh.....	29
1.3.2	Provádění zkoušek nátěru.....	30
1.3.3	Zakrývací práce.....	31
1.3.4	Specifika památkové péče.....	31
1.3.5	Staré nátěry (přetírání).....	32
1.4	Provádění nátěrů fasády.....	33
1.4.1	Penetrace.....	33
1.4.2	Barevný nátěr.....	35
1.5	Vlastnosti nátěrů.....	36
1.5.1	Fyzikální vlastnosti.....	36
1.5.1.1	Propustnost vodní páry.....	36
1.5.1.2	Nasákavost (vodotěsnost, rychlost pronikání kapalné vody).....	39
1.5.1.3	Künzelův vztah.....	41
1.5.1.4	Mechanické vlastnosti nátěru.....	42
1.5.1.5	Fotokatalytické vlastnosti.....	43
1.5.1.6	Tvorba filmu nátěrové hmoty.....	43
1.5.1.7	Stárnutí a technická životnost nátěru.....	45
1.5.1.8	Odstranitelnost nátěru.....	46
1.5.1.9	Sušina nátěrových hmot.....	46
1.5.2	Chemické vlastnosti.....	46
1.5.2.1	Složení pojiva.....	46
1.5.2.2	Složení plniv a pigment.....	48
1.5.2.2.1	Pigmenty.....	48

1.5.2.2.1.1	Pigmenty přírodní	48
1.5.2.2.1.2	Stálost pigmentů v zásaditém prostředí	49
1.5.2.2.2	Plniva	49
1.5.2.3	Další aditiva.....	50
1.5.2.3.1	Nanočástice	50
1.5.2.3.2	Stabilizátory disperze.....	50
1.5.2.3.3	Odpěňovače	50
1.5.2.3.4	Vnitřní hydrofobizátory	50
1.5.2.3.5	Požární odolnost pro stavební fasády	51
1.5.3	Estetické vlastnosti	51
1.5.3.1	Kryvost a lazurnost.....	51
1.5.3.2	Stabilita vůči UV záření	51
1.5.3.3	Struktura a textura nátěru	52
1.5.3.3.1	Hladké nátěry	52
1.5.3.3.2	Hrubé nátěry	52
1.5.3.4	Požadavky na ochranné prvky na fasádě.....	53
1.6	Povrchové úpravy fasád historických budov	53
1.6.1	Vybraná studie o povrchových úpravách fasád historických budov	53
2	Experimentální část	54
2.1	Cíle bakalářské práce.....	54
2.2	Použité chemikálie.....	54
2.3	Přístroje a experimentální zařízení	55
2.4	Příprava zkušebních vzorků.....	56
2.4.1	Měření tvrdosti, lesku, odolnosti vůči kapalinám, tloušťky nátěru, stupně přilnavosti	56
2.4.2	Měření odtrhové pevnosti	56
2.4.3	Měření zasychání	56
2.4.4	Měření MFFT	56
2.5	Metody hodnocení fasádních nátěrových hmot.....	56

2.5.1	Stanovení tvrdosti kyvadlovým přístrojem dle Persoze (ČSN 67 3076).....	56
2.5.2	Stanovení lesku nátěru (ČSN 67 3063)	57
2.5.3	Stanovení odolnosti vůči kapalinám (ČSN EN 12759).....	57
2.5.4	Stanovení tloušťky nátěru.....	57
2.5.5	Stanovení stupně přilnavosti nátěru pomocí mřížkové metody (ČSN ISO 2409) 57	
2.5.6	Stanovení odtrhové pevnosti (ČSN EN ISO 4624)	58
2.5.7	Stanovení zasychání (ČSN EN ISO 9117-3).....	59
2.5.8	Stanovení minimální filmotvorné teploty (ASTM D2354).....	59
3	Výsledky.....	60
4	Diskuze	63
4.1	Stanovení relativní tvrdosti nátěrových filmů na skleněných podkladech	63
4.2	Stanovení lesku na skleněných panelech.....	63
4.3	Stanovení odolnosti vůči kapalinám na skleněných panelech.....	64
4.4	Stanovení tloušťky nátěru na skleněných panelech.....	64
4.5	Stanovení stupně přilnavosti pomocí mřížkové metody.....	64
4.6	Stanovení odtrhové pevnosti	65
4.7	Stanovení zasychání	67
4.8	Stanovení minimální filmotvorné teploty.....	67
5	Přínos bakalářské práce	68
6	Závěr.....	69
7	Seznam literatury.....	70
8	Příloha.....	74

Úvod

V předešlých letech se fasádní nátěrové hmoty využívaly zejména pro dekorativní funkci a ne vždy byl brán zřetel na funkci ochrannou. Po určité době se bohužel přesvědčujeme o tom, že nesprávně zvolený fasádní nátěr neplní dlouhodobě ani zmíněný dekorativní účel.

Dnes existuje velké množství fasádních nátěrových hmot, které se zařazují do jednotlivých skupin dle pojiv.

Všechny tyto skupiny zahrnují velký počet výrobků, které se od sebe liší jak cenou, tak fyzikálními vlastnostmi v závislosti na obsahu pojiv, obsahu a koncentraci pigmentů, na receptuře apod. Proto je velice důležité při výběru fasádního nátěrového systému posoudit řadu kritérií, jako např. ochrana před zachycení solí, ochrana před zachycením škodlivých plynů, ochrana před napadením mikroorganismy, malá náchylnost k znečištění, použitelnost na všechny podklady a bezproblémové zpracování.

Proto byla v posledních letech vyvinuta řada výrobků, které tato kritéria umožňují.

1 Teoretická část

1.1 Rozdělení fasádních nátěrových hmot

Abychom uspořádali širokou škálu hmot, kterými lze dosáhnout barevného nátěru fasády, je třeba zvolit kritérium rozdělení. Fasádní nátěrové hmoty lze dělit dle složení, nebo podle vizuálního, případně ochranného efektu, které vytvářejí. U každé skupiny popisujeme chemické složení, princip vysychání, oblast použití a význačné vlastnosti nátěru [1].

1.1.1 Rozdělení dle pojiv

Dle použitých pojiv v nátěrech rozlišujeme dvě skupiny hmot:

- Chemicky tuhnoucí nátěry, ve kterých dochází ke ztuhnutí chemickou reakcí pojiva (vápenné, hydraulické vápenné, cementové a silikátové).
- fyzikálně tuhnoucí, kdy dochází jen k odpaření média a přiblížení nesených částic (silikonové, emulzní a disperzní nátěry)

Kromě čistě fyzikálních a čistě chemických mechanismů tuhnutí můžeme pozorovat smíšený mechanismus u směsi pojiv mechanismus u směsi pojiv (modifikované vápenné a modifikované silikátové hmoty). Nátěrové hmoty lze rozdělit podle fyzikálně – estetických kritérií podle toho, jak vypadá na fasádě vrstva vyschlého a ztuhlého nátěru [1].

1.1.1.1 Vápenné fasádní barvy

V minulosti patřili k nejpoblárnějším především díky své dostupnosti v dobách největší materiálové krize. Jejich zpracování nevyžadovalo žádnou složitou technologii a příprava se často prováděla přímo na staveništi. Tento postup ovšem uživateli nepřinášel příliš velký komfort. Nátěr obvykle příliš snadno absorboval vzdušnou vlhkost a v důsledku toho se snadno odlupoval od podkladu [2].

Dnes však jsou pro jiné než venkovní prostředí nevhodný, protože znečištěné ovzduší se sloučeninami síry, které s vlhkostí tvoří kyselinu sírovou, je rozrušují a také narušují [3].

Vápenné fasádní barvy jsou nejstaršími nátěrovými hmotami pro povrchovou úpravu fasád. Jejich pojivem je suspence krystalků hydroxidu vápenatého ve vodě, přesněji řečeno ve vodném roztoku hydroxidu vápenatého (rozpuštnost Ca(OH)_2 je cca 1,8 g/l).

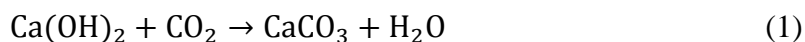
V nejjednodušším provedení je vápenná nátěrová hmota tvořena pouze hydroxidem vápenatým (hašeným vápnem). Jedná se o ojedinělý typ nátěrové hmoty, ve které je pojivo zároveň bílým pigmentem a navíc i dezinfekčním prostředkem [1].

Vápenný nátěr můžeme zpevnit vodním sklem v poměru asi 1 : 2 s vodou. Povrch s vodním sklem je tvrdší, neatírá se ani neoprašuje. Kasein jako přísada do vápenného nátěru činí nátěr přilnavější, mazlavější a vodotěsnější [4].

Vápenný nátěr se doporučuje používat jen na minerálních podkladech (omítky, přírodní kámen, beton). Dobře se kotví na nepříliš hladkém povrchu [5].

1.1.1.1.1 Venkovní využití vápenných fasádních barev

Vápenné nátěry vytvrzují reakcí hydroxidu vápenatého se vzdušným oxidem uhličitým, tj. chemickou přeměnou pojiva (rovnice 1), při které vzniká uhličitán vápenatý



ve formě kalcitu, jehož rostoucí krystalky se propojují a prorůstají, čímž vytvoří spojitou, avšak porézní strukturu. Pro kvalitu výsledného nátěru je žádoucí, aby tato reakce probíhala pokud možno pomalu. Vytvrzené nátěry jsou odolné vůči vodě a mají velmi dobrou propustnost pro vodní páry. Jsou proto dobrým řešením i tam, kde nátěry na bázi organických pojiv většinou selhávají – v prostorách s vysokou vlhkostí, jako jsou přízemní, suterénní a sklepní místnosti ve starých objektech. Vápenné barvy rovněž umožňují dosažení lazurního vzhledu nátěru [1].

1.1.1.1.2 Barevnost vápenných nátěrů

Vápenné fasádní barvy jsou zpravidla připravovány přímo na stavbě z více či méně odleženého vápna a vhodných anorganických pigmentů, které odolávají alkáliím, což poněkud omezuje paletu možných barevných odstínů. Zpracovatelnost vápenných fasádních barev závisí především na kvalitě použitého vápna, tj. zejména na velikosti částic hydroxidu vápenatého a typu a obsahu balastních látek. Kvalita vápenné kaše je ovlivněna výchozí surovinou (vápencem), technologií pálení a hašení a dodatečnou úpravou, tj. odležením vyhašeného vápna. I velmi kvalitní vápno však má poměrně nízkou pojivou schopnost, což způsobuje problémy u sytých odstínů, zejména pokud se používají moderní, velmi jemně mleté nebo mikronizované pigmenty s velikostí částic kolem 1 μm. Protože částice hydroxidu vápenatého a zejména jejich aglomeráty jsou často větší, malé částice pigmentu je obalí a brání jejich spojování. Obvykle se proto doporučuje, aby podíl

pigmentů nepřekročil 10% hmotnostních a v případě použití velmi jemných, mikronizovaných pigmentů by se jejich obsah neměl této horní hranici ani příliš přibližovat. V opačném případě je výsledný nátěr špatně pojen, ztrácí svůj charakteristický vzhled, spráskuje, stírá se, případně se i rozmyvá deštěm. Je proto obtížné dosáhnout u čistě vápenných barev sytých barevných odstínů. Tento problém lze do jisté míry řešit modifikací vápna. Vápenné nátěry mají poměrně malou kryvost, což může být žádoucí pokud je požadován lazurní vzhled. Vápenné nítěrové hmoty, tak jako všechny vodou ředitelné nátěrové hmoty, lze nanášet pouze při teplotách vzduchu i podkladu vyšších než 5°C a nátěr se nesmí zmrznout dříve, než zaschne [1].

1.1.1.1.3 Typy vápenných nátěrů na trhu

Po dlouhém období stagnace, kdy se vápenné nátěry používali jen v omezené míře, dochází v posledních letech k renesanci těchto nátěrů. Na trhu je k dispozici jak několik typů odleželého malířského vápna, tak i kompletních vápenných nátěrových hmot, modifikovaných polymerními disperzemi nebo kaseinem [1].

1.1.1.1.4 Dispergované vápno

Jemným rozemletím agregátů vznikajících ve vápenném mléce, nebo vápenné kaši na jednotlivé mikroskopické částice se prudce zvyšuje pojivá schopnost vápna, což se odráží v lepší přídržnosti na podkladu, ale i pojivé schopnosti vůči mikroskopickým částicím pigment [6].

Tato zvýšená pojivá schopnost umožňuje vyšší plnění hmoty pigmentem a dosahování velmi sytých odstínů barev včetně černé [7].

Ke drobnějším částicím dispergovaného vápna lépe proniká I oxid uhličitý, se kterým vápno reaguje, což vede k rychlejšímu tuhnutí tohoto typu hmoty. Problémem dispergovaného vápna byla rychlá zpětná koagulace částic do agregátů po dokončené dispergaci. Ke vzniku agregátů docházelo řádově po několika hodinách a efekt dispergace zcela zmizel. Tento problém byl vyřešen a suspenzi diskretních částic vápna lze stabilizovat na dobu několika let [6].

1.1.1.1.5 Modifikované vápenné fasádní barvy

V současné době se k modifikaci vápenných barev používají především polymerní disperse, které účinkují především jako dodatečné pojivo a staly se součástí průmyslově vyráběných modifikovaných vápenných fasádních barev. Tyto modifikované vápenné

barvy lepší zpracovatelnost, standartní kvalitu a jsou snáze pigmentovatelné na syté odstíny. Výsledné nátěry si zachovávají vysokou prodyšnost při snížené nasákavosti, takže jejich koeficient nasákavosti je nižší než $0,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \sqrt{h}$ [1].

Modifikované vápenné nátěry jsou odolnější vůči působení korozivních složek ovzduší, i proti kyselým dešťům. To znamená, že mají delší životnost jak po stránce dekorativní, tak z hlediska ochranné funkce [1].

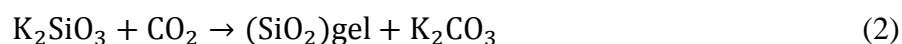
Mezi modifikované vápenné fasádní barvy lze zařadit barvy vápenodisperzní a barvy vápenocementové [5].

1.1.1.2 Silikátové fasádní nátěrové hmoty

Tato bezesporu zajímavá technologie má své kořeny na území dnešního Německa. Na rozdíl od ostatních druhů nátěrových hmot, které jsou ve stavebnictví běžné, je tato jediná, která formuje nátěrový film jiným než fyzikálním způsobem. Zatímco u ostatních skupin se odpaření vody, která funguje jako nosné medium, sesychají molekuly pojiva a pigment, aby na povrchu vytvořili ochrannou krustu, silikátové hmoty v té pravé podobě reagují navíc i chemicky [2].

Používají se více jak sto let. V původní formě bylo jejich pojivem sodné vodní sklo, tj. křemičitan sodný [8].

Kvůli problémům s výkvěty bylo toto pojivo opuštěno a v posledních desetiletích se silikátové barvy vyrábějí výhradně na bázi draselného vodního skla, tj. křemičitanu draselného. Silikátové barvy mají větší pojivou schopnost než vápenné a nejsou proto takové problémy se sytými odstíny. K vytvrzování dochází podobně jako u vápenných hmot působením vzdušného oxidu uhličitého a výsledkem reakce je gel kyseliny křemičité, který pojí částice pigment a plniv v nátěru [1].



1.1.1.2.1 Podmínky úspěšné aplikace silikátových nátěrových hmot

Vzhledem k tomu, že pojivo nátěru, tj. oxid křemičitý, odolává působení všech kyselin s výjimkou kyseliny fluorovodíkové, jsou silikátové nátěry v zásadě odolné vůči působení agresivních složek ovzduší, které mohou napadat pouze některé pigment a plniva v nátěru obsažené [1].

Silikátové fasádní barvy kladou značné nároky na dodržování správného technologického postupu. Lze je nanášet pouze na suché a vyzrálé minerální podklady, které neobsahují nezkarbonatizované vápno, sádro a rozpustné soli.

Teplota vzduchu I podkladu při nanášení musí být minimálně 5 °C. Ačkoliv se jedná o vodou ředitelné nátěrové hmoty, lze je ředit pouze k tomu určeným, výrobcem dodaným ředidlem (FIXATIVEM), což je roztok vodního skla, u modifikovaných silikátových barev pak roztok vodního skla s přísadou polymerní disperse. Ředění vodou je nežádoucí. Rovněž k napouštění podkladu se používá pouze fixativ [6].

1.1.1.2.2 Nemodifikované silikátové fasádní nátěrové hmoty

Čistě silikátové fasádní barvy neobsahující žádné další pojivo se vyrábějí ve dvou provedeních. Ve dvousložkovém provedení je jedna složka tvořena vlastním pojivem, tj. vodním sklem a druhou složkou je směs pigment, plniv a přísad. Obě složky se smíchají až před použitím na staveništi. Jednosložkové silikátové barvy jsou komplexní nátěrové hmoty k přímému použití. Obě uvedené verze umožňují dosažení lazurních nátěrů, samozřejmě pouze v případě stejnorodého podkladu. Pokud je podkladem vyspravovaná omítka, pak se na lazurním nátěru obvykle objevují skvrny. Kromě toho nátěry připravené z nemodifikovaných silikátových barev mají zejména na měkkých podkladech sklon k tvorbě prasklin, v důsledku pnutí nátěru při zasychání [6].

1.1.1.2.3 Modifikované silikátové fasádní nátěrové hmoty

Snaha odstranit některé nevýhodné vlastnosti čistě silikátových fasádních barev vedla k vývoji a výrobě silikátových barev modifikovaných přidavkem polymerní disperse tak, aby celkové množství organických složek v nátěru nepřevyšovalo 5 %. Uvedená hodnota 5 % je uzanční a je dána způsobem klasifikace povlakových materiálů pro vnější zdivo. Rozhodně není významný rozdíl mezi vlastnostmi nátěru, který obsahuje 5 % a nátěru, který obsahuje 6 %. Daleko větší vliv než zvýšení organického podílu o 1 % má složení tohoto podílu. Kromě polymerní disperse obsahují totiž silikátové barvy ještě zahušťku, povrchově aktivní látku, stabilizátor a obvykle i přídavek hydrofobizačního prostředku. Polymerní disperse funguje jako dodatečné pojivo s vysokou pojící schopností, nikoliv jako stabilizátor. Modifikované silikátové fasádní barvy si zachovávají základní vlastnosti silikátových barev, zejména vysokou paropropustnost. Difúzní odpor nátěrů s_d bývá nižší o 0,1 m, mají však sníženou nasákavost, takže koeficient nasákavosti w je obvykle v rozmezí 0,1 až 0,5 kg/m²·√h. Modifikací se rovněž významně zlepšuje zejména

zpracovatelnost, počáteční pevnost nátěru a odolnost vůči oděru za mokra i odolnost proti vzniku prasklin [6].

1.1.1.3 Cementové fasádní barvy

Cementový nátěr je vhodné nanášet na omítky s drsnějším povrchem. Nanáší se zpravidla ve třech vrstvách. Cementovým mlékem se natírají betonové konstrukce. Přidáním disperze vzniká polymercementový pačok, který se vyznačuje dobrou přilnavostí [5].

Pojivem těchto fasádních barev je bílý cement, případně bílý cement s přídavkem polymerní disperze ve formě redispersgovatelného prášku. Dodávají se ve formě suché směsi, ke které se před upotřebením přidá voda. Vytvrzují se hydratací cementu, což je spojeno zejména při vyšších teplotách s problémy, protože tenká vrstva nátěru za těchto podmínek často uschne dříve než cement stačí zhydratovat. Nátěr tak nenabude dostatečné pevnosti a spráskuje nebo se rozmývá deštěm. Barevná paleta těchto nátěrových hmot je omezena pouze na světlé odstíny. Jejich zpracovatelnost není většinou příliš dobrá [1].

Zajistí-li se vlhkost při zrání, je cementový nátěr mnohem pevnější, méně nasákavý a trvanlivější. Pro lepší přilnavost a zbělení přidáváme do cementového nátěru vápno. Musí být před použitím procezeno na jemném síti nebo rozšleháno na aktivátoru [4].

1.1.1.4 Roztokové (rozpouštědlové) fasádní nátěrové hmoty

Pojivy těchto nátěrových hmot jsou organická pryskyřice např. alkydové, akrylátové, epoxiesterové, silikonové apod. ve formě roztoku v organickém rozpouštědle, kterým je nejčastěji lakový benzín. Nátěry se vytvrzují buď odpařením rozpouštědla nebo odpařením rozpouštědla a následující oxipolymerizační reakcí, při které dochází k zesíťování pryskyřice, tj. pojivo se stane nerozpustným. Nátěry mají vysokou kryvost a jejich odolnost vůči povětrnostnímu stárnutí je do značné míry ovlivněna typem pojiva, přičemž nejlepší jsou z tohoto hlediska silikonové a akrylátové pryskyřice. Rozpouštědlové nátěrové hmoty se již dlouho téměř nevyužívají, především z ekologických a hygienických důvodů, protože při jejich aplikaci se se odpařuje do ovzduší velké množství rozpouštědel. Hlavní výhodou rozpouštědlových fasádních barev je, že umožňují práci za nízkých teplot, případně i za mrazu a jsou použitelné prakticky na všechny typy podkladů, které však musí být suché [6].

Penetrace podkladu se provádí zředěnými roztoky polymerů v organických rozpouštědlech. Zaschlý nátěr je snadno omyvatelný. Rozpouštědlové barvy byly původně

formulovány tak, že nátěry měly nízkou paropropustnost a velmi nízkou nasákavost. Hodnoty difúzního odporu s_d se pohybovali na úrovni 1,5 m, hodnoty koeficientu nasákavosti w_{pak} na úrovni $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \sqrt{h}$. Současné rozpouštědlové fasádní barvy mají samozřejmě paropropustnost podstatně lepší [1].

1.1.1.5 Emulzní fasádní nátěrové hmoty

Požadavek na snížení obsahu rozpouštědel v nátěrových hmotách vedl k vývoji emulzních nátěrových hmot, a tedy i k vývoji emulzních fasádních barev. V těchto nátěrových hmotách je roztok pryskyřice v organickém rozpouštědle emulgován ve vodě. Výsledkem je vodou ředitelná nátěrová hmota, která však stále ještě obsahuje nezanedbatelné množství organických rozpouštědel. Pojiva, jejich odolnost vůči stárnutí, mechanismus vytvrzování nátěrů i způsob přípravy podkladu jsou u těchto u nátěrových hmot stejné jako u rozpouštědlových nátěrových hmot. Rovněž vlastnosti starších typů nátěrů jsou obdobné. Moderní emulzní fasádní nátěrové hmoty jsou však formulovány tak, že dávají proto nátěry s vysokou paropropustností a nízkou nasákavostí. Jinak emulzní fasádní barvy nemají oproti jiným typům fasádních barev žádné zvláštní výhody a samozřejmě nemají ani hlavní výhodu rozpouštědlových barev, tj. možnost práce za mrazu. Podíl emulzních fasádních barev na trhu je proto velmi malý [1].

1.1.1.6 Disperzní fasádní nátěrové hmoty

Pojivem těchto nátěrových hmot jsou vodné polymerní disperze, což jsou disperze polymerních částic ve vodě, stabilizované tenzidem nebo ochraným kolloidem. Obsah polymerní složky bývá zpravidla 50 až 60 %, pH vodné fáze leží většinou mezi 5 až 8. Velikost částic polymeru se pohybuje od 1 μm u disperzí polyvinylacetátových až po 0,05 μm u speciálních akrylátových disperzí. Běžné akrylátové disperze mají velikost částic cca 0,2 μm , přičemž distribuce velikosti částic je poměrně úzká. Disperze zasychají čistě fyzikálním způsobem, tj. odpařením vody a zaschlý film je již ve vodě nerozpustný, přesto však ve vodě poněkud botná a měkne. Stupeň botnání závisí na typu polymeru a typu a množství pomocných látek v disperzi obsažených. Pro každou polymerní disperzi je dále charakteristická tzv. minimální filmotvorná teplota MFT, což je nejnižší teplota při které v průběhu odpařování vody dochází ještě ke spojování – koalescenci polymerních částic a vzniku spojitého filmu. Při zasychání disperze pod MFT vzniká rozpraskaný film až práškovitá vrstvička. To znamená, že pod MFT nemají polymerní disperze pojivé schopnosti.

Hodnotu MFT polymerních disperzí lze snížit přidavkem 2 až 3 % vhodného rozpouštědla (koalescentu), např. lakového benzínu [6].

1.1.1.6.1 Vývoj a historie disperzních nátěrových hmot

V první fázi vývoje a výroby disperzních fasádních barev byly jako pojivo používány běžné polyvinylacetátové disperze, které však nebyly pro tento účel příliš vhodné, mimo jiné i proto, že filmy z nich vzniklé botnají poměrně značně ve vodě. Fasádní barvy na bázi polyvinylacetátových disperzí, zpočátku i nevhodně formulované jako běžné nátěrové hmoty hluboko pod KOKP a často i nesprávně aplikované, proto mnohdy selhávaly. Další vývoj vedl k náhradě těchto disperzí vhodnějšími a speciálně k tomuto účelu vyráběnými disperzemi styren – akrylátovými a akrylátovými. Rovněž v oblasti receptur disperzních fasádních barev došlo ke značným změnám a úpravám formulace zejména ve směru zvyšování OKP a používání vhodnějších a účinnějších pomocných a modifikačních přísad a jejich kombinací. Výsledkem je, že současné disperzní fasádní nátěrové hmoty mají výbornou zpracovatelnost, kryvost, značnou variabilitu vzhledu nátěru a jsou použitelné prakticky na všechny typy podkladů [6].

Pro úpravu podkladu se používá řada přípravků. Jedná se buď o roztoky polymerů v organických rozpouštědlech nebo o zředěné polymerní disperze. Nátěry jsou snadno omyvatelné a mají dobrou odolnost vůči povětrnosti. Difúzní odpor nátěrů s_d leží zpravidla v rozmezí 0,1 až 0,3 m, zatímco koeficient nasákavosti w je nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \sqrt{h}$. Zejména pokud se jedná o disperzní modifikované přípravkem silikonové emulze, disperze nízkomolekulárního polyethylenu nebo jiného hydrofobizačního přípravku [1].

Pozn: Disperzní nátěrové hmoty jsou rovněž značně odolné vůči chybám při jejich aplikaci, a pokud se dodrží alespoň základní pravidla, zejména nepracovat při nižší teplotě než výrobce připouští, mohou s nimi i amatéři dosáhnout velmi dobrých výsledků [6].

Disperzní fasádní nátěrové hmoty se nyní vyrábějí a dodávají rovněž ve formě suché redispergované práškovité směsi. Pojivem jsou tzv. suché polymerní disperze (redispergovatelné prášky), které lze přidavkem vody a zamícháním přeměnit na vodnou disperzi. Nejčastěji se jedná o kopolymery ethylenu s vinylacetátem obsahující zvýšené množství ochranného koloidu. Výhodou suchých disperzních fasádních barev je úspora hmotnosti a objemu při dopravě, ekologické balení v papírových pytlích, možnost skladování i v nevytápěných skladech a vysoká odolnost vůči biologickému napadení v průběhu i dlouhodobého skladování.

Nevýhodou je, že musí obsahovat velmi účinné dispergační přísady a použitá plniva a pigment musí být snadno dispergovatelné. Použité suché disperze mají horší vlastnosti než kapalná disperze, a v důsledku toho i výsledné nátěry mají poněkud horší vlastnosti zejména za mokra. V současné době tvoří disperzní fasádní barvy naprostou většinu vyráběných a prodávaných fasádních nátěrových hmot [1].

1.1.1.7 Silikonové fasádní nátěrové hmoty

Vzhledem k tomu, že většina dnes vyráběných silikonových fasádních barev patří do skupiny bezrozpouštědlových, vodou ředitelných nátěrových hmot, je toto jejich označení poněkud zavádějící. Pojití schopnosti mají totiž pouze silikonové pryskyřice, které však jsou za normálních podmínek tuhé. V nátěrových hmotách proto mohou být obsaženy buď ve formě roztoku v organickém rozpouštědle, nebo ve formě vodné emulze roztoku pryskyřice v organickém rozpouštědle. Pouze v těchto nátěrových hmotách může být silikonová pryskyřice hlavním pojivem a logicky pouze tyto nátěrové hmoty by měly být označovány jako silikonové. Většina fasádních nátěrových hmot prodávaných pod označením silikonové však obsahuje bezrozpouštědlovou silikonovou emulzi, která, jak již bylo uvedeno, nemá žádné nebo mizivé pojivové schopnosti. Jejich pojivem je vždy akrylátová nebo styren-akrylátová polymerní disperze a silikonová emulze je pouze modifikační přísadou. Jedná se tedy o modifikovanou disperzní fasádní barvu, která se od běžných disperzních fasádních barev liší pouze vyšším obsahem silikonové emulze a zpravidla nižším obsahem polymerní disperze, přičemž rozhraní mezi oběma typy barev je velmi difúzní [1].

Pokud jde o terminologii, je to tedy spíše formální problém, který je dán snahou výrobců odlišit velice podobné výrobky tak, aby je bylo možné zařadit do různých cenových kategorií [9].

Tato snaha se promítla i do příslušných norem, které klasifikují nátěrové systémy. Odůvodnění pro zavedení skupiny silikonových nátěrových hmot pro povrchovou úpravu fasád je takové, že nátěrová hmota je nazvána (zařazena, klasifikovaná) podle pojiva, které je zodpovědné za hlavní vlastnosti nátěru [1].

U silikonových barev je úvaha správná, potíží je však v tom, že u bezrozpouštědlových, vodou ředitelných silikonových hmot není silikonový polymer pojivem [10].

Pokud jde o složení, jsou tyto tzv. silikonové fasádní barvy formulovány tak, že jejich OKP je zpravidla vyšší než KOKP. Z toho vyplývá, že výsledný nátěr má vysokou prodyšnost, ale měl by mít teoreticky i vysokou nasákavost [1].

Přídavek silikonové emulze však dodává nátěru hydrofobní vlastnosti a výrazně tak snižuje jeho nasákavost [11].

Výsledek je takový, že difúzní odpor s_d bývá obvykle nižší než 0,1 m a hodnota koeficientu nasákavosti w bývá nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \sqrt{h}$. Silikonové (disperzní) fasádní barvy mají obdobné vlastnosti jako běžné disperzní barvy, tj. výbornou zpracovatelnost a kryvost a jsou použitelné na všechny typy podkladů. Rovněž příprava podkladů se provádí obdobnými prostředky. Nátěry mají vzhledem k nižšímu obsahu pojiva poněkud horší mechanické vlastnosti než nátěry z běžných disperzních nátěrových hmot. Obecně lze konstatovat, že vývoj fasádních nátěrových hmot vedl v posledních letech k tomu, že difúzní odpor nátěrů z nich připravených se zpravidla pohybuje v rozmezí 0,05 až 0,3 m. Rovněž koeficient nasákavosti se podařilo většinou výrazně snížit, takže většina fasádních barev bez ohledu na typ vyhovuje s rezervou běžným požadavkům na paropropustnost a nasákavost. Díky tomu se zákazník může při výběru vhodné nátěrové hmoty soustředit na užité vlastnosti nátěrů a na to, který typ nátěrové hmoty je pro daný podklad prostředí nejvhodnější a který nátěr nejlépe vyhovuje po vzhledové stránce [1].

1.1.1.8 Nanotechnologie v barvách

Studie ukazuje, že přidáním nanomateriálů do barvy se zlepší vlastnosti v oblasti životního prostředí. Nanomateriály musí nahradit složky původní nátěrové kompozice a ne být jen další složka [12].

1.1.2 Rozdělení hmot dle složení plniv

1.1.2.1 Tenkovrstvý fasádní nátěr („Volltonfarbe“)

Tenkovrstvý fasádní nátěr, v německy mluvících oblastech označovaný jako Volltonfarbe, je nátěrová hmota plněná malým množstvím jemného plniva. Její vrstva nemá cíl skrývat strukturu podkladu, ale pouze podklad barevně upravit. V závislosti na obsahu běloby lze tento typ hmoty připravit jako krycí (bělobu) nebo lazurní (bez běloby). Z hlediska pojiva lze připravit tenkovrstvé nátěry jak disperzní, tak silikátové či silikonové. Obtížně lze připravit tenkovrstvý vápenný nátěr, neboť vápno jako běloba má jen malou kryvost. Cementové (práškové) barvy je nutno k dosažení tenkovrstvého vzhledu přiředit

vodou, což může vést k vyschnutí bez získání pevnosti, tzv. „spálení“ nátěru. Nanáší se stříkáním i nátěrem všemi prostředky [1].

1.1.2.2 Plnicí fasádní nátěr („Füllfarbe“)

Pro vyplnění drobných trhlin (pod mm šířky) se používají tzv. plnicí nátěry, v německy mluvící oblasti Füllfarbe. S výhodou se používá k zakrytí nejen vlásečnicových prasklin, ale také k zakrytí oprav, vytmelených míst a materiál s rozdílnou savostí. Tento typ hmoty obsahuje velké množství jemných plniv, což zabezpečí vyšší tloušťku nátěrové vrstvy. Plnicí nátěr vzhledem k obsahu plniv nebývá možné nastavit jako lazurní. Jeho vrstva je hladká podobně jako u tenkovrstvého nátěru, při neodborném nanášení jsou na stěně patrné tahy štětcem či okraje tahů válečkem. Nanáší se ručním nátěrem, lze i speciálním stříkacím zařízením. Vyrábí se zpravidla v sortimentu disperzních barev, do kategorie spadá většina vápenných a cementových barev. Plnicí nátěry mívají vzhledem k větší tloušťce vrstvy horší parametr prodyšností, což se nepříznivě odráží v použitelnosti na vlhkém zdivu. Horší prodyšnost ale nemusí být železným pravidlem, je dobře si tuto vlastnost nátěru předem ověřit [1].

1.1.2.3 „Streichputz“

Pro úplné zakrytí struktury podkladu a udělení hrubší struktury vzhledu štukové omítky je určena hmota dodávána z německy mluvící oblasti jako „Streichputz“. V překladu název znamená „natíraná omítka“ či „nátěrová omítka“. Používá se hojně ke skrytí vad, případně k zakrytí různých cizorodých prvků fasád (ocelová dvířka rozvodných skříní, oplechování, potrubí, táhla apod.). Nanáší se zpravidla štětcem či válečkem, ale kromě obtížněji stříkatelných disperzních barev není u ostatních typů se stříkáním větším průměrem trysky problém. Streichputz obsahuje hrubší plnivo, tzv. ostřívo, na bázi křemenného písku nebo živce. Oba minerály jsou částečně průsvitné, a lze proto připravit jak krycí, tak lazurní streichputz. Pojivem streichputzu bývá nejvíce disperze, ale vyrábějí se i silikonové a silikátové nátěry tohoto druhu. Vzhledem k vyšší tloušťce je streichputz zpravidla méně prodyšný, než tenkovrstvý nátěr. Proto je třeba při volbě nátěru soklu či vlhkých partií fasády ověřit prodyšnost zvoleného výrobku [2].

1.1.2.4 „Schlammputz“, „Schlammfarbe“ (nátěrový štuk)

Další kategorií s ještě větší tloušťkou nátěrové vrstvy a bez českého názvu je „schlammputz“. Jedná se vlastně o štukovou hmotu, nastavenou k natírání. Výtečně se

hodí na podklady narušené zvětráním, před nátěrem zpevněné. Štuk uzavře nerovnosti, kaverny a místa, do kterých by při tenkovrstvém nátěru zatékala voda a kde by se usazoval prach. Na rozdíl od běžného štku je schlämmputz připraven tak, aby při vysychání v doporučené vrstvě nepraskal a netvořil síť vlasových trhlin. Vzhledem k tomu, že hmota je plněna jen křemenným (či živcovým) pískem, není ani při větší tloušťce snížena prodyšnost nátěrové vrstvy. Těto hmoty lze využít k povrchové úpravě jak navětraných štuků, tak vymyté štukové omítky, ale i k uzavření navětralého kamene. Zvláště při používání k povrchové ochraně v minulosti natíraných prvků z hrubozrné žuly, arkózy či tufu [6].

1.1.2.5 Dekorační omítky

Dekorační omítky nemají v Čechách dlouhou tradici. Z hrubých povrchových úprav fasád se v minulosti používal zejména tzv. „břizolit“. Tato hmota, vlastně minerální omítková směs s příměsí destičkové slídy, se objevila v první polovině dvacátého století. Povrch omítky se po zavadnutí strhnul mřížkou, tzv. škrabákem, čímž se objevila hrubá struktura s destičkami slídy. Nevýhodou této povrchové úpravy byla nemožnost její opravy, každá vysprávka byla na fasádě patrná. V německých a rakouských oblastech byly od středověku oblíbené hrubě házené případně přihlazené dekorativní omítky, známé jako „klášterní“ či „mnichovská“ omítka. Původně se jednalo o běžné vápenné omítkové směsi zvláštní zrnitosti, které byly hrubě nahozeny, nestrženy a až po zavadnutí hlazeny. Hlazením vznikly výtvarné efekty - hrubé brázdy nevyhlazené omítky nebo zrnky písku vyryté drážky. Moderní směsi se snaží jednoduše napodobit tyto efekty v rychlém pracovním sledu a tenké vrstvě. Dle způsobu aplikace rozlišujeme:

- Nástřikové omítkoviny (německy „Sprizputz“): disperzní nebo cementové pojivo s hrubým kamenivem se nahazuje ruční omítačkou. Povrch se jinak neupravuje. Tento typ byl velmi oblíben v 70. a 80. letech 20. století i v naší zemi pro rychlost a malou pracnost. Řada členitých fasád je dosud znetvořena touto povrchovou úpravou, pro hrubost ostřiva velmi špinivou.

- Válečkem strukturované dekorativní omítkoviny (německy „Rollputz“): disperzní omítkovina se nanáší hladítkem, následně se válečkem (molitanovým, z pěnového polyetylenu) strukturuje. Lepivost hmoty způsobuje ulpívání na válečku a tažení jakýchsi špičatých vln. Tato povrchová úprava byla velmi oblíbená v 70. a 80. letech v západních zemích. Velmi špinivá a obtížně čistitelná úprava, dnes již z trhu mizí [6].

1.1.2.6 „Reibeputz“ („Reibputz“):

Struktura a tloušťka této velmi oblíbené povrchové úpravy je dána příměsí kulatých křemíků jedné velikosti. Nanáší se plastovým hladítkem a kaménky působí jako distanční zařízení zabezpečující rovnoměrnou tloušťku vrstvy. Po zavadnutí se vrstva hladí v předem zvoleném směru, kaménky vyrývají ve vrstvě omítkoviny cestičku ve směru hlazení. Reibeputz se vyrábí jak disperzní, tak i minerální s cementovým pojivem. Používá se k povrchové úpravě kontaktních zateplovacích systémů, jak s polystyrenovými deskami, tak s deskami z minerální vlny. Pro povrchovou úpravu vlhkého zdiva se používá vždy minerální typ, neboť disperzní typ má velmi malou prodyšnost [1].

1.1.2.7 Kamínková omítka („Buntsteinputz“):

Barevné kulaté kaménky pojené pryskyřicí (akrylátovou, nebo i epoxidovou pryskyřicí). Nanáší se nerezovým hladítkem, průměr udává tloušťku vrstvy (trojnásobek průměru). Po zavadnutí se povrch uhladí [1].

1.1.2.8 Pružné nátěry

Pro překlenutí již existujících či očekávaných vlasových trhlin se používají vysoce elastické nátěry větších tlouštěk. Jejich využití je především při ochraně betonových fasád, případně betonových dílců, které mají být chráněny před karbonatizací. Tyto nátěry se nanášejí v tloušťce kolem 1000 μm (1mm) a vykazují tedy nízkou prodyšnost pro vodní páry. Výhodou je, že při vzniku či pohybu trhliny v podkladu dojde v nátěrovém filmu k protažení (tzv. krčkování) a film nepraskne. Pružné nátěry je třeba nanášet velmi pečlivě, nejlépe válečkem, neboť při velké tloušťce a minimálním plnění (nátěr obsahuje hlavně pojivo, aby byl pružný) je nátěr hladký a každý tah je zřetelně vidět. Do nátěru se často vkládá tkanina („Malervliess“), která pomáhá překlenout trhliny kolem 0,1 až 0,5 mm. Tento typ nátěru se vyrábí ze speciálních disperzí na bázi akrylátů a kaučukového latexu [1].

1.2 Silikonové pryskyřice

Obecně jsou polysiloxany polymerní látky charakterizované opakující se strukturální jednotkou:



Kde: R_1 a R_2 jsou organické substituenty.

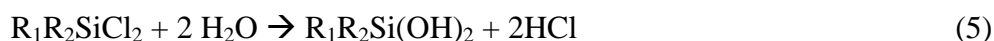
Výhody polysiloxanů:

- Odolnost vůči nízkým i vysokým teplotám;
- Hydrofobní účinky;
- Odolnost vůči UV záření, oxidaci vzdušným kyslíkem;
- K ostatním materiálům jsou netečné, nekorozivní a biologicky inertní;
- Dobré elektroizolační vlastnosti

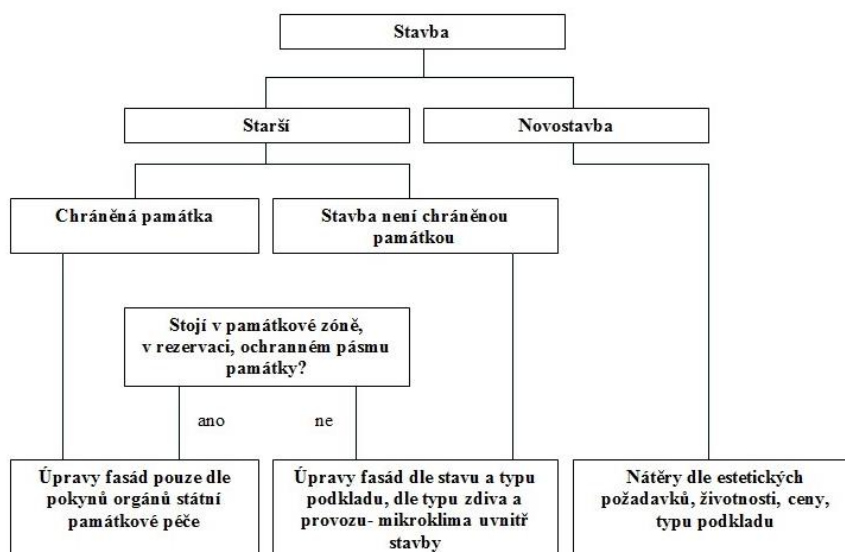
Silikonové pryskyřice jsou prostorově rozvětvené polysiloxany tvořené dvoj- a trojfunkčními monomerními jednotkami. Ve zmíněném základním polysiloxanovém skeletu je část alkylových skupin (R_1 a R_2) nahrazena siloxanovou vazbou s dalším polysiloxanovým řetězcem [13].

1.2.1 Výroba silikonových pryskyřic

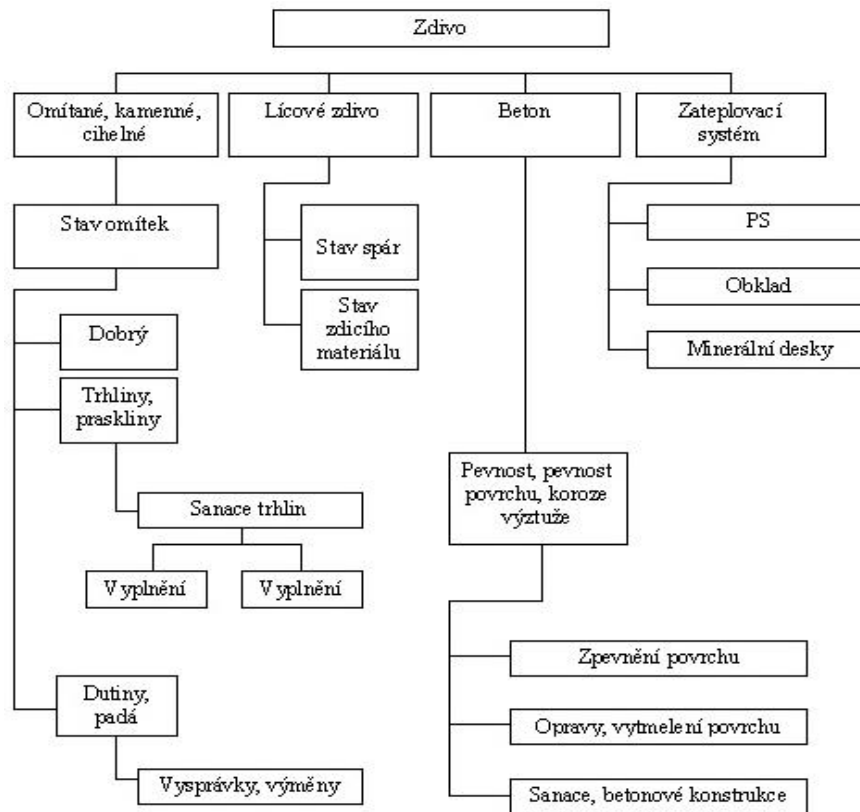
Základní surovinou pro výrobu silikonových pryskyřic jsou chlorsilany. Velmi zjednodušeně si je možné syntézu pryskyřice představit jako hydrolyzu chlorsilanů za vzniku příslušných alkylsilanolů [13].



Vhodnost nátěrového systému pro jednotlivé podklady



Obrázek 1: Provádění úprav fasády dle stáří a charakteru stavby [1].



Obrázek 2: Volba úpravy fasády podle typu zdiva [1].

1.3 Přípravné práce

1.3.1 Barevný návrh

Barevné řešení fasády je po dlouhou dobu životností nátěru vizitkou zhotovitelů: Architekta, investora nebo malířské firmy. Je proto vhodné mu věnovat patřičnou péči. K volbě barevného řešení slouží barevné škály nátěrů, dodávané výrobcí jednotlivých hmot. Na rozdíl od levných barevnic nátěrových hmot na ocel a dřevo, tištěných ofsetem, jsou barevné škály pro fasády poměrně nákladnou pomůckou. Škály jsou provedeny z kartonu, na kterém jsou nanášeny hmoty velmi podobného charakteru, jeho fasádní nátěr. Mají tedy podobnou kryvost, matný stupeň lesku, nelámou světlo. Odstín v barevnici se zpravidla shoduje se vzhledem fasády po nátěru v jakémkoli světle. Není proto divu, že o kvalitní barevnici renomovaných výrobců je větší zájem, než nabídka. Při volbě je třeba upozornit na skutečnost, že pruh v barevnici se vždy zdá méně sytý, než potom působí velká plocha na fasádě. Tento optický klam způsobí často po dokončení fasády zklamání z výsledku. Doporučuje se proto vyhledat zvolený odstín na některé reálné (již provedené) fasádě a ověřit si efekt ve větší ploše. Při dvou a vícebarevném nátěru fasády velmi záleží na citlivém výběru druhého a dalšího odstínu. Rozdíl mezi dvěma odstíny by měl být patrný,

nikoliv křiklavě kontrastní. Jako nepřilíš harmonické je použití dvou rozdílných odstínů jedné barvy (hrášková a listová zeleň, rudá s růžovou apod.). V běžně užívaných pěti - či šestistupňových barevnicích se volí dva nesousedící tóny jednoho odstínu, většinou ob jeden odstín. Na historických fasádách, například z 19. století, se aktivní prvky (vystupující z plochy) provádějí v jednom odstínu, zatímco plochy v odstínu druhém. Nelze ale stanovit, zda mají být aktivní prvky světlejší, a plochy tmavší, či naopak, doložená historická řešení používala obě varianty. V každém případě je hranice mezi odstíny vždy v koutovém detailu, nikoli na vystupujícím nároží [1].

Při volbě barevného odstínu fasádního nátěru je architekt mimo jiné limitován chemickými a fyzikálními vlastnostmi nátěrové hmoty a pigmentů. V zásadě není možné pro fasádu zvolit jakýkoli odstín, použitelný například v interiéru, nebo u antikoročních nátěrů, emailů apod. Pro alkalické nátěrové hmoty (vápenné, cementové, silikátové) lze zvolit jen pigmenty odolné alkáliím. Dále jsou ze škály pigmentů vyloučeny pigmenty, které na slunci vlivem ultrafialového záření blednou či mění barvu. Celkově lze poznamenat, že užší škála barevných odstínů v nabídce je spíše zárukou zodpovědnosti vůči zákazníkovi [1].

1.3.2 Provádění zkoušek nátěru

Před vlastním nátěrem fasády je vhodné provést nejprve zkoušku na malé ploše fasády, nejlépe v místě, které je snadno dostupné, není příliš nápadné a má podklad spíše problematický, než ideální. Zde je vhodné otestovat pokud možno několik odstínů zvolené nátěrové hmoty. Volíme-li pro fasádu dva různé barevné odstíny, je výhodné provést zkoušku na sousedních plochách a odzkoušet přechod odstínů [1].

Zkoušky se ale provádějí často narychlo, bez přípravy podkladu. V takovém případě je třeba se připravit na skutečnost, že výsledný celoplošný nátěr po provedení penetrace bude mít poněkud jiný stupeň lesku a lomu světla. Chybějící penetrace pod zkušební vzorkem může být příčinou jeho lehkého křídování a dojmu světlejšího odstínu. První nátěr jen výjimečně dokonale kryje podklad, dochází i k nechtěnému lazurnímu efektu - prosvítá odstín podkladu. Na tmavém podkladu je nátěr chladnější, tmavší, na bílém podkladu je mdlejší. Teprve druhým nátěrem dosáhneme u vzorků finálního vzhledu shodného s výslednou podobou fasády [6].

Materiál pro zkoušky je vhodné si objednat předem u příslušného prodejce nátěrové hmoty. Zkušební množství se dodává často na zálohu, vratnou v případě objednání množství pro celou fasádu [6].

1.3.3 Zakrývací práce

Některé nátěrové a impregnační hmoty, používané při obnově fasád, působí nepříznivě na skleněné povrchy. Jedná se zejména o silikátové nátěrové hmoty, silikátovou penetraci a organokřemičité zpevňovače a hydrofobizátory.

Tyto hmoty zanechávají na skle, glazuře obkladů apod. poleptaná místa, která již není možno vyčistit. Před nátěrem či nástřikem uvedených hmot je třeba věnovat pozornost zakrytí všech ploch, které by mohly být poškozeny při provádění nátěrů fasád a hydrofobizaci prvků fasád. Mimo zasklení oken, sklobetonových (luxferových) stěn, kabřincových či bělninových obkladů se to týká také oken zaparkovaných vozidel u stavenišť. Zvláště hydrofobní či zpevňující nástřiky mohou být příčinou soudního sporu mezi firmou provádějící práce a majiteli vozidel zaparkovaných v okruhu až několika desítek metrů daleko. K zakrytí postačí tenké zakrývací folie z mikrotenu - polyetylenu (PE). Papírovou samolepící zakrývací páskou se folie přichytí k rámcům oken, parapetům či lešením. Před vlastní aplikací se doporučuje prohlédnout celistvost folie, aby se předešlo potřísnění skel perforovanou folií [1].

1.3.4 Specifika památkové péče

Stavební památky tvoří významnou součást naší kultury i životního prostředí. K zajištění odborné péče o ně platí v současné době soubor pravidel. Z nich vyplývá odborná ingerence jednotlivých státních památkových ústavů v jednotlivých regionech pro odbornou činnost na památkách v regionu a Státního ústav památkové péče v Praze pro kategorii tzv. Národních kulturních památek. Tyto ústavy zajišťují odbornou gesci přípravy a sledování jednotlivých akcí obnovy stavebních a dalších památek, přičemž závazná rozhodnutí o jednotlivých akcích vydávají příslušné odbory okresních úřadů, resp. Ministerstvo kultury ČR u národních kulturních památek. Pokyny a rozhodnutí těchto složek památkové péče jsou pro účastníky obnovy památky závazné a jejich porušení může být postiženo sankcemi [1].

Pokud se týká volby technologií nátěru na pamákovém objektu, domnívám se, že by měla alespoň v hrubých rysech respektovat dobu vzniku stavby. Například silikátové nátěrové systémy jsou vhodné pro omítky obsahující cement, tedy pro stavby, které vznikaly ve stejné době jako první silikátové nátěrové hmoty (ve 2. polovině 19 století). Vápenné nátěrové systémy jsou optimální pro vápenné omítky, přetírání starších vápenných barev a tedy pro stavby starší [6].

Disperzní nátěrové hmoty jsou pro památkové stavby méně vhodné, v některých případech je možno použít paropropustné technologie silikonové (např. u staveb běžné produkce konce 19. století, které již byly dříve natřeny např. akrylátovými nátěry a nelze z různých důvodů tyto starší nevhodné nátěry odstraňovat). Za zcela nevhodné se považují takové nátěry systémy, které mají malou prodyšnost pro vodní páry (ve firemní literatuře obvykle uváděna hodnota s je v takovém případě větší než 0,5 m). Rozhodnutí mezi různými technologickými možnostmi je u památkově chráněného objektu vždy nutno přijímat výhradně s přihlédnutím ke konkrétní situaci. Ekonomické (ne vždy je nejdražší výrobek právě optimální), nebo jiné zájmy účastníků rozhodování (např. dodavatel stavebních prací je “zvyklý“ používat paušálně jen jeden výrobek apod.) by měly jít vždy stranou [6].

1.3.5 Staré nátěry (přetírání)

Při obnově pláště starších budov se setkáváme s nutností opatřit nátěrem povrchy, na nichž zůstávají zbytky dřívějšího nátěru [1].

Při rozhodování o technologii přetírání neodstraněných barevných vrstev je nezbytné nejprve zkoumat, jaké bylo složení staršího nátěru, neboť ne každý nátěr je možné přetírat libovolným nátěrem novým [14].

Některé kombinace jsou spolehlivé bez problémů, naopak některé jsou zcela nepřijatelné. Pro přehlednost jsou možnosti, s nimiž se v praxi nejčastěji setkáváme, sestavy podle druhu pojiva v následující tabulce [1].

Tabulka 1: Přetíratelnost nátěrů novou vrstvou [1].

Starší dochovaný nátěr	Možno doporučit přetírání materiálem	Nelze doporučit přetírání materiálem
Vápenný	V, A, SN, S po úpravě	-----
Akrylátový	A, SN	V, S
Silikonový emulzní	A, SN	V, S
Rozpouštědlový	A, SN, S po úpravě povrchu	V
Silikátový	S, A, SN, V	-----

Zejména u památek je žádoucí minimalizovat ztráty starších nebo původních omítek, a tedy i starších barevných vrstev. Stavebník i dodavatel přitom logicky uvažují, aby se vyloučily poruchy takto přetřených ploch, nebo aby zbytky starších nátěrů vykazovaly optické změny apod. Proto se v minulosti ponechané plochy překrývaly

štukem, přetaženým z nově prováděných ploch. Toto chybné řešení, způsobují dříve nebo později odpadávání štuku spolu s barevnou vrstvou, se ojediněle uplatňuje bohužel i dnes. Z tabulky vyplývá, že „nejuniverzálnější“ jsou nátěry akrylátové a silikonové, neboť dobře drží na většině povrchů. Z nich jen silikonový nátěr podstatně nezhoršuje paropropustnost povrchu a lze jej proto doporučit všude tam, kde nejsme schopni beze zbytku odstranit souvislé vrstvy např. akrylátů nebo nechceme aplikovat jiné dodatečné podklady, vytvářející „minerální“ podklad. Dále z tabulky vyplývá závěr, že pokud je požadována povrchová úprava vápnem nebo silikátem, je prakticky nezbytné odstranit starší nátěrové filmy a povrch upravit tak, aby byl drsný, otevřený a nasákavý pro vodu. Podkladní nátěr emulzních vodou ředitelných systémů se odfiltruje a vytvoří tenký povrchový film. Obvykle zamlčovaným důvodem, proč se povrch penetruje, je ovšem to, že po takovém povrchu nanášená barva lehce „klouže“, dobře se roztírá do žádoucího tenkého filmu a umožňuje dosažení zcela monochromního vzhledu. Je třeba si uvědomit, že i po sejmutí starší barevné vrstvy, pokud nebyla vápenná, zůstává v povrchu omítky penetrace nebo její zbytky. Její složení je stejné, jako složení sejmuté barevné vrstvy a musíme proto při volbě nového nátěrového systému k tomuto fakt přihlížet [1].

1.4 Provádění nátěrů fasády

1.4.1 Penetrace

Penetrace je přípravným krokem, kterým dojde ke snížení nasákavosti podkladu a sjednocení jeho savosti. Různé podklady, zhotovené z různě porézních materiálů, mají odlišnou nasákavost [1].

Jednotně nanesená vrstva by na neupraveném podkladu různým způsobem nasákala. Vysoce savý podklad by vrstvu barevného nátěru zbavil média (ředidla, resp. vody) a ponechal na povrchu hlavně pigmenty a plniva bez pojiva [15].

Jejich vyschnutí by nevznikl pevný film, ale jen sprašující vrstva. Málo nasákavý podklad ponechá na povrchu mokrou vrstvu, která po vyschnutí vytvoří tuhý film s vyšším leskem a lomem světla, ovšem špatně ukotvený k podkladu [1].

K penetraci podkladu se používají látky příbuzné pojivu vlastního barevného nátěru (viz tabulka 2).

Tabulka 2: Druhy penetračních nátěrů v závislosti na vrchním nátěru [1].

Typ nátěrové hmoty	Typ penetrační hmoty
Vápenné nátěry	Řídký vápenný nátěr, navlhčení vodou
Cementové nátěry (práškové)	Navlhčení vodou
Disperzní nátěry	Naředěná disperze, roztok siloxanu, roztok pryskyřice
Čistě silikátové nátěry (dvousložkové)	Roztok silikátového pojiva
Disperzní silikátové nátěry	Roztok silikátového pojiva, silikát s disperzí
Silikonové nátěry	Roztok siloxanu, silikonová mikroemulze, naředěná disperze, roztok pryskyřice
Roztokové nátěrové hmoty	Roztok pryskyřice

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, funkci penetračního nátěru, tj. snížení savosti podkladu, plní u vodou ředitelných práškových barev i pouhé navlhčení podkladu. Toto navlhčení však nelze aplikovat pro všechny vodou ředitelné nátěry. Navlhčení nesmí navíc přeskočit hranici nasycení, tedy na podkladu nesmí nikdy ležet lesklý vodní film. U některých hmot máme k dispozici více možností, jakou látku použít pro penetraci podkladu [1].

Penetrační nátěry vykazují rozdílné vlastnosti vzhledem k podkladu:

- Hydrofobita (vodoodpudivost) - roztoky siloxanů a emulze silikonů.
- Zpevňující - roztoky pryskyřice, akrylátové emulze, disperze.
- Hluboko pronikající - roztoky pryskyřice, akrylátové emulze, roztoky siloxanů.

Penetrační nátěr se provádí technikami nátěru stětcem, válečkem nebo nástříkem.

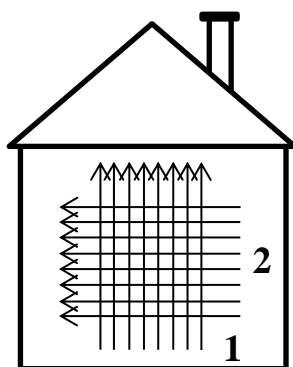
Penetrační nátěr se zpravidla neopakuje, aby nedošlo k přílišné redukci savosti a tím k efektu nenasákavého podkladu [16].

Obecně řečeno, že penetrační nátěr je nejméně problematický, je-li nasákavost podkladu nízká. Vysoce nasákavé podklady vyžadují velkou pečlivost a kázeň při penetračním kroku. Při nanášení stříkáním do nasycení dojde k rovnoměrnému nasáknutí podkladu. Podobně může být dosaženo velmi dobrého výsledku, je-li prováděn do nasycení podkladu, tj. vrací-li se pracovník do mokrého podkladu dokud nasáká. Nejméně vhodná je aplikace válečkem kdy při nanášení dochází k nerovnoměrnému nasycení podkladu, jednak vznikají zcela nenatřené plošky (nejvíce na nerovném podkladu v prohlubních), ale jsou patrná i přechodová místa nasazení mokrého válečku. Kontrola změny barevného tónu zde nefunguje.

Podklad prosycený pouze na povrchu a podklad prosycený do hloubky několika milimetrů vypadají podobně. Proto lze doporučit nanášení penetrace válečkem jen na rovných málo nasákavých podkladech, kde urychlí postup práce [6].

1.4.2 Barevný nátěr

Po nanesení penetračního nátěru a jeho dostatečného vyschnutí se provede vlastní barevný nátěr. Pouze v případě vápenných, cementových či směsných práškových barech je třeba nanášet barevný nátěr na zavlhlý podklad. Barevný nátěr se provádí zpravidla dvakrát. Směr nanášení barevného nátěru se má otočit v případě druhé vrstvy o 90°, je-li první vrstva nanášena svisle, má být druhá vrstva nanášena vodorovně [1].



Obrázek 3: Změna směru nanášení vrstev barevného nátěru o 90° [1].

Zvláště při tazích štětcem či válečkem jsou po prvním nátěru jasně patrné tahy - hřbety brázd štětce a překryvy tahu válečkem. Druhý nátěr nesmí tyto tahy ještě zvýraznit, proto je nejvhodnější kolmý směr. Nanášením dvou vrstev se zpravidla dosáhne dostatečné kryvosti nátěru i při výrobce povoleném nejvyšším ředění. Řada nátěrových hmot, kdy je již v první vrstvě a druhá vrstva již jen vyrovnává nerovnoměrnosti prvního nátěru, je tedy možno druhou vrstvu přiředit. K provádění prvního a druhého nátěru je vhodné se poradit s technickým servisem výrobce, je-li k dispozici, případně s prodejcem, ale vždy je dobré ještě provést zkoušku na vlastní fasádě. Různorodost podmínek nanášení, zahrnující vlastnosti podkladu, klimatické podmínky a způsob nanášení obnáší velkou škálu možností a jedině zkouška na konkrétním podkladu za konkrétních podmínek je opakovatelná. Provádění více než dvou nátěrů, zvláště čtyř a více, nese s sebou nebezpečí loupání jednotlivých vrstev. Postup natírání neumožňuje stoprocentní vyschnutí jednotlivých vrstev nátěrů. Při více vrstvách vysychá a tedy se i smršťuje nejprve vrstva na povrchu, případně podkladní vrstva, která odpařuje médium do podkladu [1].

Vnitřní vrstvy nátěrů zůstávají vláčné, i když jsou povrchové vrstvy již tvrdé a křehké. Tepelná dilatace nátěrového souvrství pak vede k oddělování nesourodých vrstev – křehkých od pružných, což se projevuje odlupováním [6].

1.5 Vlastnosti nátěrů

1.5.1 Fyzikální vlastnosti

Fyzikální vlastnosti fasádních nátěrů se hodnotí pomocí postupů, které jsou obsaženy v příslušných normách a předpisech. Hodnotí se zejména propustnost pro vodní páry, u speciálních tzv. protikarbonatizačních nátěrů i propustnost pro oxid uhličitý, dále nasákavost (vodotěsnost), přídržnost nátěru k podkladu, kryvost, odolnost proti zmrazovacím cyklům, odolnost proti teplotním šokům, odolnost vůči oděru za mokra, odolnost proti UV záření, agresivním složkám atd. Podle současné legislativy však žádná z uvedeného souboru fyzikálních a mechanických vlastností nepatří mezi tzv. určující vlastnosti a nepodléhá tedy povinnému hodnocení. Je na výrobci, které vlastnosti si nechá certifikovat, reps. Uvést na stavebně technickém osvědčení a v osvědčení o shodě. Každý spotřebitel však má právo na informace a pokud není dodavatel schopen předložit výsledky měření vlastností nátěru provedeného nezávislou (certifikovanou) zkušebnou, lze se obrátit na jiného dodavatele nebo výrobce [1].

1.5.1.1 Propustnost vodní páry

Propustnost nátěru, ale i jakéhokoliv stavebního materiálu pro vodní páry se vyjadřuje podle normy ČSN EN ISO 7783-2 pomocí dvou veličin – koeficientu propustnosti nátěru pro vodní páru σ a difúzního ekvivalentu tloušťky vzduchové vrstvy s_d . Koeficient propustnosti nátěru pro vodní páru σ je definován následujícím vztahem:

$$\sigma = V \cdot d / \Delta p \quad (6)$$

Kde: V je propustnost nátěru pro vodní páru v $\left[\frac{g}{m^2 \cdot den}\right]$; d je tloušťka filmu v metrech [m]; Δp je rozdíl tlaku vodních par mezi oběma stranami nátěru v [Pa].

Difúzní ekvivalent tloušťky vzduchové vrstvy (difúzní odpor) s_d je definován jako tloušťka statické vzduchové vrstvy v metrech, která vykazuje za stejných podmínek stejnou rychlost pronikání vodní páry jako měřený nátěr.

Je vyjádřen vztahem: $s_d = \sigma_L / \sigma$ [m] (7)

Kde: σ_L je koeficient propustnosti vzduchu v [Pa].

Vzhledem k obtížím při měření tloušťky zaschlých nátěrů, které obsahují hrubší plniva, se pro charakterizaci paropropustnosti používá s_d nejčastěji.

Norma ČSN EN ISO 7783-2 je v podstatě shodná s DIN 55 945 a shoduje se s WTA Merkblatt 2-3-92, mění ČSN 73 2580 a doplňuje ČSN 67 3093. Veličiny σ a s_d tak nahrazují dříve používané parametry koeficient difúzního odporu μ a difúzní odpor d_μ . Důsledkem je, že mizí rozdíly mezi hodnotami d_μ měřenými podle ČSN a s_d měřenými podle DIN resp. ISO, dané odlišnými podmínkami zkoušky a způsobem výpočtu. Hodnota d_μ podle ČSN byla proto vždy o něco vyšší než hodnota s_d podle DIN.

Norma ČSN EN ISO 7783-2 v souladu s ČSN EN 1062-1 rovněž rozděluje nátěry podle jejich propustnosti pro vodní páru tak, jak je uvedeno v následující tabulce [1].

Tabulka 3: Klasifikace nátěrů podle propustnosti pro vodní páru.

Třída	Propustnost pro vodní páru $\left[\frac{g}{m^2 \cdot den}\right]$	Propustnost pro vodní páru $\left[\frac{g}{m^2 \cdot den}\right]$	s_d [m]
I (vysoká)	> 150	> 6	< 0,14
II (střední)	15 až 150	0,6 až 6	< 0,14
III (nízká)	> 15	> 0,6	< 0,14

Je ovšem třeba říci, že fasádní nátěry, které by spadaly do kategorie III, tj. nátěry s nízkou propustností pro vodní páru, jejichž s_d je vyšší než 1,4 m, se již delší dobu na trhu téměř nevyskytují [1].

Většina v současné době prodávaných fasádních barev udává nátěry s hodnotou v rozmezí cca 0,1 m až 0,3 m a ani u speciálních typů vodotěsných nátěrů hodnota s_d zpravidla nepřekračuje 1 m [17].

Pro propustnost nátěru pro vodní páru má rozhodující význam poměr obsahu pigmentů a plniv k obsahu pojiv v nátěru, který se vyjadřuje jako objemová koncentrace pigmentu OKP definována vztahem:

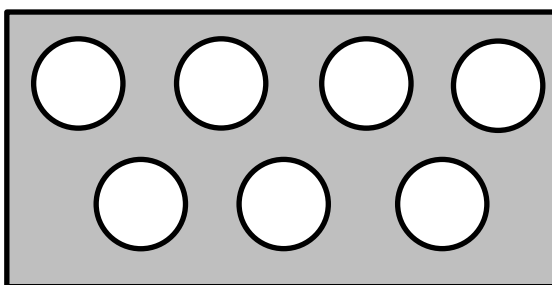
$$OKP = V_{\text{pigmentu}} / (V_{\text{pigmentu}} + V_{\text{pojiva}}) \cdot 100 \% \quad (8)$$

Kde: V_{pigmentu} je celkový objem pigmentů a plniv; V_{pojiva} je objem pojiva.

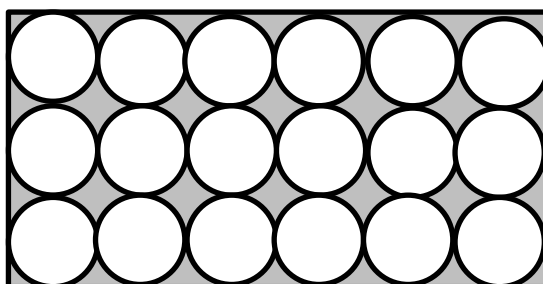
Při nízké hodnotě OKP je nátěr tvořen filmem pojiva, ve kterém jsou volně dispergovány částice plniv a pigmentů, přičemž tyto částice mohou mít mezi sebou do jisté míry kontakt. To závisí na stupni dispergace a na sklonu částic k tvorbě aglomerátů, případně k řetězení. Schematicky je struktura nátěru s nízkou hodnotou OKP znázorněna na následujícím obrázku (obrázek 4), ze kterého je patrné, že všechny částice jsou obklopeny pojivem.

V tomto případě je paropropustnost nátěru určena především paropropustností pojiva. Se vzrůstajícím obsahem plniv a pigmentů, a tedy s klesajícím obsahem pojiva, se dostaneme do bodu označovaného jako kritická objemová koncentrace pigmentu KOKP, kdy pojivo právě ještě stačí vyplnit všechny mezičásticové prostory. Tato situace je schematicky znázorněna na dalším obrázku (obrázek 5).

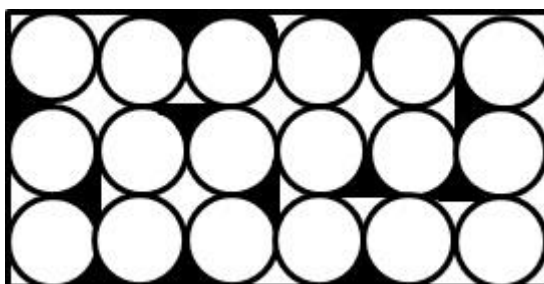
Vzroste-li obsah plniv a pigmentů nad hodnotu KOKP, nejsou již částice obaleny pojivem zcela, nýbrž jsou jím spojeny pouze v několika bodech. Tento stav je ilustrován na dalším obrázku (obrázek 6) [6].



Obrázek 4: Schéma struktury nátěru s nízkou hodnotou OKP.



Obrázek 5: Schéma struktury při KOKP.

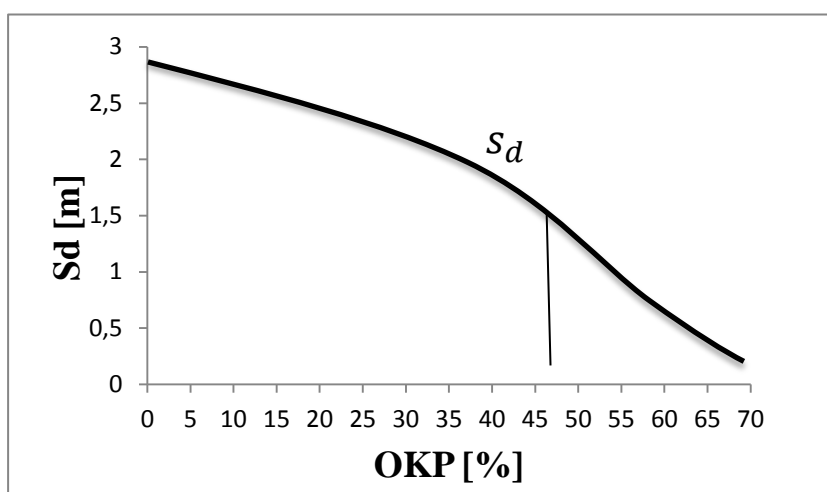


Obrázek 6: Schéma struktury nátěru nad kritickou hodnotou OKP.

Jak je patrné, nátěr se stává mikroporézním a se stoupající OKP proto rychle vzrůstá paropropustnost a nasákavost nátěru, zhoršuje proti oděru za mokra, nátěr ztrácí lesk a stává se zcela matným atd [6].

Schematicky je průběh závislosti difúzního odporu s_d [m] OKP uveden na následujícím grafu (obrázek 7). Z průběhu této závislosti je patrná změna, ke které dochází v oblasti KOKP, v tomto případě při OKP cca 45 %. Kritická objemová koncentrace pigmentu závisí na mnoha faktorech, především na charakteru pojiva a jeho pojivých schopnostech a dále na velikosti částic a distribuci velikosti částic použitých plniv a pigmentů a jejich specifickém povrchu [1].

Naprostá většina v současné době vyráběných nátěrových hmot je formulována v oblasti KOKP. Kromě toho se vyrábějí ještě tzv. plnicí nátěrové hmoty, které jsou formulovány nad KOKP a které někdy obsahují i strukturní plniva. Tento typ fasádních barev se používá pro základní nátěr, pokud je třeba zakrýt vlasové trhliny, drobné nerovnosti podkladu nebo rozdíly v charakteru podkladu u vyspravovaných omítek. Naopak lazurní nátěrové hmoty nemohou obsahovat velké množství pigmentů a plniv. Splnit požadavek vysoké paropropustnosti je pak značně problematické, pokud má pojivo vysokou pojiví schopnost, což je typické pro polymerní disperze [1].



Obrázek 7: Závislost difúzního odporu s_d nátěru na hodnotě OKP [1].

1.5.1.2 Nasákavost (vodotěsnost, rychlost pronikání kapalné vody)

Podle normy ČSN EN 1062-3 propustnost nátěru pro vodu v kapalné fázi, respektive nasákavost W [kg / m²] udává množství vody, které do nátěru naneseného na normou stanoveném podkladu pronikne za předepsaných podmínek během určitého časového intervalu.

Časovou závislost nasákavosti W lze popsat následujícím vztahem:

$$W = w \cdot \sqrt{t} \quad (9)$$

Kde: w je koeficient nasákavosti v $\left[\frac{kg}{m^2 \cdot \sqrt{h}}\right]$; T je doba, po kterou je nátěr v kontaktu s kapalnou vodou v [h].

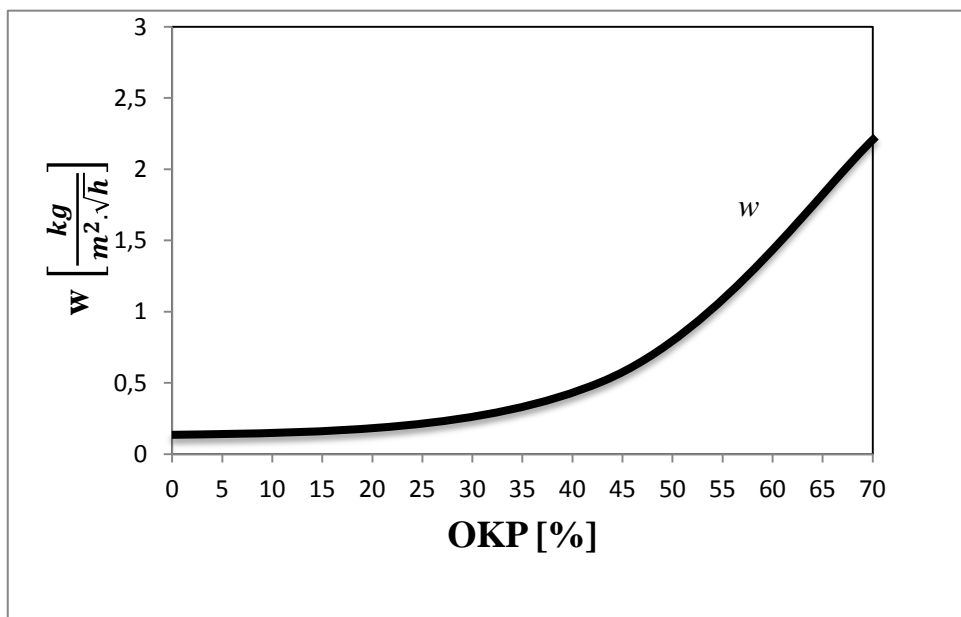
Pro praktické účely se k charakterizaci nasákavosti nátěrů používá hodnota koeficientu nasákavosti w , protože se tak do značné míry eliminuje vliv času měření. Některé nátěry totiž dosáhnou maximální hodnoty nasákavosti velmi rychle, u jiných tento process trvá mnohem déle. Norma ČSN EN 1062-3 rozděluje nátěry podle hodnoty koeficientu nasákavosti do tří tříd tak, jak je uvedeno v tabulce č. 4 [1].

Tabulka 4: Klasifikace hodnoty koeficientu nasákavosti.

Třída	Koeficient nasákavosti w $\left[\frac{kg}{m^2 \cdot \sqrt{h}}\right]$
I (vysoký)	$> 0,5$
II (střední)	0,1 až 0,5
III (nízký)	$< 0,1$

Uvedená norma je českou verzí evropské EN 1062-3 a nahrazuje dřívější normu ČSN 73 2578, podle které se vodotěsnost uváděla jako množství vody, které do nátěru pronikne za 30 minut. Obě normy rovněž používají zcela odlišnou metodiku měření nasákavosti včetně zásadně odlišného způsobu kondicionace nátěru před vlastním měřením. V důsledku toho byly hodnoty vodotěsnosti naměřené podle ČSN nesrovnatelné s hodnotami naměřenými podle EN nebo DIN [1].

Podobně jako u paropropustnosti má i nasákavost nátěru zásadní vliv objemová koncentrace pigmentu. Při nízkých hodnotách OKP je opět nasákavost nátěru určena nasákavostí pojiva, zatímco nad OKP nasákavost rychle vzrůstá v důsledku vzniku mikroporézní struktury, tak je patrné ze schematického znázornění na obrázku č. 8.



Obrázek 8: Závislost koeficientu nasákavosti w nátěru na hodnotě OKP.

Nasákavost však lze ovlivnit vhodným složením nátěrové hmoty nebo dodatečnou úpravou již zaschlého nátěru. Pokud nátěrová hmota obsahuje hydrofobizační přísadu, pak i v případě, že OKP je vyšší než KOKP, může mít nátěr nízkou nasákavost.

Stejného efektu lze dosáhnout i dodatečnou hydrofobizací zaschlého nátěru. Je tedy možno dosáhnout nízké hodnoty difúzního odporu a současně i nízké nasákavosti [1].

1.5.1.3 Künzelův vztah

Pomineme – li soklové oblasti u objektů s chybějící nebo nefunkční vodorovnou izolací a budovy, uvnitř kterých je silný zdroj vlhkosti jako např. bazén, velkokapacitní kuchyně apod., pak platí, že pro běžné fasády je hlavním zdrojem vlhkosti dešťová voda.

Fasádní nátěr bude proto spolehlivě plnit svoji funkci, pokud množství vody, které nátěrem za časovou jednotku projde ve formě spáry do okolí, bude stejné nebo větší než množství vody, které se za stejnou dobu nátěrem vsákne. Na základě tohoto předpokladu byl formulován empirický Künzelův vztah, který kvantituje požadavky na paropropustnost a nasákavost nátěru:

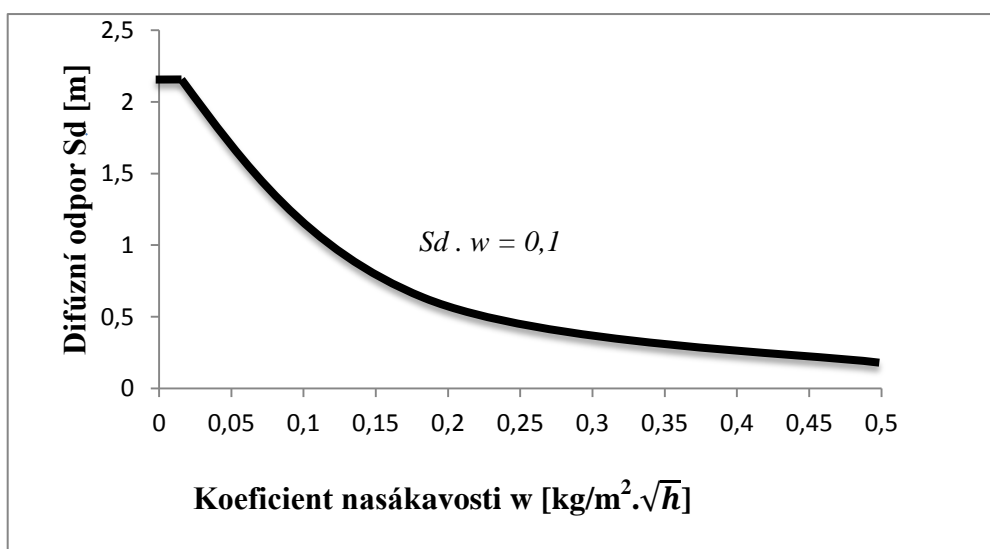
$$s_d \cdot w \leq 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \sqrt{\text{h}}} \quad (10)$$

Okrajové podmínky jsou:

$$s_d < 2,0\text{m}; w < 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}}} \quad (11)$$

Oblast platnosti Künzelova vztahu je znázorněna na obrázku č. 9. I když proti způsobu odvození uvedeného Künzelova vztahu mohou mít námitky, faktem zůstává, že fasádní nátěry, které tomuto vztahu vyhovují, se v praxi dlouhodobě osvědčily. Kromě toho není k dispozici žádný lepší a po teoretické stránce fundovanější vztah, kterým by se bylo možné při výběru nátěrového systému řídit [1].

Na základě uvedeného vztahu i na základě praktických zkušeností lze říci, že význam paropropustnosti se často přeceňuje. Skutečně významná je paropropustnost nátěru při povrchové úpravě sanačních omítek a dále při nátěrech fasád objektů, uvnitř kterých je silný zdroj vlhkosti. Na běžných fasádách, které nemají problémy se vztlínací vlhkostí, solemi, zatékáním vody z poškozených střech, okapů apod., není podstatné, jestli je hodnota od 0,07 m nebo 0,3 m, samozřejmě pokud má nátěr odpovídající vodotěsnost. Na trvale zavlhčených a zasolených omítkách soklových partií je rovněž lhostejné, jaká bude paropropustnost nátěru, protože takové omítky stejně podlehnou destrukci a není podstatné, stane-li se tak o rok dříve nebo později [1].



Obrázek 9: Grafické znázornění oblasti, ve které platí Künzelův vztah [1].

1.5.1.4 Mechanické vlastnosti nátěru

Pokud jde o mechanické vlastnosti nátěrů, hodnotí se nejčastěji jejich přídržnost k podkladu, kterým je obvykle beton nebo pórobeton. Klasická omítka se při této zkoušce jako podklad nepoužívá, protože její pevnost je často nižší než přídržnost nátěru. Hodnota přídržnosti fasádních nátěrů leží zpravidla v interval 0,7 MPa až 1,2 MPa [1].

Avšak patrně největší vypovídací schopnost, pokud jde o vlastnosti nátěru, mají zkoušky odolnosti proti zmrazovacím cyklům a odolnosti proti náhlým teplotním změnám (teplotním šokům) [18].

Zmrazovací test v podstatě modeluje namáhání, kterému je nátěr vystaven v zimních měsících, kdy nátěr v odpoledních hodinách provlhne vodou z tajícího sněhu a po západu slunce může tento nátěr v důsledku prudkého poklesu teploty zmrznout. Test odolnosti proti náhlým teplotním změnám naopak modeluje namáhání nátěru v letních měsících, kdy nátěr provlhne intenzivním deštěm při bouřce, po které se vyjasní a slunce velmi rychle ohřeje provlhlou fasádu, zejména tmavou, až na 50 °C. Výsledky se obvykle doplňují měřením přídržnosti nátěru k podkladu před testem a po něm. Oba popsané testy jsou velmi drastické a lze proto říci, že nátěr, který vydrží při obou zkouškách bez úhony 25 cyklů, bude v reálných podmínkách fungovat spolehlivě. Ani při těchto zkouškách se nepoužívá jako podklad omítka, protože zejména u zmrazovacích cyklů se omítka již po pěti cyklech začne rozpadat [1].

1.5.1.5 Fotokatalytické vlastnosti

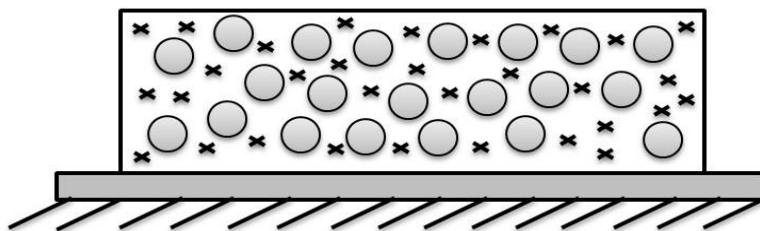
Fotokatalytické vlastnosti samočistící barvy obsahující TiO_2 a ZnO byli studovány za použití kyseliny „ORANGE 7“ jako modelová sloučenina. Barvy byly vystaveny simulovanému testu stárnutí v QUV panelu [19].

Fotokatalytický aktivní nanokompozit na bázi TiO_2 a Zn-Al se připraví mokrou impregnační technikou. Čerstvě připravené suspenze se nanáší stříkáací technikou na povrchu bílých fasádních barev [20].

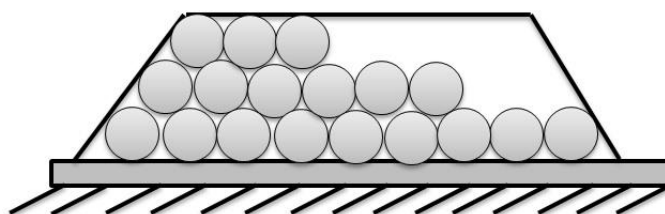
1.5.1.6 Tvorba filmu nátěrové hmoty

Vrstva nátěrové hmoty nanesená na podklad obsahuje velké množství ředidla. Postupem času dochází k odpaření tohoto media, částečně také k jeho nasáknutí do podkladu a vrstva nátěrové hmoty potom obsahuje vyšší procento sušiny. Podle typu nátěrové hmoty dochází buď k téměř úplnému vyschnutí vrstvy (např. u rozpouštědlových hmot, u silikonových a silikátových nátěrových hmot), nebo k odpaření velké většiny media. Podle typu hmoty se vrstva přemění na souvislý film, nebo na soustavu oddělených, avšak do sebe zaklesnutých částic (silikátový nátěr, vápenný nátěr). Vznik filmu u disperzních nátěrových hmot je podmíněn mimo jiné i teplotou. Je-li teplota příliš nízká, pod kritickou tzv. minimální filmotvornou teplotou, nedojde k vytvoření souvislého filmu,

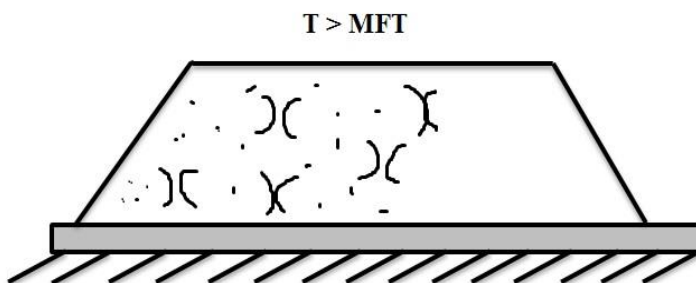
ale k vyschnutí vrstvy na prášek. V praxi se nastavuje minimální filmotvorná teplota u fasádních nátěrových hmot v rozmezí 0 až +5 °C [6].



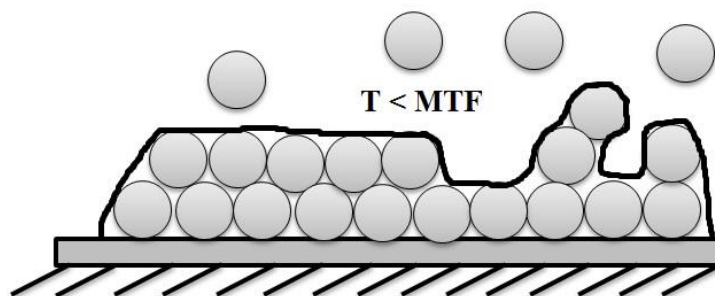
Obrázek 10: Stav na počátku zasychání nánosu nátěru.



Obrázek 11: Stav průběhu zasychání nánosu.



Obrázek 12: Částice se vzájemně propojují.



Obrázek 13: Částice už se dál nespojují.

Vysvětlivky:

- Podklad



- Částice polymeru



- Voda



1.5.1.7 Stárnutí a technická životnost nátěru

Každý nátěr vystavený působení povětrnosti mění v průběhu času svoje vlastnosti. Tento děj, obvykle označovaný jako stárnutí, je komplexem řady procesů, přičemž některé probíhají souběžně, jiné na sebe naopak navazují [21].

Nejprve dochází k vymývání vodorozpustných složek nátěru deštěm, což je často pozitivní proces. U vápenných nátěrů však působení kyselé dešťové vody vede k pozvolné ztrátě pojiva. V tomto případě se jedná o dva procesy. Jednak působením oxidu uhličitého, který je obsažen v dešťové vodě, mění prakticky nerozpustný uhličitán vápenatý na rozpustnější hydrogenuhličitan [1].

Mnoho archeologicky významných kamenných chrámů, jeskyň, maltových památek a stavebních fasád např. v Indii se nyní znetvořily kvůli kolonizaci sinic. Exponované plochy kamenných chrámů, památek, stejně jako fasád domů ve většině regionů v Indii vypadají načervenalé v důsledku tvorby fototrofních biofilmů [22].

U nátěrů na bázi organických pojiv dochází působením povětrnosti rovněž k řadě destrukčních procesů. Může se jednat o postupnou hydrolyzu pojiva, oxidační procesy, odbourávání ultrafialovým zářením apod. Důsledkem těchto procesů může být postupná změna některých vlastností nátěru projevující se zvyšováním nasákavosti nátěru, snižováním jeho přidržnosti k podkladu, sprašování povrchové vrstvičky nátěru, křídováním apod. Životnost nátěru je vlastnost, kterou lze jen velmi obtížně kvantifikovat. Zkoušky přirozeného stárnutí na venkovních stanicích trvají řadu let, během kterých se zpravidla změní receptura testované nátěrové hmoty nebo se tato nátěrová hmota přestane vůbec vyrábět. Zkoušky urychleného stárnutí sice poskytují výsledky podstatně dříve, avšak korelace mezi přirozeným a umělým stárnutím je obvykle nevyhovující [6].

1.5.1.8 Odstranitelnost nátěru

Nátěry se obvykle odstraňují proto, že již neplní svoji dekorativní funkci nebo proto, že došlo k porušení jejich ochranné funkce, zpravidla v důsledku nedostatečné údržby stavby [1].

Žádný z existujících typů nátěrů však není snadno odstranitelný. Minerální nátěry je možné odstranit pouze mechanicky, nátěry na bázi organických pojiv i jinými metodami [23].

Novou povrchovou úpravu fasády je třeba provést dříve, než původní nátěr zcela dožije. Starý nátěr lze po očištění buď přetřít nebo je nutno jej odstranit a pak teprve nanést nový nátěrový systém [1].

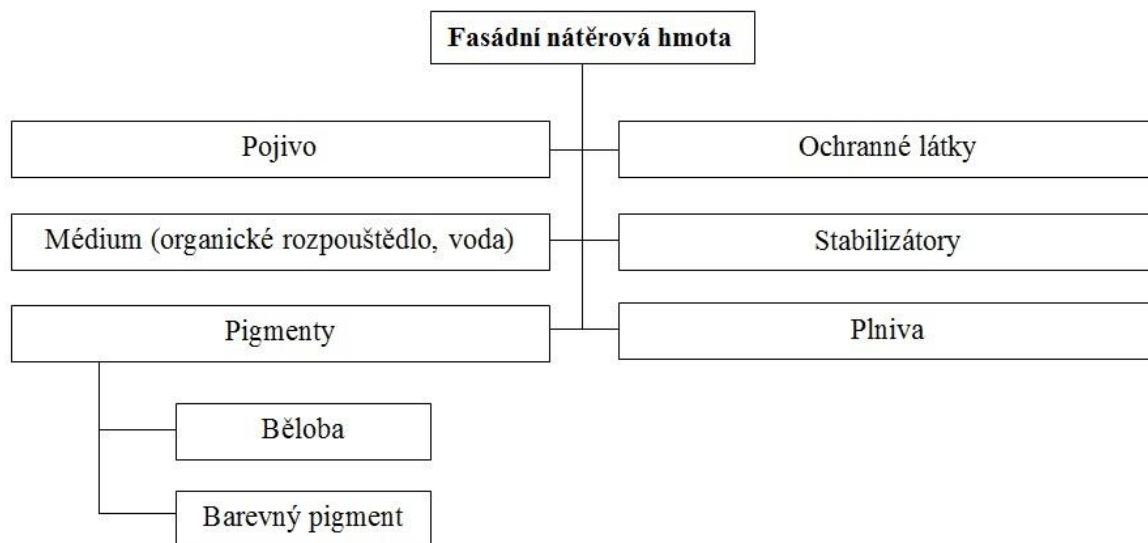
1.5.1.9 Sušina nátěrových hmot

Sušina, resp. obsah netěkavých složek udávaný v hmotn. % je jedním ze základních údajů o každé nátěrové hmotě. Hodnoty sušiny leží u většiny fasádních barev v rozmezí 50 % až 65 % hmotn., což znamená, že 35 % až 50 % hmotn. tvoří rozpouštědla, ředidla, která v průběhu zasychání nátěru vytékají. Z toho vyplývá, že tloušťka mokrého nátěru je výrazně větší než tloušťka suchého nátěru. Tloušťku mokrého nátěru lze vypočítat ze spotřeby vyjádřené v litrech na m^2 , aniž bychom znali sušinu. Ze spotřeby vyjádřené v gramech na m^2 však i při znalosti sušiny můžeme vypočítat pouze hmotnost zaschlého nátěru. Aby údaj o obsahu sušiny měl potřebnou informační hodnotu, je třeba znát u vodou ředitelných fasádních barev ještě alespoň hustotu nátěrové hmoty a u rozpouštědlových fasádních barev i hustotu zaschlého nátěru nebo hustotu použitého rozpouštědla. Teprve pomocí těchto údajů můžeme vypočítat, jaká bude tloušťka zaschlého nátěru při daném nánosu nátěrové hmoty. Protože hustoty jak pojiv, tak zejména plniv a pigmentů se výrazně liší – např. běžně používaný vápenec má hustotu 2,71 kg/l, titanová běloba 4,10 kg/l, baryt 4,75 kg/l – je znalost hustoty důležitá, protože při stejném nánosu v g/m^2 a při stejné sušině vznikne z nátěrové hmoty o vyšší hustotě tenčí nátěr [6].

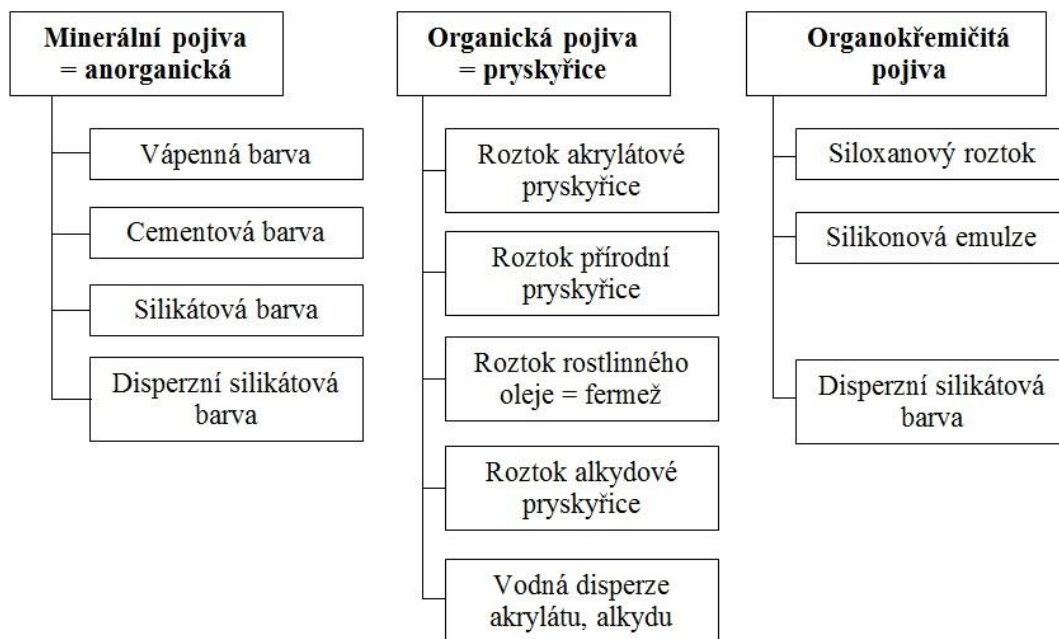
1.5.2 Chemické vlastnosti

1.5.2.1 Složení pojiva

V odborné chemické literatuře se nátěrové hmoty k povrchové úpravě fasád zpravidla dělí dle chemického a fyzikálního složení pojiv. Toto rozdělení je podrobně popsáno včetně vlastností v kapitole: Rozdělení nátěrových hmot [1].



Obrázek 14: Schéma složení fasádní nátěrové hmoty.



Obrázek 15: Schéma rozdělení pojiv z čistě chemického hlediska.

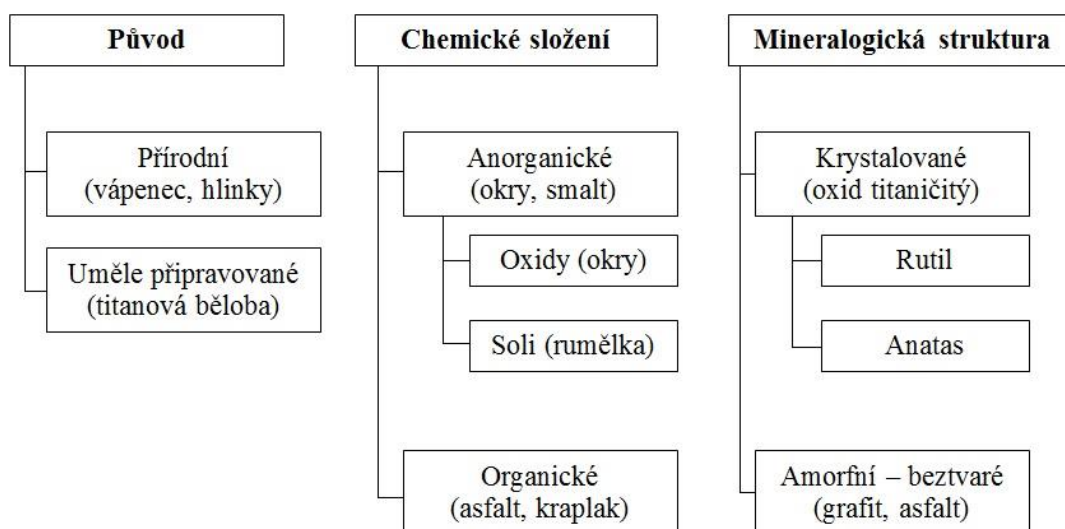
1.5.2.2 Složení plniv a pigmentů

1.5.2.2.1 Pigmenty

Pigmenty jsou částice, které po dopadu bílého světla odrážejí jen paprsky jedné skupiny vlnových délek, což se projevuje jako barva příslušná této části viditelného spektra. Absorbce části světla je doprovázena jeho přeměnou většinou na tepelnou energii. Každá chemická sloučenina je schopna pohlcovat energii některé vlnové délky. Vlnová délka ovšem může náležet UV záření, tepelnému záření, rentgenovým paprskům, mikrovlnám apod. Pokud ovšem leží tato charakteristická vlnová délka uvnitř viditelného spektra, jeví se nám sloučenina jako barevná [1].

Jedním extrémem jsou pigmenty, které odrážejí všechny viditelné paprsky stejně a druhým extrémem naopak pigmenty, kteří všechny viditelné paprsky pohlcují [24].

Pigmenty jsou na rozdíl od podobně se opticky chovajících barviv v daném médiu nerozpustné. Pigmenty lze rozdělit do skupin na základě různých kritérií, viz. následující obrázek [1].



Obrázek 16: Rozdělení pigmentů dle původu, chem. složení a miner. struktury.

1.5.2.2.1.1 Pigmenty přírodní

Přírodní pigmenty jsou barevné látky, které se nacházejí volně v přírodě. K nátěrům, případně k uměleckým výtvorům jsou užívány člověkem již od pravěku [1].

K probarvování fasádních nátěrových hmot se dodnes používají zejména:

- Hlinky– oxid železitý v různých krystalických soustavách, v různém stupni hydratace: goethit, hydrogoethit– světlé okry; amorfní– hnědé okry; hematit– červenofialový odstín; glaukonit– zeleně zbarvený oxid železnatý.
- Vápenec– křída (uhličitan vápenatý)
- Kaolin– hlinitokřemičitan vápenatý, jeho funkce je spíše jako plnivo
- Malachit, azurit– zásadité uhličitany měďnaté

1.5.2.2.1.2 Stálost pigmentů v zásaditém prostředí

Pigmenty, jejichž pojiva vykazují silně zásaditou reakci, musí vykazovat chemickou stálost v alkalickém prostředí. Při použití nestálých pigmentů, zvláště pak organických, dochází nezdědka ke změně barevného odstínu nátěru. Proto při dobarvování zvláště vápenných barev na staveništi je třeba dbát na to, aby pigmenty byly alkáliím odolné.

1.5.2.2.2 Plniva

Plniva jsou anorganické práškové hmoty, které mají několik vlastností:

- Zahušťují hmotu, čímž upravují viskozitu při natírání.
- Propůjčují nátěru schopnost vyplnit jemné trhliny a nerovnosti podkladu.
- Zvyšují sušinu a tak i tloušťku suchého filmu nátěru.

Jako plniva se používají prášky nízké ceny, nižší hustoty, aby při dopravě na stavenišť nesedaly v balení ke dnu, neutrální, nejlépe bílé nebo transparentní barvy. Dle požadované struktury nátěru se používají mikromleté kamenné moučky, jako například vápenec, křída, kaolin, mastek nebo sypké materiály hrubší zrnitosti (písky, mletý živec).

Použití křídly pro vnější nátěry není doporučováno, neboť rychle reaguje s kyselými složkami v ovzduší, s oxidy síry a dusíku a tvoří šedožluté sloučeniny. Nátěry ztrácejí bělost a žloutnou. Pro dekorativní omítkoviny se používá i prosívka šterkopísku, nejlépe kulaté křemínky. Jako přísada do vápenných a cementových nátěrových hmot se používá i mletá slída. Tím se dosahuje efektů jemného krystalického lesku [6].

1.5.2.3 Další aditiva

1.5.2.3.1 Nanočástice

V nátěrovém průmyslu se již dlouhou dobu zvažuje o použití tzv. Nanosilver částic. Činnost oxidu titaničitého nebo nanočástic oxidu uhličitého slouží jako aditiva ochrany povrchu proti mikrobiálnímu, fyzikálnímu a chemickému poškození. V současné době není jasné, zda se bude moci nanočástice v barvách moct používat, protože se zatím nedosahuje navrhovaných efektů. Dalším faktem je, že případná rizika pro životní prostředí a lidské zdraví je stále kontroverzní diskuze [25].

1.5.2.3.2 Stabilizátory disperze

Disperze jako směs organických částic – kapiček ve vodě, je citlivá na zmrznutí média – vody. Při zmrznutí nestabilizované disperzce dojde ke sražení pryskyřice podobně jako při vysrážení tvarohu z mléka. Po následném rozmrznutí již tento nevratný děj neumožňuje použití poškozené nátěrové hmoty. Stabilizátor zabraňuje vysrážení pryskyřice z disperze [26].

Většina disperzí pro stavebnictví a průmysl nátěrových hmot je stabilizována. Schopnosti stabilizátorů alenelze přeceňovat, a chceme-li mít jistotu, že nátěrová hmota bude po zimě použitelná, je nutno ji držet ve vytápěném skladu, kde teplota nemůže klesnout pod +5°C [1].

1.5.2.3.3 Odpěňovače

Poměrně nepříjemnou vlastností disperzí je pěnivost. Zvláště u hustých nátěrových hmot pěna znamená bubliny ve vrstvě nátěru. Pro zamezení tvorby pěny bublin se do nátěrových hmot přidávají speciální odpěňovače, například na bázi silikonových olejů. Koncentrace odpěňovačů je velmi nízká, v desetinách %. Odpěňovač na stavbě se hodí použít pouze tehdy, je-li formulace nátěru na staveništi upravována [1].

1.5.2.3.4 Vnitřní hydrofobizátory

Pro dosažení vodoodpudivosti jinak typicky nasákové nátěrové hmoty je možno do směsi přidat malé množství hydrofobních látek. Vzniklá vrstva vyschlého nátěru potom bude vykazovat sníženou nasákovost, což se projeví příznivě při dešti nebo při ostříku plochy. Účinek přídatku hydrofobizátoru v nátěrové hmotě uděluje vodoodpudivost výhradně vrstvě nátěru, nikoli podkladu. Pokud má být tedy před účinky srážek chráněn,

nelze spoléhat jen na vnitřní hydrofobizaci nátěru, ale je nutno provést hydrofobní penetraci celé omítkové vrstvy [1].

1.5.2.3.5 Požární odolnost pro stavební fasády

Kompozitní materiály jako například sklená vlákna, polymery (GFRPs) mají výhody vysoké pevnosti a tuhosti, ale i nízkou hustotu a vysoce flexibilní přizpůsobení. Proto se jejich potenciál ve výměně klasických materiálů (beton, hliník, ocel) v nitru fasády stal atraktivní. Abychom mohli fasádu označit jako protipožární, musí obsahovat tzv. sendvičový panel, který odolává procesům hoření [27].

1.5.3 Estetické vlastnosti

1.5.3.1 Kryvost a lazurnost

Množství pigmentu potřebné pro zakrytí barvy a kresby podkladu se nazývá krycí mohutnost. Kryvost jednotlivých pigmentů se značně liší: Např. rutil a zinková běloba mají při stejné kryvosti rozdíl ve spotřebě 400 %. Výborně kryvého rutilu potřebujeme 5x méně než zinkové běloby. Ve většině případů je u fasádních nátěrů kryvost žádoucí a čím větší je kryvost nátěru, tím nižší může být jeho spotřeba [1].

V památkové péči je někdy žádáno jen lazurní přibarvení stávajícího barevného podkladu, případně lazurní přibarvení přírodního kamene. Touto úpravou nemá být zakryta struktura, barva a barevné přechody v podkladu [1].

Podklad má být pouze dotónován do nádechu příslušného barevného odstínu. Lazurností rozumíme poloprůhlednou barevnou úpravu. Dosahuje se jí nátěrovou hmotou, která obsahuje z tuhých částic pouze barevný pigment, v receptuře chybí titanová běloba a neprůhledná pojiva [28].

Vzhledem k vlnovému charakteru světla pak vlna světla některé částice barevného pigmentu oběhne a dopadne na podklad, zatímco od jiných se odrazí [1].

Oko pak vnímá součet paprsků odražených od podkladu a od lazurního pigmentu jako barvu podkladu s nádechem lazurního odstínu [29].

1.5.3.2 Stabilita vůči UV záření

Každá chemická sloučenina absorbuje energii, kterou přemění na chvění vazby mezi atomy, a ta se poté vyzáří jako určité záření. Pokud typická frekvence leží v oblasti ultrafialového záření, může dojít k rozpadu sloučeniny právě jeho působením.

O takových pigmentech říkáme, že jsou UV nestále, a proto se nehodí pro nátěry v exteriéru [6].

1.5.3.3 Struktura a textura nátěru

Barevný nátěr má kromě barevnosti také svou typickou tloušťku a strukturu povrchu. Pokud je žádoucí skrýt nedokonalost a nerovnoměrnost například vysrávek fasády, zvolíme nátěr s vyšší typickou tloušťkou a vlastní strukturou, pokud chceme jen ochránit povrch např. přírodního kamene před zvětráváním, zvolíme naopak nátěr tenkovrstvý, kopírující podklad, bez vlastní struktury [1].

Evropská norma EN 1062 uvádí rozdělení plniv nátěrů do 4 tříd.

Tabulka 5: Rozdělení plniv nátěrů.

S1 jemné	do 100 μm
S2 střední	do 300 μm
S3 hrubé	do 1500 μm
S4 velmi hrubé	nad 1500 μm

1.5.3.3.1 Hladké nátěry

Hladké nátěry jsou výhodné tím, že umožňují rychlé stečení vody po povrchu, neusazují se a ních prachové depozity. Nevýhodou je, že je na nich vidět mechanické poškození např. poškrábání, mastné skvrny apod. Také na podkladech s nestejnou savostí bude i lesk nátěru nestejný. Na savém podkladu bude více pojiva nasáknuto do podkladu, nátěr bude matnější, na nesavém podkladu zůstane pojivo na povrchu – nátěr bude lesklý [1].

Hladké nátěry se dosahují hmotami s obsahem jemně mleté kamenné moučky jako plniva [30].

1.5.3.3.2 Hrubé nátěry

Hrubé, drsné nátěry provádíme hmotami s obsahem větších zrněk písku nebo živcové moučky o zrně do 1,5 mm. Tyto hmoty nanesené i na zcela hladký podklad imitují vzhled štukové fasády. Spotřeba těchto hmot bývá vždy vyšší, 0,5 až 0,8 kg/m^2 při dvou nátěrech. Nevýhodou hrubých nátěrů je usazování prachu na reliéfu nátěru stejně jako riziko oděru osob, které se o nátěr otřou. U hrubého nátěru je třeba počítat s tím, že se občas musí umýt [1].

1.5.3.4 Požadavky na ochranné prvky na fasádě

Hlavním cílem ochranných prvků na fasádě je rozptýlit část negativní energie. Velikost ochranného elementu bývá v rozmezí 5 – 6 m² [31].

1.6 Povrchové úpravy fasád historických budov

Nátěr plní dvě funkce – estetickou, tedy funkci nositele barevnosti a vzhledu povrchu. Nátěr se stává jakousi obětovanou vrstvou, vystavenou povětrnosti a brání rychlému pronikání srážkové vlhkosti do pórů podkladu a umožňuje odpaření vlhkosti z podkladu. Rozpadá se působením krystalizace solí a ledu, oplachuje se stékajícími srážkami [32].

1.6.1 Vybraná studie o povrchových úpravách fasád historických budov

Studie popisuje vlastnosti fasádních nátěrů na bázi vápenného hydrátu. Vlastnosti vápenného hydrátu byly upraveny přidávkem metakaolinu a organických polymerů. Natírání bylo uskutečněno s pomocí žlutých železnatých pigment. Výsledkem práce jsou formulace práškových fasádních barev určených pro ošetření povrchů fasád historických budov [9].

2 Experimentální část

2.1 Cíle bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce bylo otestovat tři fasádní nátěrové báze různými typy zkoušek, které testovaly fyzikální a chemickou odolnost. Nejprve byly připraveny zkušební vzorky.

2.2 Použité chemikálie

VODA DESTILOVANÁ

Vzorec: H_2O

Výrobce: Univerzita Pardubice

Hustota: $0,999972 \text{ g/cm}^3$

ACETON TECHNICKÝ

Vzorec: CH_3COCH_3

Výrobce: Fisher Scientific

Hustota: $0,79 \text{ g/cm}^3$

Molární hmotnost: $58,08 \text{ g/mol}$

ETHANOL

Vzorec: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Výrobce: H.Moller GmbH & Co. KG

Hustota: $0,789 \text{ g/cm}^3$

Molární hmotnost: $46,07 \text{ g/mol}$

CHLOROFORM

Vzorec: CH_3Cl

Hustota: $1,48 \text{ g/cm}^3$

Molární hmotnost: $119,378 \text{ g/mol}$

NAFTA

Vzorec: uhlovodíky C_9 až C_{20}

Hustota: $0,84 \text{ g/cm}^3$

Molární hmotnost: různá

10% ROZTOK HYDROXIDU DRASELNÉHO

Vzorec: KOH

Hustota: 2,04 g/cm³

Molární hmotnost: 56,105 g/mol

Výrobce: Lach-Ner, s.r.o

KYSELINA SÍROVÁ 96 %

Vzorec: H₂SO₄

Hustota: 1,822 05 g/cm³ (25 °C)

Molární hmotnost: 98,078 48 g/mol

Výrobce: Lach-Ner, s.r.o

METHYLMETRAKRYLÁT

Koncentrace: 14,4 %

Číslo CAS: 80-62-6

Číslo EINECS: 201-297-1

Klasifikace: R11; R37/38; R43

DIBENZOYLPEROXID

Vzorec: C₁₄H₁₀O₄

Molární hmotnost: 242,23 g/mol

Toxicita: vysoká, při styku s kůží, při zasažení očí

2.3 Přístroje a experimentální zařízení

- Kyvadlo Persoz NFT 30-016.
- Přístroj pro stanovení nejnižší teploty pro utvoření filmu (MFFT).
- Leskoměr Q– gloss 3 standard.
- Krabicové nanášecí pravítko se šterbinou 150 µm.
- Analytické váhy.
- Tříbodový tloušťkoměr.
- Řezací nůž pro stanovení přilnavosti nátěru (rozestup nože 1 mm).
- Comtest OP3P– zařízení k měření odtrhové pevnosti v oblasti povrchových úprav.
- Ostatní běžné vybavení chemické laboratoře.

2.4 Příprava zkušebních vzorků

2.4.1 Měření tvrdosti, lesku, odolnosti vůči kapalinám, tloušťky nátěru, stupně přilnavosti

Zkušební vzorky byly nanесeny na skleněných panelech o rozměrech 100 x 150 mm a 100 x 200 mm. Skleněné panely byly nejprve umyty saponátovým roztokem, opláchnuty teplou vodou a po oschnutí vyleštěny acetonem. Nátěr byl zhotoven v jedné vrstvě krabicovým nanášecím pravítkem se štěrbinou 150 µm. Takto upravené vzorky byly ponechány po dobu 24 hodin v klimatizované místnosti. Podmínky: 23 °C, 76 % vlhkosti.

2.4.2 Měření odtrhové pevnosti

Zkušební nátěry byly zhotoveny na cemento-třískové desky o rozměrech 100 x 150 mm. Nátěr byl zhotoven v jedné vrstvě krabicovým nanášecím pravítkem se štěrbinou 150 µm. Podmínky: 23 °C, 76 % vlhkosti.

2.4.3 Měření zasychání

Zkušební nátěry byly zhotoveny na skleněných plátech o rozměru 30 x 300 mm. Panely byly očištěny saponátovým roztokem, opláchnuty teplou vodou a po oschnutí vyleštěny acetonem. Nátěr byl zhotoven v jedné vrstvě krabicovým nanášecím pravítkem. Podmínky: 23 °C, 76 % vlhkosti.

2.4.4 Měření MFFT

Zkušební nátěr byl zhotoven krabicovým nanášecím pravítkem s pěti štěrbinami. Podmínky: M003, rozsah 5 – 23 °C.

2.5 Metody hodnocení fasádních nátěrových hmot

2.5.1 Stanovení tvrdosti kyvadlovým přístrojem dle Persoze (ČSN 67 3076)

Měření tvrdosti bylo prováděno na kyvadlovém přístroji. Podstatou zkoušky je stanovení doby útlumu, respektive počtu kmytů kyvadla. Při zkoušce se měří doba útlumu kývání kyvadla z amplitudy 12° na amplitudu 4°, přičemž u skleněného standardu je doba útlumu 425-440 s. Váha kyvadla je 500 g, délky 425 mm a s ocelovými kuličkami průměru 8 mm. Měrnou jednotkou tvrdosti zkoumaných nátěrových filmů jsou procenta vztažená k tvrdosti skleněného standardu, který je 100%. U kyvadla dle Persoze se více uplatňují plastické vlastnosti povrchu nátěrů (viz tabulka 3.1). Výpočet tvrdosti se provedl podle následujícího vztahu: (12)

$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 [\%] \quad (12)$$

Kde: T- tvrdost [rel. %]; t_1 - doba útlumu vzorku [s]; t_2 - doba útlumu standardu [s].

2.5.2 Stanovení lesku nátěru (ČSN 67 3063)

Stanovení lesku nátěrových filmů bylo provedeno za použití přístroje BYK GARDNER - micro TRI gloss, který měří s využitím odrazu světla. Stanovení spočívá ve stanovení množství odraženého světla od nátěrového filmu, které pod definovaným úhlem dopadalo na zkoumaný vzorek. Výsledek stanovení lesku je udáván v % a je vztažen ke standardu, kterým je v tomto případě černé sklo s přesně definovaným indexem reflexe a to 1,567. Leskoměr měří lesk pod třemi úhly a to 20°, 60°, 85°.

2.5.3 Stanovení odolnosti vůči kapalinám (ČSN EN 12759)

Princip metody je stanovení odolnosti fasádních nátěrových hmot vůči kapalinám. Kontrola nátěrů byla prováděna každých 24 hodin a pokaždé byly zapisovány změny v povrchu nátěru. Měření probíhalo 168 hodin, včetně 24 hodinové regenerace (viz tabulka 3.4).

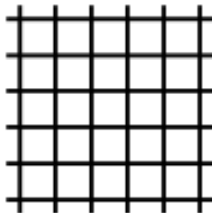
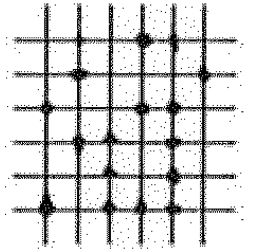
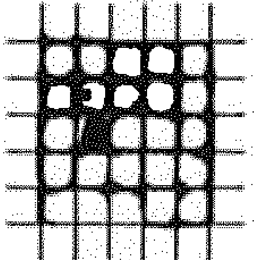
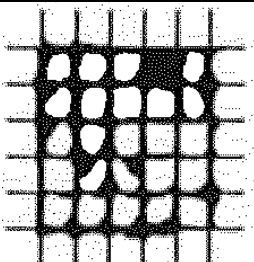
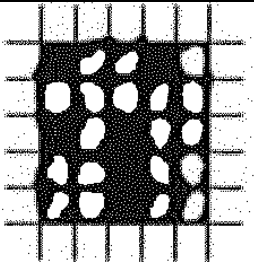
2.5.4 Stanovení tloušťky nátěru

Na skleněných panelech byly tloušťky měřeny po zaschnutí za pomoci tříbodového mechanického měřidla. Tloušťka se u všech třech nátěrů pohybovala okolo 40 μm .

2.5.5 Stanovení stupně přilnavosti nátěru pomocí mřížkové metody (ČSN ISO 2409)

Stanovení bylo prováděno řezacím nožem s břity, které měly rozestup 1 mm, a s jeho použitím byla vytvořena mřížka, která je utvořena dvěma na sebe kolmými řezy. Vzhled vytvořené mřížky určujeme dle stupnice 0 až 5 na základě porovnáním se standardy (viz tabulka níže).

Tabulka 6: Klasifikace mřížky.

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

2.5.6 Stanovení odtrhové pevnosti (ČSN EN ISO 4624)

Principem zkoušky je nalepení odmaštěných a zdrsňených železných terčků na vrstvu fasádní nátěrové hmoty, která je nanesena na cemento-třískových deskách. Podstatou zkoušky je měření maximálního tlaku, který nátěr při odtrhu vydrží.

Průměr terče byl 50 mm, limitní napětí: 7,639 MPa (viz tabulka 3.5). Jako lepidlo byl použit methylnetrakrylát s dibenzoylperoxidem v poměru 10:1.

2.5.7 Stanovení zasychání (ČSN EN ISO 9117-3)

Norma specifikuje metodu zkoušení, kterou se stanoví charakteristiky povrchového zasychání povlaku nátěrové hmoty zasychajícího působením vzduchu nebo chemickou reakcí svých složek. Princip metody je stanovení času, za který nátěrový film zaschne. Bylo použito balotiny (ČSN EN 1423) a závaží o hmotnostech 20, 200, 500 gramů (viz tabulka 3.3).

2.5.8 Stanovení minimální filmotvorné teploty (ASTM D2354)

Měření se provádí pomocí přístroje MFFT-60 s teplotním rozsahem od 5 °C do 23 °C. Nejnižší teplota pro vytvoření filmu (MFFT) je definována jako nejnižší teplota, při níž se syntetický latex nebo emulze na vodné bázi při nanesení na podklad spojí v kontinuální čirý film. Hodnota MFFT u nepigmentovaných vodných disperzí leží zpravidla v blízkosti teploty skelného přechodu polymeru, není však jejím synonymem. Metoda je založena na vytvoření teplotního spádu na povrchu poniklované měděné desky, kde je zhotoven film z vodné disperze. Zasychání filmu je urychleno proudem vzduchu, procházejícím přes vysoušecí soustavu integrovanou pod krytem přístroje společně s regulátorem průtoku. Teplotní senzory pod povrchem desky kontrolují, aby byla teplota desky v souladu se zvoleným rozsahem, a jsou rovněž využívány teplotním kurzorem pro udávání teploty desky v bodě MFFT. Odklápěcí kryt z plexiskla nad deskou zajišťuje tepelnou izolaci a zároveň umožňuje vizuální kontrolu celého procesu.

3 Výsledky

Naměřené hodnoty tvrdosti dle Persoze jsou zobrazeny v tabulce 7 a tato data byla zpracována do grafu 4.1. Výsledky stanovení lesku nátěrových filmů jsou zobrazeny v tabulce 8 a v grafu 4.2. Výsledky odolnosti vůči kapalinám jsou uvedeny v tabulce 9. Tloušťka je uvedena v tabulce 10. Přílnavost povrchu nátěrových filmů je zobrazena v tabulce 11. Stanovení odtrhu nátěrových filmů je zobrazeno v tabulce 12 a v grafech 4.3 – 4.6. Zasychání fasádní nátěrové hmoty je zobrazeno v tabulce 13 a data v grafu 4.7.

Tabulka 7: Vyhodnocení tvrdosti kyvadlovým přístrojem dle Persoze

Fasádní báze	Tloušťka [μm]	Tvrdost [%]				
		1. den	3. den	10. den	20. den	30. den
Akrylát	40	15,6	22,2	29,3	30,5	32,2
Silikon	39	12,9	16,5	22,0	24,4	26,7
Akrylátový ester	45	6,7	6,6	7,0	7,0	7,2

Tabulka 8: Vyhodnocení změny lesku v čase

Fasádní báze	Tloušťka [μm]	Lesk [%]					
		1. den			10. den		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
Akrylát	40	1,1	2,1	2,1	1,3	4,0	6,7
Silikon	39	1,2	2,8	3,8	1,2	2,8	2,4
Akrylátový ester	45	1,3	4,2	7,2	1,6	2,1	1,9

Tabulka 9: Vyhodnocení odolnosti vůči kapalinám

Kontrola každých 24 hodin		
Fasádní báze	Nanesená kapalina	Porušení nátěru
Akrylát	Destilovaná voda	Povrch lehce nabobtnalý, vytvořily se malé vrásky, lesk ani barva se nezměnila.
	Nafta	Na povrchu se vytvořila jedna malá boulička,
	H ₂ SO ₄	Povrch částečně porušen, vytvořena černá kopcovitá skvrna, lesk zmizel.
	10 % KOH	Povrch mírně nabobtnalý, lesk ani barva se nezměnila
Silikon	Destilovaná voda	Povrch lehce poleptán, barva ani lesk se nezměnil.
	Nafta	Povrch neporušen, barva lehce nažloutlá, lesk se nezměnil.
	H ₂ SO ₄	Povrch zcela porušen, nabobtnal, barva zčernala, lesk zmizel.
	10 % KOH	Povrch lehce nabobtnal, barva lehce nažloutlá, lesk se nezměnil.
Akrylátový ester	Destilovaná voda	Povrch středně poleptán, vytvořeny vrásky, barva ani lesk se nezměnil.
	Nafta	Povrch neporušen, barva lehce nažloutlá, lesk se nezměnil.
	H ₂ SO ₄	Povrch silně poleptaný, barva zčernala, lesk zmizel
	10 % KOH	Na povrchu se vytvořily mírné pupínky, lesk ani barva se nezměnila.

Změna povrchu fasádních hmot proběhla během prvních 24 hodin od nanešení kapalin. Poté byl nátěr každých 24 hodin kontrolován, jestli neproběhla nějaká změna povrchu. V průběhu 168 hodin včetně 24 hodinové regenerace však už další porušení nátěru neproběhlo.

Tabulka 10: Vyhodnocení tloušťky nátěru na skleněných panelech

Fasádní báze	Tloušťka [μm]
Akrylát	39
Silikon	40
Akrylátový ester	45

Tabulka 11: Vyhodnocení přilnavosti pomocí mřížkové metody

Fasádní báze	Druh poškození
Akrylát	5. Změna, která je větší než u stupně 4
Silikon	Klasifikace 1.: Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %.
Akrylátový ester	Klasifikace 1.: Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %.

Tabulka 12: Vyhodnocení odtrhové pevnosti

Fasádní báze	Odtrh			
	Napětí [kPa/s]	Max. napětí [MPa]	Kohezní lom [%]	Adhezní lom [%]
Akrylát	37,2	0,431	43	57
Silikon	68,7	0,5985	71,5	28,5
Akrylátový ester	58,25	0,561	51,5	48,5

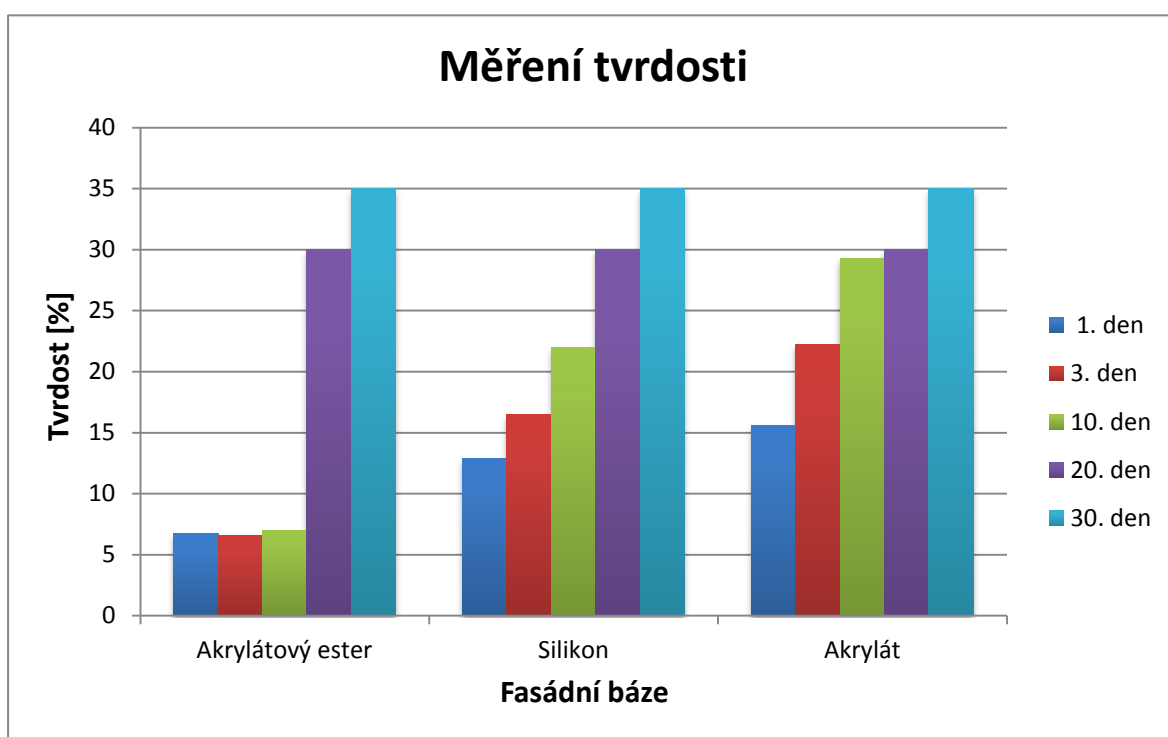
Tabulka 13: Vyhodnocení zasychání

Fasádní báze	Stupeň	Začátek: 8:45	Pomůcky
Akrylát	1.	11 min	Balotina
	2.	13 min	20 g závaží
	3.	15 min	200 g závaží
	4.	30 min	500 g závaží
		Začátek: 8:48	-----
Silikon	1.	27 min	Balotina
	2.	28 min	20 g závaží
	3.	29 min	200 g závaží
	4.	30 min	500 g závaží
		Začátek: 8:53	-----
Akrylátový ester	1.	23 min	Balotina
	2.	24 min	20 g závaží
	3.	27 min	200 g závaží
	4.	35 min	500 g závaží

4 Diskuze

4.1 Stanovení relativní tvrdosti nátěrových filmů na skleněných podkladech

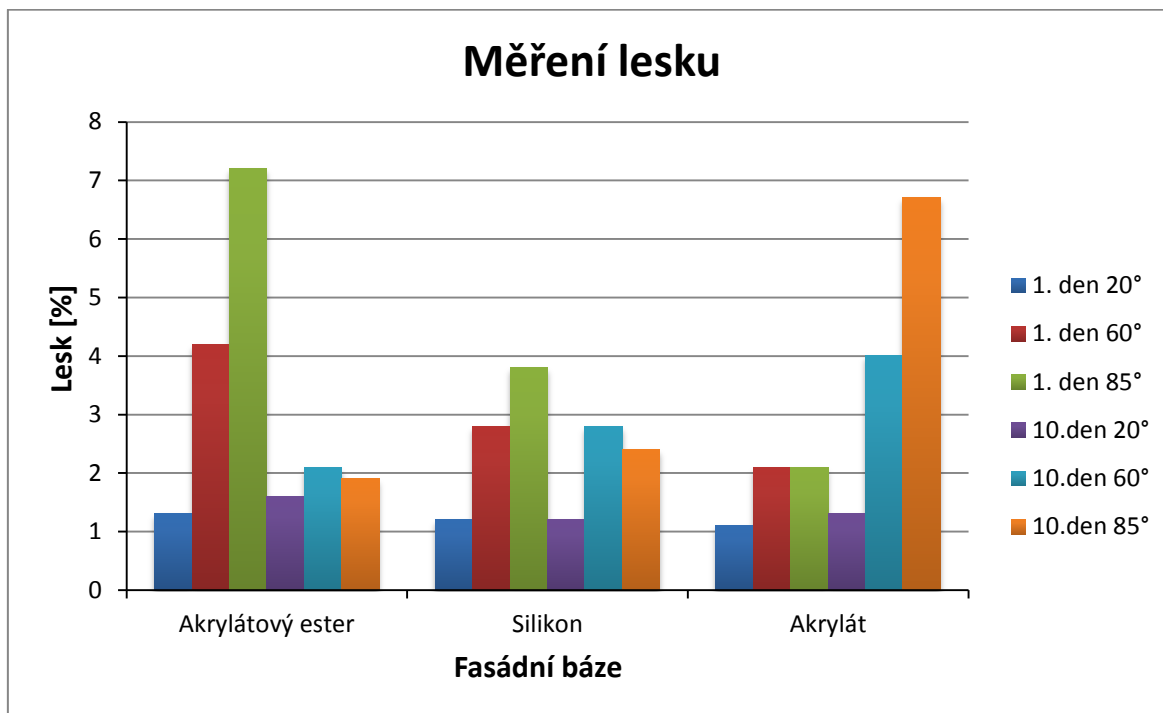
Toto měření bylo prováděno na skleněných panelech s jednou vrstvou připravených nátěrových hmot od prvního dne, po dobu 30 dní. Tvrdost nátěrových filmů byla měřena na kyvadlovém přístroji dle Persoze (ČSN 673076). Nejrychleji tvrdnoucím nátěrem byl akrylát, naopak nejpomaleji tvrdnul akrylátový ester (viz graf 4.1). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7.



Graf 4.1: Závislost tvrdosti fasádní báze na čase.

4.2 Stanovení lesku na skleněných panelech

Zkouška měření lesku byla provedena pro všechny vzorky nátěrových hmot 1. a 10. den pod úhly 20°, 60° a 85°. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8. Nejvyšší hodnoty lesku vykazuje akrylátový ester, naopak nejmenší lesk má silikon (viz graf 4.2). Všechny tři zkoumané nátěrové báze mají matný charakter povrchu.



Graf 4.2: Závislost lesku fasádní báze na čase.

4.3 Stanovení odolnosti vůči kapalinám na skleněných panelech

Toto měření bylo prováděno na skleněných panelech s jednou vrstvou nátěrových hmot po dobu 168 hodin včetně regenerace, která trvala 24 hodin. Porušení nátěru proběhlo už po prvních 24 hodinách od nanesení kapalin. V průběhu dalších dní už žádné výrazné změny povrchu zaznamenány nebyly (viz tabulka 9 a obrázek 18 - 19).

4.4 Stanovení tloušťky nátěru na skleněných panelech

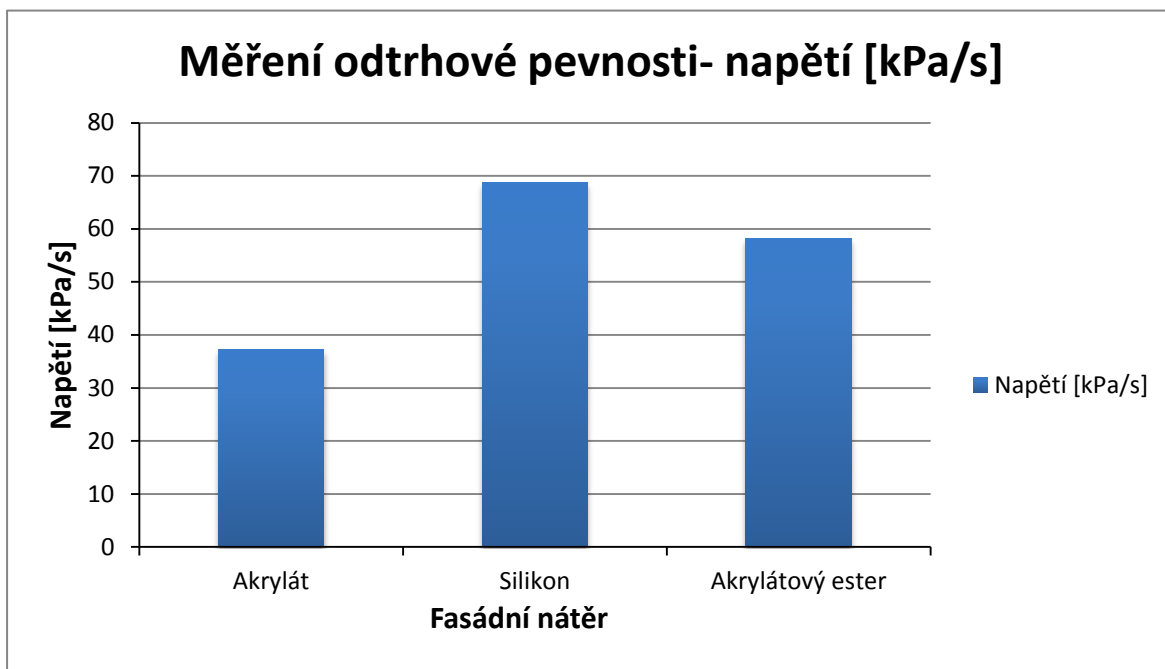
Na skleněných panelech byly tloušťky nátěrových hmot měřeny tříbodovým mechanickým měřidlem. Všechny nátěrové báze měli podobnou tloušťku, která se pohybovala okolo 40 μm (viz tabulka 10).

4.5 Stanovení stupně přilnavosti pomocí mřížkové metody

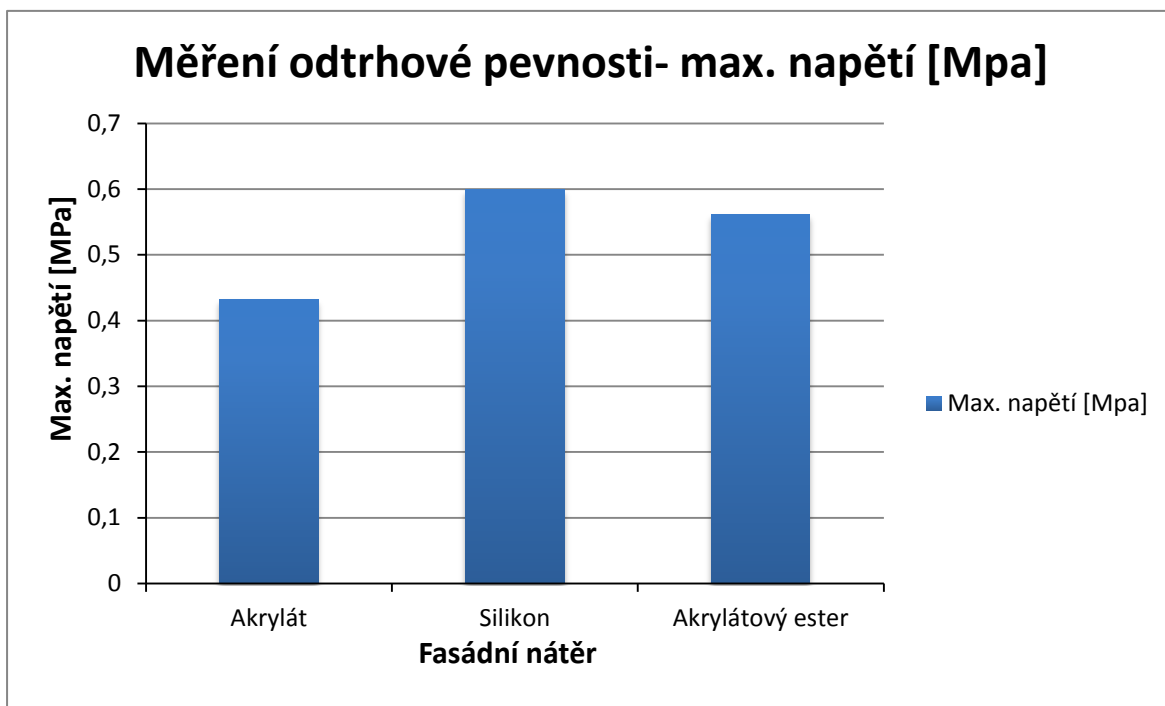
Toto měření bylo prováděno řezacím nožem s břity o rozestupech 1mm. Nejlépe dopadly silikon a akrylátový ester, které vykazovali nepatrné poškození v místech, kde se kříží řezy. Nejhorší přilnavost měl akrylát, na kterém mřížky nešly ani vytvořit z důvodu velmi špatné přilnavosti (viz tabulka 11).

4.6 Stanovení odtrhové pevnosti

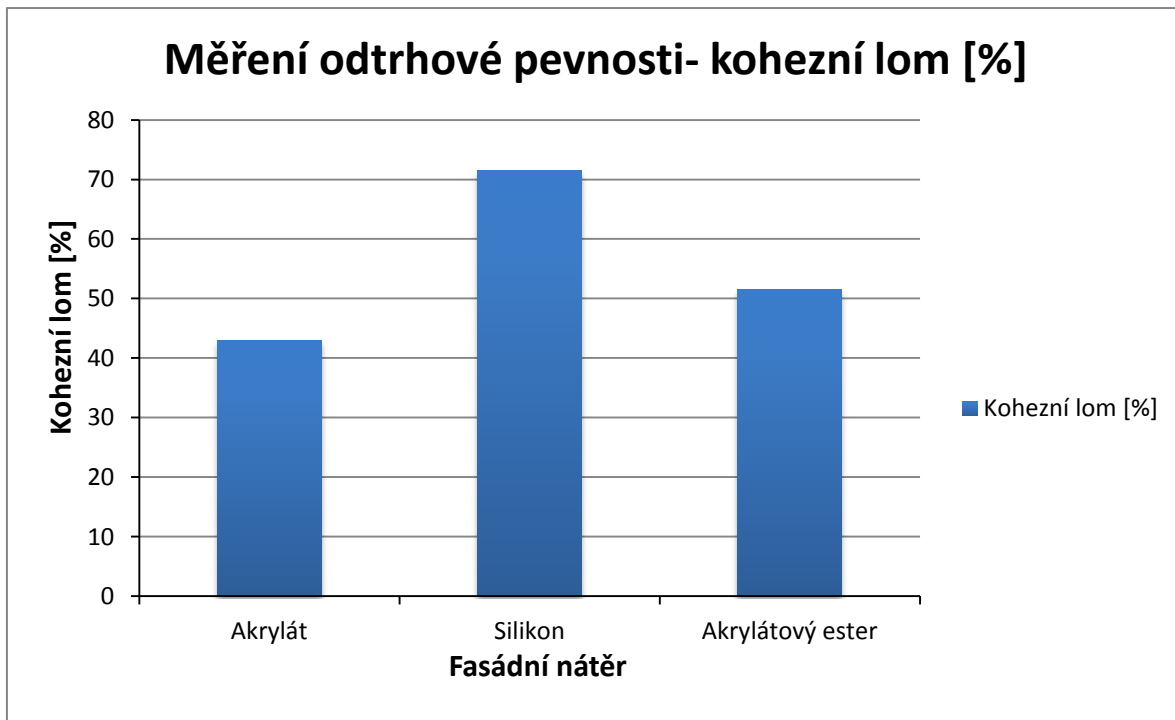
V odtrhové zkoušce si nejlépe vedl silikon, který vykazoval nejlepší hodnoty v napětí, maximálním napětí i v kohezním lomu, avšak nejhorší hodnoty vykazoval u adhezního lomu. Akrylát i akrylátový ester si v této zkoušce počínali podobně (viz tabulka 12 a graf 4.3 – 4.6).



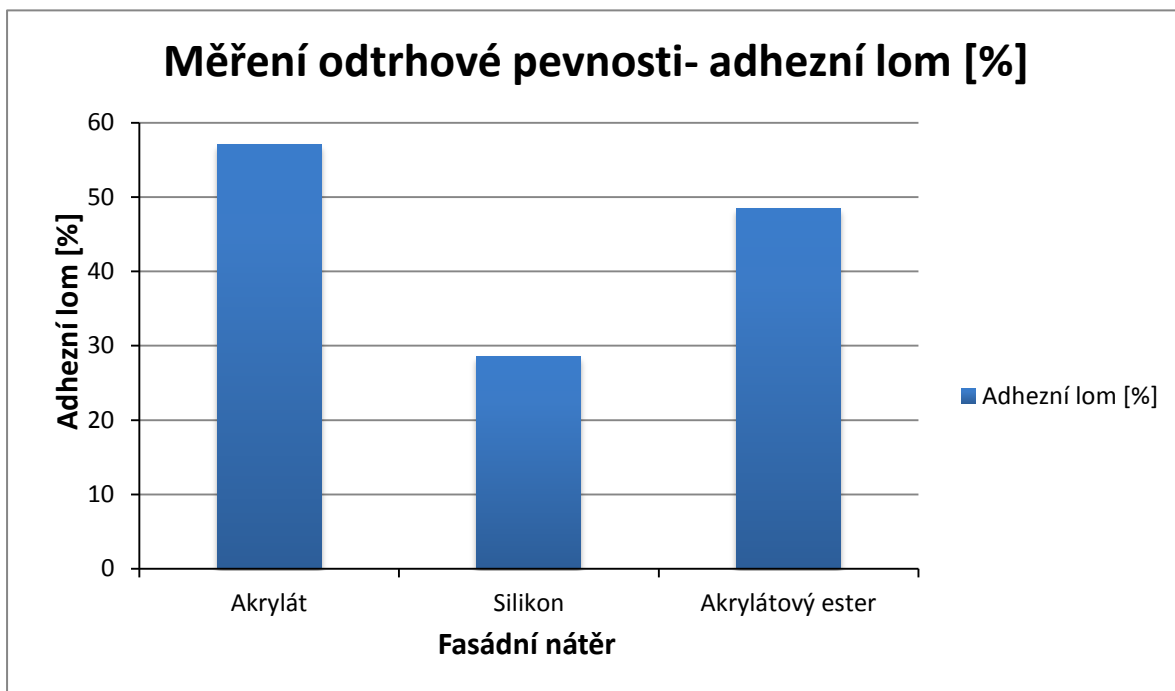
Graf 4.3: Závislost odtrhu fasádního nátěru na napětí.



Graf 4.4: Závislost odtrhu fasádního nátěru na maximálním napětí.



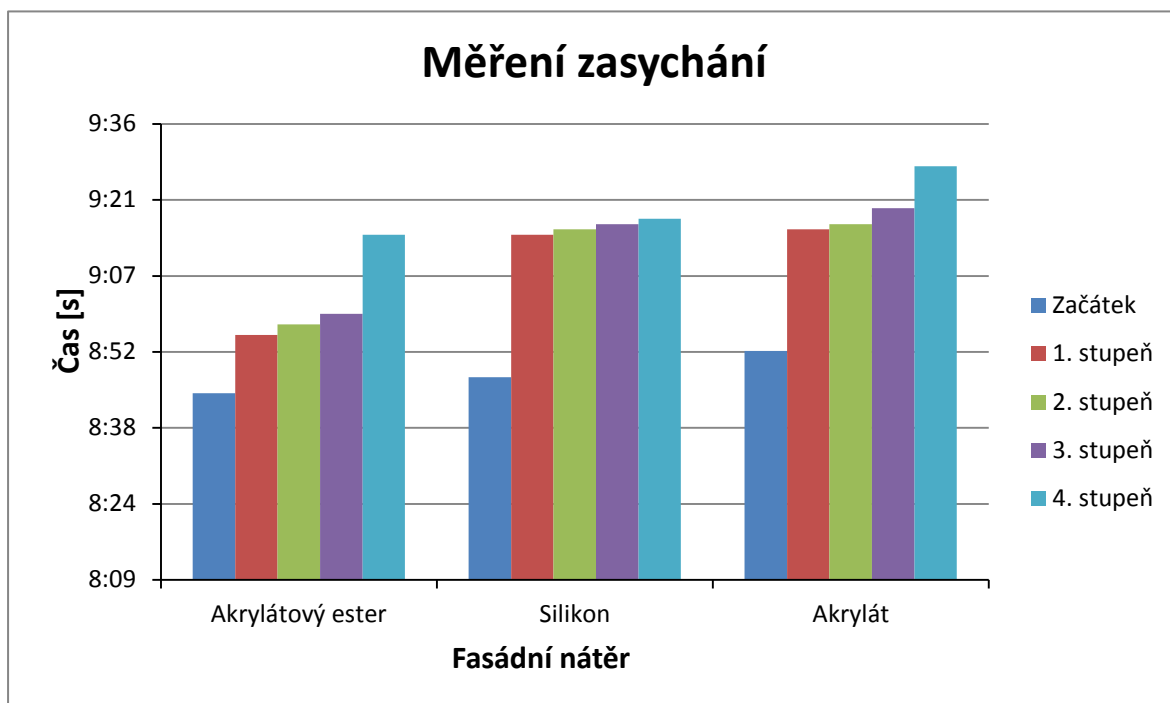
Graf 4.5: Závislost odtrhu fasádního nátěru na kohezním lomu.



Graf 4.6: Závislost odtrhu fasádního nátěru na adhezním lomu.

4.7 Stanovení zasychání

Do prvního stupně nejrychleji zaschl akrylátový ester, avšak do 4 stupně mu zasychání trvalo nejdéle. Silikon a akrylát zasychaly téměř stejně rychle (viz tabulka 13 a graf 4.7).



Graf 4.7: Závislost zasychání fasádního nátěru na čase.

4.8 Stanovení minimální filmotvorné teploty

U všech testovaných fasádních bází byla minimální filmotvorná teplota stanovena pod 5 °C. Tyto fasádní báze lze po napigmentování aplikovat na fasády i pod touto stanovenou teplotou.

5 Přínos bakalářské práce

Hlavním přínosem bakalářské práce bylo zkoumání třech různých fasádních nátěrových hmot. Na nátěrech bylo provedeno celkem 8 zkoušek (jak mechanických, tak chemických) a v každé zkoušce vynikal jiný nátěr. Nelze tedy určit, který nátěr je nejlepší. Pokud však přihlédneme na kritéria pro použití jako fasádní nátěrové hmoty, všechny tři vzorky lze použít jako báze pro fasádní nátěrové hmoty.

6 Závěr

V dnešní době se vyskytuje velké množství výrobků, které jsou určeny na ochranu fasád. Laik se v tomto výběru jen těžko zorientuje, a proto bych doporučil, aby každý zákazník využil pomoci odborníka při výběru své fasádní nátěrové hmoty. Přeci jen to není levná záležitost a každý by určitě nerad za pár let fasádní nátěr měnil z důvodu např. plísní nebo špatné přilnavosti ke stávajícímu povrchu. Při výběru fasád by se mělo dbát na dva základní parametry, kterými je paropropustnost a nasákavost. Pokud se zákazník těmito parametry bude řídit, tak se vyhne řadě nepříjemností jako jsou např. plísně, které jsou způsobeny nadměrnou vlhkostí zdiva. Je také důležité, aby poměr estetické a ochranné funkce byl ideálně vyvážený, ikdyž větší důraz by měl být kladen na funkci ochrannou. Žádnou z uvedených fasádních nátěrových hmot nelze považovat za dokonalou. Každá má své výhody i nevýhody, které plynou z jejího složení, např. druh pojiva, pigmentů, modifikačních přísad atd. a je jen na zákazníkovi, jak dobře si zvolí ten správný typ. Vývoj fasádních nátěrových barev jde nezadržitelně kupředu a fasádní nátěrové hmoty budou mít stále své uplatnění, protože dům se bez kvalitní fasády prostě neobejde.

7 Seznam literatury

- [1] HEIDINGSFELD, V. *Nátěry fasád*. 2. přeprac. vyd. Praha: Grada, 2007, 136 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-1472-1
- [2] BOROVEC, P. *Malby a nátěry*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007, iv, 84 s. Stavíme. ISBN 978-80-7366-083-3.
- [3] MĚŠŤAN, R. *Omitkářské a štukatérské práce*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988, 301 s., 64 s. obr. příl.
- [4] FIEDLER, F. *Stavební aktuality: Barevné fasády*. 1963. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963. ISBN 04-728-63.
- [5] BARTÁK, K. *Fasády a jejich rekonstrukce*. 1. vyd. Praha: Grada, 1996, 90 s. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8.
- [6] HEIDINGSFELD, V. *Nátěry fasád*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 136 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-9025-4.
- [7] PRIHA, O., RAULIO, M., COOKE, K., FISHER, L., HILL, C., HYLKINEN, S., KELLY, P., NAVABPOUR, P., OSTOVARPOUR, S., TAPANI, K., TATTERSHALL, C., VEHVILÄINEN, A-K., VERRAN, J.
- [8] OCHOA, P., CARLOS, E., CAPELUTO, G. *Decision methodology for the development of an expert system applied in an adaptable energy retrofit façade system for residential buildings*. Renewable Energy. 2015, vol. 78, s. 498-508 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.renene.2015.01.036. [online]
- [9] ANTOŠ, P., KOUTNÍK, P., ANTOŠOVÁ, B., *Studie vlastností fasádních nátěrových hmot s kalcinovaným kaolinem*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. Sborník příspěvků 41. Mezinárodní conference o nátěrových hmotách KNH. Stránky 239-244. ISBN 978-80-7395-258-7.

- [10] PANDA, K., MISHRA, B.G., MISHRA, D.K., SINGH, R.K.. *Effect of sulphuric acid treatment on the physico-chemical characteristics of kaolin clay: ČSN EN ISO 3166 (97 1002)*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2010, vol. 363, 1-3, s. 98-104; [online].
- [11] LIU, Q., SHAO, L., FAN, H., LONG, Y., ZHAO, N., YANG, S., ZHANG, X., J.: *Characterization of maxillofacial silicone elastomer reinforced with different hollow microspheres*. Journal of Materials Science. 2015, vol. 50, issue 11, s. 3976-3983 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1007/s10853-015-8953-9. [online]
- [12] HISCHIER, R., NOWACK, B., GOTTSCHALK, F., HINCAPIE, I., STEINFELDT, M., SOM, C.: *Life cycle assessment of façade coating systems containing manufactured nanomaterials*. Journal of Nanoparticle Research. 2015, vol. 17, issue 2 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1007/s11051-015-2881-0. [online]
- [13] VESELÝ, P., BEZROČKA, K., *Silikonové pryskyřice a emulze pro nátěrové hmoty*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. Sborník příspěvků 37. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách KNH. Stránky 28 - 41. ISBN 80-7194-856-X.
- [14] NGUYEN, QUYNH, T., TRAN P., Tuan, D., NGO, TRAN, P., MENDIS, P. *Experimental and computational investigations on fire resistance of GFRP composite for building façade: A new strategy to protect façades and surfaces?*. Composites Part B: Engineering. 2014, vol. 62, s. 218-229; [online]
- [15] FAOUZI N., AYED, N., CHEVALIER, Y. *Dispersion of hematite suspensions with sodium polymethacrylate dispersants in alkaline medium*. Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2006, vol. 286, 1-3, s. 17-26 [online].
- [16] PRECIADO, A., ORDUÑA, A., BARTOLI, B., BUDELMANN, H. *Façade seismic failure simulation of an old Cathedral in Colima, Mexico by 3D Limit Analysis and nonlinear Finite Element Method*. Engineering Failure Analysis. 2015, vol. 49, s. 20-30 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2014.12.003. [online]

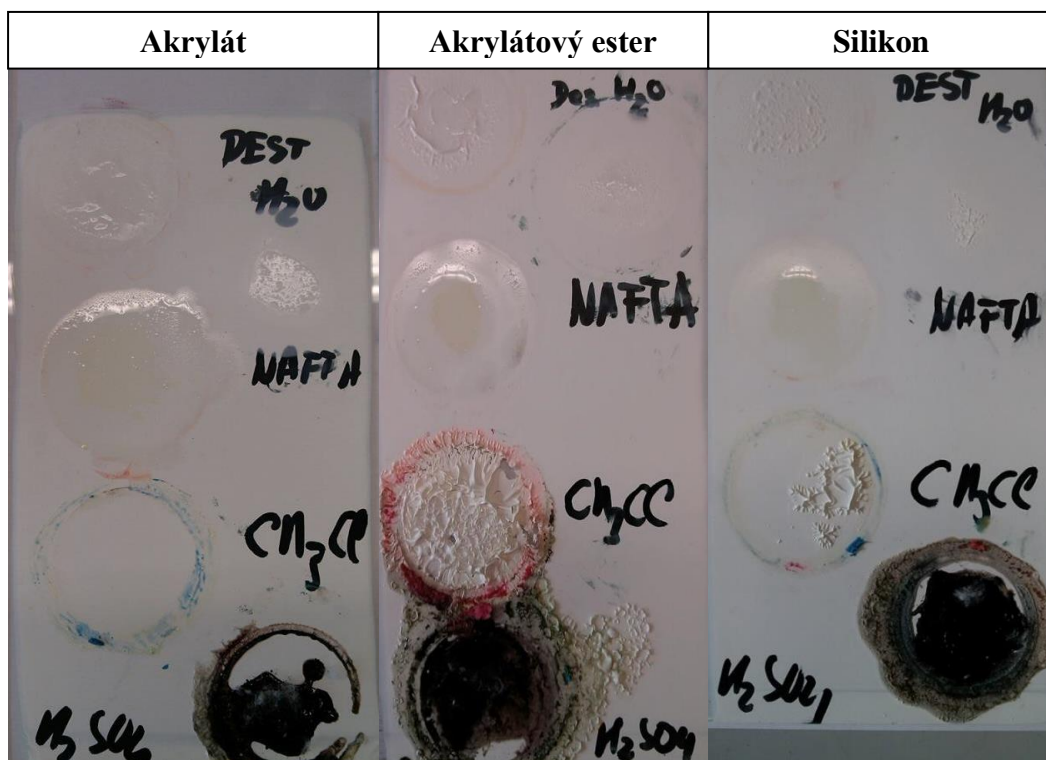
- [17] FORDAHL, C. Book Review: Bring Me Men. *Armed Forces & Society*. 2015, vol. 41, issue 2, s. 388-389 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1177/0095327x14529253. [online]
- [18] SHAFIQ, N., NURUDDIN, M-F., KHAN, S-U. AYUB, T. *Calcined kaolin as cement replacing material and its use in high strength concrete*. *Construction and Building Materials*. 2015, vol. 81, s. 313-323 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.02.050. [online]
- [19] BAUDYS, M., KRÝSA, J., ZLÁMAL, M., MILLS, A. *Weathering tests of photocatalytic facade paints containing ZnO and TiO₂*. *Chemical Engineering Journal*. 2015, vol. 261, s. 83-87 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1016/j.cej.2014.03.112. [online]
- [20] VUČETIĆ, SNEŽANA, B., RUDIĆ, O-L., MARKOV, S-L., J. BERA, O-J., VIDAKOVIĆ, A-M., SKAPIN, S., RANOGAJEC, J-G. *Antifungal efficiency assessment of the TiO₂ coating on façade paints*. *Environmental Science and Pollution Research*. 2014, vol. 21, issue 19, s. 11228-11237 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1007/s11356-014-3066-6. [online]
- [21] LÓPEZ, F. SANTIAGO, M. R. *Sensitivity study of an opaque ventilated façade in the winter season in different climate zones in Spain*. *Renewable Energy*. 2015, vol. 75, s. 524-533 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.renene.2014.10.031. [online]
- [22] KESHARI, ADHIKARY, S. P. *Diversity of cyanobacteria on stone monuments and building facades of India and their phylogenetic analysis*. *International Biodeterioration*. 2014, vol. 90, s. 45-51 [online].
- [23] JROUNDI, GONZALEZ, M., GARCIA-BUENO, A., RODRIGUEZ-NAVARRO, C. *Consolidation of archaeological gypsum plaster by bacterial biomineralization of calcium carbonate*. *Acta Biomaterialia*. 2014, vol. 10, issue 9, s. 3844-3854 [cit. 2015-05-12]. DOI: 10.1016/j.actbio.2014.03.007. [online]
- [24] ANTOŠ, P. a kolektiv. *Kalcinované kaoliny z tuzemských zdrojů a perspektivy jejich využití při výrobě nátěrových hmot*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. Sborník příspěvků 36. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách KNH. Stránky 127-132. ISBN 80-7194-762-8.

- [25] KAISER, J-P., DIENER, L., WICK, P. *Nanoparticles in paints: A new strategy to protect façades and surfaces*. Journal of Physics: Conference Series. 2013-04-10, vol. 429, s. 012036-; [online].
- [26] GRACIA, A., NAVARRO, L., CASTELL, A., CABEZA, L-F. *Energy performance of a ventilated double skin facade with PCM under different climates*. Energy and Buildings. 2015, vol. 91, s. 37-42 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.01.011. [online]
- [27] STORGÅRDS. *Microbial populations on brewery filling hall surfaces – Progress towards functional coatings*. Food Control. 2015, vol. 55, s. 1-11 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.02.022. [online]
- [28] SUTERA, D. *The Bell-Tower Facade: An Aseismic Device in Sicily Between the 12th and 18th Centuries*. International Journal of Architectural Heritage. 2014, vol. 9, issue 2, s. 130-142 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1080/15583058.2014.951791. [online]
- [29] BAUDYS, M., KRÝSA J., ZLÁMAL, M., MILLS, A.. *Weathering tests of photocatalytic facade paints containing ZnO and TiO2*. Chemical Engineering Journal. 2015, vol. 261, s. 83-87 [cit. 2015-05-27]. DOI: 10.1016/j.cej.2014.03.112. [online]
- [30] ANTOŠ, P.; ANTOŠOVÁ, B.; KOUTNÍK, P.; *Povrchové úpravy fasád historických budov*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2011. Sborník příspěvků 42. Mezinárodní conference o nátěrových hmotách KNH. Stránky 43 – 54. ISBN 978-80-7395-399-7.
- [31] VIEFHUES, E., ÜNAL M., HÜSKEN, G., MEHDIANPOUR, M., WELLERSHOFF, F. *Zementgebundenes Crashmaterial für Schutzbauteile in explosionsbeanspruchten Fassaden*. Bautechnik. 2014, vol. 91, issue 8, s. 567-571 [online].
- [32] ŠŤASTNÝ, P. *Obnova historické fasády lazurním nátěrem*. Praha: Press Agency, 2006, Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky, Sv. III, stránky 27 – 28. ISSN 0551 – 7354.

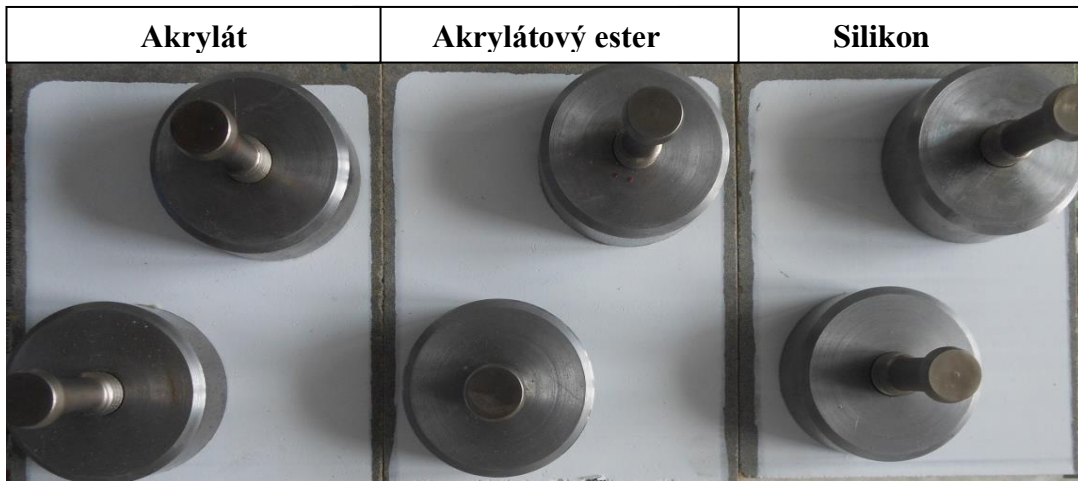
8 Příloha



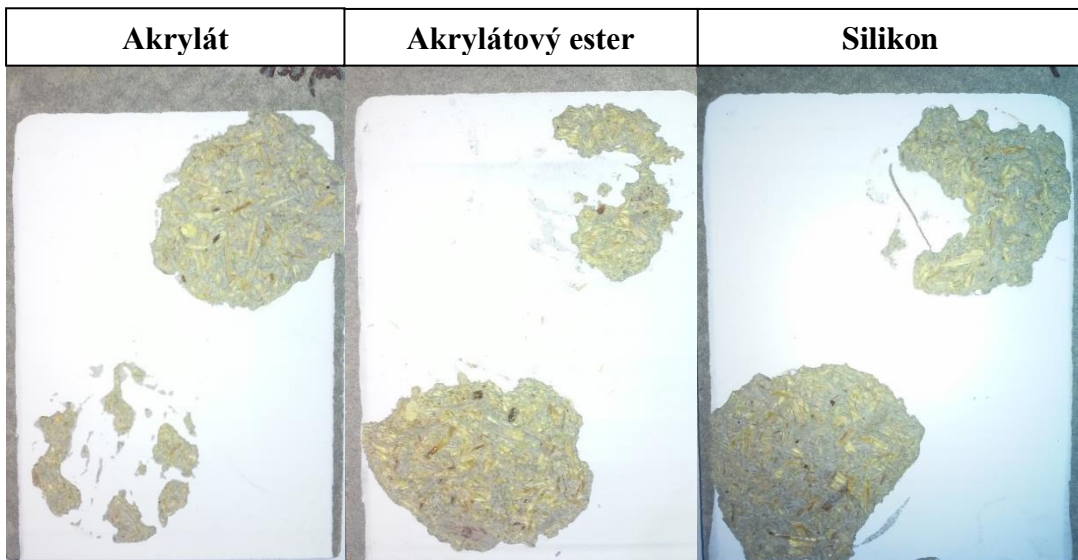
Obrázek 17: Začátek měření odolnosti vůči kapalinám.



Obrázek 18: Odolnost vůči kapalinám po 24 hodinách.



Obrázek 19: Příprava na odtrhovou zkoušku.



Obrázek 20: Nátěry po odtrhové zkoušce.

Údaje pro knihovnickou databázi

Téma bakalářské práce	Fasádní nátěrové hmoty, formulace a moderní trendy v jejich vývoji
Autor práce	David John
Obor	Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Rok obhajoby	2015
Vedoucí práce	prof. Ing. Andréa Kalendová Dr.
Konzultant práce	Ing. Martina Hejdová
Anotace	Byly zmíněny jednotlivé druhy fasádních nátěrových hmot, byly rozděleny dle pojiv a plniv. Byly popsány chemické, fyzikální a estetické vlastnosti nátěrů.
Klíčová slova	Fasádní nátěrové hmoty, pigmenty, plniva, KOKP, OKP