

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování

Barevná stabilita tmelících materiálů pro bílé mramory
při zatížení UV- zářením

Ema Medková
Bakalářská práce
2010

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ema MEDKOVÁ**
Osobní číslo: **R06003**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**
Název tématu: **Barevná stabilita tmelících materiálů pro bílé mramory při zatížení UV-zářením**
Zadávací katedra: **Katedra chemické technologie FR**

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

- zpracování literární rešerše na zadané téma
- shromáždění údajů o základních fyzikálních vlastnostech vybraných krystalických vápenců
- příprava série vzorků tmelů na doplňování doplňovacích směsí na bázi polymerních pojiv
- srovnání optických vlastností nestárnutých vzorků a vzorků po umělém stárnutí UV zářením
- shrnutí a interpretace získaných výsledků

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

bakalářské práce FR UPCE Kotlík P.a kol., Stavební materiály historických objektů, Praha 1999 Zelinger, J., Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Praha 1987 Sborník přednášek z odborného semináře STOP, Umělý kámen pro památkovou péči, Praha, 1998

Odborná periodika:

Studies in conservation Restauro Journal of the American Institute for Conservation Zprávy památkové péče Kámen

Internetové zdroje: www.sciencedirect.com <http://aata.getty.edu/NPS/>
www.springerlink.com/

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Karol Bayer

Katedra chemické technologie FR

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. srpna 2010**



Ing. Karol Bayer

děkan

L.S.



Ing. Alena Hurtová

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně, Pardubice (pobočka FR v Litomyšli)

V Litomyšli dne

.....

podpis

Děkuji Ing. Karolu Bayerovi za odborné vedení práce, konzultace, poskytování cenných rad, informací a materiálových podkladů k bakalářské práci, technoložkám Ing. Aleně Hurtové a Ing. Blance Kolinkeové za ochotu a rady při práci v laboratoři. Dále akad. sochaři Martinu Kovaříkovi za informace z restaurátorské praxe, Ing. Kateřině Doubravové Ph.D. za vyhodnocení vzorků kolorimetrem. V neposlední řadě Petře Pařenicové za poskytování informací a materiálů potřebných pro tuto práci.

ANOTACE

Bakalářská práce se věnuje barevné stabilitě tmelících materiálů určených pro bílé mramory při expozici UV záření. Teoretická část popisuje obecné informace o krystalickém vápenci (mramoru), jeho vlastnosti, korozní vlivy, které na něj působí a materiály, které se používají pro jeho doplňování. Z deseti vybraných pojiv a drceného vápence, jako plniva, byly vytvořeny série vzorků. Vzorky byly vystaveny UV záření a odchylky v barevnosti po ozařování byly měřeny kolorimetrem. Výsledky měření jsou prezentovány formou fotografií a grafů v praktické části práce.

KLÍČOVÁ SLOVA

Doplňování - krystalický vápenec (mramor) - syntetické polymery - UV záření – kolorimetrie.

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with colour stability of repair materials used for white marbles affected by UV radiation. Theoretical part describes general information about marble, its properties, corrosive effects and its impact, and materials which are used for its restoration. Four different samples were created for each of ten chosen binders; crushed limestone was used as filler. Samples were exposed to UV radiation and colour changes were measured with colorimeter. Results are presented by photos and graphs in a practical part of the thesis.

KEY WORDS

Restoration - marble - synthetic polymers - UV radiation – colorimetry.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

ΔE^*celková barevná změna

Δa^*změna barevnosti na červeno – zelené škále (kladné hodnoty pro posun směrem k červené, záporné pro posun směrem k zelené barvě)

Δb^*změna barevnosti na žluto – modré škále (kladné hodnoty pro posun směrem k žluté, záporné pro posun směrem k modré barvě)

ΔL^*změna světlosti (kladné hodnoty směrem k bílé, záporné hodnoty směrem k černé)

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	Krystalický vápenec (mramor) a jeho základní vlastnosti	11
2.2	Lokalizace krystalických vápenců (mramorů) v ČR	12
2.3	Hlavní korozní fenomény	12
2.3.1	Fyzikální koroze	12
2.3.2	Chemická koroze	13
2.3.3	Biologická koroze	14
2.4	Doplňování ztrát originálu tmelením	15
2.4.1	Tmely používané na mramor a jejich použití v praxi	16
2.5	Tmely na bázi syntetických polymerů	17
2.5.1	Tmely na bázi epoxidové pryskyřice	17
2.5.2	Tmely na bázi akrylátových pryskyřic	18
2.5.3	Tmely na bázi polyesterové pryskyřice	19
2.5.4	Polyuretany	21
2.6	Tmely na bázi minerálních pojiv	21
2.6.1	Tmely na bázi cementu	22
2.6.2	Tmely na bázi vápna	23
2.6.3	Tmely na bázi sádry	24
2.7	Kamenivo („plnivo“)	25
2.8	Aditiva	25
2.8.1	Plastifikátory	25
2.8.2	Pigmenty	26
2.8.3	Pomocné látky	27
2.8.4	Armatury	27
3	Ultrafialové záření	28
3.1	Působení UV záření na památkové objekty	28
4	PRAKTICKÁ ČÁST	30
4.1	Vybrané prostředky pro výrobu vzorků	30
4.1.1	CHS-EPOXY 324, Spolchemie a.s.	30
4.1.2	Epoxidová pryskyřice s UV absorbéry - Araldite 2020 (XW 396/XW 397), HUNTSMAN....	31
4.1.3	Polyuretan - Araldite 2028, HUNTSMAN	31
4.1.4	Paraloid B-72, Rohm and Haas	32
4.1.5	GTS Polyester Gießharz , VOSSCHEMIE	32
4.1.6	Polyester - Tenax Crystal, Boudacommercio	33
4.1.7	Polyester – Marmorkitt 1000, AKEMI	33
4.1.8	Veropal UV 60, Synpo	34

4.1.9	Hydraulické pojivo - Mape-antique LC, Mapei.....	34
4.1.10	Bílý cement, Aalborg.....	35
4.1.11	CAROLITH, Omnya	36
4.1.12	Titanová běloba, Deffner&Johann.....	36
4.2	Příprava vzorků.....	37
4.3	Metody zkoumání.....	38
4.3.1	Umělé stárnutí	38
4.3.2	Kolorimetr	39
5	VÝSLEDKY MĚŘENÍ	40
5.1	Hodnocení zpracovatelnosti a optických vlastností vzorků.....	40
6	ZÁVĚR.....	56
7	POZNÁMKY	59
8	LITERATURA A PRAMENY	60
9	TEXTOVÁ PŘÍLOHA	62

1 ÚVOD

Bílé mramory byly už od starověku ceněny jako nejušlechtlejší stavební i kamenosochařský materiál. Nejen že byly dobře opracovatelné bronzovými nástroji, měly také výbornou leštitelnost a vzhled. Díky těmto vlastnostem vzniklo mnoho památek, které můžeme obdivovat dodnes. I v současnosti je mramor hojně používaným materiálem a to především pro dekorační účely. Na trhu můžeme najít nabídku mramorů v široké škále barevných odstínů. Jako jiné druhy hornin i mramor podléhá korozi a to zejména v exteriérech. Snaha o zastavení či omezení degradace mramoru a obnovení jeho celistvosti se objevuje už v antickém Řecku. „*Heraclius popisuje, jak udělat směs vosku, moučky z cihel a olovnaté běloby pro tmelení poškozených míst v kameni a jako podklad pro eventuální polychromii soch. Také Plinius popisoval tmel, který nazýval „maltha“, který se připravoval z čerstvého vápna smíšeného s vínem, vepřovým sádlem a fíky. Před nanášením se musel povrch místa kam se mělo nanášet natřít olejem“.*¹

Složení tmelů na mramor se v průběhu staletí měnilo, ať už přidavkem různého pojiva tak plniva. V posledních desetiletích se setkáváme především s tmely na bázi polymerů nebo hydraulických pojiv. I tento doplňující umělý kámen má však určitou životnost a časem může změnit vlastnosti jako pružnost, pevnost a barevnost.

Tato bakalářská práce se zabývá odolností tmelů pro bílý mramor vůči UV záření. V teoretické části jsou shrnuty obecné informace o krystalickém vápenci (mramoru), jeho vlastnostech, korozi a obecných vlastnostech materiálů, které byly použity v praktické části bakalářské práce.

V praktické části jsou popsány vlastnosti materiálů a technologie použitých pro výslednou sérii zkoušek. Dále pokračuje popisem, fotografiemi a grafy, které srovnávají stav vzorků před a po expozici UV záření.

Cílem práce je porovnání stability současných pojiv užívaných pro doplňování krystalických vápenců (mramorů) při expozici UV-záření a nalezení vhodného stabilního pojiva pro restaurátorskou praxi.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Krystalický vápenec (mramor) a jeho základní vlastnosti

Základní složkou krystalických vápenců (mramorů) je minerál kalcit (chemický vzorec CaCO_3). Čistý minerál je bezbarvý a průhledný, většinou se však vyskytuje s různými příměsemi, které ho zbarvují. Je jedním z nejrozšířenějších minerálů na zemi. Největší množství kalcitu obsahují vápence, mramory a travertiny, ale vyskytuje se i v jiných horninách.

Z vápence vzniká metamorfózou kontaktní nebo regionální mramor. V obou případech se uplatňuje tlak, teplota a chemická aktivita roztoků. Častější jsou regionálně přeměněné horniny. Krystalický vápenec (mramor) se od karbonátových hornin liší zvětšením zrn, vzniklých rekrystalizací při regionální metamorfóze. Kromě kalcitu, který tvoří až 95 % mramoru, většinou nelze makroskopicky pozorovat přítomnost dalších materiálů. Barva krystalického vápence (mramoru) bez příměsí je čistě bílá (např. Carrarský mramor). Díky příměsím jako grafit, limonit, hematit aj. může mít tento ušlechtilý materiál širokou škálu barev. Obecně lze říci, že krystalický vápenec (mramor) je každý vápenec, který se dá leštit.

Tyto horniny na rozdíl od vápenců, více odolávají korozním vlivům. Jejich krystalická struktura je hutná, kompaktní s nízkou porositou z této struktury vycházejí jejich vlastnosti jako je nízká nasákavost, odolnost proti povětrnosti a mrazu. Poměrně odolné jsou však vůči agresivní atmosféře, obsahující kyselé složky je poměrně malá. Jejich výbornými vlastnostmi jsou dobrá zpracovatelnost a leštitelnost, časem ale na vzduchu ztrácí lesk a poměrně lehce zvětrávají.

Krystalický vápenec (mramor) se užívá jako stavební a dekorační kámen, jako plnivo do ušlechtilých omítek a díky jeho výborným vlastnostem při opracovávání také pro sochařské účely. Díky své oblíbenosti byl v minulosti často štukatérsky napodobován a to především v interiérech tzv. „umělým mramorem“. I v současnosti je o tento materiál velký zájem.

2.2 Lokalizace krystalických vápenců (mramorů) v ČR

Na našem území se vyskytují krystalické vápence (mramory) různých barevností. V minulosti byly hojně těženy na některých místech Čech, Moravy a Slezska ve větší a na některých místech v menší míře. K nejvýznamnějším nalezištím patří Slezsko, a to lom Horní Lipová či Supíkovice. Supíkovický šedobílý, výrazně krystalický vápenec je u nás velice oblíbeným dekoračním kamenem. Dalším známým nalezištěm je Vrchlabsko či úpatí Kralického Sněžníku. Ze sedimentárních vápenců je třeba jmenovat ty nejznámější: černý mramor kosořský, červenohnědý suchomastský, šedý zbuzanovský, lochkovský a především slivenecký krystalický vápenec tzv. „česká Carrara“, jehož barvy se pohybují od růžové po červenou. Jeho těžba jako dekorativního kamene je doložena od roku 1160 ve Slivenci u Prahy. I když české krystalické vápence dosahují vysokých kvalit, vzhledově se nemohou rovnat mramorům ze středomoří jako jsou Carrara a pentelické mramory, proto jsou do České Republiky dováženy mramory různých barevností z celého světa.

2.3 Hlavní korozní fenomény

Koroze je proces, který způsobí negativní změny vlastností původního materiálu. Může změnit jeho barvu, zhoršit mechanické vlastnosti (pevnost, pružnost), změnit tvar, porozitu či chemické složení. Korozi hornin rozdělujeme na fyzikální, chemickou a biologickou.

2.3.1 Fyzikální koroze

Mezi faktory způsobující fyzikální korozi patří změny teploty, působení vody a solí. Tepelná roztažnost (změna objemu látky při zvýšení teploty) je u každé horniny jiná v důsledku jejího heterogenního složení. Při působení slunečního záření dochází ke zvýšení teploty na povrchu horniny, někdy až o několik desítek stupňů, s následnou dilatací. V noci při ochlazení dochází ke kontrakci. Dlouhodobým opakováním změn teplot může dojít k narušení povrchu horniny, vzniku prasklin. Tento druh koroze se může významně podílet na degradaci krystalického vápence

(mramoru). Tepelná roztažnost kalcitu, který je jeho hlavní složkou je ve srovnání s jinými minerály anomální; „s nárůstem T se v paralelním směru s osou c prodlužuje, *expand*, ($\alpha \cdot 10^6 = 25 \text{ K}^{-1}$) a ve směru kolmém na osu c se zkracuje, *kontrakce* ($\alpha \cdot 10^6 = -5 \text{ K}^{-1}$)“² I tato anomálie pak přispívá ke specifickému koroznímu chování mramorů. Poslední fází degradace mramoru je vydrolování zrn kalcitů, úplný rozpad horniny. Dalším významným korozním fenoménem je mrazové poškození v důsledku pronikání vody do porézní struktury kamene. Po zmrznutí zvětšuje voda svůj objem až o 9 %, čímž při zamrznutí a tání vody dochází cyklicky ke vzniku tlaků na stěny pórů. Voda jako korozní činitel se do materiálu dostává také v podobě vlhkosti nebo kondenzací na povrchu materiálu. Další významný korozní mechanismus je krystalizace a hydratace vodorozpustných solí v pórech kamene. Dále řadíme do fyzikální koroze mechanické vibrace a abrazi povrchu způsobenou například povětrnostními vlivy

2.3.2 Chemická koroze

Dalším hlavním korozním fenoménem krystalického vápence (mramoru) je chemická koroze. Zahrnuje faktory koroze spojené s chemickou reakcí některých složek krystalického vápence s okolím (s nečistotami v ovzduší, s vodnými roztoky, s produkty živých organismů atd.). Tyto chemické reakce mají za následek například rozpouštění složek horniny, a s tím spojenou změnu porézního systému za snížení celkové soudržnosti kamene.

Vápence a mramory snadno reagují s exhalačními plyny, hlavně s SO_3 , SO_2 a CO_2 . Z původního uhličitanu vznikají rozpustnější sloučeniny jako síran vápenatý, který je spolu s ostatními nečistotami dešťovou vodou odplavován a vznikají čistá místa s barvou originálního kamene ustupující až o několik mm pod původní povrch. Naopak v dešťových stínech se korozní produkty kumulují společně s prachem a jinými nečistotami. Tyto tmavé krusty mohou deformovat povrch a obsahují rozpustné soli, zejména vysoké procento síranu vápenatého. Mušlové vápence a travertiny jsou napadány i v hloubce a korodují celkově rychleji. „Vápence s nízkou porozitou, hlavně mramory, jsou odolnější. Korodují jen povrchově v relativně tenké vrstvě. Snadněji podléhají korozi mramory jemnozrnné a kalcitické, odolnější jsou

*hrubozrnné a dolomitické. Navenek se koroze mramoru projevuje ztrátou barvy a lesku.*³

Vznik kyselých dešťů: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Vznik sádrovce: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

ca. 160x rozpustnější ve vodě než CaCO_3

zvětšení objemu přibližně o 100%

2.3.3 Biologická koroze

Dalším důležitým korozním jevem je působení živých organismů. Mezi ně patří bakterie, řasy, houby, lišejníky vyšší rostliny i živočichové, kteří působí chemicky i mechanicky. Řasy jsou většinou prvními organismy napadající kámen. Zadržují vodu v povrchovém filmu. Existují i druhy řas, které cíleně rozpouštějí uhličitany, aby mohly proniknout dovnitř horniny. Rovněž mechy zadržují dlouhodobou vlhkost podkladu.

Rostliny také "vydechují oxid uhličitý, který v přítomnosti vody může napadat uhličitánové složky podkladu a podporuje jejich rozpouštění. Známým korozním činitelem jsou lišejníky. „Organické kyseliny (tzv. lišejníkové kyseliny jsou např. šřavelová, lekanorová, lobarová, evernová), které produkují jejich houbové složky, aby jimi mohly uvolňovat biogenní prvky, rozpouštějí podklad a tím zhoršují mechanické vlastnosti povrchových vrstev, zvyšují jejich porositu a podporují uvolňování jednotlivých zrn či krystalů.“⁴

2.4 Doplnování ztrát originálu tmelením

Kámen podléhá degradačním vlivům, které mohou způsobovat poškození povrchu, ale také může dojít k úbytku originální hmoty, čímž se změní charakter sochařského či architektonického díla. Z tohoto důvodu je na místě zvážit, zdali se má poškozený objekt doplnit nebo ho prezentovat jako torzo. Pokud se chybějící část objektu doplňuje, jsou na výběr dva postupy: doplnění přírodním nebo umělým kamenem.

Najít materiál podobný restaurovanému originálu může být někdy obtížné (vytěžený či zavřený lom). S použitím přírodní kamenné plomby také často souvisí úprava lůžka a tím i další ztráta původní hmoty. Většinou se proto přistupuje k náhradě chybějící hmoty vytvořením umělého kamene.

Tmelení má nejen funkci zajišťující (bránění další degradaci kamene), ale také estetickou. Doplněním chybějícího materiálu či fragmentu sochy se odstraní rušivé prvky a může se navrátit vzhled ne zcela původní, ale důležitý vzhled výpovědní.

Doplňující materiál by měl být svými vlastnostmi co nejvíce podobný doplňovanému originálu. Jedná se o vlastnosti fyzikálně - mechanické (paropropustnost, nasákavost, roztažnost) a vzhledové (barva, struktura, textura). Měl by být měkčí než tmelený materiál, mít dobrou adhezi k povrchu a reverzibilitu. Nesmí být zdrojem škodlivých vedlejších produktů, které by působily na kámen destruktivně. Ideální tmel by měl stárnout podobně jako tmelený materiál.

Tmel se skládá z větší části z plniva, dále z pojiva které umožňuje spojení a vytvrnutí směsi, z aditiv které zlepšují vlastnosti a zpracovatelnost tmelu (plastifikátory, pigmenty, v případě polymerních pojiv i tzv. stabilizační přísady vůči stárnutí pojiva). Základní vlastnosti jako jsou pevnost, nasákavost a vzhled tmelu, lze relativně dobře měnit poměrem plniva a pojiva.

2.4.1 Tmely používané na mramor a jejich použití v praxi

V současnosti se používají tmely na minerální bázi a tmely na bázi syntetických polymerů. Druh pojiva se většinou vybírá podle druhu tmeleného kamene. Pro nelešitelné horniny jsou vhodnější tmely na minerální bázi. Naopak lešitelné kameny se tmelí materiály, které se dají dobře vyleštit, tedy tmely na bázi syntetických polymerů. V obou případech se hodnotí optický vzhled a vlastnosti tmelu.

Z technologického hlediska je nepoměrně lepší práce s tmely na minerální bázi oproti práci s tmely na bázi syntetické. V restaurátorské praxi se proto pro tmelení v exteriéru používají více minerální tmely. Tento typ tmelů má delší dobu zpracovatelnosti a fyzikální vlastnosti blízké se tmelenému materiálu. Jejich dávkování nemusí být tak přesné a nejsou tak drahé jako tmely na syntetické bázi. U tmelů na syntetické bázi je velkým problémem nutnost přesného dávkování složek a citlivost těchto tmelů na teplotu, která výrazně zrychluje či zpomaluje tuhnutí. U většího množství syntetických polymerů se obtížně odhaduje tuhnutí namíchané směsi. Jejich nanesení do základních tvarů musí být velice rychlé a kvůli jejich špatnému opracování je žádoucí tyto tvary vytvořit co nejdokonaleji. Tmely jsou tvrdé a při opracování se mohou štípat, při broušení elektrickými bruskami se pálí a abrazivo je zanášeno do materiálu. Ideální je broušení tmelu za přítomnosti vody. Také jejich napojování na originální kámen může být za ztížených podmínek problém. Při nedostatečné ochraně povrchu (hydrofobizaci) jsou tmely na mokřem kameni vidět, protože nesají vodu (mají jiné fyzikální vlastnosti než tmelený kámen).

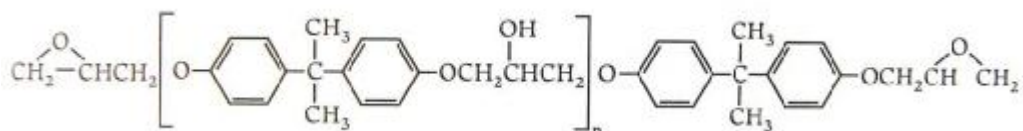
Z těchto všech důvodů je použitelnost tmelů na syntetické bázi vhodnější pro muzejní a jiné interiérové objekty. Použití tmelů na syntetické bázi v exteriéru je technologicky velice náročné.

2.5 Tmely na bázi syntetických polymerů

Tyto tmely mají výbornou adhezi k povrchu a dobrou odolnost vůči kyselému prostředí. Jejich výsledné pevnosti je dosaženo za krátkou dobu. Při používání je nutné dodržovat technologii přípravy uvedenou výrobcem, v přítomnosti vlhkosti je vytvrzování zpomaleno až zastaveno. Tmely pro mramory se svým vzhledem mohou velice blížit doplňovanému kameni, je u nich možné docílit hloubky a jsou lešitelné stejně jako mramory. Tuto vlastnost tmely na minerální bázi postrádají.

2.5.1 Tmely na bázi epoxidové pryskyřice

Epoxidové pryskyřice jsou makromolekulární látky připraveny většinou polyadící dianu a epichlorhydrinu.



Obr. 1 – Epoxidové pryskyřice

Vyrábějí se v široké škále viskozity - od tuhých až po nízkoviskózní. Vytvrzování epoxidů probíhá polyadící reakcí funkčních skupin tvrdidla s epoxidovými skupinami makromolekul bez vedlejších produktů. Reakci můžeme urychlit zvýšením teploty. Epoxidové pryskyřice mají tedy dvousložkový systém (pryskyřice + tvrdidlo). Je nutné dodržet přesné dávkování uváděné výrobcem.

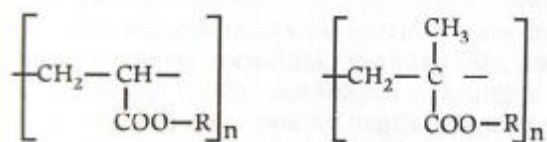
Epoxidové pryskyřice je možno použít jako pojivo i ve formě vodných emulzí. Jejich aplikace vyžaduje speciální tvrdidla, která fungují zároveň jako emulgační činidla. Pevnost materiálu obsahujícího epoxid v emulgované formě je ve srovnání s běžnými směsmi mírně nižší, výhoda je ale v možnosti aplikace na ne zcela suchý povrch a možnost použití směsí písku. Některé epoxidové pryskyřice mají pro přípravu směsí příliš velkou viskozitu - v tomto případě se ředí vhodným organickým rozpouštědlem (toluen, xylen). Ředěním mírně klesají mechanické vlastnosti vytvrzené pryskyřice. Epoxidové pryskyřice lze také změkčovat (např. lněným olejem). Na tmelení mramorů je z polymerů nejčastěji používána epoxidová

pryskyřice smíchaná s vhodným plnivem, většinou mramorovým práškem, plastifikátory a pigmenty. V restaurování se používají jako lepidla, zpevňovače, tmely pro doplňování kamene i dřeva, k výrobě plastických odlitků a kopií.

Jejich vysoká pevnost je často vyšší než pevnost originální horniny. Mají dobrou adhezi k ostatním materiálům (minerálním povrchům), odolnost vůči kyselému prostředí, zvýšeným teplotám, povětrnostním vlivům a nepatrnou kontrakci. Mají krátkou dobu tvrdnutí (do 24 h), vysokou pevnost lepených spojů (často převyšující přirozenou kohezi lepeného materiálu) a výsledkem je dobrá míra zpevnění (při zpevňování). Naopak tu hrozí riziko změny fyzikálních vlastností (paropropustnost, porozita, elasticita, tvrdost apod.). Epoxidy které jsou bez UV absorbérů vlivem UV – časem žloutnou. Špatnou vlastností je obtížnost odstranění doplněného materiálu z památky v důsledku jejich pevnosti a nerozpustnosti. Vytvrzovací reakce epoxidů probíhá nad 15 °C. Vytvrzování je v přítomnosti vlhkosti zpomalováno až zastaveno, proto musí být tmeleného místo dostatečně suché.

2.5.2 Tmely na bázi akrylátových pryskyřic

V restaurátorské praxi se běžně používají ve formě homopolymerů nebo kopolymerů esterů kyseliny akrylové.



Obr. 2 – kyselina akrylová

Akrylátové kopolymery se používají poměrně často pro malé kamenné doplňky a to zejména u jemnozrných materiálů jako je mramor a vápenec. Rozpouštějí se v lakovém benzínu, toluenu či xylenu. Mají dobrou odolnost vůči UV záření, povětrnosti, vodě a dobře odolávají působení mikroorganismů. Při stárnutí nemění barvu, jsou tepelně stálé (do teploty 85 °C až 120 °C), mají nízkou tepelnou vodivost a při změnách teploty nedochází k velkým objemovým změnám.

Nevýhodou je zpětná migrace při vysychání rozpouštědla, která se dá zpomalit přidávkem plastifikátorů. Další nevýhodou je práce s organickými rozpouštědly

(toxické prostředí). Jednou z nejpoužívanějších akrylátových pryskyřic v oboru restaurování je Paraloid B72.

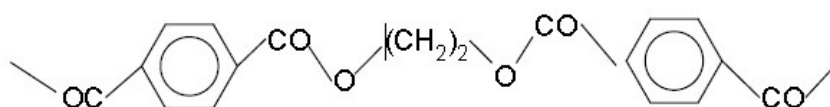
Paraloid B72

Kopolymer ethylmetakrylátu s methylakrylátem v poměru (70:30). Tato akrylátová pryskyřice je hydrofobní. Má dobré fyzikální vlastnosti - vysokou pevnost v tlaku, vysokou pevnost v ohybu, dobrou odolnost zmrazovacím cyklům,

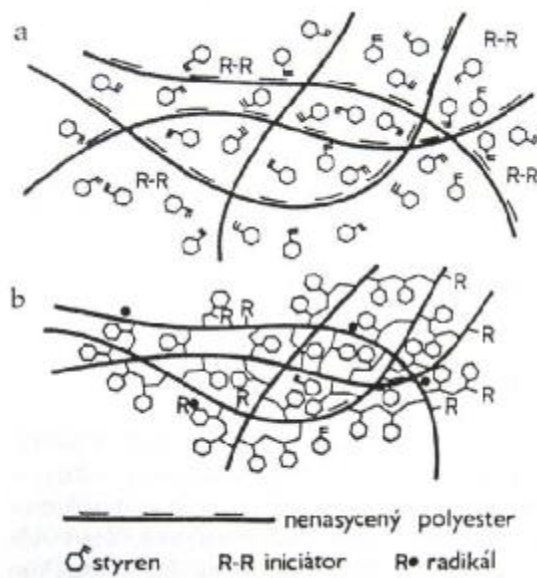
V praxi se používá ve formě roztoku v organickém rozpouštědle (xylynu, toluenu, acetonu). Výhoda paraloidu B72 je jeho reverzibilita - je možné ho použít pro zajišťovací tmely. Paraloidové tmely mají obtížnou zpracovatelnost, nedostatečnou plasticitu a modelovatelnost (omezená schopnost podržet si v syrovém stavu tvar). Při špatné aplikaci mohou vzniknout nepropustné filmy nebo dojde ke změně barvy kamene. Při vysoké vlhkosti může vzniknout bílý zákal. Použití tohoto materiálu v oblasti konzervování památek je velice široké od zpevňování, injektáže dřeva, nástěnných maleb až po závěrečnou fixáž barevných vrstev.

2.5.3 Tmely na bázi polyesterové pryskyřice

Vyrábějí se polykondenzací dvojsytných alkoholů a dikarboxylových kyselin. Nejznámějším představitelem je polyethylenglykoltereftalát jako produkt kyseliny tereftalové a ethylenglykolu. Lze ho vyjádřit vzorcem:



Obr. 3 - Struktura polyesteru



Obr. 4 - Schématické znázornění vytvrzování (síťování) nenasycené polyesterové pryskyřice a) stav před vytvrzením, b) stav po vytvrzení

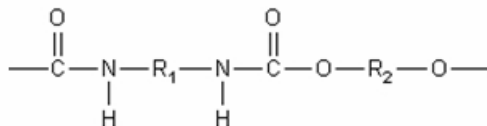
Polymeraci zpomaluje přítomnost vody. Ovlivňovat jí mohou také pigmenty a plniva.

Polyesterové pryskyřice se používají jako dvousložková lepidla, pro injekáže, v roztoku se používají jako konsolidanty. Při jejich aplikaci musí být povrch kamene vždy suchý. Optimální teplota pro aplikaci je 10 - 20 °C. Mají nízkou odolnost vůči UV záření, proto u nich časem dochází k žloutnutí vlivem stárnutí. Dnes existují typy polyesterů s UV absorbéry. Po vytvrzení se nerozpouští v mnoha organických rozpouštědlech, jsou velmi špatně odstranitelné, uzavírají póry kamene.

V restaurování jsou často používány pro tmelení zejména krystalických vápenců (mramorů). Jsou také použitelné pro odlévání či dusání do forem. Vyrábí se z nich také podložky pro transfery nástěnných maleb.

2.5.4 Polyuretany

Polyuretany vznikají polyadící glykolů a polyisokyanátů.



Obr. 5 – Struktura polyuretanu

V praxi se uplatňují jako jednosložková (vytvoří se film po odpaření rozpouštědla) nebo dvousložková (vytvrzující vzájemnou reakcí) lepidla a jsou výchozí surovinou při výrobě kvalitních nátěrových hmot a laků. Mají široké použití jako pěnové hmoty. Měkké pěnové hmoty mají využití jako tepelné izolace, transportní podložky, mycí houby a čalounění. Při použití pro izolace lze tyto hmoty napěnit přímo na místě. Dále se aplikují jako pojivo tmelů, pro injektáže a konsolidace (oligomerní prostředky).

.Výhodou je jejich vysoká chemická a fyzikální stabilita, dobře odolávají UV záření. Při aplikaci může u některých druhů hornin dojít k ztmavnutí, při vyšších koncentracích ke změně fyzikálních vlastností zpevňovaného materiálu. Vytvrzený film je sesíťovaný, netavitelný, nerozpustný, tvrdý a až měkce elastický, má velice dobrou adhezi k ošetřovanému povrchu.

2.6 Tmely na bázi minerálních pojiv

Minerální pojivo je obecně sypký, světlý materiál, který se mísí s vodou. Používá se pro výrobu malt, injektážních směsí a různých typů tmelů. Tmely mohou být čistě minerální, modifikované syntetickými organickými látkami či s přídavkem organických pojiv. Mají obvykle výbornou zpracovatelnost i při nižších teplotách, dobrou plasticitu (oproti syntetickým pojivům), dobrou paropropustnost, vynikající odolnost vůči UV záření. Nevýhodou může být tvorba vedlejších škodlivých produktů (zejména solí), delší doba tuhnutí, malá odolnost kyselému prostředí a poměrně malá adheze k ošetřovanému podkladu oproti organickým materiálům.

Doba tuhnutí je spojená s dostatečným přísunem vlhkosti do systému tak, aby došlo k požadovanému vytvrzení.

2.6.1 Tmely na bázi cementu

Cement lze zařadit mezi tzv. anorganická hydraulická pojiva. V současnosti se používá pro různé účely zejména ve stavebnictví (např. pojivo zděných malt, omítek, podlahových maltovin, speciálních adhezních malt atd.). Vyrábí se pálením vápencu s různými příměsemi (jíly, hlínami, břidlicemi). Označení cement pochází od velmi pevných a odolných hydraulických pojiv používaných již v antickém Římě, které se však od dnešních cementů výrazně lišily. Cement jako vysokohydraulické pojivo tvrdne reakcí s vodou, i bez přístupu vzduchu (pod vodou). Jeho důležitou vlastností je, že si zachovává po ztvrdnutí pevnost a stálost i ve vodě. Kromě portlandského cementu existují další typy tohoto hydraulického pojiva, například vysokopeční, struskoportlandský, síranovzdorné portlandské, bílý cement, dále se vyrábějí speciální barevné cementy s přísadami nerostných pigmentů.

Tento, v současnosti již nepostradatelný stavební materiál, se používá i v restaurování kamenných objektů, hlavně pro tmelení, případně i zhotovování kopií. Tmely na bázi cementu (obvykle portlandského) se připravují s různými typy kameniva s cílem přiblížit se co nejvíce struktuře a barvě doplňovaného originálu, přičemž nejčastější poměr míchání cementu a písku (kameniva) se pohybuje v rozmezí 1:3 až 1:5 (díly objemu). Kvalitu tmelu ovlivňuje nejen kvalita pojiva a poměr míchání, ale i kvalita kameniva (plniva resp. písku), jako zrnitost, podíl jílových součástí, případně dalších příměsí. Jemnozrnnější plniva zpravidla potřebují více pojiva a naopak.

Vlastnosti tmelů lze značně ovlivnit i dalšími aditivami, často se používají např. polymerní disperze (nejčastěji akrylátové), kterými lze ovlivnit zpracovatelské i finální vlastnosti tmelu. Tmely na bázi cementu mají obvykle velmi dobrou zpracovatelnost a plastičnost, výborně imitují nelehčitelné horniny (např. pískovce) a dobře se patinují. Jejich nevýhodou může být tvorba solí hlavně síranu vápenatého, nebo solí sodíku a draslíku (v závislosti od typu a kvality cementu), případně i tvorba křemičitých a vápenatých povlaků. Zejména při nevhodném nastavení poměru

míchání může mít tento typ tmelu i výrazně odlišné fyzikální vlastnosti jako doplňovaná hornina.

Vznik jedné z hlavních fází portlandského cementu – alitu (C_3S):

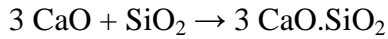
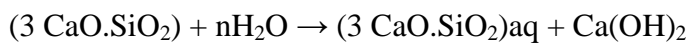


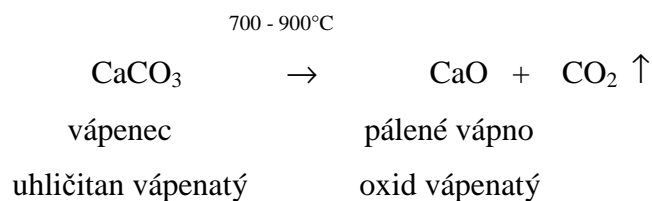
Schéma jedné z reakcí tvrdnutí cementu (hydratace alitu) - vznik hydratovaných hydraulických fází a hydroxidu vápenatého jako „vedlejšího“ produktu reakce

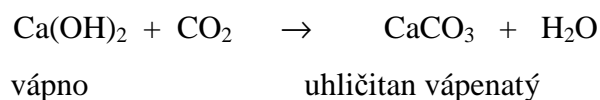
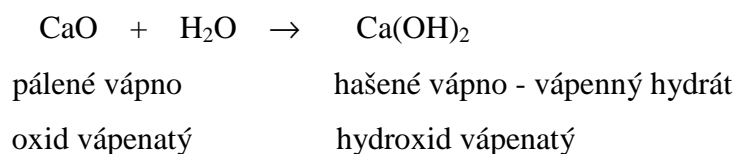


2.6.2 Tmely na bázi vápna

Vápno (hašené vápno) má dlouholetou historii, využívalo se už ve starověku. Surovinou pro výrobu vápna je vápenec, který se vyskytuje v přírodě s různými příměsemi. Vápna rozdělujeme na vzdušná a hydraulická. Vzdušná vápna se vyrábějí z vysokoprocenních vápenců nebo vápenců s malým obsahem příměsí, má-li vzdušné vápno víc než 7% oxidu hořečnatého nazýváme ho dolomitické vápno. Pokud jsou k výrobě použita vápna s vyšším obsahem přírodních nebo umělých příměsí tzv. „hydraulické komponenty“ (hlavně SiO_2 , Al_2O_3 , v menší míře oxidy Fe, Mn příp. Ti), vznikají vápna hydraulická. Vápenné malty a tmely vynikají svojí pružností, jejich nevýhodou je, že jsou velice měkké v porovnání s ostatními minerálními materiály. Také nejsou odolné vůči agresivnímu prostředí.

Z hlediska restaurátorské praxe je vápno nepostradatelnou surovinou. Používá se k restaurování nástěnných maleb, štuků, sgrafit a obnově historických fasád. Pro tmely na mramor se používají zejména v Itálii hydraulická vápna.

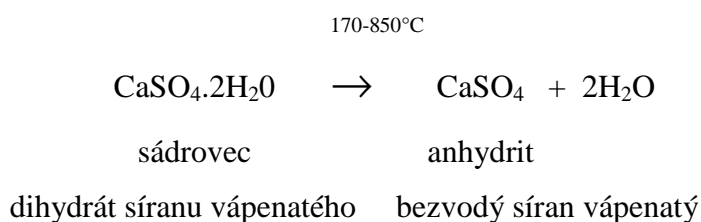




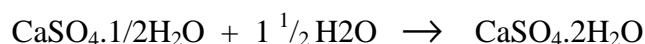
2.6.3 Tmely na bázi sádry

Z materiálů používaných pro tmelení je třeba zmínit sádro. Sádra byla používána pro různé účely (především stavebnictví, umělecké účely) už od starověku. Tento bílý sypký materiál se vyrábí ze sádrovce. Jeho zdroje mohou být přírodní nebo průmyslové. Sádrovec je z chemického hlediska dihydrát síranu vápenatého ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) jeho pálením při různých teplotách vznikají různé druhy sádry. Sádrové výrobky mají dobré tepelně-izolační vlastnosti, dobrou přilnavost k minerálním podkladům, malou změnu objemu při tuhnutí. Nevýhodou tohoto materiálu je špatná odolnost vůči vodě, povětrnostním vlivům, a korozní účinky na kovy. Při kontaktu sádry s hydraulickými pojivy je tu možnost vzniku tvorby síranových solí. Další vlastností sádry je, že se dá zpomalovat (klíž, škrob, mléko, cukr, kyselina citrónová) či zrychlovat (soli, NaOH, KOH, mletá ztvrdnutá sádra) rychlost jejího její tuhnutí.

V restaurátorské praxi jsou nejčastěji restaurovány (doplňovány) štuky, umělé mramory a sádrové odlitky. V souvislosti s tmely na mramor je třeba zmínit techniku umělého mramoru. Tato technika zpracování sádry, věrně napodobuje přírodní mramor. Rozšířila se v baroku zejména v jižní a střední Evropě. Byla oblíbená pro svou materiálovou dostupnost, barevnou variabilitu a levnost.



tuhnutí sádry - hydratace (rehydratace) hemihydrátu síranu vápenatého



2.7 Kamenivo („plnivo“)

Pro kamenivo se v restaurátorské praxi používá termín „plnivo“. Původně si kameníci a sochaři připravovali plnivo sami drcením přírodního kamene. Tohoto způsobu se dnes využívá výjimečně díky jeho pracnosti. Často používaným plnivem je naopak přírodní praný sklářský písek. U vápenců se používá průmyslově mletý vápenec. Při výběru vhodného plniva dbáme na typ, barvu a distribuci (velikost zrn písku), která ovlivňuje nejen vzhled umělého kamene, ale i jeho mechanické a fyzikální vlastnosti. V případě použití jedné frakce vypadá umělý kámen zcela nepřírodně, vhodnější variantou je tedy použití více frakcí. Každý druh pojiva se může vylepšovat plastifikátory či pigmenty. Druh plniva hraje však hlavní roli, určuje hloubku tmelu a jeho strukturu. Pojivo se vybírá podle doplňovaného kamene, aby byla co nejvíce napodobena jeho struktura. Čím podobnější je plnivo, tím je lepší výsledek. Pro hrubozrnné krystalické vápence se používá tmel s větším podílem hrubozrnnější frakce a menším podílem jemnější frakce. Tento tmel působí daleko transparentněji. Naopak je tomu u jemnozrnného krystalického vápence, který většinou nemá takovou hloubku, a proto se pro jeho tmelení používají jemnozrnnější frakce plniva. V praxi se můžeme setkat i s plnivem jako jsou tzv. „mikrokuličky“-duté, sférické tvary ze skla, keramiky či polymerních látek, které mají velice nízkou hmotnost.

2.8 Aditiva

Aditiva jsou látky, které mají zlepšovat vlastnosti tmelu, jako vzhled, plastičnost, zpracovatelnost, adhezi k povrchu či jejich UV stabilitu.

2.8.1 Plastifikátory

Tyto přídatné látky zlepšují zpracovatelnost tmelů. Jejich přidáním do směsi se zvyšuje plasticita a tvárnost tmelů. Za takzvané plastifikátory označujeme například jemné částice např. oxidu křemičitého, mastku či bentonitu. Množství plastifikátorů ve směsi se pohybuje obvykle do 3 % hm. Tyto látky jsou účinné také jako matovava. Jejich přídavek snižuje nebezpečí vzniku lesklých plošek na povrchu větších oblých zrn. Jejich použití je častější u tmelů na bázi syntetických polymerů. U směsí pojených epoxidovými pryskyřicemi bývá často konstatována nedostatečná plasticita (omezená schopnost podržet v syrovém stavu tvar). Tvárné směsi pojené cementem přídavek plastifikátorů zpravidla nevyžadují. Použití plastifikátorů snižuje spotřebu vody.^{6,8}

2.8.2 Pigmenty

Přídavkem pigmentů se ovlivňuje důležitou vlastnost tmelu / umělého kamene a to barevnost. Buď se pigment přidává přímo do směsi, nebo se jeho pomocí retušuje povrch s následnou fixací. Pro epoxidové pryskyřice i cement se používají pigmenty odolné alkalickému prostředí. To jsou především přírodní okry, železité pigmenty a pigmenty na bázi oxidů chromu. Nevhodným použitím nestálých pigmentů může dojít k jejich vyblednutí nebo změně barvy. Při retušování se jako pojivo používají polymerní látky z důvodu dobré odolnosti vůči UV záření a alkalickému prostředí. V ideálním případě by retuše neměly v průběhu času měnit barvu.

Druhou možností barvení umělého kamene je použití umělých nebo přírodních barevných písků přímo ve směsi.

2.8.3 Pomocné látky

Pomocné látky jsou další aditiva, která zlepšují vlastnosti umělého kamene. Do směsí s hydraulickým pojivem se přidává jako aditivo polymerní disperze nebo redispersgovatelné polymerní prášky, které celkově zlepšují vlastnosti umělého kamene. V současné restaurátorské praxi se nejčastěji používají kopolymery akrylátů a metakrylátů. Přidávají se do tmelů jako tzv. „záměsová voda“ 5 – 10 %. Kromě zpracovatelských vlastností může mít přídavek polymerní disperze vliv na konečné vlastnosti maltoviny, jako porositu, adhezi k podkladu, mechanické vlastnosti atd. Tzv. disperzní tmely se dají po ztvrdnutí měkčit organickými rozpouštědly.

Specielní skupinou aditiv v případě polymerních pojiv tmelů jsou tzv. UV absorbéry nebo světelné stabilizátory, které chrání polymery před světelnou degradací (oxidačními reakcemi iniciovanými ultrafialovým a světelným zářením). Jedním takovým je i antioxidant R-292 HALS. Některé pigmenty mohou být také UV absorbéry a zvyšovat tak odolnost polymeru vůči světelné degradaci (například saze nebo titanová běloba).

2.8.4 Armatury

Pro zpevnění či podpoření tmelů se používá armovacích materiálů. Tyto materiály by měly být pevné, odolné v alkalickém prostředí a měly by mít tepelnou roztažnost blízkou roztažnosti tmelů. V minulosti se používaly armatury z mědi, mosazi a oceli. Ocel v kyselém prostředí podléhá relativně rychle korozi. Korozní produkty železa zvětší svůj objem natolik, že je jimi tmel či kámen trhán. Měď či mosaz jsou poměrně odolnější, ale i u nich probíhá koroze. Jejich korozní produkty sice nezvětšují objem, ale mohou být vyplavovány na povrch kamene a špinit ho. Z tohoto hlediska je nejlepším materiálem pro armatury nerezová ocel, která má minimální tepelnou roztažnost a nekoroduje.

3 Ultrafialové záření

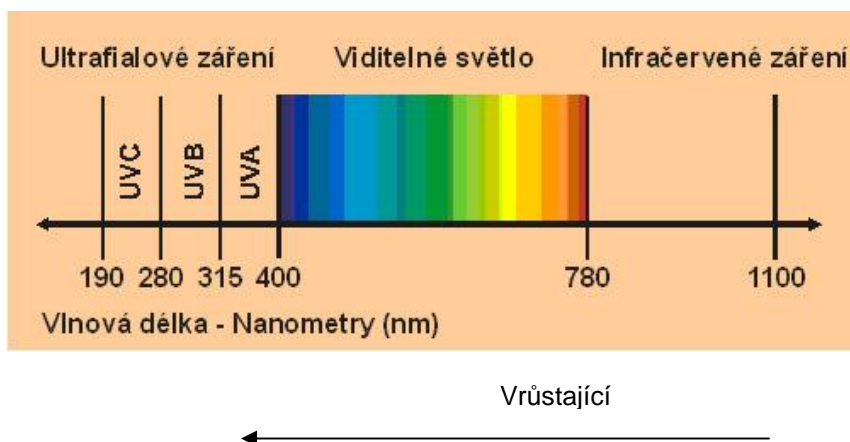
Pro ultrafialové záření se používá zkratka UV z anglického ultraviolet. Je to elektromagnetické záření s vlnovým rozsahem 100 – 400 nm, jehož přirozeným zdrojem je Slunce. Jeho vlnová délka je kratší než vlnová délka viditelného světla. Ozón a kyslík propustí na povrch Země zhruba třetinu UV záření. Pro člověka je toto záření neviditelné, někteří živočichové jej však dokáží vnímat.

UV záření dělíme na blízké záření o vlnové délce 400 – 200 nm a daleké ultrafialové záření (200 – 10 nm). Dále se rozděluje na spektrální oblasti UV-A, UV-B, UV-C (viz obr. 2). Ze spektrální oblasti UVA dopadne na zemský povrch přibližně 99 % UV záření. UVB záření je z převážné většiny absorbováno ozónem. Jeho energie je zhoubná pro živé organismy. Má schopnost rozkládat nebo narušovat bílkoviny či jiné organické sloučeniny. UVC je nejtvrďší typ UV záření, které je prokazatelně karcinogenní pro živé organismy.

3.1 Působení UV záření na památkové objekty

UV záření poškozuje také organické materiály památek. *„Zatímco většina anorganických materiálů (kovy, minerály, zemité pigmenty atp.) odolává působení světla, převážná část organických materiálů je poškozována světlem a UV zářením. Nebezpečí poškození pro památky vzrůstá s kratší vlnovou délkou světla. Poškození je kumulativní. Proto při dostatečně dlouhé expozici působí škody i nízké hladiny osvětlení.“*⁶ Toto působení se projevuje blednutím barev a pigmentů či zežloutnutím a ztrátou mechanických vlastností materiálu. Například papír, textil, useň, polymery křehnou (ztrácejí houževnatost pevnost a na jejich povrchu vznikají praskliny). V restaurátorské praxi je snaha zabránit tomuto vlivu například ochranou muzejních a galerijních objektů UV-filtry, které obsahují UV absorbéry. Tyto filtry se vyrábějí formou desek, folií a laků.

Elektromagnetické spektrum



Obr. 6 – Elektromagnetické spektrum

Tabulka č.1 – Vlnové délky UV záření

Název	zkratka	Vlnová délka v nanometrech
UVA	délhovlnné, „černé světlo“	400 nm - 320 nm
UVB	středněvlnné	320 nm - 280 nm
UVC	krátkovlnné, „dezinfekční“	pod 280 nm

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Vybrané prostředky pro výrobu vzorků

Pro zkoušky bylo vybráno deset poživ. Osm sérií vzorků bylo připraveno ze syntetických polymerních poživ a dvě zbývající série z poživ minerálních. Vybírána byla především pojiva dostupná a běžně používaná v praxi. Testováno bylo také nové syntetické akrylátové pojivo a lak, které zatím nebyly uvedeny na trh. Imitován byl jemnozrný bílý mramor, a to především proto, že jeho ideální tmelení je nesnadné. Veškeré změny vlastností tmelu aplikovaného na bílém mramoru jsou viditelné a neestetické. Jako plnivo pro zkoušky byly použity drcené vápence a pro zlepšení optických vlastností byla přidávána titanová běloba. Všechny vzorky byly vystaveny UV záření a následné barevné změny byly popsány, dokumentovány a změřeny kolorimetrem.

Cílem práce je prověření běžně používaných poživ, srovnání jejich míry stability vůči UV, případné doporučení ideálního vzorku pro restaurátorskou praxi.

4.1.1 CHS-EPOXY 324, Spolchemie a.s.

CHS-EPOXY 324 je nízkomolekulární viskózní epoxidová pryskyřice modifikovaná nereaktivním zvláčňovadlem. Vytvrzuje se smísením s vhodnými tvrdidly (P11) při normální nebo zvýšené teplotě. Používá se jako pojivo k přípravě lepicích kompozic pro lepení kovů, skla, keramiky, porcelánu, dřeva, eternitu, výrobků z močovinoformaldehydových pryskyřic a jiných materiálů k přípravě tmelů pro opravy betonových podkladů. Aplikuje se na suché, čisté podklady.

Technické parametry: Barva: Max. 300 Hazen

Viskozita (25°C): 20 - 60 Pa.s

Epoxidový index: 3,0 – 3,4 mol/kg

Epoxidový hmotnostní ekvivalent: 294 – 333 g/mol

Zpracovatelnost: CHS-EPOXY 324 - CHS-TVRDIDLO P11100:

7, krátká doba vytvrzení (ca 0,5 hodiny)

(textová příloha č.1)

4.1.2 Epoxidová pryskyřice s UV absorbéry - Araldite 2020 (XW 396/XW 397), HUNTSMAN

Araldite 2020 je čirý dvousložkový epoxidový systém s nízkou viskozitou. Jeho nízká viskozita je speciálně navržena pro lepení skla. Index lomu má shodný s indexem lomu skla. Umožňuje čisté lití či vrstvení. Má široké použití při lepení kovů, keramiky, gumy, pevných plastů a mnoho jiných běžně používaných materiálů. Aplikace Aralditu 2020 je vhodná při pokojové teplotě.

Technické parametry: Barva: čirý

Viskozita: tekutý, ca 150 mPas

Viskozita tvrdidla: 150 mPas

Specifická hmotnost: ca 1.2

Specifická hmotnost tvrdidla: ca 0.95

Specifická hmotnost směsi: 1.1

Index lomu směsi: 1.553

Zpracovatelnost (100 gm at 25 °C): 40 – 50 minut

(textová příloha č.2)

4.1.3 Polyuretan - Araldite 2028, HUNTSMAN

Araldite 2028 je dvousložkové polyuretanové lepidlo, stabilní vůči UV záření. Vhodné pro lepení různých kovů a plastových podložek.

Technické parametry: Barva: čirý

Viskozita v 25°C: 10.4 Pas

Viskozita tvrdidla: 1.2

Specifická hmotnost: 1.2

Specifická hmotnost: 1.2

Specifická hmotnost směsi: 1.2

Bod vzplanutí lepidla přesahuje 100 °C

Zpracovatelnost (100 gm v 25 C): 6 minut

(textová příloha č. 3)

4.1.4 Paraloid B-72, Rohm and Haas

Paraloid B-72 termoplastická akrylátová pryskyřice *Paraloid B-72* (na bázi kopolymeru etylmetakrylát –metylakrylátu). *Paraloid B-72*. Je jednou z nejstabilnějších syntetických pryskyřic. Je možné použít ke zpevnění přírodního kamene, omítek, dřeva apod. Je vhodný i pro impregnaci a zpevnění nástěnných maleb a obrazů, kde se používá jako základní impregnace. Dále se používá jako fixativ pro grafiky, kresby křídové, uhlové a pastely, jako lepidlo na sklo a keramiku, pro konsolidaci a konzervování dřeva.

Technické parametry: Barva: čirá

Fyzikální forma: granule

Teplota zeskenění: Tg (°C) 40

Bod měknutí: 70 °C

Bod tavení: 150 °C

Parametr rozpustnosti 9.3

Viskozita (40% roztok při 25°C): Podle objemu rozpouštědla

- aceton 200 cps

- toluen 600 cps

- xylen 980 cps

(textová příloha č.4)

4.1.5 GTS Polyester Gießharz , VOSSCHEMIE

Dvousložková odlévací polyesterová pryskyřice *Gießharz* je snadno zpracovatelná dá se tónovat. Je odolná vůči UV záření. Směšovací poměr pryskyřice a tvrdidla je 100:0,6 - 100:2. Aplikuje se na suchý povrch kovů, dřeva, plastů. Tuhne při pokojové teplotě. Po vytvrdnutí je brousitelný, leštitelný (Během zkoušek se tento prostředek přestal vyrábět, nahradil ho prostředek na podobné bázi *Viscovoss-GTS*).

Technické parametry: Barva: bezbarvý, čirý

Viskozita: nízkoviskózní

Hustota: hustota (při pokojové teplotě), asi 1.12 g / cm³

Zpracovatelnost: 15-60 minut

4.1.6 Polyester - Tenax Crystal, Boudacommercio

Tenax Crystal je tuhý, želatinový thixotropický tmel na bázi polyesterové pryskyřice. Je čirý, nežloutnoucí a stabilní proti UV záření. Výrobek je, proto je vhodný na světlé materiály a to i na svislých plochách. Při spárování vhodných materiálů nemusí být spára viditelná. Možnost dobarvení tmelu barvicími pastami *Tenax*. K lepidlu *Crystal* je vhodné pouze určené tužidlo s označením *Crystal (CR)*.

Technické parametry: Barva: čirá

Viskozita v 25°C (Pas)

Specifická hmotnost:

Odolné teplotám po vytvrzení: 0°C – 110°C

Zpracovatelnost (100 gm v 25 C)15min při 20°C

Broušení: po 80-120 minutách

(textová příloha č.5)

4.1.7 Polyester – Marmorkitt 1000, AKEMI

Marmorkitt je želatinový, dvousložkový tmel a lepidlo na bázi polyesterové pryskyřice, opálově čirý, stabilní proti UV záření. Výrobek je prakticky bez zabarvení a je proto zvláště vhodný k lepení a opravám světlých a bílých hornin jako krystalických vápenců, onyxů, ale i žul a syenitů a to i na svislých plochách. Produkt se dá velice dobře barvit originál tónovacími pastami *AKEMI*. Tónovat se musí jen velice málo, aby pryskyřice zůstala ještě průhledná. Tím se zachová dojem přírodního charakteru horniny. Při správném pigmentování lze docílit, že spára dvou lepených prvků není viditelná. Jeho použití je vhodné při pokojové teplotě při nižších teplotách je třeba počítat s delší dobou vytvrzování. Ideální množství tužidla pro vytvrzení tmelu je 1-3% nejvýše 4%.

Technické parametry: Barva: opálově čirá
 Viskozita: tuhý
 Zpracovatelnost: (100 gm v 25 C): 12-20 min

4.1.8 Veropal UV 60, Synpo

Čirý lak, a tmel od firmy Synpo a.s.

Tabulka č. 2 - Fyzikálně chemické parametry Veropalu UV60

vzorek	Složení[% hmot.]					Tg	Sušina	M	PDI	Typ
	EA	MMA	KA	SoltexEE	R-292	[°C]	[% hmot.]			
Lak10/2	49	47,5	0,5	3	0,1/MO	42,3	48,05	11192	2,68	LAK
Tmel 10/13	37,5	59	0,5	3	0,1/MO	57,9	62	10492	2,55	TMEL

EA - ethyl akrylát

MMA - methyl methakrylát

KA - kyselina akrylová, Soltex

EE - radikálově polymerizovatelný UV filtr benzotriazolového typu

R -292 anioxidant HALS

4.1.9 Hydraulické pojivo - Mape-antique LC, Mapei

Mape – antique LC je speciální hydraulické pojivo s jemnými minerálními plnivy určené jako malta se schopností odvádět vlhkost. Používá se pro opravu poškozeného zdiva historických staveb vzniklé působením času, běžným užíváním nebo otřesů, její mechanické vlastnosti jsou podobné starým původním maltám. Je netečná vůči chemickým a fyzikálním vlivům současného životního prostředí a má vysušovací efekt. Je porézní, prodyšná, paropropustná.

Technické parametry: Barva: světlá, bílá
 Konzistence: Sypká směs

Objemová hmotnost: 2900 kg/m³

Skladovatelnost ve směsi: 1050 m³

Obsah alkalických solí ve vodě: < 0,1 %

(textová příloha č. 6)

4.1.10 Bílý cement, Aalborg

Aalborg je jediným producentem cementu v Dánsku. Produkuje jak běžný typ cementu, tak rovněž široké spektrum speciálních cementů, především super bílý cement. Dánský super bílý cement je cement o vysoké pevnosti, nízké alkaličnosti, s nízkým obsahem síry. Používá se především pro výrobu betonových prvků.

Technické parametry: Barva: světlá, bílá

Konzistence: sypká směs

Objemová hmotnost: 3090 - 3190 kg/m³

Obsah alkalických solí ve vodě: 0 - 0.3 %

Pevnost v tlaku: 1 den 18 - 24 MPa

2 den 36 - 44 MPa

7den 54 - 66 MPa

28dní 68 - 78 MPa

(textová příloha č.7)

4.1.11 CAROLITH, Omnya

CAROLITH je drcený přírodní uhličitan vápenatý (CaCO_3).

Technické parametry: Barva: bílá
Konzistence: sypká
Hodnota pH: 8,5 – 9,5 (100g/l/20 °C)
Bod tavení: 1340 °C (102 bar)
Relativní hustota: 2,6 – 2,8 (20 °C)
Rozpustnost ve vodě: 0,014 g/l (20 °C)
0,018 g/l (75 °C)
Tepelný rozklad: Nad 826 °C
(textová příloha č.8)

4.1.12 Titanová běloba, Deffner&Johann

Chemickým složením se jedná o Oxid titaničitý (TiO_2). Získává se z minerálu ilmenitu, Existuje několik modifikací oxidu titaničitého se stejným vzorcem, jako pigment se uplatňuje TiO_2 se strukturou anatasu a rutilu. má mimořádně velikou krycí mohutnost a barvicí schopnost, Také jeho stálost na světle je velmi dobrá, spotřeba oleje je nízká. běloba je snášelnivá se všemi ostatními pigmenty i se všemi pojivy. Odolává zředěným kyselinám i zásadám, není jedovatá. Díky těmto vlastnostem je dnes nejpoužívanějším bílým pigmentem.

4.2 Příprava vzorků

Před výrobou definitivních vzorků proběhly rozsáhlé zkoušky směsí různých poměrů plniva a pojiva a různých podílů frakcí plniva. Používáno bylo plnivo o rozměrech frakcí 0,0-0,2mm; 0,2 - 0,5mm; 0,5mm – 1mm. Vybrána byla směs, která opticky odpovídala jemnozrnnému, bílému, carrarskému mramoru. Poměr frakcí ve směsi byl 1:2 (0,0-0,2mm; 0,2 - 0,5mm). Optické vlastnosti vzorků byly zlepšovány 1% titanové běloby. Od každého pojiva bylo zhotoveno osm vzorků. Čtyři vzorky (A,B,C,D) byly ponechány v laboratoři, na dalších čtyřech vzorcích (A,B,C,D) bylo provedeno umělé stárnutí. Vzorky A jsou směsi bez pigmentu a bez laku. Vzorky B jsou směsi bez pigmentu, s povrchem ošetřeným (10% synpo 10/2 v xylenu), Vzorek je označen I. – jeden nátěr, II. dva nátěry laku. Tento lak by měl chránit vůči UV záření. Vybrána byla koncentrace laku, která opticky neruší imitaci umělého kamene. Vzorky C obsahují titanovou bělobu, vzorky D také obsahují titanovou bělobu a navíc jsou ošetřeny lakem. Přesné údaje o navázkách jednotlivých pojiv s plnivem jsou v tabulce (viz. textová příloha číslo 9)

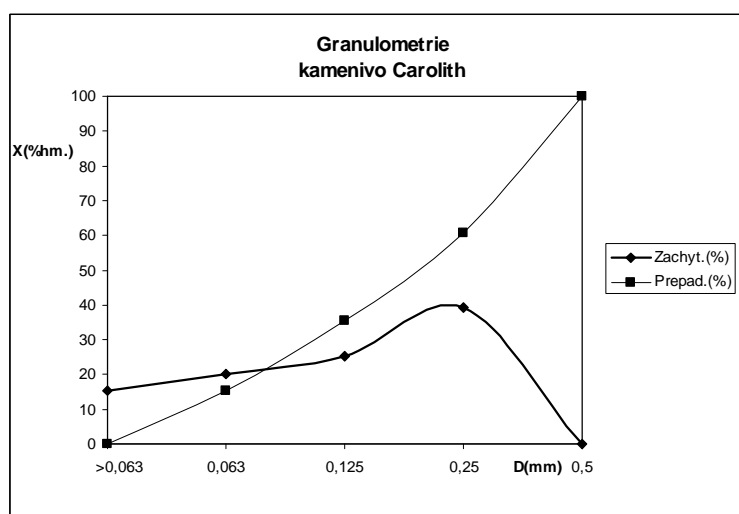


Obr. 7 – Předpříprava různých směsí vzorků, silikonová vzorkovnice používaná pro jejich výrobu

Tabulka č. 3 - Granulometrie vybrané směsi

vrakce/ mm	m frakce/ g	%
0,25	41,3	15,5
0,125	26,9	20
0,063	21,13	25,4
pod 0,063	16,4	39,1

Graf č. 1 – Granulometrie vybrané směsi



4.3 Metody zkoumání

Na zhotovených seriích vzorků bylo provedeno umělé stárnutí a výsledné změny barevnosti byly měřeny kolorimetrem.

4.3.1 Umělé stárnutí

Umělé stárnutí zvýšenou radiací bylo provedeno pomocí solárního simulátoru Sol 2 (Dr. Hönle UV Technology, SRN). Vlnová délka pro stárnutí byla 250 - 700 nm. Doba stárnutí trvala 21 dní (500 hod).

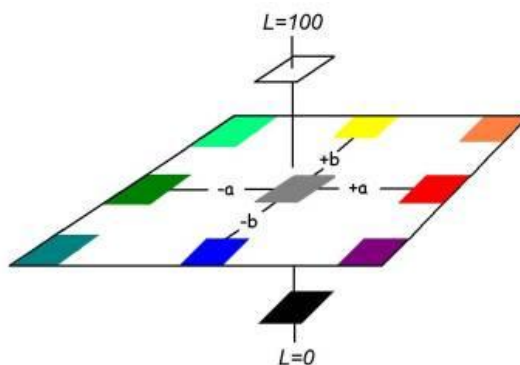
4.3.2 Kolorimetr

Při hodnocení změny barevnosti stárnutých a nestárnutých vzorků, bylo použito technologie měření barev Na přístroji UV-VIS spektrofotometr Data Color Mercury 3000 (systém CIELAB).

K popisu barvy je nutné zmát její tři hlavní faktory, odstín sytost a jas. Proto lze určitou barvu vnímat, jako bod v trojrozměrném prostoru. „Základním barevným prostorem, je CIEXYZ, z něhož byl odvozen plošný diagram chromatičnosti CIE x,y nazývaný kolorimetrický trojúhelník.“ V praxi se nejčastěji používá model barevného prostoru CIELAB. „Pravoúhlý souřadnicový systém je vymezen třemi osami: nepestrou osou jasu (L^*), chromatickou osou zeleno- červenou (a^*) a chromatickou osou modro- žlutou (b^*). Souřadnice L^* , a^* , b^* , jednoznačně určují její barvu v jejím odstínu, sytosti a jas.“ Pro objektivní posouzení barevné shody standartu a vzorku byla zavedena odchylka ΔE^* (delta E), definována na základě diferencí mezi jednotlivými souřadnicemi obou srovnávacích objektů. Jestliže tedy standart a vzorek se liší v souřadnici L^* o rozdíl ΔL^* a obdobně ve zbývajících souřadnicích se liší o Δa^* a Δb^* , pak celková barevná odchylka se vypočítá jako nejkratší spojnice dvou bodů v prostoru:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Dalšími důležitými specifikacemi jsou druh osvětlení a standardní pozorovatel. V Evropě se barevné souřadnice spojují s osvětlením D65 a pozorovatelem 10° (úhel pozorování).



Obr. 8 - Model barevného prostoru CIELAB


5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

5.1 Hodnocení zpracovatelnosti a optických vlastností vzorků

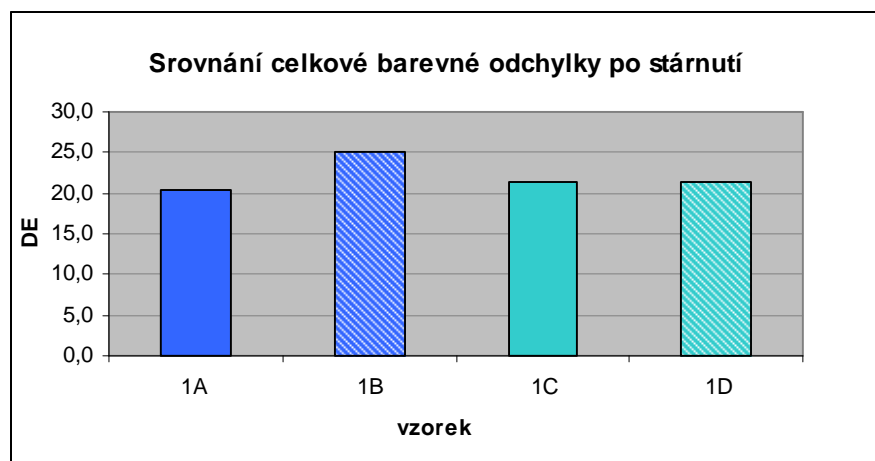
Při výrobě vzorků byla hodnocena jejich zpracovatelnost, plastičnost a jejich optické vlastnosti. Z optických vlastností byla hodnocena míra podobnosti s bílým, jemně krystalickým mramorem. Dále byla vyhodnocována zpracovatelnost směsi, její plastičnost, tvárnost při práci se špachtlí, doba vytvrzování. U každého vzorku je jeho obecná charakteristika. Práce je zaměřena hlavně na změny barevnosti vzorků před a po umělém stárnutí. Shrnutí výsledků vlivu UV záření jsou v následujících tabulkách a grafech.

Jednotlivé série vzorků mají podkategorie A* směs bez pigmentu , B* směs bez pigmentu s lakem, C* směs s pigmentem bez laku, D* směs s pigmentem a lakem. Při práci s tmely na syntetické bázi, je dobré špachtli neustále čistit v rozpouštědle, aby se na ní nelepil tmel.

Tabulka č. 4 – Vyhodnocení vlastností epoxidové pryskyřice bez UV absorbentů

1 - CHS-EPOXY 324 (Spolchemie)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-11.30	4,07	16.50	20.41	
B	-12.98	4.88	20.97	25.14	
C	-12.04	0.87	17.53	21.28	
D	-12.04	0.87	17.53	21.28	

Graf č. 2 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí CHS Epoxy 324




Práce s tmel: Plastičnost tohoto tmelu není tak dobrá jako u tmelů na minerální bázi. Při práci s epoxidem je obecně problém, že se nedá nanášet ve větších vrstvách, jelikož má tendenci téct. Při přílišném zahuštění plnivem se zase lepí na špachtli. Optické vlastnosti jsou velice dobré a blízké povrchu mramorů (působí stejně kompaktně). Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled epoxidového tmelu k bílému carrarskému mramoru, ale jejím použitím tmel mírně

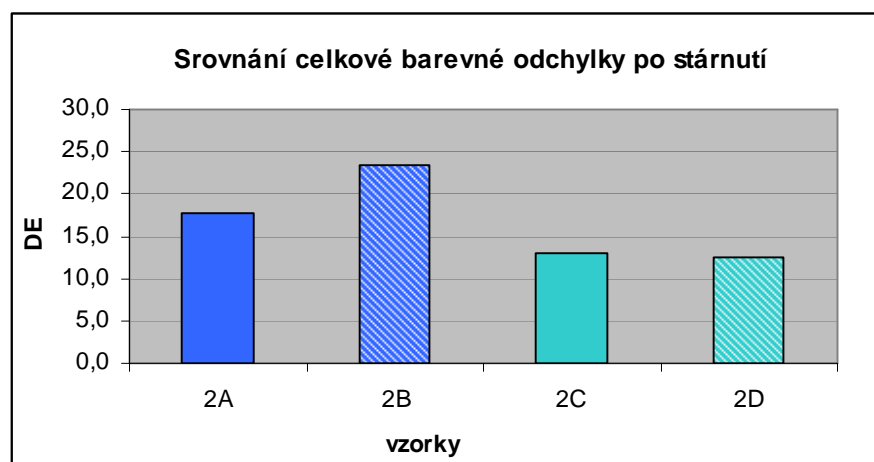
slepne a ztrácí hloubku.

Změna po umělém stárnutí: Míra zežloutnutí vzorků z epoxidové pryskyřice je značná. Místa na vzorku B, D, která byla lakem omylem přetřena více jak dvakrát, jsou světlejší – zde je vidět, že lak ve větší vrstvě tmel chrání vůči UV záření. Bohužel tento silnější nátěr je příliš lesklý. Na druhou stranu tenký nátěr, kterým je natřen celý vzorek tmel nechrání a mírně ztmavuje povrch. Vzorek C, D s přídavkem titanové běloby vykazuje lepší optické vlastnosti než vzorky bez titanové běloby a zároveň i lepší odolnost vůči stárnutí UV zářením.

Tabulka č. 5 - Vyhodnocení vlastností epoxidové pryskyřice s UV absorbenty

2 - Araldite 2020 (HUNTSMAN)	A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím				
Vzorky po umělém stárnutí				
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
A	-10.10	3.39	14.20	17.75
B	-10.19	4.38	20.45	23.27
C	-8.79	-0.25	9.69	13.8
D	-8.15	-0.43	9.60	12.59

Graf č. 3 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí Araldite 2020




Práce s tmelem: S tímto materiálem se pracuje o trochu lépe než s klasickým epoxidem (není tak lepkavý). Bohužel má stejný problém jako všechny epoxidy a to udržet si tvar. Výsledný efekt je podobný jako u klasického epoxidu - imitace mramoru tímto materiálem může být velice dobrá. Je však důležité odhadnout poměr plniva a pojiva. Viskóznější epoxidy pojí plnivo lépe. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru. Jediná

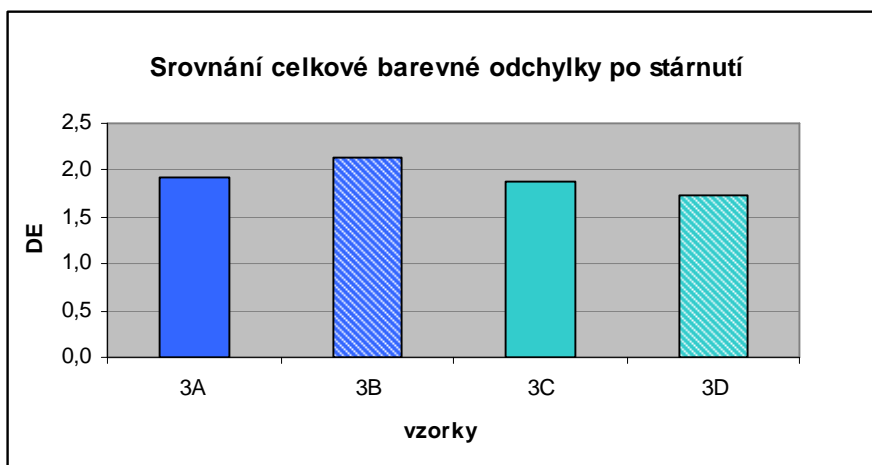
nevýhoda titanové běloby je její mírné zaslepení tmelu (potlačení hloubky materiálu).

Změna po stárnutí: Epoxid s UV absorbéry je méně zežloutlý než epoxid bez UV absorbérů. Je vidět mírné ztmavnutí vzorků B po aplikaci laku.

Tabulka č. 6– Vyhodnocení vlastností polyuretanu Araldite 2028

3 - Araldite 2028, Polyuretan (HUNTSMAN)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
Vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-0.77	-0.35	1.72	1.92	
B	-1.20	-0.34	1.73	2.13	
C	0.02	-0.76	-1.70	1.87	
D	-1.53	-0.61	-0.53	1.73	

Graf č. 4 – Srovnání celkové barevné odchyly po stárnutí Araldite 2028



Práce s tmelem: Práce s tímto materiálem je velice rychlá, zpracovatelnost se pohybuje do 6 minut, což je v běžné restaurátorské praxi dost nepraktické. Jeho vzhled po zbrúšení působí velice dobře, stejně jako u epoxidů a polyesterů. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru, ale při jejím použití tmel mírně slepne a ztrácí hloubku

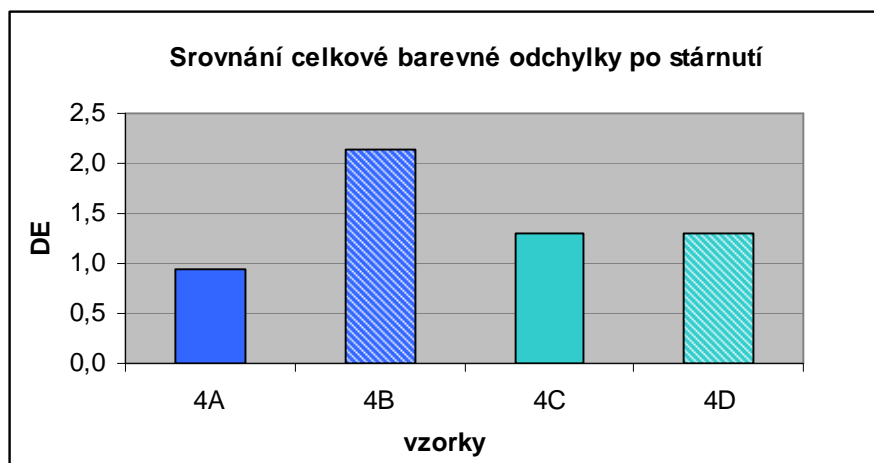
Změna po umělém stárnutí: Na této sérii nebyly opticky pozorovány žádné výraznější změny barevnosti. Můžeme tedy konstatovat, že je velice stabilní vůči UV záření.

Tabulka č. 7– Vyhodnocení vlastností akrylátové pryskyřice Paraloid B72

4 - Paraloid B72 (20%) (Rohm and Haas)	A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím				
Vzorky po umělém stárnutí				

Vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
A	0.93	-0.11	0.12	0.94
B	2.03	-0.12	-0.71	2.15
C	-0.79	-0.11	1.04	1.31
D	1.12	-0.20	0.64	1.30

Graf č. 5 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí Paraloid B72



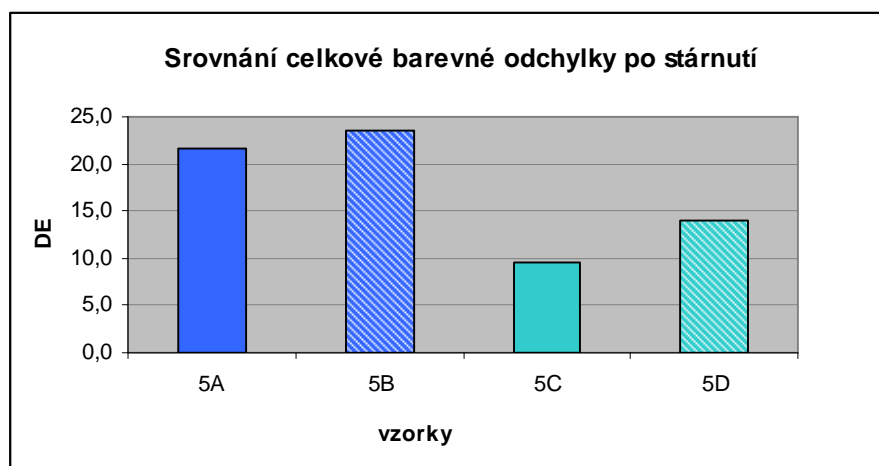
Práce s tmelem: Zpracovatelnost tohoto tmelu je nepříjemná už z důvodů nevyhnutelnosti práce s organickými rozpouštědly. Při odpařování rozpouštědla se tmel smršťuje a mohou zde vznikat prasklinky. Ve větších vrstvách vytvrzuje oproti polyesterům a pryskyčicím dlouho a výsledná tvrdost není tak dobrá. Dosažení hladkého povrchu tmelu se při 20% koncentraci pojiva nezdařilo, pojivo neudrželo zrna plniva. Vzhled není tak dobrý jako u epoxidů a polyesterů. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru, při jejím použití tmel mírně slepne a ztrácí hloubku.

Změna po umělém stárnutí: Paraloid B72 potvrdil svoji dobrou odolnost proti UV záření. Po umělém záření nebyla na vzorcích pozorována, žádná výrazná barevná změna. Žluté skvrny vznikly pravděpodobně zašpiněním jiným pojivem při manipulaci se vzorky, a mohly být původci i odchylky měření

Tabulka č. 8 – Vyhodnocení vlastností polyesterové pryskyřice GTS Polyester Gießharz

5 – GTS Polyester Gießharz (VOSSCHEMIE)	A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím				
Vzorky po umělém stárnutí				
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
A	-11.44	6.75	16.93	21.52
B	-11.21	5.86	19.71	23.42
C	-5.98	-0.45	7.44	9.56
D	-9.42	1.16	10.15	13.90


Graf č. 6 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí GTS Polyester Gießharz



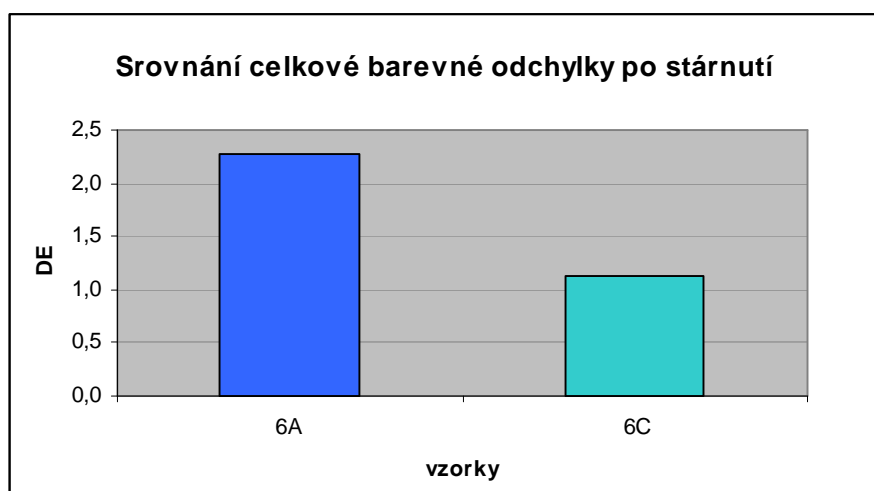
Práce s tmelem: Tento polyester je na rozdíl od crystalu a marmorkittu tekutý, hůře se nanáší a má nepříjemný zápach. Vzorky na kterých není aplikovaný lak vypadají velice dobře, jsou podobné mramoru. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru, při jejím použití tmel mírně slepne a ztrácí hloubku.

Změna po umělém stárnutí: Tento polyester se prokázal jako velice nestabilní vůči UV záření. Na vzorcích C, D, kde byl použit pigment je efekt ozařování daleko méně viditelný.

Tabulka č. 9– Vyhodnocení vlastností nového prostředku Veropal UV60

6 – Veropal UV60		A	C	
Vzorky před umělým stárnutím				
Vzorky po umělém stárnutí				
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
A	2.22	-0.20	0.42	2.27
C	-0.60	-0.27	1.19	1.35

Graf č. 7 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí Veropal UV60

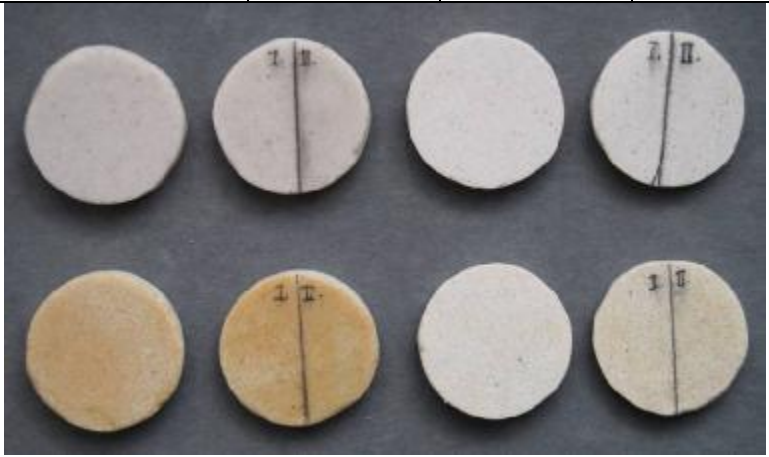


Práce s tmelem: Zpracovatelnost tohoto tmelu je velice špatná. Směs nemá žádnou tvárnost a značně se lepí na špachtli. Nepříjemný je zápach rozpouštědla, ve kterém je toto pojivo rozpuštěno. Tyto vzorky velice špatně tvrdly, ještě po sedmi měly gumovou konzistenci. Po umělém stárnutí byl tmel zbroušen, bohužel povrch tmelu

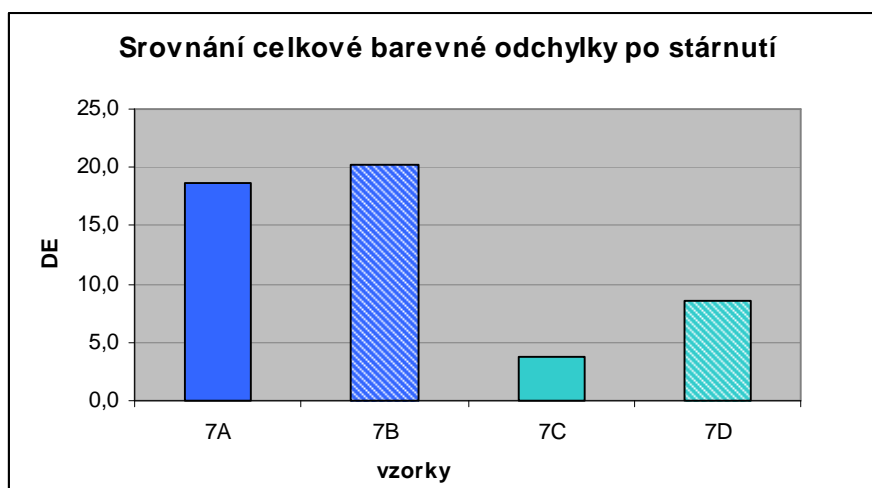
měl charakter pemzi. Pro tmelení mramoru se tento tmel ukázal jako nevhodný.

Změna po umělém stárnutí: Stabilita tohoto nového pojiva podobného Paraloidu B72 je výborná, bohužel v praxi je díky svým ostatním vlastnostem nepoužitelný.

Tabulka č. 10 – Vyhodnocení vlastností polyesterové pryskyřice Crystal

7 - Polyester Crystal (Tenax)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-8.66	3.7	16.16	18.59	
B	-8.75	3.14	18.00	20.26	
C	-2.91	-0.93	2.28	3.81	
D	-5.22	-0.63	6.72	8.53	


Graf č. 8 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí polyester Crystal



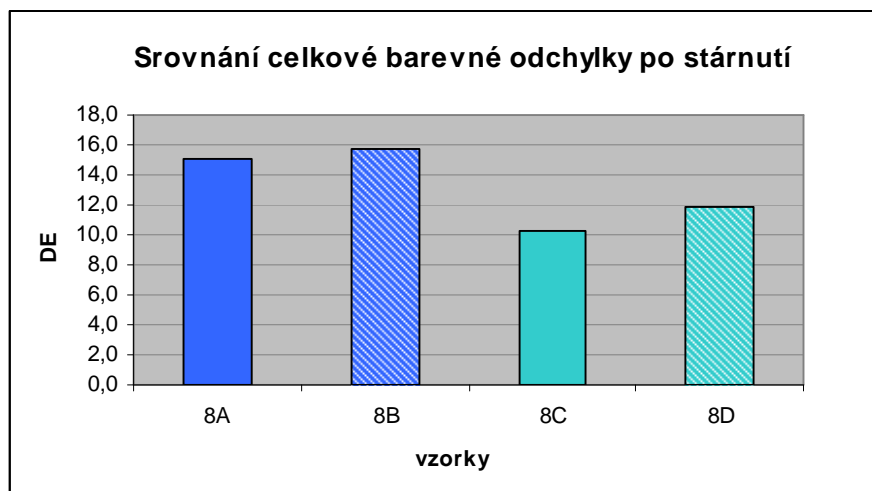
Práce s tmelem: Zpracovatelnost tohoto tmelu není špatná. Díky své tužší konzistenci se nanáší lépe než epoxidové tmely (dá se vrstvit). Nepříjemný je jeho zápach. Jeho vytvrdnutí je docela rychlé cca do 15 minut začíná tuhnout. Vzhled tmelu je velice dobrý, podobný mramoru. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru, při jejím použití tmel mírně slepne a ztrácí hloubku.

Změna po umělém stárnutí: U vzorků je viditelné zežloutnutí, ale ne tak výrazné jako u polyesteru (Vosschemie). Vzorky B,D (s lakem) jsou o něco tmavší než vzorky bez laku.

Tabulka č. 11– Vyhodnocení vlastností polyestrové pryskyřice Marmorkitt 1000

8 – Polyester Marmorkitt 1000 (AKEMI)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-6.18	1.27	13.72	15.10	
B	-6.85	1.78	14.2	15.70	
C	-4.63	-0.54	9.9	10.22	
D	-6.43	-0.14	10.1	11.90	


Graf č. 9 – Srovnání celkové barevné odchytky po stárnutí polyester Marmorkitt 1000



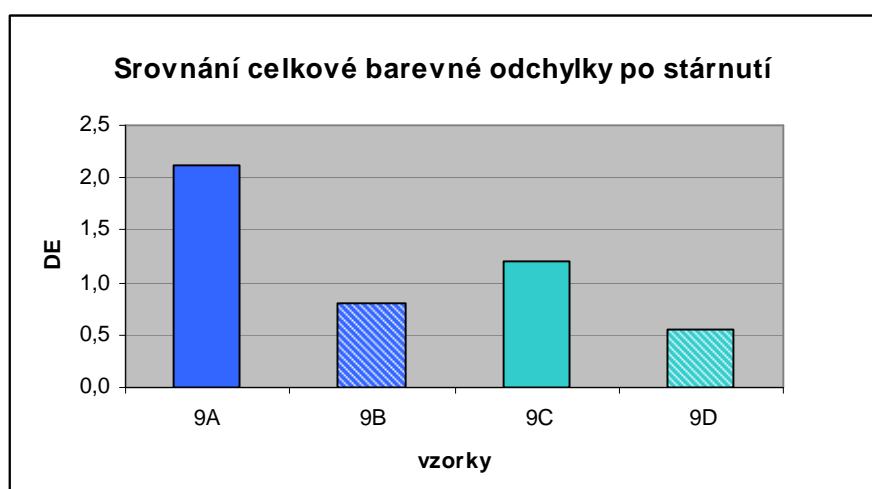
Práce s tmelem: Polyester marmorkitt má tuhou konzistenci. Práce s tímto tmelem a jeho aplikace je lepší než u tekutých epoxidů. Dají se s ním nanášet větší vrstvy. Stejně jako všechny polyestery má nepříjemný zápach. Po vytvrnutí a vybroušení napodobuje mramor velice dobře. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku. Titanová běloba přibližuje vzhled tmelu k bílému carrarskému mramoru, při jejím použití tmel mírně slepne a ztrácí hloubku.

Změna po umělém stárnutí: Vzorky polyesteru marmorkitt mírně zežloutly, žlutější odstín pozorujeme u vzorků B, D natřených lakem. Světlejší odstín je vidět u vzorků s přidavkem titanové běloby.

Tabulka č. 12– Vyhodnocení vlastností hydraulického prostředku Mape-antique LC

9 – Hydraulické pojivo Mape-antique LC (Mapei)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-1.95	0.15	0.80	2.12	
B	0.73	0.32	0.13	0.81	
C	-0.24	0.23	1.15	1.20	
D	0.04	0.05	-0.56	0.56	


Graf č. 10 – Srovnání celkové barevné odchylky po stárnutí Mape-antique LC



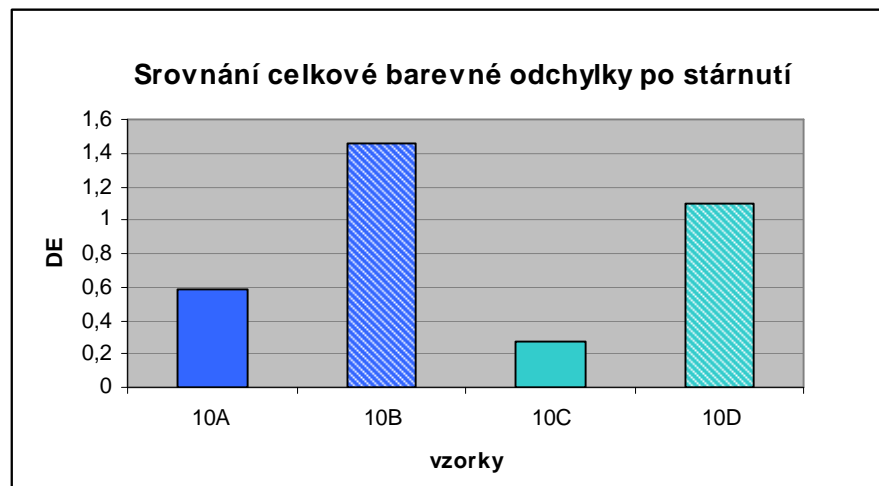
Práce s tmelem: Práce s tímto tmelem je příjemná. Nemá nepříjemný zápach, jako většina tmelů na syntetické bázi. Tento tmel dobře drží tvar, dá se modelovat, ale po zbroušení nemá povrch kompaktní a hutný jako tmely na syntetické bázi - imitace mramoru u tohoto tmelu je špatná. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku.

Změna po umělém stárnutí: Mape-antique LC neprojevil opticky žádné změny barevnosti.

Tabulka č. 12– Vyhodnocení vlastností bílého cementu Aalborg

10 – Bílý cement (aalborgportland)		A	B	C	D
Vzorky před umělým stárnutím					
Vzorky po umělém stárnutí					
vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
A	-0.11	-0.10	-0.57	0.59	
B	-1.36	0.49	-0.20	1.46	
C	-0.16	0.01	-0.22	0.28	
D	-0.53	0.51	-0.69	1.1.	

































































Graf č. 11 - Srovnání celkové barevné odchytky po stárnutí Aalborg



















Práce s tmelem: Cementový tmel je velice tvárný, plastický, nelepí se na špachtli a drží tvar. Je výborně opracovatelný. Opticky tento tmel nevypadá tak dobře jako tmely epoxidové či polyesterové. Jako všechny minerální pojiva postrádá hloubku, nedá se leštit a není tak hutný. Vzorky natřené lakem mají nepatrný odstín do žluta a zrna plniva se tolik nelesknou jako u vzorků bez laku.

Změna po umělém stárnutí: U cementových tmelů se neprojevily žádné velké změny barevnosti, potvrdila se jen stabilita minerálních pojiv vůči UV záření.

Tabulka č. 13 – Optické srovnání vzorků vystavených expozici UV s vzorky nevystavenými UV záření.

SERIE VZORKŮ SE SYNTETICKÝMI POJIVY									
	Vzorky před umělým stárnutím				Vzorky po umělém stárnutí				
	A	B	C	D	A	B	C	D	
1. epoxidová pryskyřice									
2. epoxidová pryskyřice s UV absorbéry									
3. polyuretan									
4. 20% paraloid B72									
5. polyester (vosschemie)									
6. Veropal UV60									
7. polyester (Tenax)									
8. polyester (AKEMI)									

SERIE VZORKŮ S MINERÁLNÍMI POJIVY									
	Vzorky před umělým stárnutím				Vzorky po umělém stárnutí				
	A	B	C	D	A	B	C	D	
9. Hydraulické pojivo									
10. Bílý cement									

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit UV stabilitu současně používaných tmelů pro krystalické vápence (mramory). Kromě UV stability materiálů byla hodnocena práce s nimi a jejich míra podobnosti s napodobovaným krystalickým vápencem. Vyjma samotných tmelů byl také sledován ochranný efekt 10% nového laku (Veropal UV60) vůči UV záření, který byl aplikován na povrch vzorků.

Bylo vybráno celkem devět pojiv, které se v současné restaurátorské praxi používají a jedno nové pojivo, které zatím nebylo uvedeno na trh. Mezi hodnocenými byly tmely s těmito pojivy: CHS-EPOXY 324 (Spolchemie), epoxidová pryskyřice s UV absorberem Araldite 2020 (HUNTSMAN), polyuretan Araldite 2028 (HUNTSMAN), 20% Paraloid B72 (Rohm and Haas), GTS polyester Gießharz (VOSSCHEMIE), polyester Crystal - Tenax (Boudacommercio), polyester marmorkitt 1000 (AKEMI). Pro porovnání UV stability byly mezi pojiva zařazeny dvě pojiva na minerální bázi, hydraulické pojivo Mape-Antique LC (Mapei) a bílý cement Aalborg white (aalborgportland). Jako plnivo bylo použito drceného vápence Carolith (omnya). Pro lepší optické vlastnosti byla do směsí přidána titanová běloba (Johann & Deffner). Z těchto pojiv bylo vyrobeno celkem deset sérií vzorků s kategoriemi ABCD: A* směs bez pigmentu, B* směs bez pigmentu s lakem, C* směs s pigmentem bez laku, D* směs s pigmentem a lakem. Jedna série čítala osm vzorků. Polovina vzorků byla dána na umělé stárnutí (vystavena UV paprskům) a druhá byla ponechána v laboratoři. Po umělém stárnutí byla barevnost vzorků vyhodnocena kolorimetrem. Hodnocení bylo zaměřeno především na barevné změny před a po umělém stárnutí, ale také na zpracovatelnost a vzhledové vlastnosti tmelů.

Ze všech zkoušek obecně vyplývá, že po aplikaci 10% laku (Veropal UV60) povrch vzorků mírně ztmavnul a plošky plniva se tolik neleskly jako u vzorků bez laku, tudíž nevypadaly tak dobře. Vzorky s přídatkem titanové běloby měly lepší optické vlastnosti i po stárnutí. Jediná nevýhoda titanové běloby je její mírné zaslepení tmelu (potlačení hloubky materiálu). Jako UV stabilní se prokázaly tmely pojené polyuretanem - Araldite 2028, Paraloidem B72, Veropalem UV60, hydraulickým pojivem Mape-Antique LC a bílým cementem. Z těchto směsí byl mramorům vzhledově nejpodobnější polyuretanový tmel. Ze syntetických tmelů napodobovaly nejlépe mramor tmely na bázi epoxidové pryskyřice a polyesterů.

Bohužel stabilita epoxidu CHS 324 se ukázala jako nízká. O něco lépe dopadl epoxid s UV absorbéry Araldite 2020. Práce s polyestery je lepší, dají se nanášet ve velkých vrstvách, netečou jako epoxidové pryskyřice. Lepší UV stabilita se prokázala u tmelů pojených tuhým marmorkitem 1000 a Crystalem-tenax. Po zpracovatelské a optické stránce je nepoužitelný pro praxi nový tmel Veropal UV60. Minerální tmely neimitují povrch krystalického vápence (mramoru) tak dobře jako tmely syntetické, avšak byly do zkoušek zařazeny z důvodů porovnání UV stability rozdílných pojiv.

V této práci hodnotíme tři kritéria: vzhled (podoba s mramorem), UV stabilita a nakonec také práce s tmelem. Ani jeden zkoumaný prostředek uspokojivě nesplňoval všechna tři kritéria. Polyuretan Araldite2028 (HUNTSMAN) splňuje dvě kritéria – má výbornou stabilitu vůči UV a dobrý vzhled, avšak doba jeho zpracovatelnosti je velice krátká. V ideálním případě by se musel najít polyuretan s delší dobou zpracovatelnosti. Očekávané dobré výsledky u nového prostředku Veropal UV60 se potvrdily pouze v stabilitě vůči UV. Jeho ostatní vlastnosti jsou pro tmelení mramoru nevhodné. Tento prostředek jako tmel je stále ve výzkumné fázi. Pro jeho rychlejší vytvrdnutí by mělo být zvoleno jiné organické rozpouštědlo. Další významným nedostatkem Veropalu je značně nízká koheze s plnivem, která má za následek vydrolování pliva z tmelu. Z hlediska UV stability se ještě osvědčil Paraloid B72, ten je nepříjemný po stránce zpracovatelnosti (práce z organickým rozpouštědlem). Poměrně nízká koncentrace Paraloidu B72 (20 %) byla pravděpodobně příčinou vydrolení zrn z povrchu vzorku při broušení. Při použití vyšší koncentrace Paraloidu B72 by se vzhled tmelu mohl více blížit vzhledu krystalického vápence. Výhoda Paraloidu B 72 je jeho reverzibilita.

Lak Veropal UV60 nemá v 10% koncentraci (ve dvou nátěrech) žádný účinek. Ochranný efekt se projevuje až při větší vrstvě nátěru, ta je ale pro použití na bílé krystalické vápence příliš lesklá a neestetická. Lak by se dal jinak upravovat a aplikovat, ale ideální povrchové úpravě se tato práce dále nevěnuje.

Dobrý byl vzhled i zpracovatelnost byla u tuhých polyesterů Crystal - Tenax, Marmorkitt1000, bohužel tyto dobré vlastnosti zastíňuje jejich nestabilita vůči UV záření. Zde by mohlo být řešením vytvoření tuhého polyesteru s účinnými UV absorbéry.

Tuto bakalářskou práci můžeme považovat za základ pojednání tématu UV stabilita tmelů pro krystalické vápence. V případě navazující práce v tomto tématu by mohlo být použito větší spektrum pojiv dostupných na trhu, dále by mohla být

věnována větší pozornost kapitolám vylepšení zpracovatelnosti, či vylepšení optického vzhledu tmelů na syntetické bázi. Doufám, že tato práce bude přínosem pro praktickou práci restaurátorů a zároveň impulsem pro další bádání na toto téma.

7 POZNÁMKY

- [1] Nejedlý, V., *Přednášky, Obrysy přístupů k restaurování výtvarných děl a památek*. Fakulta restaurování. Praha 2008.
- [2] Bayer, K., *Přednášky z restaurátorská technologie, Koroze anorganických porézniých materiálů, Pigmenty*, Univerzita Pardubice Fakulta restaurování. Litomyšl 2008.
- [3] Zelinger, J., *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Praha 1987, 210 s., 212 s.
- [4] Kotlík, P., *Co s vegetací na památkách*, Sborník semináře STOP, Praha: VŠCHT 2001, 9 s.
- [6] Kubička, R., - Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafika, restaurátorství*, Praha: Grada Publishing, 2006. 9 s, ISBN 80-247-9046-7.
Ibidem s. 228.
Ibidem s. 235.
Ibidem s. 240-43.
- [7] Černý, J., *Úvod do problematiky měření barev*, Spektra nátěrových hmot 1(1), 47-49, 2001.
- [8] Kotlík, P., *Stavební materiály historických objektů*, Praha: VŠCHT 2007, ISBN 978-80-7080-347-9, 102 s.

8 LITERATURA A PRAMENY

LITERATURA

- [1] Zelinger, J., *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Praha 1987, 204,5 s. 210-212 s.
- [2] Torraca, G., *Treatment of stone in monuments a review of principles and processes*. International Centre for Conservation, Roma, The Conservation of stone, Bologne 1975, 308 s.
- [3] Larson, J. H., *The conservation of a marble group of Neptun and Triton by Gian Lorenzo Bernini*. Bologna 1986, 25 s.
- [4] Kotlík, P., *Stavební materiály historických objektů*. Praha: VŠCHT 2007, 98-104 s., ISBN 978-80-7080-347-9.
- [5] Slouka, J., kol., *Kámen od horniny k soše*. Praha: Grada 2007, 48-50s., ISBN 978-80-247-1258-1.
- [6] Zeman, O., *Petrografie a regionální geologie Českého masívu*, Praha: ČVUT 1994, ISBN 80-01-01178-X.
- [7] Schütznerová, V., Schröfel, J., *Geologie*. Praha: ČVUT 1994, 34, 100-102 s. ISBN 80-01-01203-7.
- [8] Matyášová, E., *Tmely na pískovec na bázi nitrátu celulózy, jejich fyzikálně-chemické a zpracovatelské vlastnosti*. (diplom) 2003.
- [9] Vyskočilová, R., *Studium lehčení tmelů na bázi akrylového kopolymeru a dutých mikrokuliček*. (diplom) 2002.
- [10] Zelinger, J., Heidingsfeld, V., Kotlík, P., Šimůnková, P., *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Akademia, Praha 1987, 198-207, 210 s.
- [11] Kotlík, P., *Umělý kámen pro památkovou péči*. Sborník semináře STOP, Praha: VŠCHT 2009.
- [12] Černý, Z., *Studium vlastností směsí se speciálními plniv.* diplomová práce VŠCHT 1999.
- [13] Justa, P., *Alternativní plniva v umělém kameni In: Umělý kámen pro památkovou péči*. Sborník semináře STOP. Praha 1998. s. 23-24.
- [14] Fassina, V., Rossetti, M., *The marble decay of pilastri acritani and problems of conservation*, Conservation of Stone and Other Materials, Volume On Causes of Disorders and Diagnosis. Paris 1993.

- [15] Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafiky a restaurátorství*. Praha: Grada Publishing, 2006. 9, 69, 693 s., ISBN 80-247-9046-7.
- [16] Řičánek, M., *Sádra a její vlastnosti, Sádra v památkové péči*, Sborník semináře STOP, Praha: VŠCHT 2002.

PRAMENY

Studijní prameny

Nejedlý, V., *Přednášky, Obrysy přístupů k restaurování výtvarných děl památek*.
Fakulta restaurování, Praha 2008.

Bayer, K., *Přednášky restaurátorská technologie. Korozí anorganických porézních materiálů, Zpevňovací prostředky, Pigmenty*. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování.

Bacílková, B., *Skrypta, biologická degradace materiálu, řasy, lišejníky, mechy*. 2000, 2s.

Internetové zdroje

Paraloid B72 - <http://www.imesta.com/vyrobky.php?product=paraloidb72&flag=cz>
(1. 9. 2010)

Mramor - <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mramor> (1. 9. 2010)

Kalcit - <http://www.velebil.net/mineraly/kalcit> (1. 9. 2010)

České Mramory - <http://www.4-construction.com/cz/clanek/tezene-aimportovane-mramory-v-ceske-republice/> (1. 9. 2010)

Ultrafialové záření - http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrafialové_záření (2. 9. 2010)

GTS Polyester Gießharz

http://www.modulor.de/shop/oxid.php/sid/x/shp/oxbaseshop/cl/details/cnid/TV_OQD/anid/OQDA (6. 9. 2010)

Obrázky

Obr.1, 2, 4 - Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafiky a restaurátorství*, Praha: Grada Publishing, 2006, 226, 240, 242 s., ISBN 80-247-9046-7.

Obr. 3 - Bayer, K., *Přednášky restaurátorská technologie, Zpevňovací prostředky*

Obr. 5 - Militký, J., *Přednášky*- katedra textilních materiálů, Technická Univerzita
Liberec Fakulta textilní

Obr. 6 - http://iqsport.cz/media/0/01_obrazky/UV-zareni.jpg

Obr. 8 - <http://www.liec.iq.unesp.br/portal/pesquisa/pigmentos/fundamentos.php>

9 TEXTOVÁ PŘÍLOHA

- 1 Technický list Epoxidová pryskyřice CHS 324
- 2 Technický list Araldite® 2020 (XW 396 / XW 397)
- 3 Technický list Araldite® 2028
- 4 Technický list Paraloid B72
- 5 Technický list Polyester tenax - crystal
- 6 Technický list Mape-Antigue LC
- 7 Technický list Aalborg
- 8 Technický list CAROLITH
- 9 Tabulka poměru pojiva a plniva ve směsích jednotlivých tmelů

CHS-EPOXY 324

Speciální bezftalátový epoxy systém k přípravě stěrkových hmot a tmelů

CHARAKTERISTIKA

- CHS-EPOXY 324 je nízkomolekulární epoxidová pryskyřice modifikovaná zvláčňovadlem. Neobsahuje ftaláty. Je určena pro zpracování při normální teplotě, tvrdí se polyaminickými tvrdidly.

POUŽITÍ

- CHS-EPOXY 324 se používá k přípravě lepicích kompozic pro lepení kovů, skla, keramiky, porcelánu, dřeva, eternitu, výrobků z močovino-formaldehydových pryskyřic a jiných materiálů, dále k přípravě stěrkových hmot a tmelů ap.

VLASTNOSTI PRYSKYŘICE

CHS-EPOXY 324 (SLOŽKA A)

Viskozita při 25°C	20 - 60	Pa.s	CSN 64 0349
Barva	max. 300	j. Hazena	CSN EN ISO 6271-2
Epoxidový index	3 – 3,4	mol/kg	CSN EN ISO 3001
Epoxidový hmotnostní ekvivalent	294 - 333	g/mol	CSN EN ISO 3001

CHS-TVRDIDLO P 11 (SLOŽKA B)

Viskozita (23°C)	5 - 10	mPa.s	DIN 53015
Aminové číslo	1480 – 1680	mgKOH/g	PI 627/915
Barva	Max. 3	Gardner	ČSN EN ISO 4630-2

TELALIT 60 (SLOŽKA B)

Viskozita 23°C	max 1 500	mPa.s	ISO 3251
Vodíkový ekvivalent	min 60'	g/mol	
Aminové číslo	min 400	mgKOH/g	PI 627/915

TELALIT 0492 (SLOŽKA B)

Viskozita (23°C)	15 - 30	mPa.s	DIN 53015
Aminové číslo	550 - 600	mgKOH/g	PI 627/915
Barva	Max. 3	Gardner	ČSN EN ISO 4630-2
Hustota při 23°C	0,93 – 0,96	g/cm ³	ČSN EN ISO 2811-1
Vodíkový ekvivalent	Min. 49	g/mol	

TELALIT 410 (SLOŽKA B)

Viskozita (23°C)	0,5 – 1,2	Pa.s	DIN 53015
Aminové číslo	850 – 1 150	mgKOH/g	PI 627/915
Barva	max. 5	Gardner	ČSN EN ISO 4630-2
Obsah vody	max. 1	%	
Vodíkový ekvivalent	min. 34	g/mol	

VÝHODY

- Vynikající adheze
- Vysoká houževnatost
- Vynikající tepelná a chemická odolnost
- Nemá hygienická omezení jako ftaláty modifikované epoxidy

SKLADOVÁNÍ A ZÁRUČNÍ DOBA

Skladuje se v uzavřených obalech, v krytých suchých skladech při teplotě 5-25°C odděleně od tvrdidel. Záruční doba je 12 měsíců od data výroby.

CERTIFIKACE SYSTÉMU

Systém: CHS-EPOXY 324/CHS-TVRDIDLO P 11
Certifikován: TZUS PRAHA
Číslo cert.: 100-004492
Ze dne: 01-07-2005

INFORMACE O APLIKACI**1. TMELENÍ****Příprava podkladu**

- Vlastní aplikace kompozice se provádí na suché podklady předem zbavené všech nečistot, příp. původních povrchových úprav (staré nátěry ap.). Podle povahy nežádoucích nečistot a druhu materiálu se jejich odstranění provádí zbroušením, chemickými prostředky, prach a jiné mechanické nečistoty se odstraní vysavačem.

Mísení

- Před vlastním zpracováním se CHS-EPOXY 324 smísí s vhodným tvrdidlem v předepsaném míšícím poměru (viz. TECHNICKÉ PARAMETRY) .:
- Nejnižší doporučená prováděcí teplota je 15°C. V případě použití Telalitu 60 je nejnižší teplota 8°C.
- Následně se za stálého míchání přidává odpovídající množství plniva (např. vysušený křemenný písek, porcelánová, skelná nebo křemenná moučka, mletá břidlice, živec, kaolin, portlandský cement, mikroasbest, hliníkový nebo jiný kovový prášek, dřevěné piliny apod.). Stupeň plnění a druh plniva je rovněž závislý na účelu a způsobu aplikace tmelu. Pro tmelení svislých ploch je výhodné kombinovat plnivo s tixotropními přípravky.
- Takto připravená kompozice se nanáší na suché podklady.
- Tmel se na vodorovné i svislé plochy nanáší stěrkou nebo špachtlí. Vytvrzení tmelu při normální teplotě proběhne do 24 hodin. Tmely připravené z CHS-EPOXY 324 slouží k vyrovnání nerovností a při opravách prasklin stavebních a dalších konstrukčních materiálů apod.

Doba mísení

- Mísení obou složek probíhá cca 2-3 minuty pomocí pásových míchadel na vrtačce

Aplikace

- Takto připravená kompozice se nanáší na suché podklady.
- Tmel se na vodorovné i svislé plochy nanáší stěrkou nebo špachtlí. Vytvrzení tmelu při normální teplotě proběhne do 24 hodin. Tmely připravené z CHS-EPOXY 324 slouží k vyrovnání nerovností a při opravách prasklin stavebních a dalších konstrukčních materiálů apod.

2. LEPENÍ

- Pryskařice CHS-EPOXY 324 v kombinaci s vhodným tvrdidlem se používá rovněž ke spojování různých druhů materiálů.

Aplikace

- Natužená směs se nanáší na důkladně očištěné lepené plochy (připravené dle ČSN 66 8510 čl. 6).
- Plochy opatřené vrstvou lepidla přiložíme k sobě tak, aby po celé délce dobře přilehly, spoj fixujeme tlakem asi 0,02 MPa.
- Optimální tloušťka filmu je 0,1 mm. Při větším ztenčení filmu se značně zhorší pevnost spoje ve smyku, a proto se uvedený fixační tlak nesmí překročit.

Čištění

Nářadí a všechny pracovní pomůcky okamžitě po použití očistit ředidly na bázi acetonu. V případě vytvrnutí lze nářadí od zbytků kompozice očistit mechanicky. V případě kontaktu kompozice s pokožkou okamžitě omýt teplou vodou s mýdlem

ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE S EPOXY SYSTÉMY

- Důsledným používáním ochranných pomůcek se chraňte před přímým kontaktem Vaší pokožky a očí s epoxy materiály
- Důsledným zabezpečením odvětrání se chraňte před nadýcháním výparů
- Vždy používejte ochranné rukavice při mísení a aplikaci materiálu
- V případě potřísnění oka nechte oko otevřené a vymývejte min. 15 minut a poté vyhledejte lékařskou pomoc. V případě potřísnění pokožky okamžitě omývejte tekoucí vodou.
- MSDS: Bezpečnostní list ke každému produktu je k dispozici na vyžádání v elektronické podobě prostřednictvím emailu na: msds@polchemie.cz

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Informace uvedené v tomto aplikačním listě, především rady pro zpracování a použití výrobků Spolchemie a.s. jsou založeny na našich znalostech a zkušenostech z oblasti vývoje stavebních systémů při standardních podmínkách a řádném skladování a užívání. Vzhledem k různorodosti našich materiálů, charakteru a úpravě podkladu, rozdílným klimatickým podmínkám a dalším vnějším vlivům nemusí být postup na základě uvedených informací, ani jiných psaných či ústních doporučení, zárukou uspokojivého pracovního výsledku. Všechny námi přijaté objednávky podléhají našim aktuálním „Všeobecným obchodním a dodacím podmínkám“. Ujistěte se prosím vždy, že postupujete podle nejnovějšího vydání technického listu výrobku. Ten je spolu s dalšími informacemi k dispozici na naší webové stránce www.spolchemie.cz.

*** PRO DALŠÍ INFORMACE PROSÍM KONTAKTUJTE PRACOVNÍKY NAŠEHO TECHNICKÉHO SERVISU NEBO NAŠE DISTRIBUTORY**

TECHNICKÉ PARAMETRY

Forma Složka A, B: tekutý
Barva Transparentní

Mísící poměry:

Tvrdidlo	Poměr	
CHS-Tvrdidlo P11	100: 7	Kratší doba zpracovatelnosti, vysoká chemická odolnost (ca 0,5 h)
TELALIT 60	100:20	Nízkoteplotní vytvrzování, rychle vytvrzující
TELALIT 0492	100:16	Vysoká houževnatost, střední doba zpracovatelnosti (1-2h)
TELALIT 410	100:11	Krátká doba zpracovatelnosti (ca 20 min)
TELALIT 0563	100: 18	Vysoká houževnatost delší doba zpracovatelnosti (ca 2h)

Aplikační vlastnosti systému

Tvrdidlo	Max.exotherm	Doba gelace
	[°C]	h [23°C]
CHS-TVRDIDLO P11	37	2-3
TELALIT 60	50	1
TELALIT 0492	37	3
TELALIT 410	40	2
TELALIT 0563	30	5

testováno ve 50 g množství

Vlastnosti* vytvrzených pryskyřic

	Pevnost ve smyku CSNEN 1465	Pevnost v odlupu DIN 53 282	Tg	Tažnost
	MPa	Ncm ⁻¹	[°C]	%
CHS-Tvrdidlo P11	21,8	14	70	3
TELALIT 60	17	14	70	3
TELALIT 0492	25	14	80	3
TELALIT 410	25	18	70	4
TELALIT 0563	26	20	60	5

* hodnoty měřeny po vytvrzení 7 dní 23°C a 2h/120°C dotvrzení

Chemické odolnosti kompozic

- Výše uvedené systémy odolávají zředěným minerálním kyselinám (chlorovodíková 10%, dusičná 10%, sírová 30%). Neodolávají organickým kyselinám (octová 5%, mléčná 10%).
- Odolávají také alkalickým roztokům (hydroxid sodný 40%, amoniak 10%), vodě, saponátům, oleji, naftě, benzínu. Jsou narušovány organickými rozpouštědly (etanol, xylen) a zejména acetonem a butylacetátem.

Mezní podmínky pro aplikaci

Minimální teplota vzduchu a podkladu: + 15°C /+10 °C *
 Maximální teplota vzduchu a podkladu: + 30°C /+30 °C
 * dle typu tvrdidla

Spolchemie a.s.

Řevoluční 86, 400 32, Ústí nad Labem
 Česká Republika
 Tel: +420 47 716 3801, Fax: +420 47 716 3244
 Email: resins@spolchemie.cz

www.spolchemie.cz

Vydáno : 0/ 2001
 Revidováno : 04/ 2010



DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 14001
 Zertifikate Nr. 01 100 015619 und 09 104 8172

Advanced Materials**Araldite® 2020 (XW 396 / XW 397)****Structural Adhesives****Araldite® 2020 (XW 396/XW 397)****Two component clear epoxy adhesive system****Key properties**

- **Low viscosity, water white adhesive**
- **Especially suitable for glass and ceramic bonding**
- **Suitable for clear castings and laminates**
- **Refractive index similar to that of glass**

Description

Araldite XW396 / XW397 is a two component, room temperature curing, low viscosity adhesive specifically designed for glass bonding.

It is also suitable for bonding a wide variety of metals, ceramics, rubbers, rigid plastics and most other materials in common use.

Product data

	2020 A	2020 B	Mixed
Colour (visual)	Water white	Water white	Water white
Specific gravity	ca 1.12	ca 0.95	ca 1.1
Viscosity (mPas)	ca 150	ca 150	ca 150
Pot life (100 gm at 25°C)	-	-	40 - 50 minutes
Shelf life (2 - 40°C)	3 years	3 years	-
Refractive index	-	-	1.553
Flash point (°C)	140	>120	-

Processing**Pretreatment**

The strength and durability of a bonded joint are dependant on proper treatment of the surfaces to be bonded.

At the very least, joint surfaces should be cleaned with a good degreasing agent such as acetone, iso-propanol (for plastics) or other proprietary degreasing agents in order to remove all traces of oil, grease and dirt.

Low grade alcohol, gasoline (petrol) or paint thinners should never be used.

The strongest and most durable joints are obtained by either mechanically abrading or chemically etching ("pickling") the degreased surfaces. Abrading should be followed by a second degreasing treatment.

Mix ratio	Parts by weight	Parts by volume
2020 A	100	100
2020 B	30	35

Resin and hardener should be blended until they form a homogeneous mix.

Application of adhesive

The resin/hardener mix may be applied manually or robotically to the pretreated and dry joint surfaces. Huntsman's technical support group can assist the user in the selection of a suitable application method as well as suggest a variety of reputable companies that manufacture and service adhesive dispensing equipment.

A layer of adhesive 0.05 to 0.10 mm thick will normally impart the greatest lap shear strength to the joint. Huntsman stresses that proper adhesive joint design is also critical for a durable bond. The joint components should be assembled and secured in a fixed position as soon as the adhesive has been applied.

For more detailed explanations regarding surface preparation and pretreatment, adhesive joint design, and the dual syringe dispensing system, visit www.araldite2000plus.com.

Equipment maintenance

All tools should be cleaned with hot water and soap before adhesives residues have had time to cure. The removal of cured residues is a difficult and time-consuming operation.

If solvents such as acetone are used for cleaning, operatives should take the appropriate precautions and, in addition, avoid skin and eye contact.

Times to minimum shear strength

Temperature	°C	10	15	23	40	60	100
Cure time to reach	hours	24	20	16	3	-	-
LSS > 1N/mm ²	minutes	-	-	-	-	90	15
Cure time to reach	hours	60	48	25	7	2.5	-
LSS > 10N/mm ²	minutes	-	-	-	-	-	20

LSS = Lap shear strength.

Typical cured properties

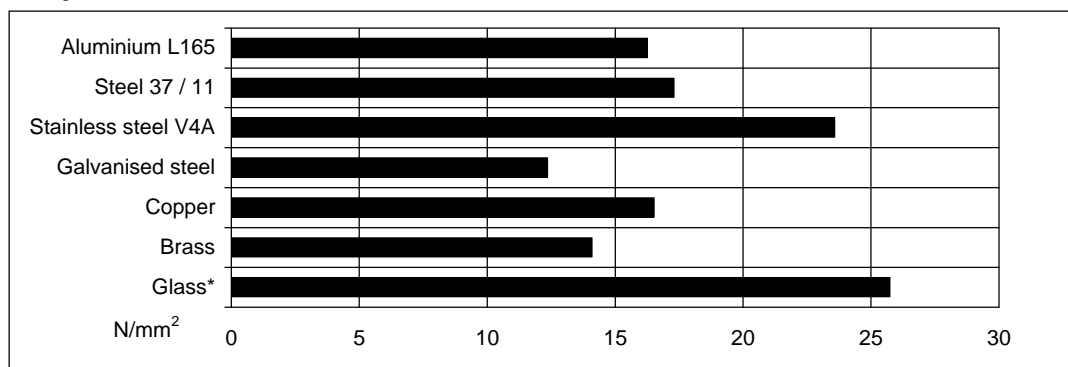
Unless otherwise stated, the figures given below were all determined by testing standard specimens made by lap-jointing 114 x 25 x 1.6 mm strips of aluminium alloy. The joint area was 12.5 x 25 mm in each case.

The figures were determined with typical production batches using standard testing methods. They are provided solely as technical information and do not constitute a product specification.

Average lap shear strengths of typical metal-to-metal joints (ISO 4587)

Cured for 16 hours at 40°C and tested at 23°C

Pretreatment - Sand blasting

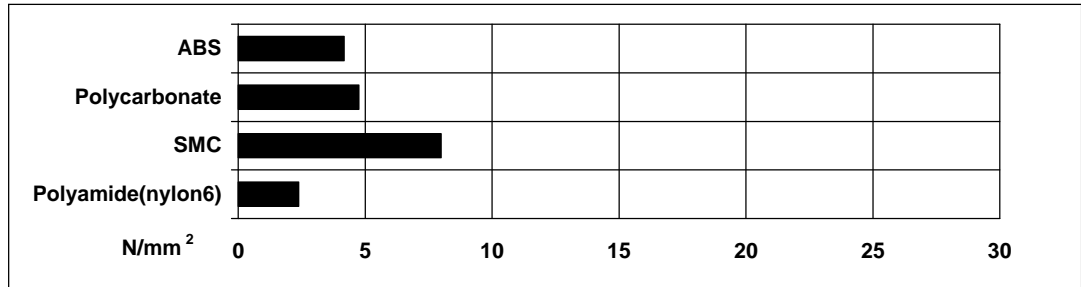


*: compression shear strength

Average lap shear strengths of typical plastic-to-plastic joints (ISO 4587)

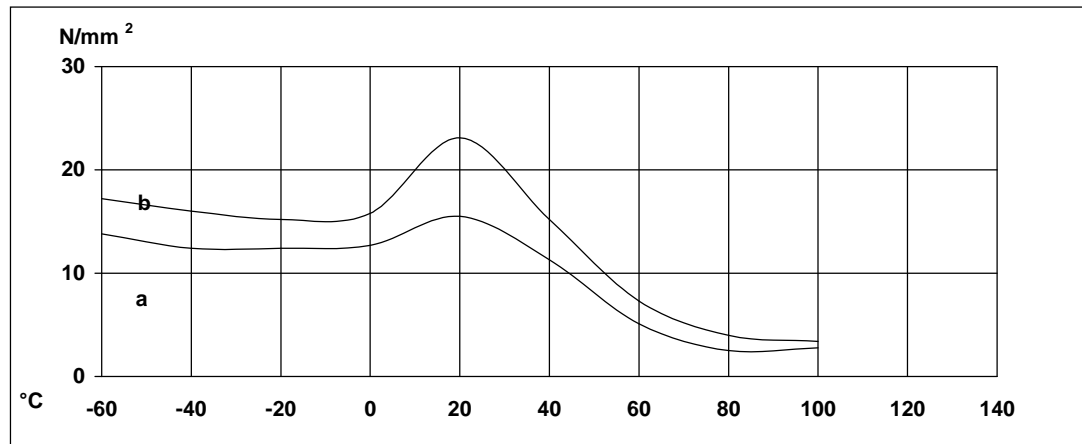
Cured for 16 hours at 40°C and tested at 23°C

Pretreatment - Lightly abrade and iso-propanol degrease.



Lap shear strength versus temperature (ISO 4587) (typical average values)

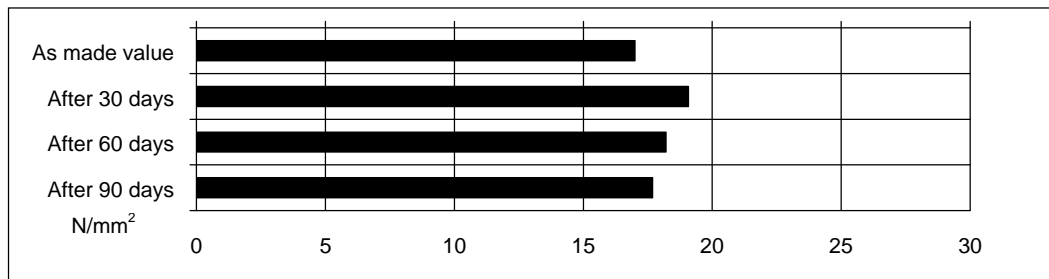
Cure: (a) = 7 days /23°C; (b) = 24 hours/23°C + 30 minutes/80°C



Lap shear strength versus tropical weathering

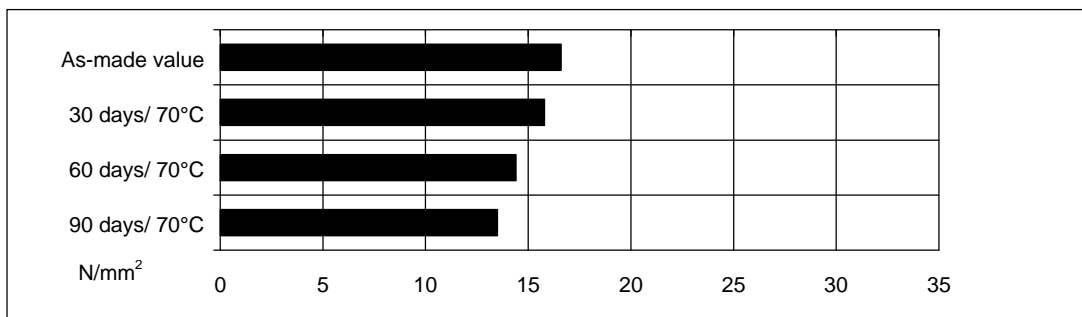
(40/92, DIN 50015; typical average values)

Cure: 16 hours/40°C; Test: at 23°C



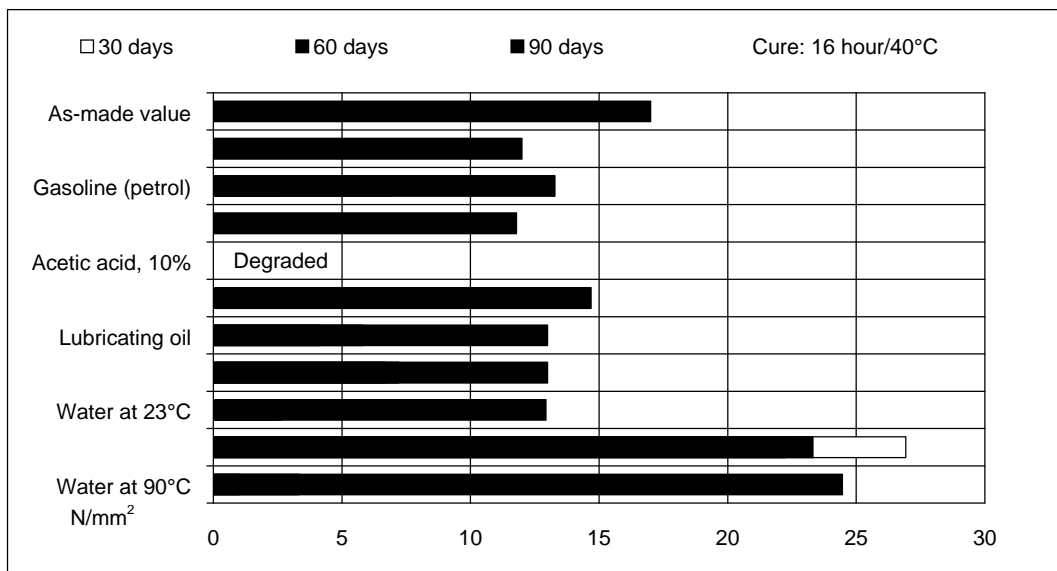
Lap shear strength versus heat ageing

Cure: 16 hours/40°C



Lap shear strength versus immersion in various media (typical average values)

Unless otherwise stated, L.S.S. was determined after immersion for 90 days at 23°C



Roller peel test (ISO 4578)

0.21 N/mm

Cured 16 hours/40°C

Glass transition temperature (°C)

approx. 39.5°C

Thermal cycling

100 cycles of 6 hour duration from -30°C to 70°C

4.5 N/mm²**Flexural Properties (ISO 178)** Cure 16 hours/ 40°C tested at 23°C

Flexural Strength 74.9 MPa

Flexural Modulus 2467.9 MPa

Storage Araldite 2020/A and Araldite 2020/B may be stored for up to 3 years at room temperature provided the components are stored in sealed containers. The expiry date is indicated on the label.

Handling precautions **Caution**

Our products are generally quite harmless to handle provided that certain precautions normally taken when handling chemicals are observed. The uncured materials must not, for instance, be allowed to come into contact with foodstuffs or food utensils, and measures should be taken to prevent the uncured materials from coming in contact with the skin, since people with particularly sensitive skin may be affected. The wearing of impervious rubber or plastic gloves will normally be necessary; likewise the use of eye protection. The skin should be thoroughly cleansed at the end of each working period by washing with soap and warm water. The use of solvents is to be avoided. Disposable paper - not cloth towels - should be used to dry the skin. Adequate ventilation of the working area is recommended. These precautions are described in greater detail in the Material Safety Data sheets for the individual products and should be referred to for fuller information.

Huntsman Advanced Materials

All recommendations for the use of our products, whether given by us in writing, verbally, or to be implied from the results of tests carried out by us, are based on the current state of our knowledge. Notwithstanding any such recommendations the Buyer shall remain responsible for satisfying himself that the products as supplied by us are suitable for his intended process or purpose. Since we cannot control the application, use or processing of the products, we cannot accept responsibility therefor. The Buyer shall ensure that the intended use of the products will not infringe any third party's intellectual property rights. We warrant that our products are free from defects in accordance with and subject to our general conditions of supply.

Huntsman Advanced Materials warrants only that its products meet the specifications agreed with the buyer. Typical properties, where stated, are to be considered as representative of current production and should not be treated as specifications.

The manufacture of materials is the subject of granted patents and patent applications; freedom to operate patented processes is not implied by this publication.

While all the information and recommendations in this publication are, to the best of our knowledge, information and belief, accurate at the date of publication, NOTHING HEREIN IS TO BE CONSTRUED AS A WARRANTY, EXPRESS OR OTHERWISE.

IN ALL CASES, IT IS THE RESPONSIBILITY OF THE USER TO DETERMINE THE APPLICABILITY OF SUCH INFORMATION AND RECOMMENDATIONS AND THE SUITABILITY OF ANY PRODUCT FOR ITS OWN PARTICULAR PURPOSE.

The behaviour of the products referred to in this publication in manufacturing processes and their suitability in any given end-use environment are dependent upon various conditions such as chemical compatibility, temperature, and other variables, which are not known to Huntsman Advanced Materials. It is the responsibility of the user to evaluate the manufacturing circumstances and the final product under actual end-use requirements and to adequately advise and warn purchasers and users thereof.

Products may be toxic and require special precautions in handling. The user should obtain Safety Data Sheets from Huntsman Advanced Materials containing detailed information on toxicity, together with proper shipping, handling and storage procedures, and should comply with all applicable safety and environmental standards.

Hazards, toxicity and behaviour of the products may differ when used with other materials and are dependent on manufacturing circumstances or other processes. Such hazards, toxicity and behaviour should be determined by the user and made known to handlers, processors and end users.

Except where explicitly agreed otherwise, the sale of products referred to in this publication is subject to the general terms and conditions of sale of Huntsman Advanced Materials LLC or of its affiliated companies including without limitation, Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA, Huntsman Advanced Materials Americas Inc., and Huntsman Advanced Materials (Hong Kong) Ltd.

Huntsman Advanced Materials is an international business unit of Huntsman Corporation. Huntsman Advanced Materials trades through Huntsman affiliated companies in different countries including but not limited to Huntsman Advanced Materials LLC in the USA and Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA in Europe.

[Araldite[®] 2020] is a registered trademark of Huntsman Corporation or an affiliate thereof.

Copyright © 2007 Huntsman Corporation or an affiliate thereof. All rights reserved.

Huntsman Advanced Materials
(Switzerland) GmbH
Klybeckstrasse 200
4057 Basel
Switzerland

Tel: +41 (0)61 966 33 33
Fax: +41 (0)61 966 35 19
www.huntsman.com/advanced_materials



Advanced Materials

Araldite® 2028

Structural Adhesives

Araldite® 2028

Two component transparent polyurethane adhesive

Key properties

- transparent
- fast curing
- UV stable
- Suitable for bonding a variety of metal and plastic substrates

Description

Araldite 2028 is a cold curing polyurethane adhesive, consisting of a transparent resin component and a transparent hardener component. The adhesive's flashpoint is above 100 °C.

Product data

Property	Component A (resin)	Component B (hardener)	Mixed Adhesive
Colour (visual)	Water white	Water white	Water white
Specific gravity	1.12	1.12	1.12
Viscosity at 25°C (Pas)	10.4	1.2	-
Pot Life (100 gm at 25°C)			6 mins

Processing

Pretreatment

The strength and durability of a bonded joint are dependent on proper treatment of the surfaces to be bonded.

At the very least, joint surfaces should be cleaned with a good degreasing agent such as acetone, iso-propanol (for plastics) or other proprietary degreasing agents in order to remove all traces of oil, grease and dirt.

Low grade alcohol, gasoline (petrol) or paint thinners should never be used.

The strongest and most durable joints are obtained by either mechanically abrading or chemically etching ("pickling") the degreased surfaces. Abrading should be followed by a second degreasing treatment

Mix ratio	Parts by weight	Parts by volume
Component A (resin)	100	100
Component B (hardener)	100	100

Araldite 2028 is available in cartridges incorporating mixers and can be applied as ready to use adhesive with the aid of the tool recommended by Huntsman Advanced Materials.

Application of adhesive

The resin/hardener mix may be applied manually or robotically to the pretreated and dry joint surfaces. Huntsman's technical support group can assist the user in the selection of a suitable application method as well as suggest a variety of reputable companies that manufacture and service adhesive dispensing equipment.

A layer of adhesive 0.05 to 0.10 mm thick will normally impart the greatest lap shear strength to the joint. Huntsman stresses that proper adhesive joint design is also critical for a durable bond. The joint components should be assembled and secured in a fixed position as soon as the adhesive has been applied.

For more detailed explanations regarding surface preparation and pretreatment, adhesive joint design, and the dual syringe dispensing system, visit www.araldite2000plus.com.

Equipment maintenance

All tools should be cleaned with hot water and soap before adhesives residues have had time to cure. The removal of cured residues is a difficult and time-consuming operation.

If solvents such as acetone are used for cleaning, operatives should take the appropriate precautions and, in addition, avoid skin and eye contact.

Times to minimum shear strength

Temperature	°C	10	15	23	40	60	100
Cure time to reach	hours	-	-	-	-	-	-
LSS > 1MPa	minutes	90	30	15	5	< 2	< 2
Cure time to reach	hours	24	16	5	1	-	-
LSS > 10MPa	minutes	-	-	-	-	30	15

LSS = Lap shear strength.

Typical cured properties

Unless otherwise stated, the figures given below were all determined by testing standard specimens made by lap-jointing 114 x 25 x 1.6 mm strips of aluminium alloy. The joint area was 12.5 x 25 mm in each case.

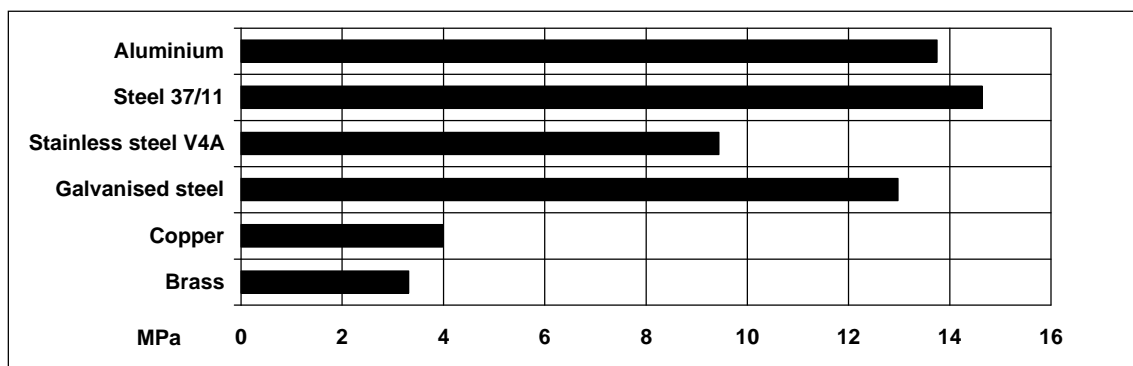
The figures were determined with typical production batches using standard testing methods. They are provided solely as technical information and do not constitute a product specification.

Note: The data in this edition is based on recent retesting of the product.

Average lap shear strengths of typical metal-to-metal joints (ISO 4587)

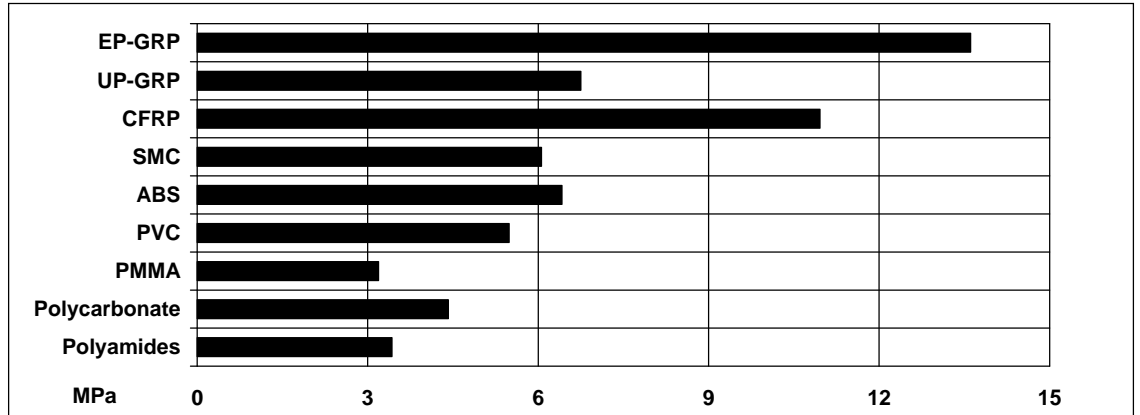
Cured for 16 hours at 40°C and tested at 23°C

Pretreatment - Sand blasting



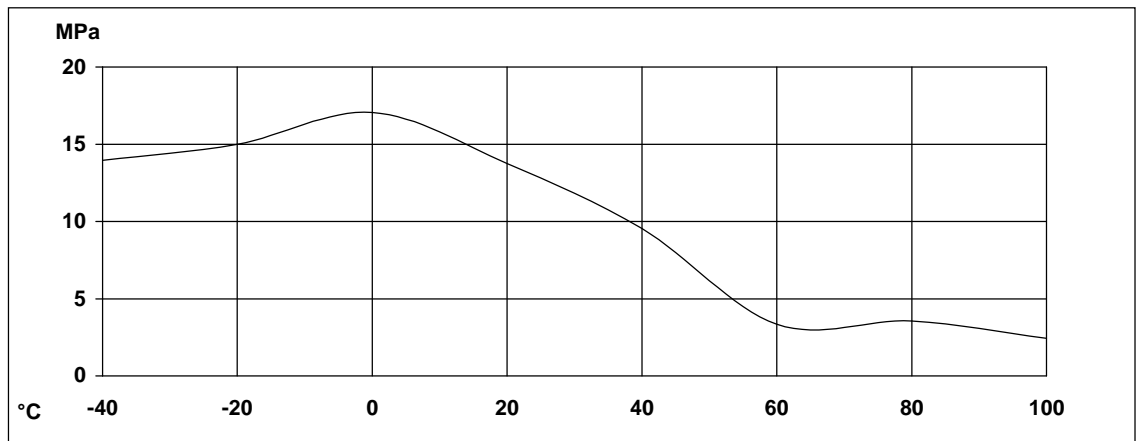
Average lap shear strengths of typical plastic-to-plastic joints (ISO 4587)

Cured for 16 hour at 40°C and tested at 23°C. Pretreatment - Lightly abrade and alcohol degrease.



Lap shear strength versus temperature (ISO 4587) (typical average values)

Cure: 16 hours at 40°C



Roller peel test (ISO 4578)

Cured: 16 hours at 40°C

1.2 N/mm

Glass transition temperature

Cure: 16 hours at 40°C

7°C by DSC

Lap shear strength on other substrates

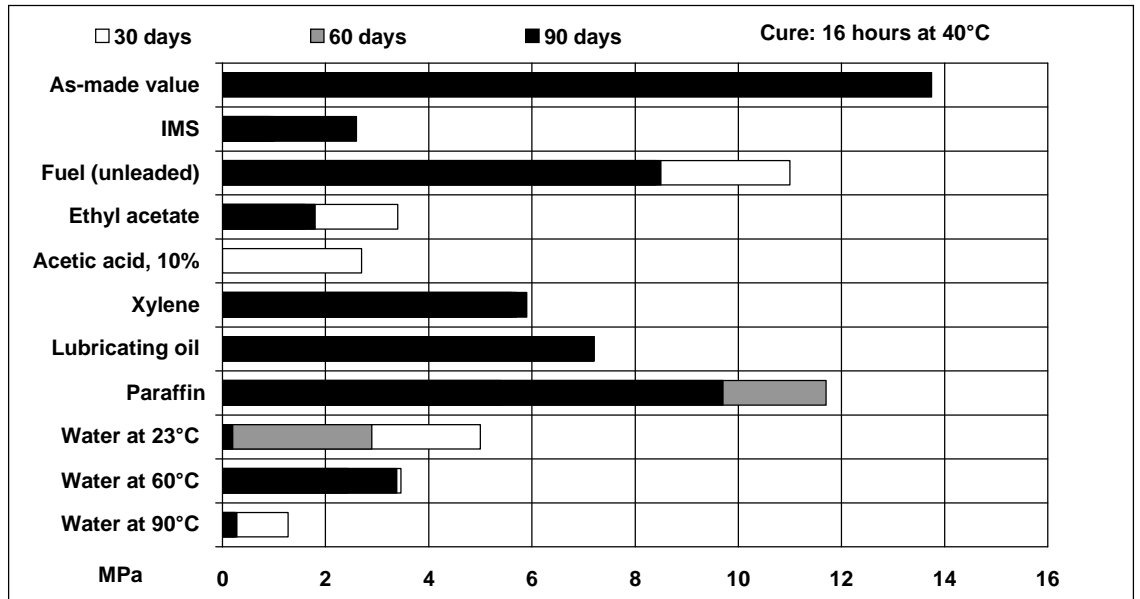
Cure: 16 hours at 40°C

Wood : 7.17 MPa

Glass :4.51 MPa

Lap shear strength versus immersion in various media (typical average values)

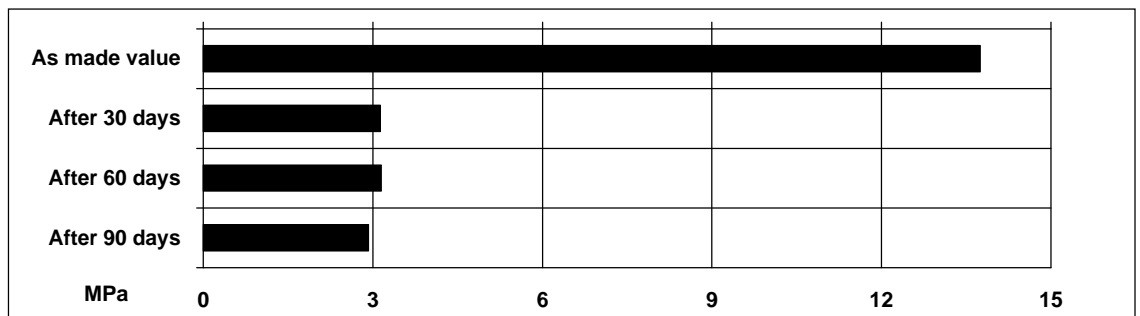
Unless otherwise stated, L.S.S. was determined after immersion for 30,60 and 90 days at 23°C



Lap shear strength versus tropical weathering

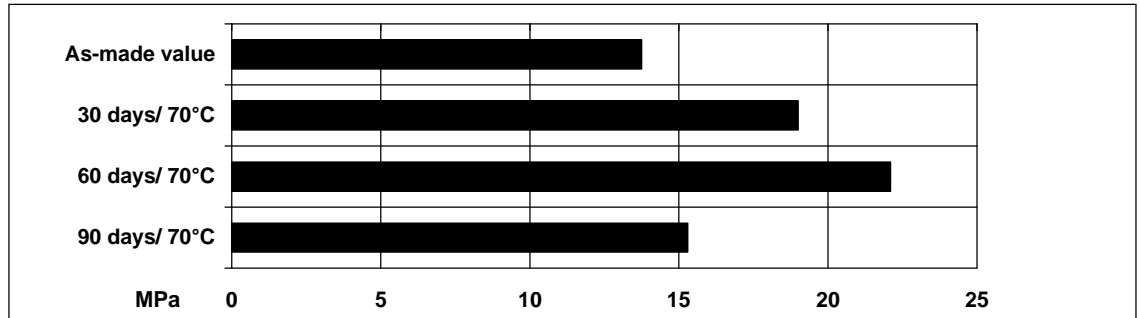
(40/92, DIN 50017; typical average values)

Cure: 16 hours at 40°C Test: at 23°C



Lap shear strength versus heat ageing

Cure: 16 hours at 40°C



Thermal cycling

100 cycles of 6 hours duration from -30°C to 70°C:

7.75 MPa

Tensile strength at 23°C (ISO 527)

5 MPa

Tensile modulus

10 MPa

Elongation at break

34 %

Storage

Araldite 2028 may be stored for up to 15 months at 15 – 25 °C, provided the components are stored in sealed containers. The expiry date is indicated on the label.

Handling precautions**Caution**

Our products are generally quite harmless to handle provided that certain precautions normally taken when handling chemicals are observed. The uncured materials must not, for instance, be allowed to come into contact with foodstuffs or food utensils, and measures should be taken to prevent the uncured materials from coming in contact with the skin, since people with particularly sensitive skin may be affected. The wearing of impervious rubber or plastic gloves will normally be necessary; likewise the use of eye protection. The skin should be thoroughly cleansed at the end of each working period by washing with soap and warm water. The use of solvents is to be avoided. Disposable paper - not cloth towels - should be used to dry the skin. Adequate ventilation of the working area is recommended. These precautions are described in greater detail in the Material Safety Data sheets for the individual products and should be referred to for fuller information.

Huntsman Advanced Materials

All recommendations for the use of our products, whether given by us in writing, verbally, or to be implied from the results of tests carried out by us, are based on the current state of our knowledge. Notwithstanding any such recommendations the Buyer shall remain responsible for satisfying himself that the products as supplied by us are suitable for his intended process or purpose. Since we cannot control the application, use or processing of the products, we cannot accept responsibility therefor. The Buyer shall ensure that the intended use of the products will not infringe any third party's intellectual property rights. We warrant that our products are free from defects in accordance with and subject to our general conditions of supply.



Huntsman Advanced Materials
(Switzerland) GmbH
Klybeckstrasse 200
4057 Basel
Switzerland

Tel: +41 (0)61 299 11 11
Fax: +41 (0)61 299 11 12
www.huntsman.com/advanced_materials

Huntsman Advanced Materials warrants only that its products meet the specifications agreed with the buyer. Typical properties, where stated, are to be considered as representative of current production and should not be treated as specifications.

The manufacture of materials is the subject of granted patents and patent applications; freedom to operate patented processes is not implied by this publication.

While all the information and recommendations in this publication are, to the best of our knowledge, information and belief, accurate at the date of publication, NOTHING HEREIN IS TO BE CONSTRUED AS A WARRANTY, EXPRESS OR OTHERWISE.

IN ALL CASES, IT IS THE RESPONSIBILITY OF THE USER TO DETERMINE THE APPLICABILITY OF SUCH INFORMATION AND RECOMMENDATIONS AND THE SUITABILITY OF ANY PRODUCT FOR ITS OWN PARTICULAR PURPOSE.

The behaviour of the products referred to in this publication in manufacturing processes and their suitability in any given end-use environment are dependent upon various conditions such as chemical compatibility, temperature, and other variables, which are not known to Huntsman Advanced Materials. It is the responsibility of the user to evaluate the manufacturing circumstances and the final product under actual end-use requirements and to adequately advise and warn purchasers and users thereof.

Products may be toxic and require special precautions in handling. The user should obtain Safety Data Sheets from Huntsman Advanced Materials containing detailed information on toxicity, together with proper shipping, handling and storage procedures, and should comply with all applicable safety and environmental standards.

Hazards, toxicity and behaviour of the products may differ when used with other materials and are dependent on manufacturing circumstances or other processes. Such hazards, toxicity and behaviour should be determined by the user and made known to handlers, processors and end users.

Except where explicitly agreed otherwise, the sale of products referred to in this publication is subject to the general terms and conditions of sale of Huntsman Advanced Materials LLC or of its affiliated companies including without limitation, Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA, Huntsman Advanced Materials Americas Inc., and Huntsman Advanced Materials (Hong Kong) Ltd.

Huntsman Advanced Materials is an international business unit of Huntsman Corporation. Huntsman Advanced Materials trades through Huntsman affiliated companies in different countries including but not limited to Huntsman Advanced Materials LLC in the USA and Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA in Europe.

Araldite® is a registered trademark of Huntsman Corporation or an affiliate thereof.

Copyright © 2009 Huntsman Corporation or an affiliate thereof. All rights reserved.

PARALOID B72

akrylátová pryskyřice pro restaurování

Charakteristika

Akrylátová pryskyřice na bázi kopolymeru etylmetakrylát -metylakrylát. Má následující přednosti:

- středně tvrdý, termoplastický, čistý akrylát
- snadné zpracování
- odolný proti UV záření
- po zaschnutí nelepivý
- nešpiní se
- odolává kyselým dešťům
- netvoří vedlejší produkty narušující stavební materiál.

Použití

PARALOID B72 je možné použít ke zpevnění přírodního kamene, omítek, dřeva apod. Je vhodný i pro impregnaci a zpevnění nástěnných maleb a obrazů, kde se používá jako základní impregnace a konečný finiš. Dále se používá jako fixativ pro grafiky, kresby křídové, uhlové a pastely, jako lepidlo na sklo a keramiku, pro konsolidaci a konzervování dřeva.

Zpracování

Podle účelu použití a konkrétního materiálu se volí koncentrace a použité rozpouštědlo .

Pro nerovnoměrně nasávkavé podklady je lepší použít nižší koncentraci a aplikaci opakovat. Roztok PARALOIDu B72 se nanáší do nasycení, ve více opakováních bez mezivyschnutí. Jakmile se roztok vsákne a povrch se přestane lesknout, nanášení se může opakovat. Na ošetřeném povrchu nesmí zůstat nevsáknutý roztok, který by po vyschnutí vytvořil lesklá místa.

Příklady aplikace:

Nástěnné malby - Pro konsolidování nástěnných maleb fresco/seco, minerálních a vápenných barev, zpevnění omítek apod. se doporučuje max. 5% roztok v toluen/isopropanolu.

Obrazy - Pro zpevnění a konsolidování podkladu a barevné vrstvy na plátně nebo na dřevě se doporučuje 5-10% roztok v toluenu nebo toluenu/isopropanolu. Krakely mohou být opět přitlačeny pomocí nahřívací špachtle. Jako základní fixáž může být PARALOID B72 nanesen štětcem jako 10% roztok v toluen/xylenu. Závěrečný finiš se nanáší ve stejné koncentraci stříkací pistolí. Při nástřiku za vyšších teplot je vhodné přidání 10% Shellsol A nebo PM Cellosolve.

Dřevo - pro konsolidaci jsou doporučeny 5-10% roztoky v toluenu. Pro delší a hlubší penetraci, je možný roztok v toluen/xylenu nebo toluen/Shellsol A. Fixativ - pro kresby olůvkem, křídou, uhlím nebo pastely je vhodný roztok 2-4% v toluen/isopropanolu. Sklo a keramika – používá se rychle schnoucí 10% roztok v acetonu nebo aceton/alkoholu. Jednotlivé části se nejprve prosytí 10% roztokem, a pak se lepí 20-40% roztokem.

Balení Granulát v PE obalu 0,5 kg, 5 kg.

Spotřeba

Závisí na způsobu aplikace a konzervovaném materiálu, pro kámen obvykle v rozmezí 0,2-1,5 kg/m²

Technické parametry

vzhled	čirý granulát
teplota zeskenení	40°C
bod měknutí	70°C
bod tavení	150°C
viskozita (40% roztok při 25°C) podle rozpouštědla	
acetón	200 cps
toluen	600 cps
xylén	980 cps

Skladování

V původním obalu při teplotách nižších než +25°C. Nádoby nesmí být vystaveny přímému působení tepla (neskladovat na slunci). **NESMÍ ZMRZNOUT!**

Záruka při dodržení podmínek skladování 12 měsíců.

Ekologie a bezpečnost práce

Při správném použití je PARALOID B72 (granulát) nejedovatý a nepředstavuje významné zdravotní riziko. Při práci je nutno používat ochranné rukavice a ochranný oděv proti znečištění a dodržovat základní hygienická pravidla.

Při náhodném požití vypláchněte ústa a vypijte cca 0,5 litru vody. Při zasažení očí vyplachujte 10 minut vodou. Ve vážnějších případech, zejména při zasažení očí nebo náhodném požití vždy vyhledejte lékařskou pomoc. Lékaři předložte k nahlédnutí tento technický list nebo etiketu výrobku. Obaly jsou recyklovatelné.

K výrobku bylo vydáno prohlášení o shodě.

**IMESTA spol. s r.o. má certifikovaný systém řízení
jakosti dle ISO 9001.**



TECHNICKÝ LIST

Typ výrobku: **POLYESTEROVÝ TMEL (LEPIDLO) NA ŽULU, MRAMOR, ONYX A KÁMEN - CRYSTAL**

Aplikace: Tuhý, želatinový thixotropický tmel na bázi polyesterové pryskyřice. Je čirý, nežloutnoucí a stabilní proti UV záření. Výrobek je, proto je vhodný na světlé materiály a to i na svislých plochách. Při spárování vhodných materiálů nemusí být spára viditelná.

- doba zpracování při 25°C je ca. 15 minut
- je vhodné pro další opracování jako broušení, frézování po 80-120 minutách
- odolné teplotám po vytvrzení: 0°C – 110°C
- možnost dobarvení tmelu barvicími pastami Tenax (bílá, černá, žlutá, červená, zelená, hnědá)
- k lepidlu Crystal je vhodné pouze určené tužidlo s označením Crystal (CR).

Balení balení v litrech: 1 a 4.

Skladování: Při skladování v chladném místě mimo dosah slunečních paprsků je minimální trvanlivost tmelu jeden rok .

Návod k použití: Ubezpečte se, že ošetřované plochy jsou suché a očištěné od prachu a mastnoty. Odejměte z nádoby potřebné množství tmelu, přidejte příslušné tužidlo v poměru 2-4%, dobře promíchejte a začněte používat. Po asi 15 minutách (při 25°C) dojde k prvnímu ztuhnutí. Opracovávat nebo brousit se doporučuje až po 80 až 120 minutách. Teplota ovlivňuje dobu tuhnutí, teplo zrychluje, chlad zpomaluje.

Bezpečnost při použití: Vyvarujte se kontaktu tmelu s očima a pokožkou, nepolykejte, nepřibližujte otevřenému ohni, při aplikaci nekuřte, nepijte a nejezte. V případě zasažení očí si je pečlivě vypláchněte vodou a navštivte lékaře. Při práci s tmelem používejte ochranné rukavice. Pracovní pomůcky čistěte acetonem či lihem.

Výrobce: TENAX S.p.A. via I Maggio 226 / 263 37020 Volargne (VR) Italy Tel. +39 045 686 0222 Fax +39 045 686 2456
e-mail: tenax@tenax.it - www.tenax.it

Zastoupení pro ČR a Slovensko: BOUDA COMMERCIO s.r.o., Červený Újezd 185, 27351 Unhošť
Tel.: +420 312 690 385 - 386, Fax: +420 312 690 387
e-mail: info@boudacommercio.cz - www.boudacommercio.cz



Mape-Antique LC

Cement-free binder for light-coloured dehumidifying mortars for the restoration of damp stone, brick and tuff masonry



WHERE TO USE

- Restoration of stone, brick or tuff buildings damaged by rising capillary dampness (suitable for historical buildings).
- Restoration of structures damaged by sulphate salts.

Some application examples

- As an external dehumidifying render on masonry subject to rising damp.
- As a dehumidifying render on internal masonry subject to rising damp, provided that there is always good ventilation.
- As a dehumidifying render over stone (especially porous, such as those of a lime nature) or brick structures, including burnt bricks (walls, columns, vaulting, etc.) and wherever saline efflorescence exists.
- Restoring stone, brick or tuff renders bonded with mortars which were originally mechanically weak.
- Grouting between stones, bricks and tuff of quarry-faced masonry.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Mape-Antique LC is a light-coloured cement-free powdered hydraulic binder with synthetic fibres and fine additives with pozzolanic activity manufactured from a formula developed in the MAPEI Research and Development laboratories.

Mape-Antique LC must be mixed with sand to manufacture dehumidifying mortars for restoring stone or brick masonry buildings (suitable for historical buildings).

After **Mape-Antique LC** has been mixed with sand and water in a mixer, it forms a sulphate resistant plastic-thixotropic consistency mortar that is easily workable on both vertical surfaces and ceilings.

Mape-Antique LC, according to the 1965 Italian law "Technical characteristics and requirements of hydraulic binders" and the 1972 Italian Ministerial Decree "Norms on the acceptability requirements and testing methods of cementitious aggregates and hydraulic limes", can be defined as hydraulic lime based binder.

After 24 hours the concentration of lime in **Mape-Antique LC** is not significant, while, in conventional binders on the market, the percentage of free lime remains high for years.

Mortars prepared with **Mape-Antique LC** are very similar to the old mortars based on lime, pozzolan-lime or hydraulic lime originally used in the construction of historical buildings in terms of colour, mechanical strength, modulus of elasticity and porosity.

Compared to the original mortars, however, **Mape-Antique LC** based mortars possess a durability that make them virtually indestructible in the face of natural aggressions: rain, freeze-thaw cycles, cracks caused by plastic shrinkage,



Mape-Antique LC



Preparing the mortar for rendering with Mape-Antique LC



Sand used to prepare the mortar rendering



Archaeological dig: Restoring an ancient mosaic floor with Mape-Antique LC

alkali-aggregate reaction, and above all, attack by the sulphate salts that are often present in masonry.

Mape-Antique LC based mortar has the porosity and transpirability properties of antique lime and pozzolan based mortars. This allows for the crystallization of salts in its porosity and a slow and gradual evaporation of capillary flow of rising damp from the foundations.

The technical data sheet (final performances) lists some examples of typical data relating to the principal properties of two **Mape-Antique LC** mortars (fresh and hardened) prepared with two different types of sand (one fine grain, the other larger grain), keeping in mind that the mortar characteristics obtained depend on the quality of sand available, especially its grading range, or the presence of salt and organic impurities.

RECOMMENDATIONS

- Use **Mape-Antique LC** only after having applied a 5 mm thick layer of **Mape-Antique Rinzafo** on the masonry.
- The **Mape-Antique LC** mortar must be applied at a thickness not lower than 2 cm.
- Do not use sand containing silt, clay or organic impurities.
- Do not use dirty equipment (mixer, wheelbarrows, trowels, etc.).
- Do not add cement, additives or other binders (lime or gypsum) to **Mape-Antique LC**.
- Do not use **Mape-Antique LC** for consolidating slurries to be injected in structures (use **Mape-Antique I** or **Mape-Antique F21**).
- **Mape-Antique LC** mortars are not suitable in cases of water ingress, use a waterproofing render.
- Do not apply **Mape-Antique LC** at temperatures below +5°C or over +35°C.
- Apply **Mape-Antique LC** on a clean substrate.

APPLICATION PROCEDURE

Preparing the substrate

Before preparing the mortar it is essential that the substrate to be repaired is carefully prepared. All damaged materials (mortar, stone, brick and tuff) should be removed and new samples procured should resemble the original materials as much as possible both in appearance and substance. In the presence of rising damp, completely remove the renders above the damp area for a minimum height of not less than twice the thickness of the wall. After removing all loose material (dust, grease, etc.) wash the structure with water

to remove efflorescence and soluble salts that are in the masonry. If necessary repeat this several times in order to dissolve any salt on the interface present between the masonry.

Always apply a coat of **Mape-Antique Rinzafo** before using **Mape-Antique LC**.

Preparing the product

Prepare the mortar in an ordinary job site mixer according to the following procedure:

0.5-2.5 mm sand:

- pour 40 kg of fine grain sand graded between 0.5 and 2.5 mm directly into the mixer, add a 20 kg bag of **Mape-Antique LC** and mix with 8.5-9 litres of water;

or:

0.5-5.0 mm sand:

- pour 50 kg of large grain sand graded between 0.5 and 5.0 mm directly into the mixer, add a 20 kg bag of **Mape-Antique LC** and mix with 9-9.5 litres of water.

The product must be mixed in the mixer for at least 5-6 minutes in order to obtain the correct amount of air in the mix. Switch the mixer off to avoid excess trapped air especially when using fine grain sand (0.5-2.5 mm).

Applying the mortar

Apply the mortar with a trowel like any standard render.

The following procedures must be carried out:

- create out-bands to define the thickness;
- apply a 5 mm layer of **Mape-Antique Rinzafo**. Apply a minimum 2 cm thick coat of **Mape-Antique LC** over preceding product which has stiffened but not yet hardened, but do not compress it too much. **Mape-Antique LC** mortar can be applied with a trowel;
- fine tamping should be avoided so surface porosities do not clog. The surface porosity is essential for the water evaporation from the dehumidifying render.

Finishing

Do not finish the **Mape-Antique LC** surface with smoothing compounds or paints that could interfere with the vaporation of the moisture. If a fine grain finishing is desired **Mape-Antique FC** or **Mape-Antique FC/R** smoothing mortars can be used, but they tend to slightly reduce the vapour permeability of the render because they contain fine graded aggregates. Their use is not recommended when the masonry is subject to strong rising damp and in the presence of strong concentrations of soluble salts. In these

TECHNICAL DATA (typical values)**PRODUCT IDENTITY**

Consistency:	powder
Colour:	light coloured
Bulk density (kg/m³):	1050
Storage:	12 months in original sealed packaging in a dry place
Hazard classification according to 99/45 EC:	irritant. Before using refer to the "Safety instructions for the preparation and application" paragraph and the information on the packing and Safety Data Sheet
Customs class:	3824 50 90

FINAL PERFORMANCES IN MORTAR at +23°C and 50% R.H.

	WITH FINE SAND (0.5-2.5 mm)	WITH LARGE SAND (0.5-5 mm)
Composition (kg/m³):		
– Mape-Antique LC:	500	440
– water:	225	200
– sand:	1000	1110
Mass density of the mix (kg/m³):	1600-1800	1700-1850
Flow table (%) (UNI 7044):	70-100 (depending on mixing)	70-100
Compressive strength (N/mm²):		
– 7 days	2-4	2-4
– 28 days	4-6	4-6
Dynamic modulus of elasticity (N/mm²):		
– 28 days	5000	6000
Resistance to sulphates in terms of increase in expansion (%) after 30 days of specimens (40x40x160 mm, cured for 28 days with R.H. = 95% and T = +20°C) immersed in sulphate solution 10% of Na₂SO₄ with those immersed in pure water:	< 0.02	< 0.02
Colour:	white	white

Mape-Antique LC



cases it is recommended to finish with **Silexcolor Tonachino** or **Silexcolor Marmorino**, silicate based coverings available in 34 colours.

As an alternative, paint the render with silicate **Silexcolor Paint**, also available in 34 colours, or add an inorganic pigment to the mix to colour the render before being applied.

For surfaces especially exposed to rain and that do not require tinting, masonry can be protected with a transparent vapour-permeable treatment using **Antipluviol S**, a water-repellent siloxane resin based primer.

After the application of **Antipluviol S**, tinting can not be carried out. Any tinting must be carried out before the application of **Antipluviol S** and must be inorganic pigment based (e.g. iron oxide, chrome, etc.).

It is always recommended to carry out a trial sample in a small area to test compatibility with the paint.

CONSUMPTION

- 5 kg/m² per cm of thickness with sand graded between 0.5 and 2.5 mm.
- 4.4 kg/m² per cm of thickness with sand graded between 0.5 and 5 mm.

Cleaning

Before hardening, the mortar can be removed from tools with water. Afterwards cleaning is very difficult and can only be carried out mechanically.

PACKAGING

20 kg paper bags.

SAFETY INSTRUCTIONS FOR THE PREPARATION AND APPLICATION

It contains special hydraulic binders that when in contact with sweat or any other bodily fluids, produce an alkaline reaction, irritating to skin. When in contact with eyes, it can cause serious damage. Wear protective gloves and goggles.

In case of contact with eyes rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

For further information refer to the safety data sheet.

STORAGE

12 months in a dry and sheltered place in original sealed packaging.

FOR PROFESSIONALS.

WARNING

Although the technical details and recommendations contained in this product report correspond to the best of our knowledge and experience, all the above information must, in every case, be taken as merely indicative and subject to confirmation after long-term practical applications: for this reason, anyone who intends to use the product must ensure beforehand that it is suitable for the envisaged application: in every case, the user alone is fully responsible for any consequences deriving from the use of the product.

All relevant references of the product are available upon request



BUILDING THE FUTURE

MAPEI GROUP CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEMS (Quality, Environment and Safety)

MAPEI S.p.A. - ITALY				MAPEI CORP - U.S.A.		MAPEI FAR EAST Pte Ltd MAPEI MALAYSIA SDN BHD		MAPEI s.r.o. - CZECH REP.
MAPEI FRANCE	MAPEI INC - CANADA	RESCON MAPEI AS - NORWAY			MAPEI Kft. - HUNGARY	MAPEI ARGENTINA S.A.	MAPEI SUISSE SA	

www.mapei.com

DECLARATION – February 2010 *Replaces January 2009*

 The declaration can be downloaded from www.aalborgportland.dk

AALBORG WHITE®

made in Denmark

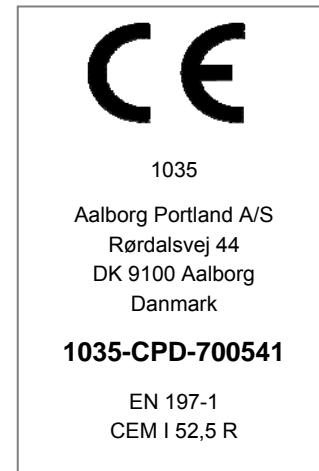
In accordance with the harmonised standard EN 197-1:2000, with the right to use the CE-mark, the certification body Bureau Veritas Certification has certified:

 AALBORG WHITE® cement
 Portlandcement CEM I 52,5 R
 EC Certificate: 1035-CPD-700541

 Aalborg Portland's quality management system is certified according to EN ISO 9001:2008 by Bureau Veritas Certification.
 The certification can be verified at: www.bureauveritas.dk

This declaration comprises the properties which must comply with the harmonised cement standard EN 197-1 supplemented with the 1 days strength, 7 days strength, reflection, absolute density as well as C₃A, alkali content and chromate.

For each property an interval has been calculated in such a way that the probability of a value falling outside the interval is less than 5%.



Property	Declared interval	Requirement EN 197-1
1 day strength	18 - 24 MPa	None
2 days strength	36 - 44 MPa	≥ 30 MPa
7 days strength	54 - 66 MPa	None
28 days strength	68 - 78 MPa	≥ 52.5 MPa
Initial setting time	80 - 140 min	≥ 45 min
Expansion	0 - 2 mm	≤ 10 mm
Loss on ignition	0 - 1.0 %	≤ 5.0 %
Insoluble residue	0 - 0.3 %	≤ 5.0 %
Sulphate content SO ₃	1.8 - 2.3 %	≤ 4.0 %
Chloride	0 - 0.02 %	≤ 0.10 %
C ₃ A	4 - 5 %	None
Alkali content	0 - 0.3 %	None
Water soluble chromate	0 - 2 mg/kg	None
Y-Reflection, (DIN 5033)	85 - 89.5 %	None
Specific density	3090 - 3190 kg/m ³	None



Tabulka poměru pojiva a plniva ve směsích jednotlivých tmelů

I. jeden nátěr II. dva nátěry (10% lak 10/2 – synpo)			A) směs bez pigmentu, 2 vzorky		B) s lakem 2 vzorky	D) s pigmentem 2 vzorky	C) s pigmentem a lakem 2 vzorky
			pojivo [g]	plnivo [g] carrolit frakce 0-0,2; 0,2-0,5 (1:2)		pojivo [g]	plnivo [g] carrolit frakce 0-0,2; 0,2- 0,5 (1:2)
1	epoxidová pryskyřice	CHS-EPOXY 324, spol.chemie, Ústí nad Labem	7g	35g		7g	35g
2	epoxidová pryskyřice s UV absorbenty	araldite 2020, Huntsman	7g	35g		7g	35g
3	polyuretan	araldite 2028, Huntsman	7,4g	35g		7g	35g
4	20% paraloid B72	Rohm and Haas	7,5g	35g		7,5g	35g
5	Polyester	GTS Polyester Gießharz,, VOSSCHEMIE	8g	35g		7g	35g
6	Veropal UV60 10/13	nový prostředek - synpo	10g	35g		10g	35g
7	polyester	Crysta- tenax,, boudacommercio	11g	35g		11g	35g
8	polyester	marmorkitt 1000, AKEMI	9g	35g		12g	35g
9	hydraulické pojivo	Mape-Antique LC , Mapei	10g	30g		10g	30g
10	bílý cement	Aalborgportland	10g	30g		15g	40g



BEZPEČNOSTNÍ LIST

(podle Nařízení (ES) 1907/2006)

CAROLITH VA, VITACARB VA

Datum vydání: 29.11.1993

Datum revize: 1. 5. 2008

7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ

- 7.1 MANIPULACE: Je nutné dbát bezpečnostních předpisů obvyklých při zacházení s chemikáliemi.
7.2 SKLADOVÁNÍ: Neskladujte spolu s kyselinami !

8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE / OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY

- 8.1 Expoziční limity: prach s převážně nespecifickými účinky - (NPK-P) 10 mg/m³
8.2 Osobní ochranné prostředky:
Ochrana dýchacích cest běžné pomůcky pro prašné prostředí – respirátor
Ochrana rukou běžné pomůcky pro prašné prostředí
Ochrana očí běžné pomůcky pro prašné prostředí
Ochrana těla běžné pomůcky pro prašné prostředí
8.3 Další údaje: Dbát obvyklých opatření na ochranu zdraví při práci v místních provozních podmínkách. Zabránit styku s očima, při práci nejíst, nepít a nekouřit.
Po práci si umýt ruce teplou vodou a mýdlem, pokožku ošetřit vhodnými reparačními prostředky.

9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

		METODA
9.1 JAKOST	prášek	
9.2 BARVA	bílá	
9.3 ZÁPACH	bez zápachu	
9.4 HODNOTA pH	8,5 – 9,5 (100 g/l / 20 °C)	DIN ISO 787/9
9.5 BOD TAVENÍ	1340 °C (102 bar)	
9.6 BOD VARU	nepoužitelný	
9.7 BOD VZPLANUTÍ	nepoužitelný	
9.8 HOŘLAVOST	nehořlavý	
9.9 NÁCHYLNOST K SAMOVZŇICENÍ	samovznícení není možné	
9.10 NEBEZPEČÍ EXPLOZE	není explozivní	
9.11 TLAK PÁRY	zanedbatelný	
9.12 RELATIVNÍ HUSTOTA	2,6 – 2,8 (20 °C)	DIN ISO 787/10
9.13 ROZPUSTNOST		DIN ISO 787/8
a) ROZPUSTNOST VE VODĚ	0,014 g/l (20 °C) 0,018 g/l (75 °C)	
b) ROZPUSTNOST V TUKU	není stanovena	
9.14 ROZDĚLOVACÍ KOEFICIENT:	n – OCTANOL/H ₂ O	< 1 (odhad)
9.15 DALŠÍ ÚDAJE:	Tepelný rozklad	nad 826 °C