

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Ústav strojírenské technologie**

**RYCHLESCHNOUCÍ NÁTĚROVÉ HMOTY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor:** Václav Zeman

**Studijní obor:** Výrobní a materiálové inženýrství

**Vedoucí práce:** Ing. Petr Drašnar

**Praha 2015**

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne 19. 6. 2015

.....

Václav Zeman

**Poděkování:**

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Petru Drašnarovi za vedení, odbornou pomoc a připomínky při vypracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům SVÚOM s.r.o. a svému konzultantovi Ing. Janu Kudláčkovi, Ph.D. za odborné rady a pomoc při laboratorním měření. Zároveň bych pak chtěl poděkovat Miloslavu Skalickému, Milanu Šurnickému a dalším zaměstnancům ZVVZ MACHINERY, a.s. za cenné rady a vstřícný přístup při řešení této práce.

**Anotace:**

Diplomová práce se zabývá problematikou zasychání povlaků z epoxidových nátěrových hmot, ve spolupráci se strojírenským podnikem ZVVZ MACHINERY, a.s. Dále je v práci sepsána technologie povrchových úprav materiálů, předúprava povrchu nebo popis a aplikace nátěrových hmot. Experimentální část je zaměřena na návrh použití nové nátěrové hmoty požadovaných vlastností.

**Klíčová slova:**

povrchová úprava, nátěrová hmota, předúprava povrchu, způsob nanášení, rychleschnoucí nátěrová hmota, sikativ

**Annotation:**

This thesis deals with the drying coats of epoxy paint issue, in cooperation with the engineering company ZVVZ MACHINERY, a.s. The next part is focused on surface treatment materials, surface preparation and the description and application of paints. The experimental part relates to the creation of the new coating composition and also the desired properties.

**Key words:**

surface treatment, coating, preparation technology, method of application, quick drying coating, siccativ

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Povrchové úpravy materiálů .....	9
3. Nátěrové hmoty.....	13
3.1 Vývoj NH.....	13
3.2 Výroba NH.....	14
3.3 Označování NH.....	15
3.4 Složky NH.....	17
3.5 Rozdělení NH .....	19
3.5.1 Dělení NH dle užitých látek.....	19
3.5.2. Dělení NH dle hlavní složky.....	21
4. Předúprava povrchu .....	25
4.1 Mechanická předúprava .....	25
4.2 Chemická předúprava .....	27
5. Způsoby aplikace NH .....	29
Hlavní výhody airless technologie:.....	32
Nevýhody airless technologie:.....	32
6. Zasychání nátěrových hmot .....	35
6.1 Sikativy .....	36
6.2 Zkoušky zasychání NH.....	36
6.2.1 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-1 .....	37
6.2.2 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-2 .....	37
6.2.3 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-3 .....	37
6.2.4 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-4 .....	37
6.2.5 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-5 .....	38
6.2.6 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-6 .....	38
7. Společnost ZVVZ a.s. Milevsko.....	39
7.1 Historie společnosti.....	39

7.2 Produkty společnosti.....	39
7.3 Vybraná problematika v ZVVZ MACHINERY, a.s.....	41
8. Experimentální část.....	42
8.1 Stanovení zasychání NH.....	42
8.1.1 Experimentální zařízení a pomůcky .....	44
8.1.2 Podkladový materiál .....	45
8.1.3 Zkušební vzorky .....	45
8.1.4 Zhotovení zkušebních nátěrů .....	48
8.2 Stanovení tloušťky nátěru .....	48
8.3 Stanovení tvrdosti nátěru kyvadlovým přístrojem.....	50
8.4 Výsledky jednotlivých měření .....	52
8.4.1 Měření zasychání nátěru .....	52
8.4.2 Měření tloušťky nátěru .....	55
8.4.3 Měření tvrdosti nátěru.....	57
8.5 Vyhodnocení výsledků měření.....	60
9. Technicko-ekonomické zhodnocení.....	64
10. Závěr .....	67
11. Použitá literatura .....	68
12. Přílohy.....	71

## 1. Úvod

Nátěrové hmoty mají stěžejní význam v mnoha průmyslových odvětvích. Uplatnění nacházejí u spousty různých materiálů, a to především z funkčního hlediska, jako protikorozi ochrana. Při vhodné volbě nátěrových hmot lze korozi potlačit a její projevy oddálit až o několik let. Nátěry mají i estetický charakter. Existuje nepřeberné množství barevných odstínů, lesků, dekorativních vzorů apod.

Hlavní požadavky se v dnešní době kladou na zvyšování životnosti výrobků, snižování nákladů na provoz a v neposlední řadě na ekologii. Při výběru nátěrových hmot a jejich následné aplikaci se posuzují především samotné vlastnosti nátěru, vlastnosti upravovaného materiálu, jeho funkční využití a prostředí, v jakém se bude nacházet.

V teoretické části diplomové práce je cílem stručné shrnutí problematiky nátěrových hmot a popis této technologie úpravy povrchu. Problematika organického povlakování zahrnuje jednotlivé kapitoly, jako např. druhy nátěrových hmot, jejich charakteristiku, výrobu, předúpravu povrchu před nanesením, samotné nanášení nátěru atd.

Experimentální část diplomové práce se věnuje návrhu použití nové nátěrové hmoty, jejíž hlavní prioritou bude zkrácení doby zasychání, popř. doby přelakovatelnosti na aplikovaném dílci.

Problematika zasychání nátěrových hmot má stěžejní význam z hlediska dané produkce podniku. Zkrácení časových intervalů mezi manipulací, expedicí, popřípadě montáží vede ke zvýšení konkurenceschopnosti. Samozřejmě ale nelze překročit jistá omezení, která nátěrová hmota má. Pak by docházelo k defektům, jako např. popraskání naneseného povlaku. Významné z pohledu rychleschnoucích nátěrových hmot jsou složky sušidel. Jedná se o speciální chemické prostředky urychlující proces zasychání. V odborných literaturách jsou sušidla také známa pod označením sikativy. Tyto látky vyvolávají pomocí světla a vzdušného kyslíku tvorbu peroxidických látek ve filmu, a tím urychlují zasychání.

## 2. Povrchové úpravy materiálů

Povrchovou úpravou se rozumí takové ošetření povrchu, které vede ke zlepšení vlastností materiálů, a to jak mechanických, chemických či estetických. Nejčastěji se provádí za účelem zvýšení odolnosti proti korozi, opotřebení, otěru atd. Volba povrchové úpravy závisí na mnoha faktorech. Mezi nejdůležitější se řadí:

- materiálové složení povlakovaného dílu
- účel použití výrobku
- konstrukční a technologické faktory

Podle účelu použití se povrchové úpravy rozdělují na tři základní skupiny, které se však mohou vzájemně prolínat.

- ***Povrchové úpravy ochranné***

Určené zejména k ochraně materiálu proti škodlivým vlivům (klimatické, chemické a elektrochemické činitele).

- ***Povrchové úpravy dekorativní***

Používají se především k dosažení estetického vzhledu (barevný odstín, lesk, dekorativní vzor apod.).



Obr. 2.1 Příklady aplikace dekorativního chromování [24]



- ***Povrchové úpravy speciální***

Vedou ke zlepšení mechanických a fyzikálních vlastností (tvrdost povrchu, odolnost povrchu proti opotřebení, odolnost proti vysokým teplotám, požadovaná elektrická vodivost atd.). [1]



Obr. 2.2 Speciální nanotechnologické impregnace [25]

Jiným, také ale velmi používaným, je dělení povrchových úprav dle jejich chemické podstaty:

- ***Anorganické nekovové vrstvy***

- *Konverzní vrstvy*

Tyto vrstvy se vytvářejí chemickou nebo elektrochemickou reakcí okolního prostředí, jemuž je daný kov vystaven během povrchové úpravy, s povrchem kovu. Anorganická konverzní vrstva je tak tvořena sloučeninou, která obsahuje složky kovu i prostředí, přičemž tyto vrstvy se vytvářejí směrem od povrchu do materiálu. Konverzní vrstvy slouží především k protikorozi ochraně, ale lze je i použít jako určitý druh mazadla při tváření nebo zabíhání. Jiné se uplatňují svými elektroizolačními vlastnostmi, tvrdostí, odolností proti otěru i dekorativním účinkem. Nejčastěji se jedná o vrstvy oxidů, fosforečnanů a chromátů kovů.

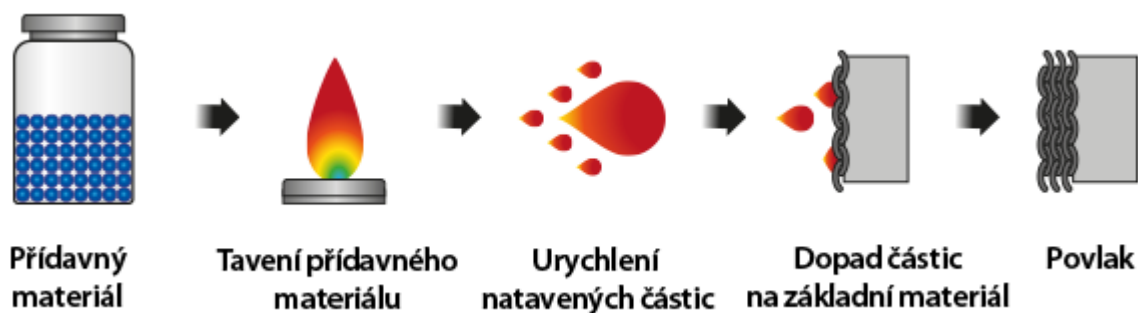
- *Smalty*

Smalty se řadí mezi nekovové anorganické povlaky. Jsou to v podstatě skla modifikovaných vlastností, které umožňují přilnavost k povrchu kovů. Jejich ochranná funkce je založena na vytvoření nerozpustné vrstvy natavené na podkladovém kovu, která tak ochraňuje kov od působení agresivních prostředí. Základní stavební jednotkou jsou tzv. tetraedry, vyskytují se v krystalickém i amorfním stavu. Vyrábí se ze skloviny, která je složena ze sklotvorných oxidů

(kyselých i zásaditých), nebo za pomoci surovin, jako jsou přídržné oxidy, barvítka, oxidační látky apod.

- *Žárové nástřiky keramických materiálů*

Technologie žárového povlakování umožňuje nanášení keramických povlaků na všechny typy kovových materiálů. Povlaky nelze nanášet pouze na součásti s již vytvořenými vrstvami, např. nitridací nebo chromováním. Proces tvorby povlaků, technologií žárového stříkání lze popsat jako natavování přídavného materiálu ve formě prášku (drátu, tyčinky) a jeho postupné nanášení na předem připravený povrch. Po dopadu na základní materiál dochází k částečné nebo úplné deformaci individuálně dopadajících částic, které se postupně velmi rychle ochlazují, tuhnou a vytvářejí typickou strukturu povlaku. Během procesu nanášení povlaků dochází k ohřátí základního materiálu na teploty kolem 100 °C, což nezpůsobí ani deformaci povlakovaného dílce, ani degradaci struktury základního materiálu. Žárový nástřik se provádí plamenem, elektrickým obloukem i plazmou.



Obr. 2.3 Princip vytváření žárových nástřiků [17]

- *Anorganické nátěrové systémy*

Anorganické nátěry, obsahující velký obsah zinku (až 95 %), se používají jako katodická ochrana oceli, kde pojivo je křemičitan olovnatý a vytvrzují se fosforečnany. Nanášejí se natíráním nebo stříkáním. Podobný účinek mají i nátěry ze zinkového cementu. Jejich podstatou je směs oxidu zinečnatého a roztoku chloridu zinečnatého, která tuhne podobně jako cement. Dalším typem mohou být nátěry nebo pasty s bariérovým popř. separačním účinkem. Jsou to např. nátěry chránící kovové součásti před účinky atmosfér při tepelném a chemicko-tepelném zpracování.

- *Obklady a vyzdívky*

Obklady a vyzdívky sice nepatří do vlastního vytváření povlaků, ale velmi často se používají k ochraně nosných konstrukcí proti těžkým korozním podmínkám, abrazivnímu i tepelnému vlivu prostředí. Bezporóvitě dlaždice, cihly, tvarovky kameninové, porcelánové, čedičové, skleněné slouží jako ochrana z hlediska koroze a opotřebení. [6,7]

- *Anorganické kovové povlaky*

Vzhledem k základnímu kovu v daném korozním prostředí se kovové povlaky dělí na katodické a anodické. Katodické ochranné povlaky fungují oproti základnímu materiálu jako katoda, jsou tedy ušlechtilejší. Nebezpečí jejich použití spočívá v tom, že v případě větší porézности nebo porušení povlaku nastane intenzivní koroze anody, tzn. základního kovu. Životnost katodických povlaků v atmosférických podmínkách je zpravidla dobrá.

Anodické ochranné povlaky fungují proti základnímu materiálu jako anoda. Při anodické ochraně se uplatňují takové kovy, které sice reagují v daném prostředí, ale výsledkem je vznik korozních zplodin odolných proti další korozi. Vlastní ochrannou funkci mají tedy korozní zplodiny na povrchu anodického povlaku. Příkladem takového ochranného kovu je např. hliník nebo zinek. [6]

Typické příklady aplikací kovových povlaků:

- *Chemické pokovení*
- *Galvanické pokovení*
- *Žárové pokovení (v roztavených kovech)*
- *Žárové nástřiky kovových a kovo-keramických materiálů*
- *Pokovení ve vakuu*
- *Pokovení výbuchem*
- *Plátování a navařování*

- *Organické povlaky*

V oboru povrchových úprav zaujímají organické povlaky velmi významné postavení. Odhaduje se, že až 90 % veškerých povlakových systémů je zhotoveno právě touto technologií. Je to dáno nejen vysokým ochranným účinkem nátěrových systémů, ale i jednoduchostí a dostupností způsobů vytváření těchto povlaků. Jelikož tyto povlaky tvoří i téma diplomové práce, bude jim v další části věnována zvýšená pozornost.

### 3. Nátěrové hmoty

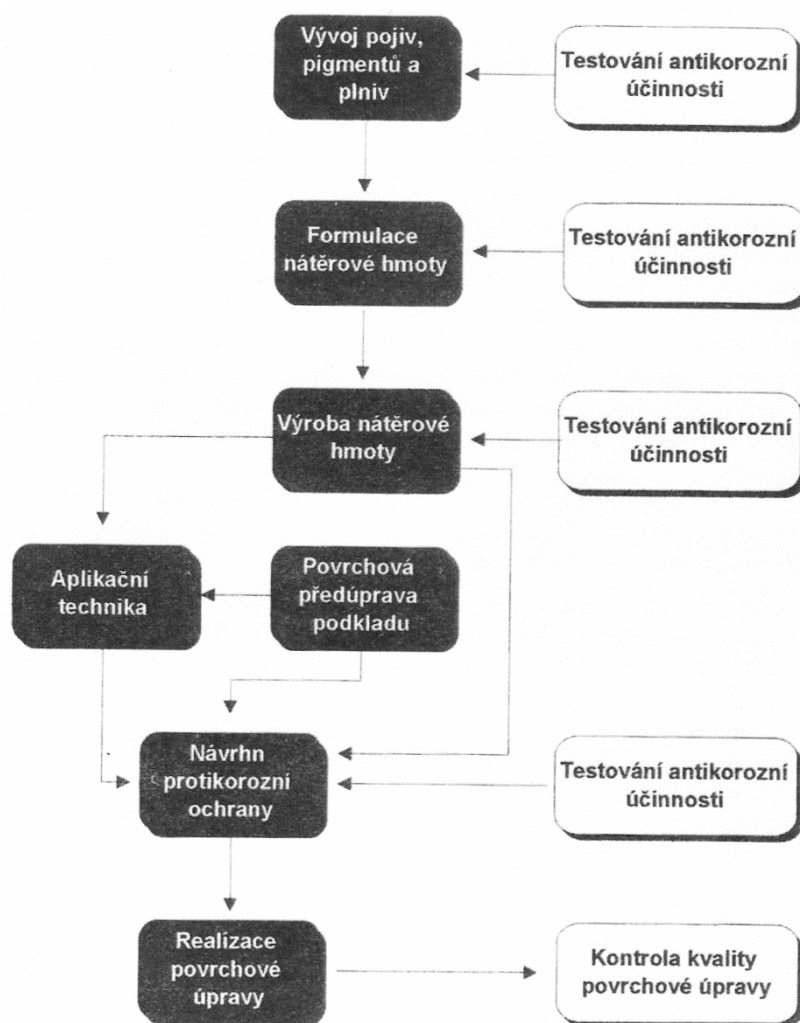
Nátěrové hmoty (NH) jsou všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky. Aplikují se ve stavu tekutém, gelovém, práškovém, pastovitém až těstovitým a nanášejí se v jedné nebo více vrstvách na povrch výrobku, na němž po jisté době vytvoří tuhý, pružný film – tzv. nátěr. Ten chrání povrch předmětu a současně zlepšuje i jeho vzhled. Vhodnou kombinací jednotlivých nátěrů se zhotovuje nátěrový systém. [2]

Podle toho, k jakému účelu slouží, se rozeznávají nátěry vnitřní, vnější, antikorozi, ohnivzdorné, antivegetační, elektroizolační, odolné proti agresivnímu chemickému prostředí, vlhkosti, vysokým teplotám apod. Vzhled výsledného filmu může být různý: lesklý, polomatný, matný, leštitelný, brousitelný, tepaný, čeřínkový, plastický. Nátěry se nanášejí podle tzv. nátěrových postupů, které obsahují všechny základní operace celé aplikace, jako je úprava podkladového materiálu, volba vhodných nátěrových hmot a jejich návaznost při nanášení, počet vrstev, doba zasychání a konečné povrchové úpravy hotového nátěru.

Aplikace nevyžaduje složitá a komplikovaná zařízení. Hlavním použitím nátěrových hmot je ochranný účinek, důležité jsou však i další specifické účely, jako např. dekorativní, signální, maskovací, fungicidní, baktericidní, svítící, matovací, elektrovodivý atd. [6]

#### 3.1 Vývoj NH

Vývoj nátěrové hmoty úzce souvisí se znalostmi chemie. Právě díky nim se provádí výběr pojiv a pigmentů. Principem je nalezení optimálních poměrů mezi jednotlivými složkami. Podstatou výroby první šarže je převedení laboratorního postupu v postup výrobní, který je utvářen za pomoci výrobních strojů. Dále se hledá optimální dispergační činidlo. Celý výrobní program probíhá s ohledem na pozdější využití vyvíjeného produktu. Schéma na obrázku 3.1 zobrazuje strukturu vývoje nátěrové hmoty. [9]



Obr. 3.1 Schéma vývoje nátěrových hmot

### 3.2 Výroba NH

Samotná výroba nátěrových hmot probíhá v následujících krocích:

- **Přesné měření složek**

Složení se měří na hmotnostní díly, popřípadě na objemová procenta, a to pomocí elektronických vah. [9]

- **Příprava pigmentové disperze**

Pigmenty musí být rozděleny do samostatných částic, které jsou v kontaktu s přísadami. To je tzv. proces dispergace. Některé pigmenty se obtížně rozemílají a míchají. Proto je nutné, aby se docílilo dobré dispergace, využít více míchacích a dispergačních zařízení za sebou. K tomu například slouží kulové či perlové mlýny. Kulové se používají pro směsi s obtížně rozptýlitelnými složkami. Obsahují kovové či skleněné kuličky o velikostech golfových

míčků. Perlové mlýny se používají ve velkých sériích v záběhu polokontinuálního výstupu a kuličky dosahují průměru cca 3 mm. [9]

- ***Přidání ostatních složek***

Dle postupu výroby dochází v této fázi k přimíchání všech konečných složek. Jedná se o pryskyřice, rozpouštědla a aditiva.

- ***Hotový výrobek a proces laboratorních zkoušek***

Samozřejmostí je, že během výrobního procesu dochází ke kontrole kvality produktu, a to v laboratořích a kontrolních sekcích výroby. Některé ze složek mohou být testovány i před zahájením výroby. Finální kvalita výrobku se ověřuje po dokončení celé výrobní série. Tyto závěrečné zkoušky vyhodnotí vlastnosti, jako je stupeň disperze, viskozita, hustota, krytí, odstín barvy, vhodnost aplikace, čas zasychání, lesk vzhled apod. [10]

- ***Balení a skladování***

Po závěrečném vyhodnocení testování přichází na řadu balení do nádob. Většinou se uschovává vzorek z dané šarže pro případné další nutné kontroly. Po této fázi je kompletní dávka předána do skladu, kde je připravena k expedici.

### **3.3 Označování NH**

Veškerý sortiment nátěrových hmot se značí pomocí důmyslného systému, který zahrnuje písmenné označení, čtyřmístné číslo (udává druh nátěrové hmoty), lomítko a další čtyřmístné číslo (označující barevný odstín).

**A** – asfaltové

**B** – polyesterové

**C** – celulózové

**E** – práškové

**H** – chlorkaučukové

**K** – silikonové

**L** – lihové

**O** – olejové, fermežové

**P** – pomocné lakovací přípravky

- S** – syntetické
- U** – polyuretanové
- V** – nátěrové hmoty ředitelné vodou

Druh nátěrové hmoty:

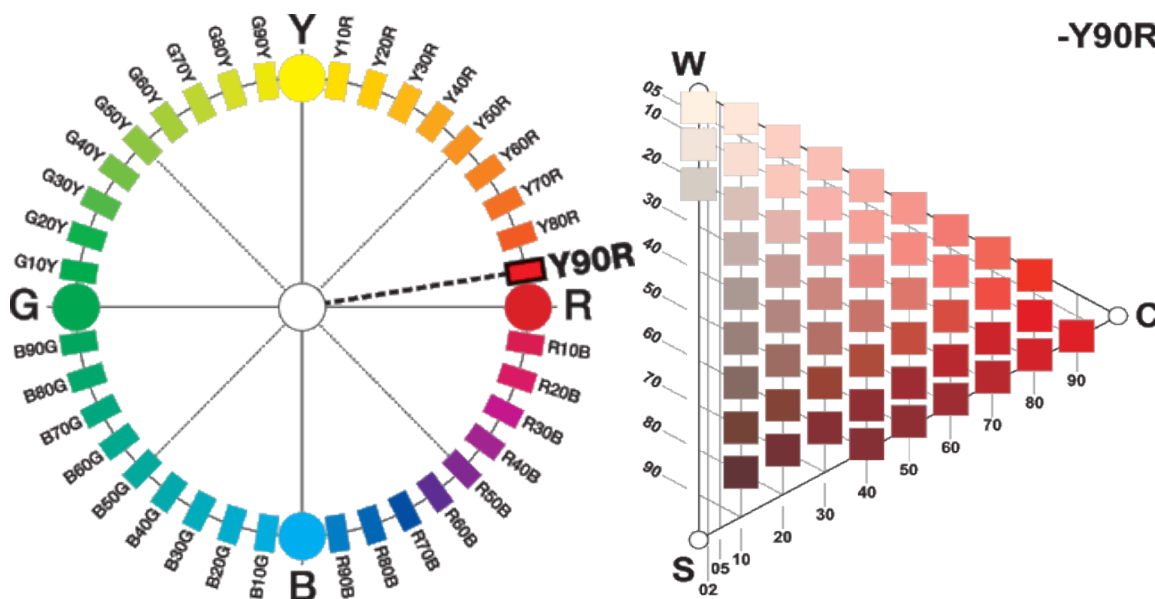
- 1000** – označuje fermeže, průhledné, transparentní a bezbarvé hmoty
- 2000** – nátěrové hmoty slabě a středně pigmentované
- 3000** – tónovací pasty
- 4000** – nástřikové pasty
- 5000** – tmely
- 6000** – ředidla (např.: C6000; S6000)
- 7000** – sušiva, tvrdiva
- 8000** – pomocné přípravky používané na dokončování vzhledu nátěrového filmu

Barevné odstíny podle mezinárodně uznávané vzorkovnice typu RAL:

- 1000 – 1999** - žlutá
- 2000 – 2999** - oranžová
- 3000 – 3999** - červená
- 4000 – 4999** - fialová
- 5000 – 5999** - modrá
- 6000 – 6999** - zelená
- 7000 – 7999** - šedá
- 8000 – 8999** - hnědá
- 9000 – 9999** - černobílá [1]



Obr. 3.2 Vzorník systému RAL K-7 [19]



Obr. 3.3 NCS vzorkovnice, příklad označení [20]

### 3.4 Složky NH

Nátěrové hmoty se skládají z mnoha složek. Jedná se o látky kapalné, polotuhé, tuhé, popřípadě jejich směsi, roztoky a disperze.

- **Pojidla**

Jsou to nejdůležitější složky každé nátěrové hmoty. Udělují jí charakteristické fyzikální vlastnosti. Skládají se z filmotvorných a těkavých látek.

- *Filmotvorné látky*

Vlastnosti filmotvorných látek mají rozhodující vliv na ochrannou účinnost a životnost nátěrů. Převážně je tvoří netěkavé organické látky, které mohou po zaschnutí vytvářet tuhý souvislý film různé tloušťky. Jsou to vysychavé oleje (rostlinné, živočišné nebo syntetické), přírodní pryskyřice (kalafuna, šelak, kopál), deriváty celulózy (nitrát celulózy, acetát celulózy), deriváty kaučuku (chlorovaný kaučuk, cyklizovaný kaučuk), asfalty (přírodní a získané zpracováním ropy) a syntetické pryskyřice (alkydy, epoxidy, vinylové polymery aj.).

Mezi filmotvorné látky patří rovněž změkčovadla (dibutylftalát, chlorovaný parafin, chlorovaný difenyl). Tyto viskózní až tuhé látky jsou prakticky netěkavé, nezasychají



a nevytvářejí tuhý film vhodných vlastností. Rozpouštějí filmotvorné složky a přitom upravují jejich příliš vysokou křehkost a tvrdost tak, aby nátěry získaly požadované vlastnosti, zejména vláčnost a pružnost. [6]

- *Těkavé látky*

Do této skupiny spadají především rozpouštědla, což jsou v podstatě organické kapaliny. V těchto těkavých látkách dochází k rozpouštění filmotvorné látky. Upravují viskozitu nátěrové hmoty a umožňují její nanesení na chráněný povrch. Výběr rozpouštědla se volí podle rozpustnosti filmotvorných složek. Nejběžněji se používá terpentýnová silice, lehký benzin, toluen, benzen, etylalkohol, etylacetát, aceton a glykoletér. Podle rychlosti odpařování se dělí na lehká, střední a těžká.

Ředidly nazýváme rozpouštědla nebo jejich směsi, kterými se upravuje tekutost nátěrových hmot na předepsanou konzistenci pro určitou technologii aplikace. [6]

- *Pigmenty*

Jedná se o prášková nerozpustná barviva organické i anorganické povahy, dodávající hotovému nátěru krycí barevný odstín, odolnost proti korozi atd. Působí také jako plniva, popřípadě se speciálním zaměřením, jako např. antikorozi, hydrofobní nebo zmatňující konečný nátěrový film.

- *Plnidla*

Jsou to malé pevné částice anorganické látky, které se přidávají do pojiva. V pojivu jsou zpravidla nerozpustná a přidávají se za účelem zvýšení pevnosti, tvrdosti, zlepšení odolnosti proti korozi, proti usazování a hoření. Mnohdy se ovšem přidávají pro zlevnění produktu. Nejužívanějšími plnivými jsou uhličitán vápenatý, mastek, kaolin a křemenná moučka.

- *Barviva*

Většinou jde o organické látky rozpustné v pojidle, které vytvářejí barevné, avšak nikoliv krycí odstíny nátěrů. Zabarvení může být proto i transparentní.

- ***Aditiva***

Tyto pomocné přísady, obdobně jako plniva, vhodně upravují technologické a fyzikální vlastnosti nátěrových hmot. Mezi nejpoužívanější aditiva patří emulgátory, stabilizátory, sušidla, tužidla, katalyzátory, urychlovače a zvláčňovadla. [6]

### **3.5 Rozdělení NH**

Způsobů rozdělení nátěrových hmot je mnoho. Důraz je kladen na třídění do skupin se stejnými nebo podobnými vlastnostmi. Nejběžněji používané jsou dva typy, a to dělení dle užitých látek a dělení dle hlavní složky.

#### **3.5.1 Dělení NH dle užitých látek**

- ***Podle chemického složení***

- *Rozpouštědlové* – obsahující především směsi organických rozpouštědel
- *Vodou ředitelné* – nátěrové hmoty na bázi akrylátových disperzí

- ***Podle obsahu pigmentu a plniv***

- *Transparentní nátěrové hmoty*

Směsi pojidel bez obsahu pigmentu a plniv vytvářejí průhledný až průsvitný nátěrový film, který může být bezbarvý nebo transparentně obarvený rozpouštěným barvivem. Do této skupiny se řadí laky, emulze, syntetická napouštědla a fermeže.

- *Pigmentované nátěrové hmoty*

Směsi pojidel, ve kterých jsou jemně dispergovány pigmenty, plnidla a další přídatné látky, po zaschnutí vytvářejí neprůhledné, lesklé až matné nátěrové hmoty. Podle obsahu pigmentu a plniv se tyto nátěrové hmoty dále dělí na emaily, barvy, tmely a plniče.

- ***Podle pořadí nanášení jednotlivých nátěrů***

- *Napouštěcí* – k napouštění savých podkladů, např. dřeva
- *Základní* – první nátěr napuštěného podkladu
- *Vyrovnávací* – vyrovnání povrchu podkladu i tmelových vrstev
- *Podkladové* – vrchní vrstva pro nátěr
- *Vrchní* – poslední vrstva v nátěrovém systému

- **Podle způsobu zasychání nátěru**

- *Fyzikální pochody*

Zasychání probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena.

- *Chemické pochody*

Z původních nízkomolekulárních látek se stávají vysokomolekulární. Mezi chemické pochody patří oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice apod.

- *Fyzikální i chemické pochody*

Nátěr vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí.

- **Podle způsobu sušení a vytvrzování**

- *Zasychající na vzduchu*
- *Vypalovací*
- *Vytvrzované jinými způsoby*

- **Podle počtu složek**

- *Jednosložkové* – nepotřebují k zasychání nebo vytvrzení další složku
- *Dvousložkové* – potřebují k zasychání nebo vytvrzení další složku

- **Podle odolnosti nátěrů**

- *Vnitřní* – aplikace v interiérech
- *Venkovní* – pro venkovní použití, odolné atmosférickým vlivům
- *Speciální*

- **Podle účelu použití**

- *Na ocelové konstrukce*
- *Na dřevo*
- *Na omítky, beton apod.*
- *Na kůži*
- *Elektroizolační*

- **Podle způsobu nanášení**

Nátěrové hmoty lze nanášet štětcem, stříkáním, clonováním, máčením, válečkováním, elektrochemickým nanášením atd. [1,2,3]

### 3.5.2. Dělení NH dle hlavní složky

- **Asfaltové NH**

Přírodní nebo ropné asfalty se používají jako základní filmotvorná látka a slouží např. jako vrchní nátěry kovových konstrukcí ve vodě, ponorných částí lodí a jiných předmětů. Jsou rozpustné v organických rozpouštědlech a mohou se kombinovat s epoxidy, polyuretany aj. Některé asfaltové nátěrové hmoty zasychají na vzduchu, jiné k zasychání potřebují zvýšené teploty kolem 160 – 200 °C. Kladnou vlastností těchto nátěrů je odolnost proti kyselinám, naopak za nevýhodu lze považovat špatnou odolnost proti povětrnostním vlivům. [6,10]

- **Polyesterové NH**

Základem filmotvorné látky jsou produkty reakce diolů s vícesytnými kyselinami. Primární složkou jsou nenasycené polyesterové pryskyřice, které nátěrovým hmotám dodávají požadované vlastnosti, především barevnou stálost při vyšších teplotách nebo při jejich častém střídání. Zpravidla se prodávají v prášku a k nanesení potřebují speciální zařízení. [6,10]

- **Celulózové NH**

Tyto nátěrové hmoty jsou odvozeny od nitrátu celulózy. Vzdorují výborně vodě, koncentrovaným hydroxidům a mají výborné izolační vlastnosti. Na kovech mají špatnou přilnavost, a proto je nutné použít syntetický nebo olejový základní nátěr. Pojivem je průmyslová nitrocelulóza, která vzniká působením kyseliny dusičné a dalších látek z buničiny. Hlavním znakem celulózových nátěrů je jejich rychlé zasychání (30 – 60 min) v důsledku vytěkání rozpouštědel. Velký rozmach tyto barvy zaznamenaly po první světové válce, kdy byly hojně využívány v automobilovém průmyslu a umožnily hromadnou výrobu na stříkacích linkách. [6,10]

- **Chlorkaučukové NH**

Základním pojivem je chlorovaný přírodní kaučuk nebo syntetický polysopren. Mají nízkou odolnost proti povětrnosti a organickým kyselinám, ale vynikající odolnost proti vodě, chemikáliím a minerálním olejům. Díky vysoké pružnosti jsou odolné proti

mechanickým vlivům. Používají se jako základní nebo mezivrstevní nátěr ocelových povrchů v kyselém a vlhkém prostředí, a to převážně v přímořských zemích k ochraně mostů, přístavních zařízení apod. [6,10]

- ***Silikonové NH***

Hlavní složkou těchto nátěrů je silikonová pryskyřice, která se do barev přidává zejména kvůli tomu, aby dobře propouštěly páru, neodíraly se a odolávaly vlhku i vysokým teplotám. Nátěry se aplikují převážně na ocelové a litinové předměty, které jsou namáhány vyššími teplotami (do 400 °C). Jedná se např. o výfukové soustavy automobilů, hlavy motorů, kouřovody nebo i části troub. [6,10]

- ***Olejové NH***

Jedná se o jednu z nejstarších nátěrových hmot. Pojivem je vysychavý rostlinný olej spolu s přírodní nebo synteticky vyrobenou pryskyřicí. Za normálních podmínek zasychají poměrně dlouho, a to dle druhu materiálu 8 – 72 hod. Při teplotách pod 15 °C se doba schnutí abnormálně prodlužuje. Pro zkrácení doby schnutí lze nátěry přisoušet obvykle do 80 °C. Olejové nátěrové hmoty mají velmi dobrou odolnost proti povětrnostním vlivům, a proto jsou vhodné pro venkovní použití. Nevýhodou je ale špatná odolnost proti chemickým vlivům, hlavně alkáliím. Využívají se zejména jako základní nátěry, impregnační pojivo a písmomalířské laky. [6,10]

- ***Syntetické NH***

Syntetické nátěrové hmoty obsahují většinou pryskyřice, rozpouštědla, plniva a další přísady. Oblast použití a výrobní sortiment je u tohoto druhu hmot velmi obsáhlý. Dělí se na celou řadu podskupin podle typu použité umělé pryskyřice. Často se používá jejich kombinace pro dosažení zcela určitých vlastností. Syntetické nátěrové hmoty spojují výhody nátěrových hmot olejových a celulózových a odstraňují jejich nevýhody. Největší podskupinu tvoří nátěrové hmoty na bázi alkydových pryskyřic. Dle zasychání dělíme alkydové materiály na schnoucí na vzduchu a materiály vypalovací.

Další podskupinou jsou rezolové nátěrové hmoty. Základem jsou umělé pryskyřice, které se vytvrzují při zvýšené teplotě (160 – 200 °C). Nátěrové hmoty z nich vyrobené se vyznačují dobrou odolností proti vodě, zředěným anorganickým kyselinám, benzínu, oleji a zředěným hydroxidům.

Neméně podstatnou podskupinou jsou epoxidové nátěrové hmoty, které mají podobné vlastnosti jako rezolové povlaky. Tvoří dostatečně tvrdé a elastické nátěry značně odolné proti chemikáliím a organickým rozpouštědlům. [6,10]

- ***Lihové NH***

Jedná se o směsi pryskyřic rozpustných ve vysokoprocentních alkoholech. Vyznačují se rychlým schnutím, vysokým leskem a dobrou odolností proti olejům. Používají se jako nátěry dřevěných slévárenských modelů a specifické využití mají i v elektrotechnice. [6,10]

- ***Polyuretanové NH***

Polyuretanové povlaky se zhotovují z dvousložkových nátěrových hmot, kde jedna složka obsahuje izokyanáty, jež reagují s aktivním vodíkem obsaženým ve druhé složce. Smícháním obou složek dochází k vzájemné reakci, která vede k zesíťování obou nízkomolekulárních látek. Všechny polyuretanové nátěrové hmoty se vyznačují dobrou adhezí, odolností proti vodě, vysokou odolností proti otěru, trvalou elasticitou a výbornými elektroizolačními vlastnostmi. Aplikují se např. na střechy, velmi namáhané dřevěné i železné konstrukce vystavené odírání. [6,10]

- ***Práškové plasty***

„Práškové plasty se řadí do skupiny tzv. průmyslových nátěrových hmot, i když se od nátěrových hmot jako takových ve své podstatě významně liší. Svým složením a vlastnostmi jsou blíže k plastům než ke klasickým nátěrovým hmotám. Mnozí odborníci se přiklánějí k přesnějšímu názvu práškové plasty. Prášek se skládá hlavně z určitého druhu pryskyřice. Pigmenty a další složky dají prášku potřebné vlastnosti a odstín.

Původně byly práškové plasty určeny především k povrchové úpravě kovových materiálů, které snášely vytvrzovací teploty min. 150 – 160 °C. Také dnes tyto materiály u povrchové úpravy práškovými plasty převažují, i když jejich rychle se rozvíjející vývoj v současné době začíná nabízet jejich speciální typy pro povrchovou úpravu, např. dřeva, plastů a teplotně málo odolných slitin. Práškovými plasty se tedy v současné době převážně práškují výrobky nebo jejich díly ze železa (oceli i litiny), hliníku, mosazi, teplotně odolnějších slitin jako např. dural, ale také z teplotně odolnějšího skla a některých druhů keramiky.

S výrobky opatřenými práškovým povlakem se dnes už setkáváme téměř na každém kroku. Práškuje se výrobky tzv. bílého programu (pračky, ledničky, sporáky, mikrovlnné trouby), kovový nábytek a bytové doplňky, trezory, zámky, věšáky, kryty spotřební elektroniky a výpočetní techniky, jízdní kola, sportovní nářadí, posilovací stroje a mnoho dalších.“ [12]

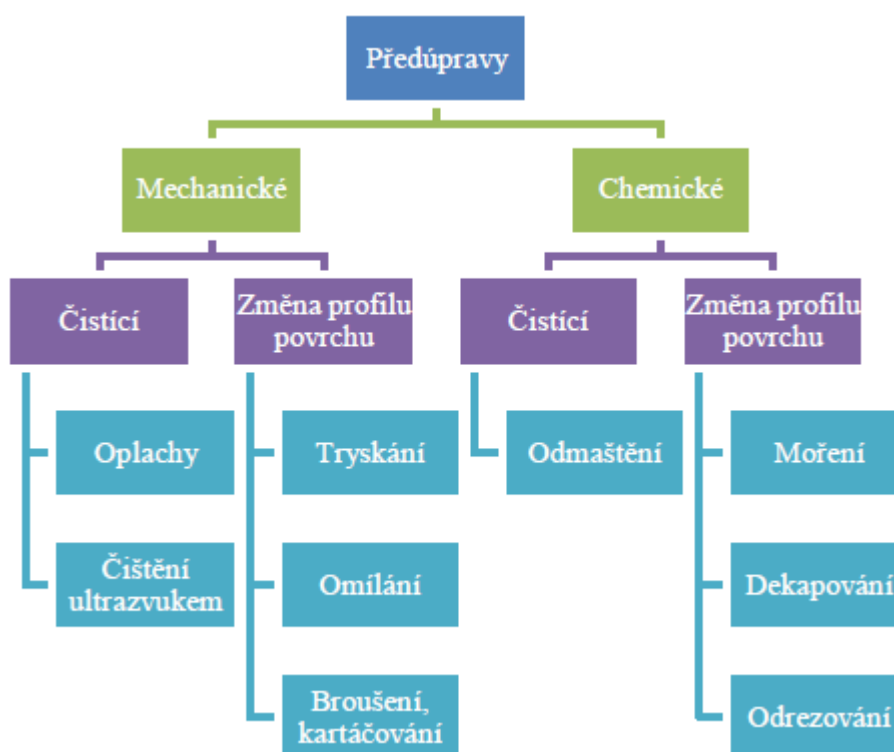


*Obr. 3.4 Práškové plasty [23]*

## 4. Předúprava povrchu

Vlastnímu nanášení nátěrové hmoty předchází velmi důležitá fáze, a to předúprava povrchu. Uvádí se, že až 70 % poškození nátěrů připadá na nekvalitně provedenou předúpravu upravovaného dílu. Nejvhodnější povrchovou úpravou je po odmaštění, případně moření, kvalitní konverzní vrstva (fosfátování, chromátování), která zabraňuje korozi a zlepšuje přilnavost nátěru. Předúpravu lze rozdělit na:

- mechanickou
- chemickou



Obr. 4.1 Schematické znázornění předúprav povrchu [22]

### 4.1 Mechanická předúprava

„Účelem mechanických předúprav povrchu je očistit povrch od nečistot, zajistit podmínky pro vyhovující přilnavost následujících vrstev, vytvořit podmínky pro zvýšení korozní odolnosti, vytvořit povrch odpovídající vzhledovým požadavkům a zlepšit mechanické vlastnosti povrchu.“



- **Omílání**

Technologie omílání je využívána pro hromadné odhroťování, broušení a leštění zejména kovových součástí (odlitek, výlisků). Používá se křemenný písek, ocelové broky, kamenné oblázky, korundová tělíska nebo plastová tělíska plněná abrazivem. Je vhodné pro členité nebo drobné výrobky. Omílá se v bubnech.



Obr. 4.2 Kruhový omílací stroj [14]

- **Broušení**

Broušení je operace, při které se povrch obrušuje až na čistý kov tvrdým brusivem. Broušením se odstraňují nerovnosti (okuje, svary) a sjednocuje se kvalita povrchu.

- **Kartáčování**

Tato technologie je založena na mechanickém účinku odírání povrchu materiálu pomocí konců drátků uchycených v různých uskupeních na pevném předmětu ve formě kotouče, či pevného drátu. Nástroje mají různé parametry, např. délku, druh a průměr použitého drátu. Výsledný povrch závisí také na kinetické energii vynaložené při technologické operaci. Čištění lze provádět buď ručně, nebo strojně, elektricky nebo pneumaticky. Při kartáčování nelze dosáhnout dokonalého odstranění všech nečistot.

- **Leštění**

Leštění se provádí jako stupeň po broušení, kdy úbytek materiálu je minimální a docílí se tak jakostí povrchu, jako je např.: vyšší lesk, drsnosti materiálu až 0,1 Ra. Při klasickém leštění se používají rozličně tvarované rotační kotouče sestavené z různých, povětšinou textilních materiálů s nanesenými lešticími tukovými pastami. Touto operací se upravují povrchy zejména pro konečnou úpravu vzhledu hotového výrobku.



Obr. 4.3 Kotouče brusné, kartáčové a leštící [21]

- **Tryskání**

Tryskání se používá jako velmi produktivní způsob čištění a příprava povrchu pod nátěry, smalty, žárové nástřiky kovů a keramických materiálů. Je to nejúčinnější mechanický způsob odstranění rzi a okují z povrchu hutních výrobků, ale i rozměrných a velkoplošných konstrukcí.“ [12]



Obr. 4.4 Tryskací kabina [13]

## 4.2 Chemická předúprava

„Chemické předúpravy povrchu zahrnují takové způsoby úpravy, kde chemické činidlo reaguje s nečistotami na povrchu materiálu.

- **Odmašťování**

„Správné odmaštění povrchu je základní předpoklad pro úspěšné provedení celé řady technologických operací a povrchových úprav. Nečistoty mastné povahy (tuky, oleje, vosky) se ve vodě nerozpouštějí. Za přítomnosti vhodných látek – emulgátorů, však mohou

ve vodě vytvářet nepravé roztoky – emulze. Naproti tomu v některých organických rozpouštědlech, jako jsou například nižší uhlovodíky nebo chlorované uhlovodíky, se uvedené nečistoty rozpouštějí na pravé roztoky. Rozdělení technologie odmašťování:

- *Odmašťování organickými prostředky (rozpouštědly)*
- *Odmašťování vodnými prostředky (roztoky)*
- *Emulzní odmašťování*
- *Odmašťování tenzidovými prostředky*
- *Elektrolytické odmašťování*
- *Vysokotlaké odmašťování*
- *Odmašťování horkou párou*
- *Odmašťování ultrazvukem*

- ***Moření***

Moření slouží k odstranění kovových oxidů a hydratovaných oxidů z povrchu kovů rozpouštěním v kyselinách (hlavně okuje). Nejčastěji jsou využívány minerální kyseliny (kyselina solná, kyselina sírová). Pro moření zinku a hliníku se využívají alkalické roztoky. Moření se aplikuje především ponorem součásti do mořicí lázně.

- ***Konverzní vrstva***

Materiál vystavený okolnímu prostředí podléhá oxidaci. Proto před aplikací NH je vhodné vytvořit na upravovaném materiálu konverzní vrstvu, která zabraňuje korozi, a také zlepšuje přilnavost nátěru, čímž se výrazně zvyšuje životnost povrchově upravovaného dílu.

Jedná se o anorganickou nekovovou vrstvu, která je vytvářena reakcí kovů s příslušnými chemickými činidly bez elektrického proudu. Vzniká přeměnou vlastního povrchu kovu na chemické sloučeniny příslušného kovu. Nejběžnější jsou fosfátové a chromátové konverzní vrstvy.

V chemických a elektrochemických předúpravách povrchu je velmi důležitá problematika oplachů mezi jednotlivými operacemi a na závěr procesů. Na výsledný efekt, ale i na kvalitu a stav jednotlivých lázní, mají oplachy velký vliv.“ [12]

## 5. Způsoby aplikace NH

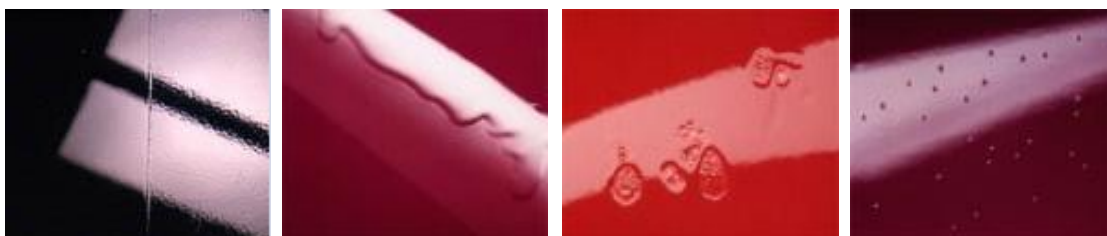
Důraz při volbě ochranného povlaku by měl být kladen především na to, aby vrstva spolehlivě ochránila výrobek, a to nejen proti korozi, ale i dalším klimatickým vlivům. Dále by měla zabezpečovat provozní spolehlivost a dostatečnou životnost, ideálně při nejnižších nákladech.

Před každou aplikací vždy vyvstane otázka, jakou správnou technologii použít. Každý nanášecí způsob má své přednosti i nedostatky. Jelikož v současné době existuje nepřehledný výběr nanášecích způsobů, a to jak z hlediska ekonomie procesu i požadované kvality, tak se dá v podstatě říci, že prakticky neexistuje technologie nanášení, která by mohla být označena za univerzální pro každý tvar a velikost výrobku nebo konstrukce. [10]

Při volbě technologie nanášení nátěrových hmot je nutno zvažovat tato hlediska:

- předmět (velikost, tvar, množství)
- požadované finální vlastnosti nátěru (vzhled, tloušťka, stupeň namáhání)
- kvalita povrchu (pórovitost, stupeň čistoty, předběžné úpravy)
- vlastnosti nátěrových hmot (reologické, rychlost zasychání, slévatelnost, měrná vodivost ap.)
- pracnost a ekonomie použití
- ekologické ovlivnění životního prostředí [6]

Nejčastějšími vadami při aplikaci nátěrových hmot jsou špatný rozliv, stékání, tvorba kráterů a sevření. Příčinou bývá špatně zvolená technika nanášení, nedostatečně očištěný povrch, příliš hustá (řídká) směs, nesprávná teplota materiálu, nebo použití nevyhovujícího ředidla.



Obr. 5.1 Vady při aplikaci NH: špatný rozliv, stékání, tvorba kráterů a sevření [11]

- ***Ruční nanášení nátěrových hmot***

Ruční nanášení je způsob aplikace nátěrových hmot na podklad pomocí štětce, štětky, stěrky i válečku, a to nejrůznějších tvarů a velikostí. V jistých případech lze i nátěr provést pomocí speciální rukavice.

Tato technologie patří mezi nejstarší způsoby nanášení a je dosud hojně využívána. Je to jednoduchá a univerzální technologie, která umožňuje natírat předměty libovolné velikosti a tvaru. Je zvláště vhodná ke zhotovování základních nátěrů, kde je maximální požadavek přilnavosti nátěru. Předností této technologie je mechanické rozpracování a zatlačení nátěrové hmoty do pórů natíraného předmětu, a tím získání vyšší přilnavosti nátěru. Dále pak jsou minimální ztráty a značná adaptibilita. Nevýhodou je velká pracnost, malá produktivita práce a nemožnost aplikace ve špatně přístupných místech. [6]



*Obr. 5.2 Typy štětců pro ruční nanášení – plochý, kulatý, zárohák [15]*

Pomocí štětce se nátěrová hmota nanese třemi až čtyřmi od sebe vzdálenými tahy za mírného tlaku štětce na povrch předmětu. Při prvním tahu je tlak mírnější, v následujících tazích se mírně stupňuje. Tlakem na štětec se nátěrová hmota uvolňuje a štětec se vyprazdňuje. V další fázi se vrstva nátěrové hmoty nanesená v předchozí operaci roztírá kolmo na původně nanesené pruhy.

Zásadní odlišnost mezi štětcem a štětkou je v tom, že štětiny štětky tvoří hustý svazek jako u štětce. Právě kvůli tomu lze štětku použít pouze pro snadno roztíratelné nátěrové hmoty.

Při natírání velkých hladkých ploch se používá především váleček. Podstatou této techniky je ruční navalování nátěrové hmoty na podklad. V porovnání s nátěrem štětcem je při použití této technologie výkonnost dvakrát až dvaapůlkrát vyšší. Značnou nevýhodou však zůstává nemožnost aplikace na některé tvary podkladů. [10]

Speciální technologií aplikace nátěrové hmoty je pomocí nanášecí rukavice. Touto rukavicí se dají nanášet i velice konzistentní nátěrové hmoty. Použití nanášecích rukavic je především tam, kde je nátěr štětcem obtížný nebo nemožný. Jsou to zejména obtížně přístupné konstrukce v chemických závodech, potrubní mosty, dlouhé profily, potrubí apod. Svým charakterem se podobá nanášecímu válečku. Je potažena kožešinou, silonovou stříží nebo plyšem. Výhodou této technologie je jednoduchá manipulace, minimální ztráty nátěrové hmoty a větší výkon. Nevýhodou je však nekvalitní povrch nátěru s možností vzniku povrchových defektů.

- ***Nástřík nátěrových hmot***

Nástřík NH pomocí stlačeného vzduchu:

V současné době se jedná o nejvíce používaný způsob nanášení nátěrových hmot. Je to hlavně díky vysoké produktivitě, kvalitnímu a estetickému povlaku, a také díky možnosti mechanizace či úplné automatizaci. Nástřík nátěrových hmot má téměř univerzální použití v kusové i hromadné výrobě prakticky ve všech oborech průmyslu. Aby byl dosažen kvalitní hladký nátěrový film, je nutné nanést dostatečně tlustou a stejnoměrnou vrstvu. Principem aplikace je přívod stlačeného vzduchu, který strhává nátěrovou hmotu a po opuštění trysky vytváří kužel drobných kapiček. Kapičky dopadající na stříkaný předmět vytvářejí souvislou vrstvu a slévají se v homogenní celek. Při samotné aplikaci je důležitá správná vzdálenost stříkací pistole od předmětu, její sklon, vhodně seřízená šíře paprsku a správné překrývání stříkaných pásů.

Základem každého stříkání, ať už automatizovaného či ručního, je stříkací pistole. Při jejím výběru je třeba přihlédnout k velikosti a tvaru stříkaných předmětů, k sériovosti výroby, k požadavku na častou změnu druhu nátěrové hmoty, ke složení nátěrové hmoty atd. Stříkací pistole se vyrábí ve dvou základních variantách, a to s horním nebo spodním plněním. Nádobka umístěná nvrchu stříkací pistole je vyprazdňována samospádem, což je úspornější a ekologičtější.



Obr. 5.3 Stříkací pistole s horním a spodním plněním [16]

Hlavní nevýhodou stříkání je velké rozprašování hmoty do vzduchu, a tím způsobené velké ztráty, tvorba prašného prostředí a pořizovací náklady pistole, kompresoru a jiného vybavení. Naopak výhodou je poměrně vysoký výkon (až 5x větší v porovnání s ručním nanášením) a malé nároky na fyzickou námahu pracovníka.

#### Airless spraying (bezvzduchové stříkání):

Jedná se o stříkání za vysokého tlaku (několik stovek atmosfér), kdy je barva natlakována profesionálním stříkacím zařízením do pistole a stříkána přes trysku s minimálním prostříkem. Použitím správné trysky je možné aplikovat veškeré malířské materiály, od maleb až po laky a impregnační prostředky.

Hlavní výhody airless technologie:

- větší nanesená vrstva materiálu – umožňuje malování pouze v jedné vrstvě
- rychlé malování velkých ploch
- nižší spotřebu materiálu (barvy, laky, nátěry) oproti ostatním technikám, včetně stříkacích (za použití vzduchu)
- rychlé nátěry špatně dostupných míst
- perfektní povrchy – žádné bubliny a deformace v povrchové vrstvě

Nevýhody airless technologie:

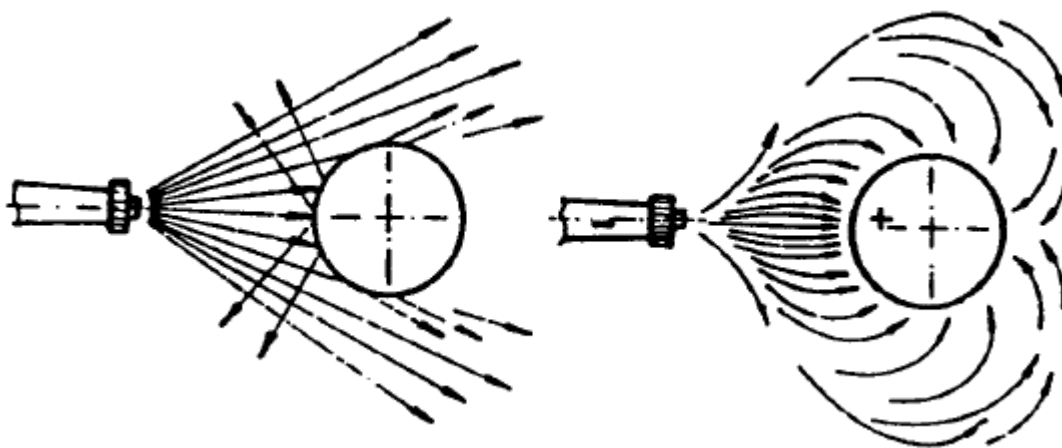
- za vysokého tlaku stříkání dochází k atomizaci materiálu, který se při dopadu na stříkaný povrch nemusí správně rozlít a může vznikat patina („hrubší“ povrch s možnými viditelnými stíny při pohledu proti světlu)

- při nástřiku vzniká malé množství prachu z prostřiku materiálu, což může být komplikace v některých průmyslových provozech nebo interiérech [4,10,37]

- ***Nanášení nátěrových hmot v elektrostatickém poli***

Tato metoda je založena na principu přitažlivosti dvou částic s rozdílným elektrickým nábojem. Jemně rozprášené částičky nátěrové hmoty získávají ve speciálním rozprašovacím zařízení, připojeném na záporný pól generátoru vysokého napětí, záporný náboj a jsou unášeny po silokřivkách elektrického pole na uzemněný předmět. Zde odevzdají svůj náboj a adhezivními silami zůstávají lpět na povrchu předmětu, kde vytvářejí souvislý nátěr. Velikost náboje je přímo úměrná elektrickému poli a velikosti částice.

Ztráty prostřikem se tímto podařilo snížit na 25 – 5 % z hodnot dosahovaných při pneumatickém stříkání, což má vliv nejen na ekonomiku nanášení, ale i na zlepšení hygieny práce. Určitým omezením zůstává tvar stříkaného předmětu, kde v prohlubních a dutinách mohou vznikat elektrostaticky stíněná místa. [6]



Obr. 5.4 Ukázka hospodárnějšího využití nátěrové hmoty oproti klasickému nástřiku [6]

- ***Nanášení nátěrových hmot máčením***

Principem této metody je ponoření předem očištěného předmětu do vany s nátěrovou hmotou. Ten se posléze vyjme, nechá se okapat a nátěr se vysuší. Přebytková nátěrová hmota steče zpět do nádrže a ulpělý zbytek vytvoří nátěr.

Tvar a rozměry máčecí vany musí odpovídat rozměrům máčených výrobků. Příliš velké vany nejsou účelné, neboť se spotřebuje nadměrné množství nátěrové hmoty. Zvyšuje se



i její odpařovací plocha a dochází tak k velkým ztrátám rozpouštědel, která se odpařují. Závažným problémem je sedimentace pigmentů na spodku vany. Aby se usazování snížilo, je třeba vybavit máčecí vanu dokonalým mícháním. [4,10]

- ***Nanášení nátěrových hmot poléváním***

Technologie polévání je obdobnou metodou jako technologie máčení. Hlavní předností je, že při aplikaci nejsou potřebné žádné vany, což umožňuje povlakovat i rozměrnější výrobky. Nátěrem lze ošetřit pouze jednu stranu výrobku, čímž se snižují ztráty nátěrových hmot. Přebytečný povlak se navíc vrací zpět k dalšímu použití, takže metoda je i velice hospodárná. Této technologii se využívá především na automatických linkách v nábytkářském průmyslu. Podle způsobu nanášení mohou být zařízení trysková nebo šterbinová. [6,10]

- ***Nanášení nátěrových hmot navalováním***

Metoda je určena k nanášení nátěrové hmoty na rovinné plochy o velké sériovosti. Navalovací válec, tvořený speciální gumou, na sebe naváže určité množství barvy a posléze ji rozprostře na aplikovaný předmět. Uspořádání může být souběžné, kdy se nanášecí válec a lakovaný pás pohybují v jednom směru, nebo reverzní, kdy se válec otáčí proti směru pohybu pásu. Tloušťku vrstvy lze regulovat rychlostí posuvu či vzdáleností nanášecího válce od upravovaného povrchu. Tato metoda je díky plné automatizaci rychlá a relativně levná. V současné době se používá k povrchové úpravě nekonečných kovových pásů (coil coating). [6,10]

- ***Nanášení nátěrových hmot odstřed'ováním***

Tato technika nanášení je kombinací máčecího způsobu s odstřed'ováním, kterým se z výrobků odstraní přebytečná nátěrová hmota. Je to v zásadě průmyslový způsob nanášení, vhodný především k lakování drobnějších, hromadně vyráběných a tvarem vhodných výrobků nejvýše do velikosti 10 – 15 cm.

Výše sepsané metody jsou z hlediska aplikace ty nejrozšířenější a nejpoužívanější. Existují samozřejmě ale i další zajímavé metody, kterých lze při nanášení nátěrové hmoty použít. Patří mezi ně clonování, elektroforéza, nanášení tiskovými technikami, aplikace v bubnech a jiné.

## 6. Zasychání nátěrových hmot

Požadované vlastnosti, tj. odolnost proti korozi a vnějšímu namáhání, získává nátěrová hmota až po svém vysušení čili zaschnutí. Jedná se o vlastnost nátěru vytvářet na vzduchu nelepivý nátěrový film, a to fyzikálním nebo chemickým způsobem.

Principem fyzikálního zasychání je odpaření těkavých látek, tzn. rozpouštědel a ředidel. Aby tak mohl nátěr zcela zaschnout, musí nejprve dojít k absorpci těkavých látek okolním prostředím, nejčastěji atmosférou. Takto zaschlé nátěrové hmoty lze poté rozpustit pouze příslušným rozpouštědlem. Tímto způsobem zasychají nitrocelulóзовé, chlorkaučukové, lihové, asfaltové a vodové nátěrové hmoty.

Podstatou chemického zasychání je chemická reakce mezi jednotlivými složkami nátěrové hmoty, nebo mezi nátěrovou hmotou a okolním prostředím. Převážně se jedná o oxidaci, polymeraci, oxypolymeraci, polykondenzaci nebo polyadici. Za určitých podmínek může probíhat i několik druhů chemických reakcí najednou. Uplatňuje se zde i fyzikální zasychání, protože před samotnou chemickou reakcí dochází také k odpaření těkavých složek. Chemicky zaschlé nátěrové hmoty není možno znovu rozpustit.

Oba způsoby zasychání mohou podle povahy nátěrových hmot a vybavení výrobního provozu probíhat za běžné nebo zvýšené teploty. Podle typu schnutí se rozlišují tři skupiny:

- zasychání za normální teploty (cca 20 °C) volně na vzduchu
- přisoušení při teplotách 40 – 60 °C
- vypalování při teplotách 80 – 250 °C

Přisoušení a vypalování se provádí:

- ohřátým vzduchem
- infračerveným zářičem
- indukčně
- ultrafialovým zářením
- elektronovými zářiči

Doba zasychání se pohybuje od několika minut (cca 15 min při vypalování práškových NH), až po několik dní (např. při fyzikálním zasychání olejových NH). [33]

## 6.1 Sikativy

Jak již bylo řečeno v úvodu diplomové práce, sikativy jsou speciální chemická sušidla, která pomocí světla a vzdušného kyslíku vytvoří tvorbu peroxidických látek ve filmu, a tím urychlí zasychání. Řečeno odborně, jedná se o roztoky kovových solí organických kyselin v organických rozpouštědlech, které jsou obsaženy jako nepostradatelné součásti v téměř všech tradičních lakových barvách. Nejpoužívanějšími sikativy jsou soli kobaltové, manganové, zirkonia, kalcia a zinku.

Urychlení zasychání je celkem rapidní. Tak např. lněný olej, který je bez sikativu, zaschne během 3 – 7 dní, kdežto lněný olej se sikativem zaschne už během jednoho dne. Důležité je samozřejmě správné dávkování sikativu, protože nadbytek může vést k silné lepivosti, puklinám, svrašťování a zežloutnutí nátěru.

Podstatným negativem zůstává, že se mezi sikativy ještě stále používají nebezpečné látky. Mezi ně patří např. olovo, které se navzdory své jedovatosti bohužel stále přimíchává do mnoha tradičních malířských laků. Další látkou je kobalt (dříve podobný olovu), u kterého je naopak podezření, že má karcinogenní účinky. V zatuhlém stavu nepředstavují kobaltové sloučeniny žádné nebezpečí. To však nastává např. při obrušování starých nátěrů, v nichž je kobalt obsažen, kdy hrozí, že se vzniklý prach dostane dýchacími cestami do těla.

V současné době ale bohužel neexistuje žádná přijatelná náhrada. Buďto se budou tyto látky nadále používat a docílí se tak krátké doby zasychání, nebo se používat přestanou, a tím se doba zasychání mnohonásobně prodlouží. [32]

## 6.2 Zkoušky zasychání NH

Kontrola zasychání je jednou z nejdůležitějších zkoušek nátěrových hmot z hlediska výroby a aplikace. K posouzení samotného zasychání slouží nejrůznější zkoušky, pomocí nichž lze zjistit např. dobu, rychlost, či stupeň proschnutí nátěrové hmoty. V české literatuře se v současné době uvádí šest normovaných zkoušek.

### 6.2.1 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-1

Název: Stanovení stavu a doby proschnutí v celé tloušťce nátěru.

Princip: Na podklad se nanese vrstva nátěrové hmoty o dohodnuté tloušťce a za stanovených podmínek se nechá zaschnout. Úplnost zaschnutí v celé tloušťce nátěru se stanoví prohlídkou povrchu poté, co se na danou plochu umístí zátěž, která se následně pootočí o 90°. Síly od zatížení jsou přenášeny přes plochý pryžový kotouček, specifikovaný dle ISO 3678, který dosedá na povrch nátěru. [26]

### 6.2.2 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-2

Název: Tlaková zkouška stohovatelnosti.

Princip: Zkušební podklad se zaschlým nátěrem se nařeže na pásy, z čehož dva se umístí tak, aby se zkoušené povlaky těsně dotýkaly. Sestava se umístí do zkušebního zařízení a zatíží závažím. Po uplynutí předepsané doby se vzorky prohlédnou, zda na ploše dotyku došlo k poškození nátěru. [27]

### 6.2.3 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-3

Název: Zkouška povrchového zasychání s balotinou.

Princip: Stav povrchového zaschnutí se stanoví prohlédnutím povrchu povlaku poté, co se na povrch nasypou malé kuličky balotiny a odstraní se štětcem, bez poškození povrchu. [28]

### 6.2.4 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-4

Název: Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání.

Princip: Používá se mechanické zařízení s přímočarým nebo kruhovým pohybem. U metody s lineárním záznamem se nátěr nanese na skleněné pásy o rozměrech 300 mm x 25 mm. Páska se umístí tak, aby na každý mokrý nátěr mohla být spuštěna jehla, která se po páscích pohybuje zvolenou konstantní rychlostí.

U metody s kruhovým záznamem se nátěr nanese na skleněnou destičku o rozměrech přibližně 150 mm x 150 mm. Záznamové zařízení se okamžitě poté přiloží k mokrému nátěru a opět se spustí jehla, která se pohybuje zvolenou konstantní rychlostí v úhlu 360°. [29]

### 6.2.5 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-5

Název: Modifikovaná Bandowova-Wolffova metoda.

Princip: Zkouška se provede na třech vzorcích při teplotě  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti okolního prostředí. Podstatou je stanovení, zda nátěrové hmoty dosáhly jednotlivých stupňů zasychání (1 – 7), které se vyhodnocují v určitých časových intervalech. Stupeň 1 odpovídá ČSN EN ISO 9117-3. Stupně 2 – 7 se vyhodnocují podle přilnavosti papírku, který je zatížen příslušným závažím (viz kap. 8).

Tato zkouška umožňuje, kromě stanovení jednotlivých stupňů zasychání, také vyhodnocovat rychlost zasychání. [30]

### 6.2.6 Zkouška zasychání NH dle ČSN EN ISO 9117-6

Název: Zkouška zasychání do stavu bez otisku.

Princip: Zkouška se provede na třech vzorcích při teplotě  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti okolního prostředí. Na povrch nátěru se přiloží čtverec polyamidové gázy a do jeho středu se umístí zatížený pryžový kotouček. Vyhodnocení nastává po určeném čase, kdy se okem prohlédne povrch nátěru na zkoušené ploše. Výsledek se zaznamená jako bez otisku nebo s otiskem. [31]

## **7. Společnost ZVVZ a.s. Milevsko**

### **7.1 Historie společnosti**

29. srpna roku 1948 byla v Milevsku založena továrna, která se brzy stala největším výrobcem vzduchotechnického zařízení v Československu. Výrobní program začal roku 1950 a ještě v témže roce se stala továrna základním závodem podniku Janka Radotín. Tak vznikl národní podnik Janka Milevsko s pěti závody (v Milevsku, Brně, Radotíně, Praze a Liberci). Název Závody na výrobu vzduchotechnických zařízení (ZVVZ) se začal užívat kolem roku 1958, což vydrželo dalších 35 let až do roku 1993, kdy se obchodní název změnil pouze na ZVVZ a.s.

V roce 2010 prošla strojírenská společnost ZVVZ a.s. velkými změnami. Byl završen proces transformace ZVVZ na holdingovou organizační strukturu. Vznikl holding v čele s akciovou společností ZVVZ GROUP, a.s. a s dceřinými společnostmi ZVVZ-Enven Engineering, a.s., ZVVZ MACHINERY, a.s., ZVVZ a.s., ZVVZ ENERGO, s.r.o., ZVVZ NEMOVITOSTI, s.r.o., ZVVZ INVEST, s.r.o.

Výrobní program podniku byl od počátku orientován na dodávky vzduchotechnických zařízení, a to zejména ventilátorů, odlučovačů, filtrů pro odprašování a zachycování popílku, sušáren a zařízení pro pneumatickou dopravu sypkých materiálů.

V lednu 1995 byl udělen ZVVZ a.s. firmou TÜV CERT certifikát systému jakosti dle DIN ISO 9001. Firma je stále zaměřena především na dodávky komplexních zařízení tzv. „na klíč“, to znamená včetně projektování, výroby, montáže a uvedení do provozu, ale dodává i jednotlivé výrobky podle vlastního výrobního programu nebo podle dokumentace zákazníka. [5]

### **7.2 Produkty společnosti**

Realizované projekty jsou především z oblasti tepláren, hutí, stavebnictví, klimatizací, energetiky, přepravníků, tlakových nádob a odvětrání tunelů, dolů, metra apod. Již v minulosti se podnik podílel na mnoha velkých zakázkách, a to nejen v rámci ČR, ale také v zahraničí. Zde jsou jmenovitě jedny z nejpodstatnějších:

- zařízení pro elektrárny Mělník, Tušimice, Počeradý, SHEN-TOU (Čína), SOMA (Turecko)

- spalovny v Praze a Budapešti
- odprašovací zařízení pro cementárny Hranice, Prachovice, Itapicura (Brazílie)
- odlučovací zařízení pro hutě NH Ostrava a Krivoj Rog (Ukrajina)
- větrací a klimatizační zařízení pro Televizní studio Praha, Metro Praha, Carl Zeiss Jena (SRN), jaderné elektrárny Dukovany, Mochovce a Temelín – dodávky pro jaderné elektrárny patří objemově k těm největším

Dříve byl podnik zaměřen téměř výhradně na dodávky velkých projektů, ale v současnosti zajišťuje též i větší množství malých zakázek.

Stěžejní produkty nabízené podnikem na jejich internetových stránkách:

Výrobky:

- filtry (látkové s pulzní regenerací nebo regenerací zpětným proplachem)
- mechanické odlučovače – suché i mokré
- elektrické odlučovače
- potrubí a kouřovody včetně příslušenství
- potrubí pro klimatizaci a větrání
- ventilátory (axiální a radiální)
- výrobky pro jadernou energetiku
- přepravníky sypkých hmot

Dodávaná zařízení:

- odprašovací zařízení pro průmysl stavebních hmot, slévárny, hutě, elektrárny a teplárny
- větrání a klimatizace výrobních hal, hotelů, nemocnic, objektů JE, dolů, tunelů a podzemních drah
- pneumatická doprava sypkých hmot
- větrací a filtrační systém pro jaderné elektrárny

Služby:

- montážní práce, rekonstrukce, servis
- výroba dle cizí dokumentace
- počítačové modelování proudění tekutin a tepelných výměn



*Obr. 7.1 Porovnání historických a současných výrobků – přepravníky, ventilátory [18]*

### **7.3 Vybraná problematika v ZVVZ MACHINERY, a.s.**

Důvodem sepsání této práce je vyřešení problému, který postihuje podnik ZVVZ MACHINERY, a.s. Jedná se o dobu zasychání epoxidové nátěrové hmoty. Podnik by rád docílil kratší doby zasychání u základní, vodou ředitelné NH a urychlil možnost přelakovatelnosti, a to především u NH typu „MASTIC“. Pro lakovnu by důsledkem bylo zkrácení časových intervalů u následujících operací po aplikaci (manipulace, skladování, expedice aj.), což by samozřejmě vedlo ke zvýšení produkce, a tím i navýšení konkurenceschopnosti.



## 8. Experimentální část

Tato část diplomové práce se zabývá zkrácením doby zasychání epoxidových nátěrových hmot. Nejprve došlo ve spolupráci se společností ZVVZ MACHINERY, a.s. k prodiskutování problematiky a posléze se stanovily stěžejní body projektu. Podnik by rád docílil kratší doby zasychání u základní, vodou ředitelné NH a urychlil možnost přelakovatelnosti u NH typu „MASTIC“. Po zjištění přesné doby zasychání u problematických nátěrových hmot došlo, ve spolupráci ČVUT v Praze a firmy COLORLAK, a.s., k formulaci nové barvy požadovaných vlastností.

### 8.1 Stanovení zasychání NH

Veškerá měření byla prováděna v akreditované laboratoři SVÚOM s.r.o. Posouzení zasychání nátěrových hmot probíhalo dle ČSN EN ISO 9117-5 (viz kap. 6.2.5). Tato norma stanoví, zda nátěry, včetně vícevrstevných systémů, dosáhly jednotlivých stupňů zasychání (viz tab. 8.1), které se nechají charakterizovat jako lepidlost nátěru při jeho konstantní tloušťce v určitém čase, teplotě a vlhkosti.

Stupeň zasychání 1: Proveďte se zkouška dle ČSN EN ISO 9117-3. Na povrch nátěru se z výšky 50 – 150 mm rozpráší přibližně 0,5 g balotiny. Po 10 s se vzorek podrží pod úhlem 20° k vodorovné rovině a po nátěru se lehce přejeďte měkkým štětcem. Pokud lze balotinu zcela z povrchu vzorku setřít, byl stupeň zasychání 1 dosažen.

Stupeň zasychání 2: Na zkušební vzorek se položí papírový kotouček a na něj pryžový kotouček. Potom se na pryžový kotouček soustředně umístí závaží (20 g). Po 60 s se závaží a pryžový kotouček sejmou. Zkušební vzorek se nechá spadnout svisle z výšky přibližně 30 mm na dřevěnou podložku o tloušťce přibližně 20 mm s plochým vodorovným povrchem. Jestliže papírový kotouček odpadne, byl stupeň zasychání 2 dosažen.

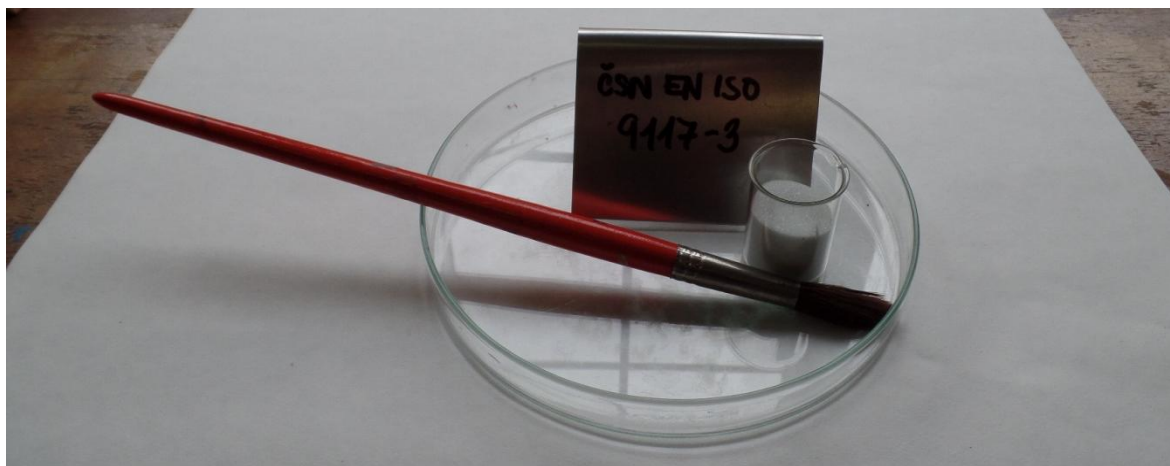
Stupeň zasychání 3 – 7: Postup je totožný jako u stupně zasychání 2, ale použijí se tato zatížení:

- pro stupeň zasychání 3 se použije zatížení 200 g
- pro stupně zasychání 4 a 5 se použije zatížení 2 kg
- pro stupně zasychání 6 a 7 se použije zatížení 20 kg [30]

*Tab. 8.1 Charakteristiky stupně zasychání [30]*

Stupeň zasychání	Podmínka zkoušky	Výsledek zkoušky
<b>1</b>	Rozprášení balotiny na povrch nátěru.	Balotinu lze snadno a úplně odstranit měkkým štětcem.
<b>2</b>	Zatížení 20 g.	Papír se nepřilepí k nátěru.
<b>3</b>	Zatížení 200 g.	Papír se nepřilepí k nátěru.
<b>4</b>	Zatížení 2 kg.	Papír se nepřilepí k nátěru. Na ploše, na kterou působilo zatížení, nátěr vykazuje viditelné změny.
<b>5</b>	Zatížení 2 kg.	Papír se nepřilepí k nátěru. Na ploše, na kterou působilo zatížení, nátěr nevykazuje viditelné změny.
<b>6</b>	Zatížení 20 kg.	Papír se nepřilepí k nátěru. Na ploše, na kterou působilo zatížení, nátěr vykazuje viditelné změny.
<b>7</b>	Zatížení 20 kg.	Papír se nepřilepí k nátěru. Na ploše, na kterou působilo zatížení, nátěr nevykazuje viditelné změny.

### 8.1.1 Experimentální zařízení a pomůcky



Obr. 8.1 Balotina (skleněné kuličky o velikosti 125 – 250  $\mu\text{m}$ ) a měkký, vlasový štětec



Obr. 8.2 Stopky (s přesností měření na 0,1 s) a váhy (s přesností vážení na 0,01 g)



Obr. 8.3 Pryžové kotoučky (o tloušťce  $5 \pm 0,5$  mm a tvrdosti  $50 \pm 5$  IRHD) a papírky (zhotovené z běžného kancelářského papíru o plošné hmotnosti 60 – 80  $\text{g}/\text{m}^2$ )



Obr. 8.4 Závaží o hmotnosti 20 g, 200 g, 2 kg a zařízení vyvozující zatížení 20 kg

### 8.1.2 Podkladový materiál

Bylo potřeba zajistit, aby byly vzorky rovné, pevné a bez deformace. Proto se jako podklad pro zkušební nátěr použily vzorky podle ČSN EN ISO 1514 zhotovené ze skla, o délce 120 mm, šířce 90 mm a tloušťce 3 mm. Ty se před použitím nejprve dokonale očistily horkou vodou s přídavkem saponátu a poté se nanasla směs polárních i nepolárních rozpouštědel. Finální úpravou bylo vytření vzorků do sucha buničitou vatou.

### 8.1.3 Zkušební vzorky

V experimentu bylo použito celkem šest zkušebních vzorků. Tři nátěrové hmoty byly poskytnuty společností ZVVZ MACHINERY, a.s., kterými povlakují převážnou část výrobků, a zbylé tři byly na zakázku vytvořeny ve firmě COLORLAK, a.s. Požadavkem byl návrh nové nátěrové hmoty, která by rychleji dosáhla jednotlivých stupňů zasychání.

ZVVZ MACHINERY, a.s.:

- **DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“**

Rychleschnoucí vodou ředitelná dvou komponentní základní, respektive jednovrstvá barva na bázi epoxid polyamidů. Používá se jako antikoroční ochrana pro všechny ocelové a železné dílce či konstrukce, kde jsou kladeny vysoké požadavky na chemickou a mechanickou odolnost. [34]

- **HEMPADUR MASTIC 45880**

Dvousložková, polyamidovým aduktem vytvrzovaná, vysokosušinná, vysoce nanášivá epoxidová nátěrová hmota. Vytvrzuje do tvrdého, pevného nátěru a má dobré smáčecí schopnosti. Slouží jako samozákladující nátěr, nebo jako mezinátěr, popř. vrchní nátěr v systémech pro těžké provozní podmínky, kde je požadován nízký obsah těkavých organických látek a vysoce nanášivý film. [34]

- **HEMPADUR 15570**

Dvousložková, polyamidovým aduktem vytvrzovaná epoxidová nátěrová hmota, která vytvrzuje do pevného a vysoce korozně odolného nátěru až do teploty - 10 °C. Hlavní použití je jako základní nátěrová hmota a podkladový nátěr v systémech s vysokým stupněm korozní agresivity. Kde není tak důležitý vzhled, lze tento nátěr použít i jako vrchní. [34]

Všechny nátěrové hmoty byly dodány s příslušnými tužidly nspecifikovaného složení.

COLORLAK, a.s.:

- **EPAX S2318**

Dvousložková epoxidová nátěrová hmota. Je určena k základním antikoroziním nátěrům kovových podkladů jako ocel, hliník, zinek apod. Nátěrový systém s vysokou antikoroziní ochranou je možno dokončit nátěrovými hmotami epoxidovými, polyuretanovými, akryluretanovými, případně akrylátovými. Primárně se do nátěrové hmoty přimíchává tužidlo S7308. Jedná se o roztok polyaminoalkylovaného aduktu v organických rozpouštědlech. Alternativou je pak tužidlo S7307. [35]

Tab. 8.2 Zasychání NH S2318 dle technického listu (tloušťka suché vrstvy = 50 μm) [35]

Tužidlo	Použití	0 °C	10 °C	20 °C
<b>S7308</b>	proti prachu	max. 60 min	max. 50 min	max. 35 min
	pro manipulaci	max. 12 hod	max. 6 hod	max. 4 hod
<b>S7307</b>	proti prachu	nepoužívat	max. 2 hod	max. 60 min
	pro manipulaci	nepoužívat	max. 24 hod	max. 12 hod

- **EPAX S2339**

Dvousložková epoxidová nátěrová hmota. Plní současně funkci základní i vrchní barvy a je určena jako jednovrstvý antikoroziční nátěr kovových podkladů. Vlivem povětrnostních vlivů a přímého UV záření dochází ke ztrátě lesku a křídování, což ale nezhorší vysoké ochranné vlastnosti nátěru. Nátěrový systém je možno dokončit nátěrovými hmotami epoxidovými, polyuretanovými, akryluretanovými, akrylátovými a nitrokombinačními. Barva má tixotropní charakter, který zabraňuje stékání nátěru na svislých plochách i při nanesení silnější vrstvy. Do nátěrové hmoty se přimíchává tužidlo S7307. Jedná se o roztok polyaminoamidu v organických rozpouštědlech. Alternativou je pak tužidlo S7308. [35]

Tab. 8.3 Zasychání NH S2339 dle technického listu (tloušťka suché vrstvy = 50  $\mu\text{m}$ ) [35]

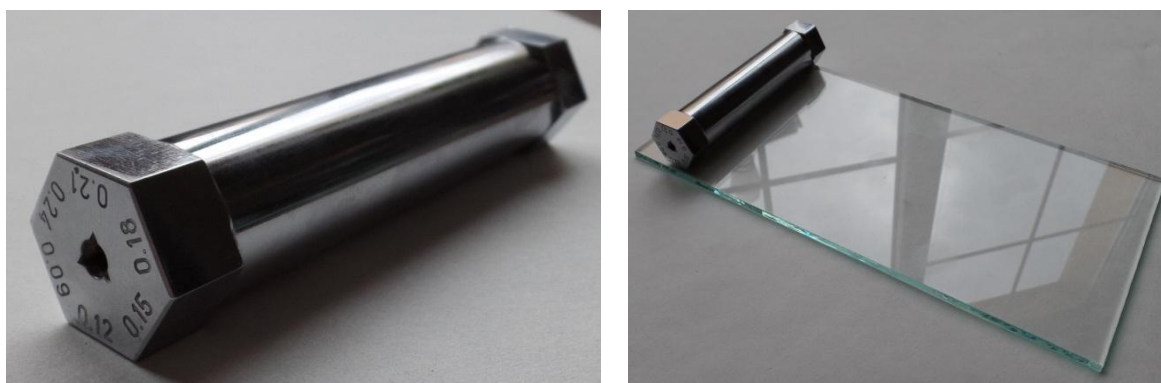
Tužidlo	Použití	0 °C	10 °C	20 °C
<b>S7307</b>	proti prachu	nepoužívat	max. 90 min	max. 60 min
	pro manipulaci	nepoužívat	max. 24 hod	max. 12 hod
<b>S7308</b>	proti prachu	max. 90 min	max. 60 min	max. 40 min
	pro manipulaci	max. 16 hod	max. 8 hod	max. 4 hod

- **SYNOREX S2008**

Dvousložková reaktivní nátěrová hmota. Je určena pro speciální průmyslové účely. Jedná se o disperze anorganických pigmentů v roztoku syntetických pryskyřic v organických rozpouštědlech. Používá se všude tam, kde z technických důvodů nelze použít antikoroziční nátěr bez chromanu zinečnatého. Je určena zvláště na zinek, hliník a jeho slitiny ke zvýšení přilnavosti a antikoroziční odolnosti. Nátěr natužené barvy naleptává kovy a tvoří dobře zakotvenou vrstvu mezi podkladem a dalšími nátěry. S využitím vrchní barvy typu U 2056 AXAPUR nebo U 2500 ARMY vytváří nátěrový systém povrchovou úpravu nejrůznější techniky, letadel, výzbroje a materiálů Armády České republiky. Jako tužidlo se používá roztok anorganických kyselin v etanolu s označením S6011. [35]

### 8.1.4 Zhotovení zkušebních nátěrů

Účelem bylo zhotovení zkušebních nátěrů konstantních parametrů. Aplikace daných vzorků byla prováděna za laboratorních podmínek, při teplotě  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  % pomocí nanášecího pravítka. Tím byla nanesena tloušťka mokrého nátěru 0,12 mm (120  $\mu$ m). Jedná se o přesně opracovaný a vyleštěný kovový váleček, excentricky umístěný mezi dvěma šestibokými hranoly (viz obr. 8.5). Po přiložení na rovnou plochu tak vznikne mezi válcem a deskou štěrbina výšky 0,09 mm, 0,12 mm, 0,15 mm, 0,18 mm, 0,21 mm a 0,24 mm. [36]



Obr. 8.5 Nanášecí pravítko



Obr. 8.6 Ukázka nanesených zkušebních nátěrů

### 8.2 Stanovení tloušťky nátěru

Z pohledu zasychání nátěrových hmot má významný vliv nanesená tloušťka nátěru. Samotné měření se provádí dle ČSN EN ISO 2808 a měrnou jednotkou je  $10^{-3}$  mm = 1  $\mu$ m. Tloušťka čerstvě nanesené vrstvy se označuje jako „mokrý“ a v průběhu

zasychání se zmenšuje. Jelikož byly zkušební nátěry zhotoveny pomocí nanášecího pravítka, tak tloušťka této vrstvy je u všech vzorků stejná, a to 120  $\mu\text{m}$ .

Rozdílných tlouštěk ovšem dosahovaly jednotlivé vzorky u zaschlého nátěru, který byl měřen tříbodovým dotykovým indikátorem (viz obr. 8.7), po třech dnech od zhotovení. Jelikož se jedná o destruktivní metodu, tak se v nátěru skalpelem vyřízly tři otvory (viz obr. 8.8), do nichž se postupně vsadil prostřední hrot indikátoru a na stupnici se odečetla příslušná hodnota. [36]

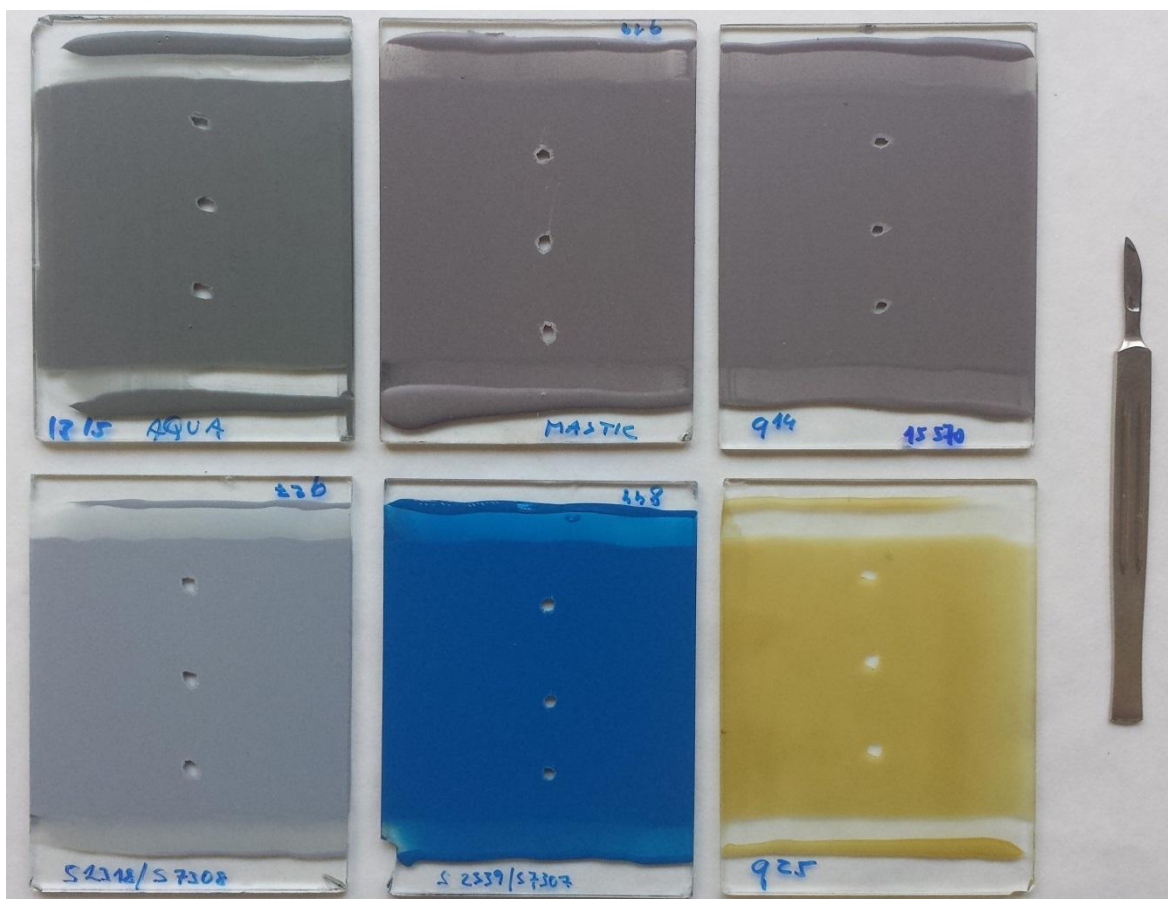
Výhodou destruktivních metod je rychlé a poměrně přesné stanovení dané tloušťky, které není náročné na přístrojové vybavení. Značnou nevýhodou ovšem zůstává trvalé poškození nátěrového filmu. V případech, kdy nesmí být nátěr porušen, se naopak využívá tzv. nedestruktivních metod, kterými jsou např.:

- ultrazvuková metoda
- elektromagnetická metoda
- metoda magnetického toku
- metoda vířivých proudů



Obr. 8.7 Tříbodový dotykový indikátor (s přesností měření  $\pm 0,005 \text{ mm}$ )





Obr. 8.8 Vzorky připravené ke změření tloušťky nátěru

### 8.3 Stanovení tvrdosti nátěru kyvadlovým přístrojem

Tvrdotnost nátěru úzce souvisí s podmínkami jeho zasychání. Na výsledky měření má nejmarkantnější vliv tloušťka a stáří nátěru, teplota a relativní vlhkost, a to jak při zasychání, tak i při samotném měření.

Tato zkouška byla prováděna metodou podle Persoze a odpovídá normě ČSN EN ISO 1522, která stanoví vlastnosti nátěru především z hlediska povrchové tvrdosti. Výhodou této metody je jednoduchý přepočítání naměřených hodnot, protože  $1 \text{ kyv} = 1 \text{ s}$ . Principem je kývání kyvadla dosedajícího na zkoušený nátěr kuličkami, které je tím více tlumeno, čím je nátěr měkčí. Doba útlumu kývání se začíná počítat z výchylky  $12^\circ$  na opatřené stupnici a končí, když hrot kyvadla poprvé dosáhne rysky  $4^\circ$ . Před každým měřením se nejprve zjistí doba útlumu kyvadla na skleněném standardu, která poté slouží jako výchozí hodnota (100 %) při výpočtu samotné tvrdosti.

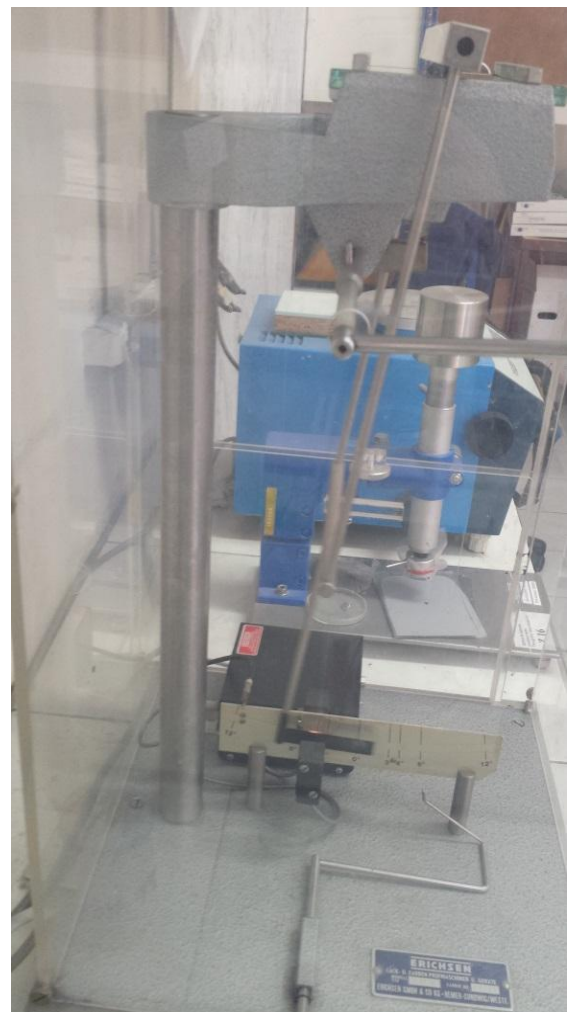
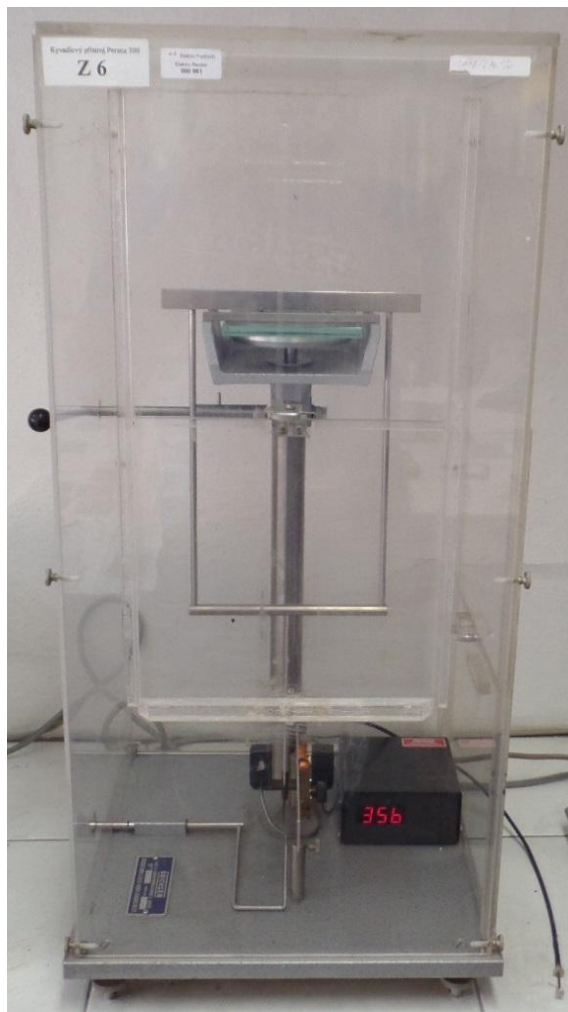
Měření tvrdosti se provádělo po třech dnech od zhotovení nátěru v pěti různých místech, kde by měla minimální tloušťka suchého filmu dosahovat alespoň  $30 \mu\text{m}$ .

Tvrдост nátěru (T) se vypočítá: 
$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 [\%]$$

T – tvrdost nátěru [%]

$t_1$  – doba útlumu kyvadla na zkoušeném nátěru [s]

$t_2$  – doba útlumu kyvadla na skleněném standardu [s]



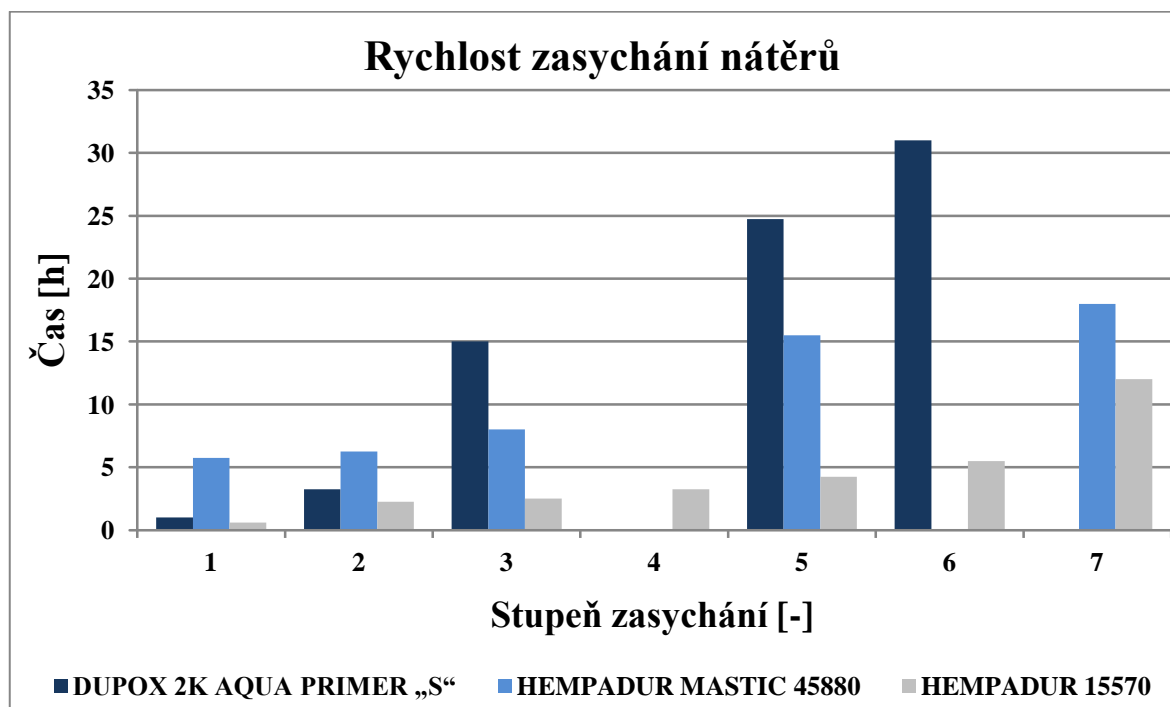
Obr. 8.9 Persozovo kyvadlo

## 8.4 Výsledky jednotlivých měření

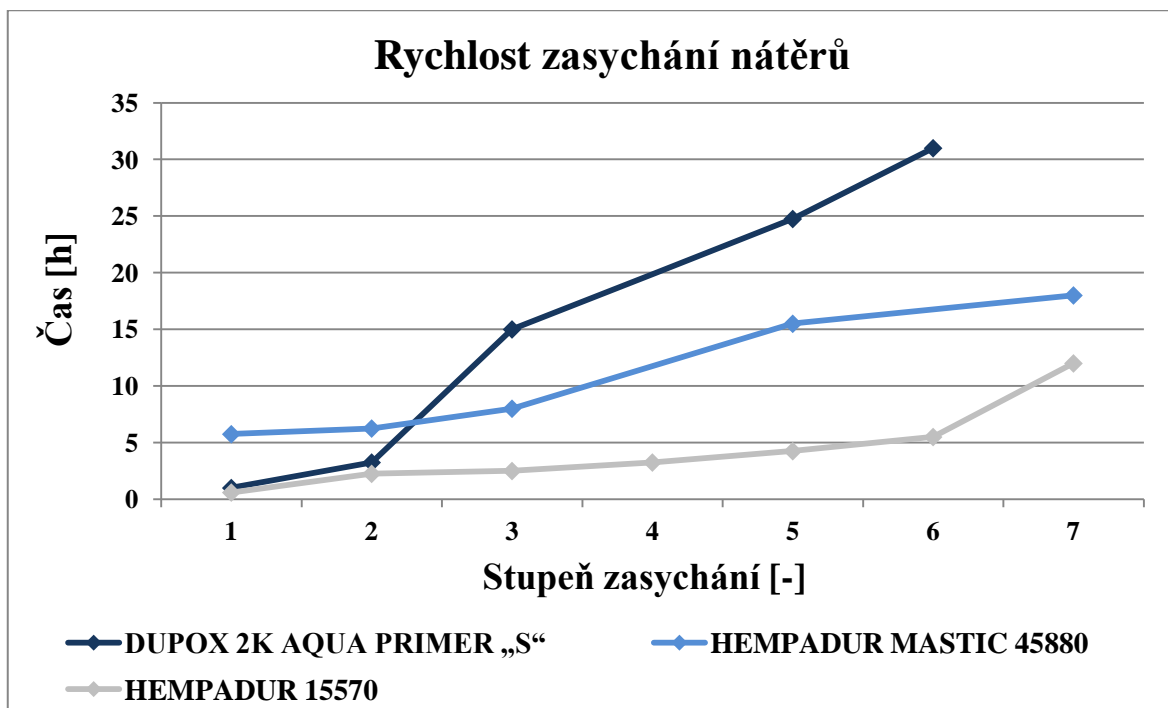
### 8.4.1 Měření zasychání nátěru

Tab. 8.4 Naměř. hodnoty zasychání NH používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

Stupeň zasychání	Zasychání nátěru [h]		
	DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“	HEMPADUR MASTIC 45880	HEMPADUR 15570
1	1,00	5,75	0,60
2	3,25	6,25	2,25
3	15,00	8,00	2,50
4	-----	-----	3,25
5	24,75	15,50	4,25
6	31,00	-----	5,50
7	-----	18,00	do 12,00



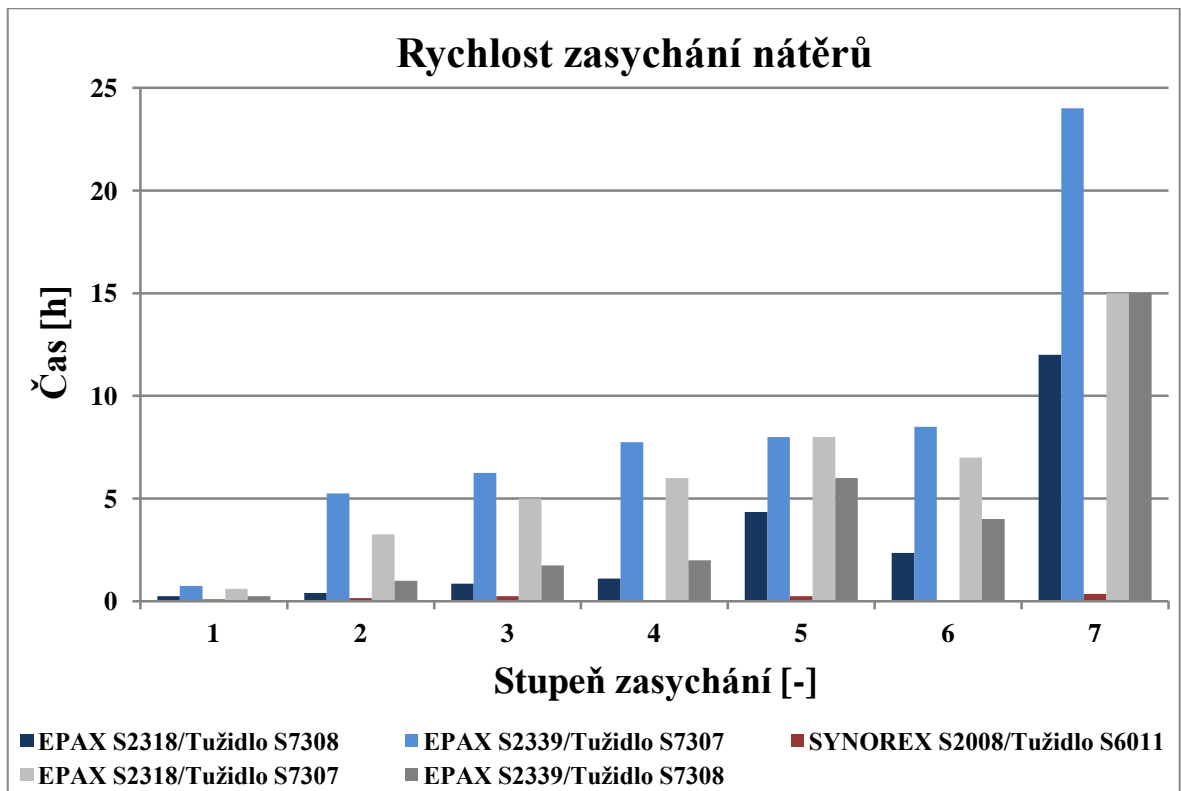
Obr. 8.10 Rychlost zasychání NH používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.



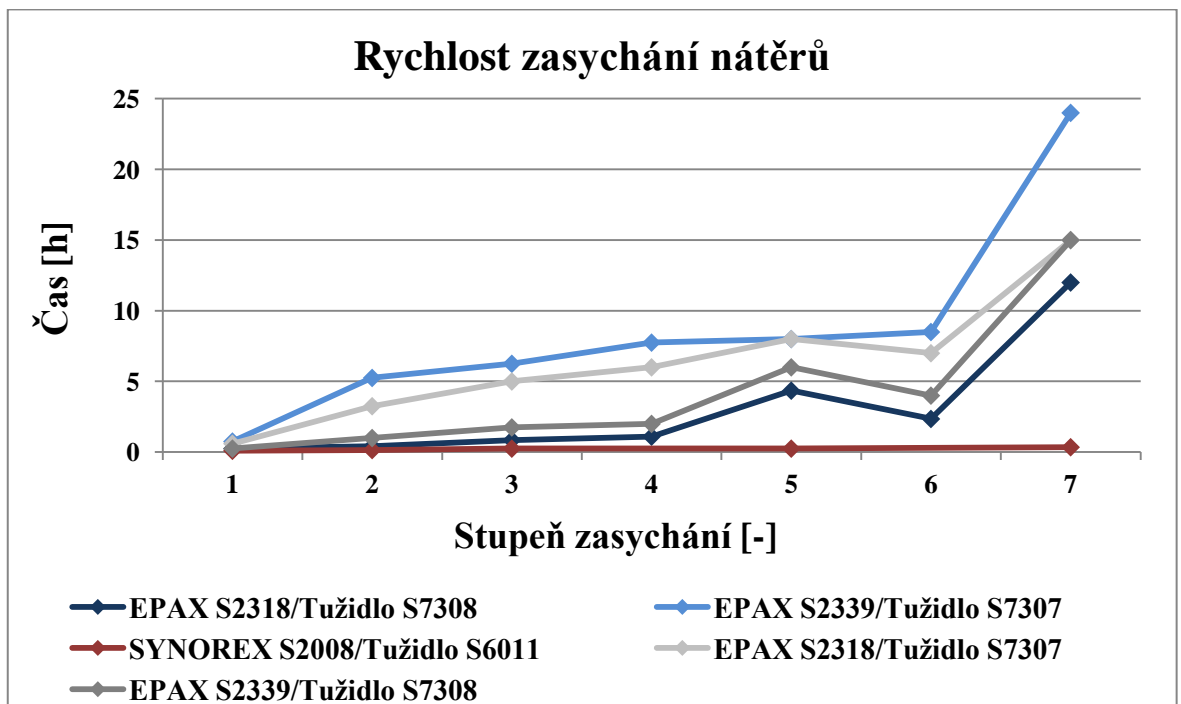
Obr. 8.11 Rychlost zasychání NH používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

Tab. 8.5 Naměřené hodnoty zasychání NH namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

Stupeň zasychání	Zasychání nátěru [h]				
	EPAX S2318 Tužidlo S7308	EPAX S2339 Tužidlo S7307	SYNOREX S2008 Tužidlo S6011	EPAX S2318 Tužidlo S7307	EPAX S2339 Tužidlo S7308
1	0,25	0,75	0,10	0,60	0,25
2	0,40	5,25	0,15	3,25	1,00
3	0,85	6,25	0,25	5,00	1,75
4	1,10	7,75	-----	6,00	2,00
5	4,35	8,00	0,25	8,00	6,00
6	2,35	8,50	-----	7,00	4,00
7	do 12,00	do 24,00	0,35	do 15,00	do 15,00



Obr. 8.12 Rychlost zasychání NH namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

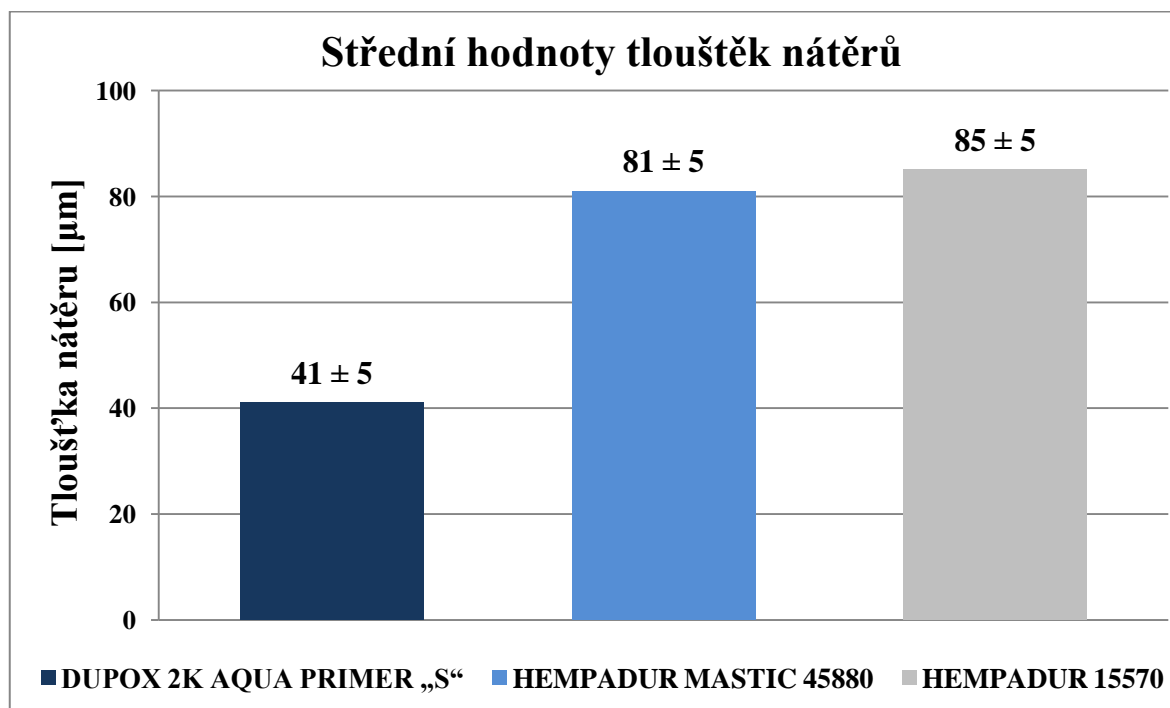


Obr. 8.13 Rychlost zasychání NH namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

### 8.4.2 Měření tloušťky nátěru

Tab. 8.6 Naměř. hodnoty tloušťek nátěrů používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

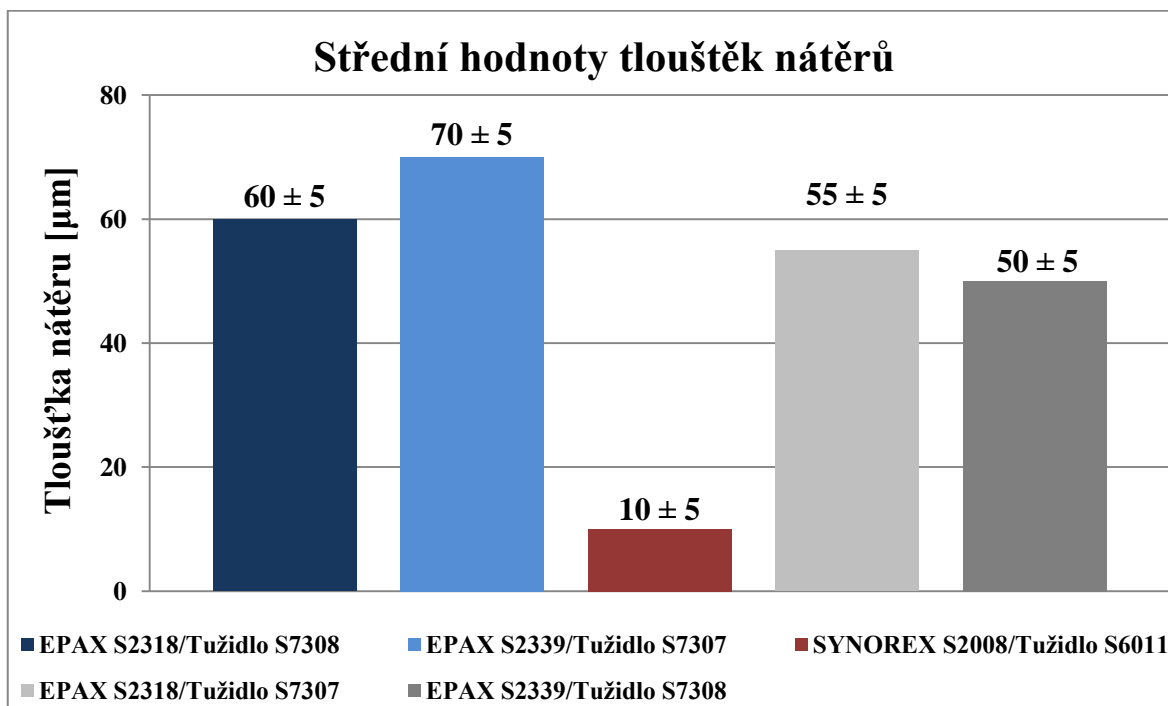
Č. měření	Tloušťka nátěru [μm]		
	DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“	HEMPADUR MASTIC 45880	HEMPADUR 15570
1	45 ± 5	80 ± 5	83 ± 5
2	40 ± 5	82 ± 5	82 ± 5
3	38 ± 5	80 ± 5	90 ± 5
<b>Stř. hodnota</b>	<b>41 ± 5</b>	<b>81 ± 5</b>	<b>85 ± 5</b>



Obr. 8.14 Stř. hodnoty tloušťek nátěrů používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

Tab. 8.7 Naměřené hodnoty tloušťek nátěrů namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

Č. měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]				
	EPAX S2318 Tužidlo S7308	EPAX S2339 Tužidlo S7307	SYNOREX S2008 Tužidlo S6011	EPAX S2318 Tužidlo S7307	EPAX S2339 Tužidlo S7308
1	60 ± 5	68 ± 5	9 ± 5	55 ± 5	49 ± 5
2	60 ± 5	72 ± 5	10 ± 5	56 ± 5	50 ± 5
3	60 ± 5	70 ± 5	11 ± 5	54 ± 5	51 ± 5
<b>Stř. hodnota</b>	<b>60 ± 5</b>	<b>70 ± 5</b>	<b>10 ± 5</b>	<b>55 ± 5</b>	<b>50 ± 5</b>



Obr. 8.15 Střední hodnoty tloušťek nátěrů namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

### 8.4.3 Měření tvrdosti nátěru

Tvrдость nátěru (T) se vypočítá: 
$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 [\%]$$

T – tvrdost nátěru [%]

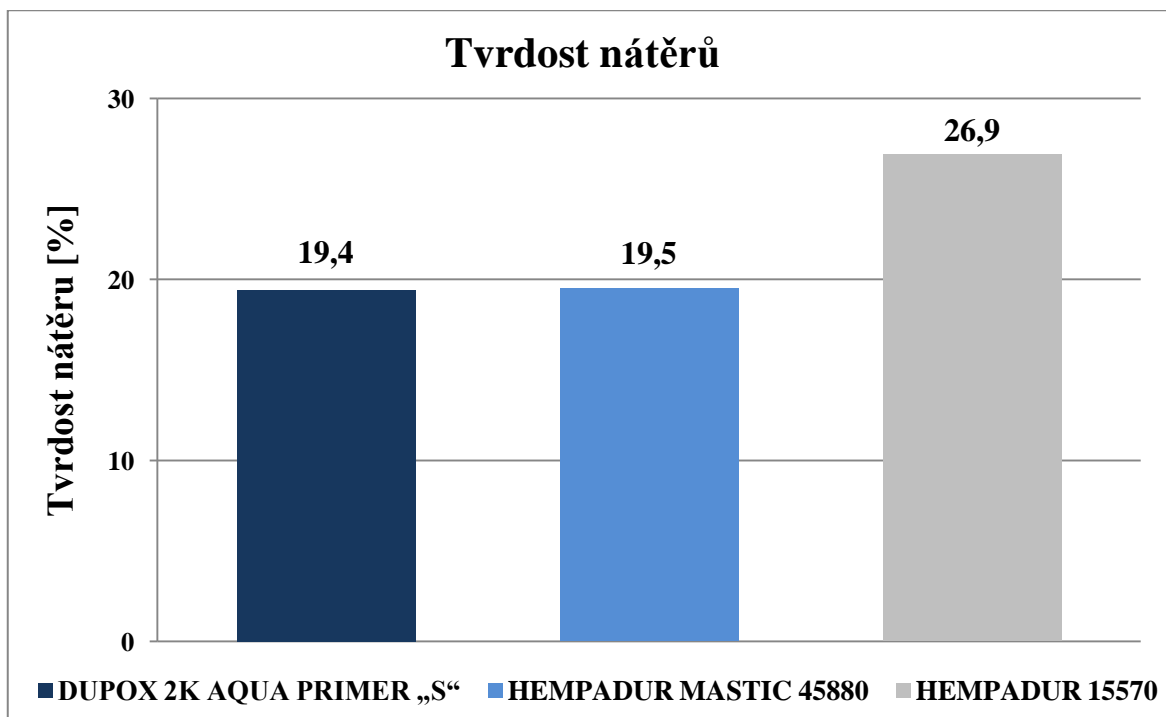
t<sub>1</sub> – doba útlumu kyvadla na zkoušeném nátěru [s]

t<sub>2</sub> – doba útlumu kyvadla na standardu [s]

Tab. 8.8 Naměř. hodnoty tvrdosti nátěrů používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

Č. měření	Doba útlumu kyvadla [s]		
	DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“	HEMPADUR MASTIC 45880	HEMPADUR 15570
	STANDARD	STANDARD	STANDARD
1	78	84	117
	434	435	433
2	81	83	117
	440	440	438
3	84	85	115
	434	430	431
4	87	83	115
	434	418	425
5	88	86	118
	424	429	431
Stř. hodnota	84	84	116
	433	430	432
Tvrđost [%]	19,4	19,5	26,9

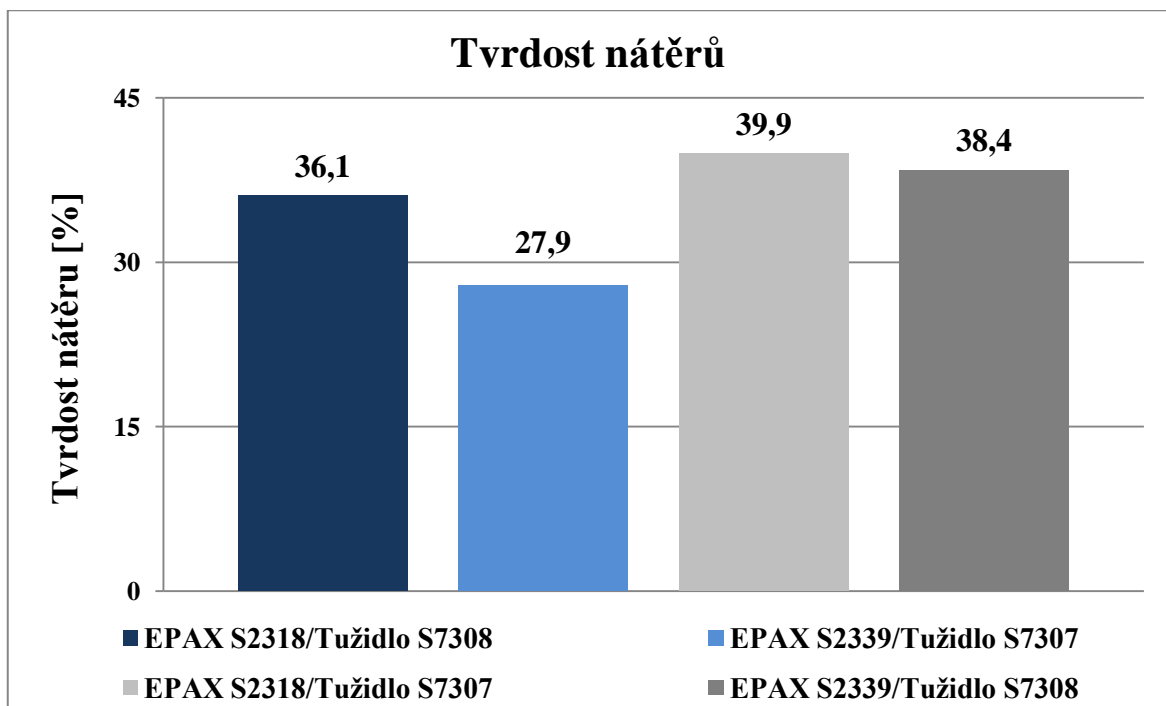




Obr. 8.16 Tvrdość nátěřů používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.

Tab. 8.9 Naměřené hodnoty tvrdosti nátěrů namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

Č. měření	Doba útlumu kyvadla [s]			
	EPAX S2318 Tužidlo S7308	EPAX S2339 Tužidlo S7307	EPAX S2318 Tužidlo S7307	EPAX S2339 Tužidlo S7308
	STANDARD	STANDARD	STANDARD	STANDARD
1	159	121	168	163
	431	416	416	416
2	157	122	172	164
	436	437	427	427
3	157	120	170	160
	431	439	421	421
4	156	123	171	164
	432	439	422	422
5	153	121	166	162
	432	441	433	433
Str. hodnota	156	121	169	163
	432	434	424	424
Tvrdość [%]	36,1	27,9	39,9	38,4



Obr. 8.17 Tvrdość nátěrů namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

## 8.5 Vyhodnocení výsledků měření

- **Měření zasychání nátěru**

Je zapotřebí poznamenat, že zasychání (dle normy ČSN EN ISO 9117-5) různých vrstev, nanesených na stejný podklad, neprobíhá stejně. Při samotném procesu se uplatňuje jak fyzikální, tak chemické zasychání, která jsou natolik rozdílná, že nelze zcela přesně jednotlivé stupně rozlišit. Proto se může stát, jako u NH EPAX S2318 to, že je vyšší stupeň zasychání dosažen dříve než nižší. Rozdíl jednoho stupně zasychání proto nutně neznamená rozdíl v rychlosti zasychání. U jiných NH se naopak stalo to, že nebyly dané stupně vůbec zachyceny. Konkrétně se jednalo o stupeň 4 a 6, kdy se při měření rovnou zjistily stupně 5 a 7.

Elastoplastické nátěry nemusí vysokých stupňů zasychání vůbec dosáhnout. Tomu se stalo u NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“, kdy se i po sedmi dnech na vzorku stále objevoval otisk od zatížení 20 kg (stupeň 7).

Z tabulek 8.4 a 8.5 jasně vyplývá, že nejrychleji zasychající NH je SYNOREX S2008, která dosáhla všech stupňů cca do 20 min. Jelikož se ale jedná o reaktivní barvu, která tvoří pouze mezivrstvu mezi podkladem a dalším nátěrem, přičemž tloušťka nanesené vrstvy je pouze 10  $\mu\text{m}$ , tak nebyly tyto výsledky počítány mezi ostatní. Tím pádem je nejrychleji

zasychající NH EPAX S2318 s tužidlem S7308, která dosáhla sedmého stupně proschnutí již do 12 hod. od zhotovení. Stejného výsledku dosáhla i NH HEMPADUR 15570, u které ale byla rychlost zasychání předcházejících stupňů zhruba 2x pomalejší.

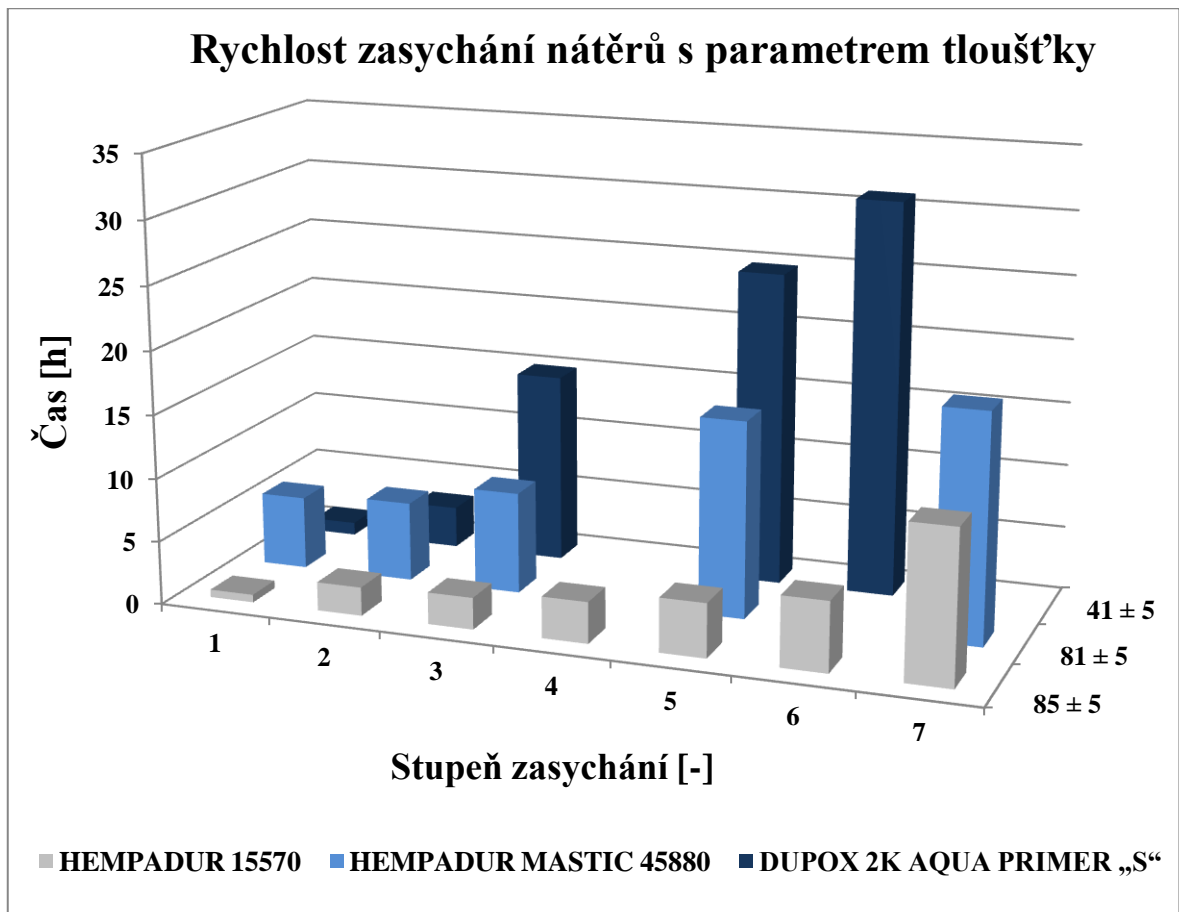
Naopak nejhorších výsledků, z pohledu zasychání, dosáhly NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ a HEMPADUR MASTIC 45880. Výsledky měření prokázaly, že tyto hmoty zasychají do 6. stupně velmi pomalu, čímž výrazně prodlužují dobu přelakovatelnosti.

V závěru měření jednotlivých stupňů zasychání, byla odzkoušena výměna tužidel u NH EPAX S2318 a EPAX S2339. Při použití tužidla S7308 s NH EPAX S2339 došlo k výraznému urychlení zasychání. Doba zasychání se rapidně snížila především u nízkých stupňů (1 – 4), a to až o čtyřnásobek. Při výměně tužidel u NH EPAX S2318 došlo u všech stupňů naopak k navýšení doby zasychání.

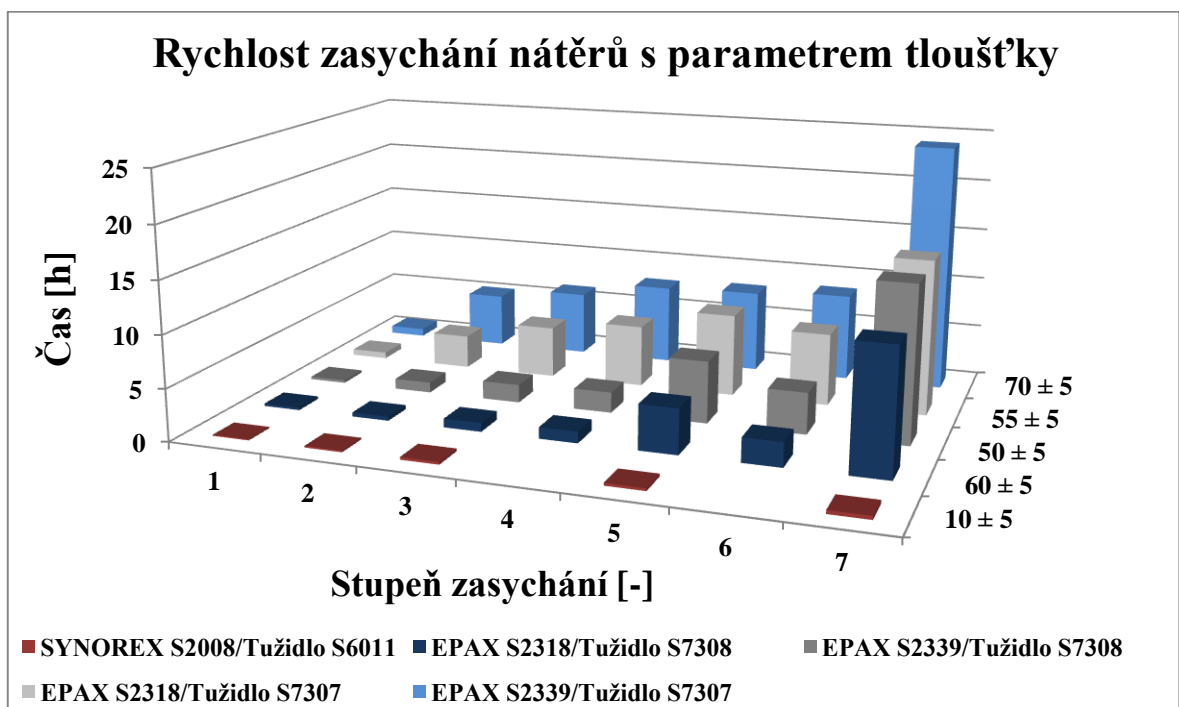
- ***Měření tloušťky nátěru***

Tloušťka zaschlého nátěru je vždy menší, než tloušťka čerstvě nanesené vrstvy. Tomu odpovídají i naměřené hodnoty. Z původních 120  $\mu\text{m}$ , které byly aplikovány na všechny vzorky, se výsledná tloušťka zmenšila průměrně na polovinu. Samozřejmostí je, že tloušťka nátěru má významný vliv na samotné zasychání. Pochopitelně jinou rychlostí budou zasychat dva totožné nátěry, kdy jeden bude mít tloušťku např. 90  $\mu\text{m}$  a druhý 30  $\mu\text{m}$ . Grafické vyjádření rychlosti zasychání s parametrem tloušťky je znázorněno na obr. 8.18 a 8.19. U NH poskytnutých podnikem ZVVZ MACHINERY, a.s je patrné, že vzorek DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ dosáhl nejdelší doby zasychání při nejmenší tloušťce nátěru. Naopak tomu bylo u NH HEMPADUR 15570, která i při 85  $\mu\text{m}$  dosáhla všech sedmi stupňů zasychání do 12 hod. od zhotovení. Naměřené hodnoty NH namíchaných firmou COLORLAK, a.s. byly relativně totožné. Jednotlivé tloušťky se pohybovaly v rozmezí 50 – 70  $\mu\text{m}$  (hodnoty NH SYNOREX S2008 – pouze pro porovnání).

Výslednou tloušťku nátěru ovlivňuje, jak chemické složení NH (např. obsah sušiny), tak i způsob zasychání (chemický a fyzikální). Nelze proto jednoznačně ihned po aplikaci NH určit, jaká tloušťka nátěru bude po jeho zaschnutí.



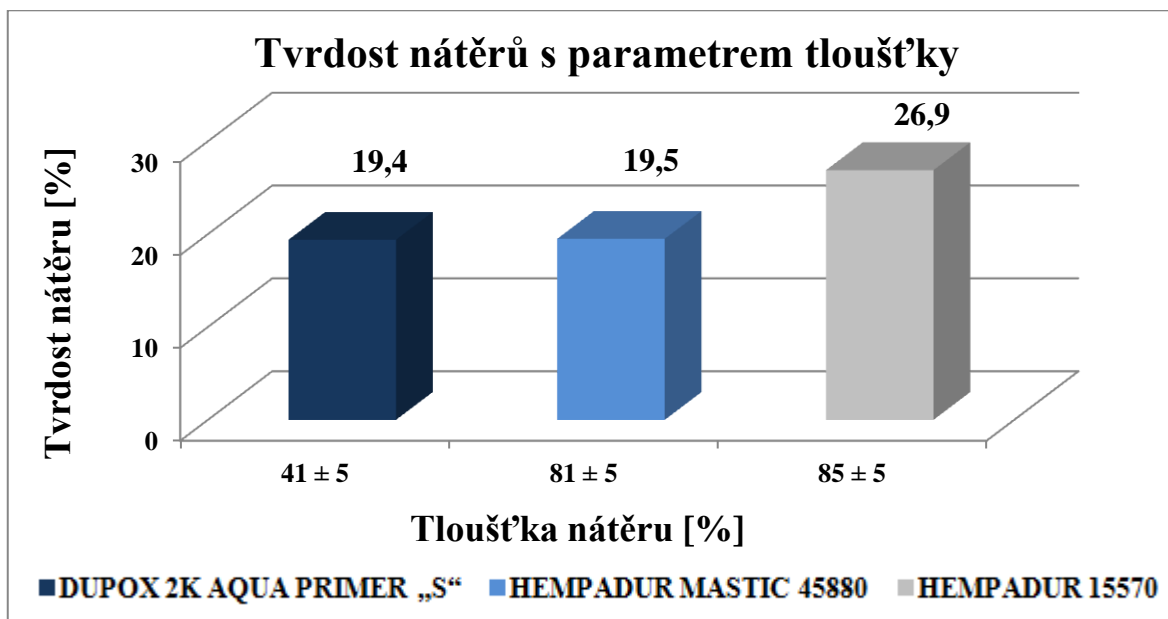
Obr. 8.18 Rychlost zasychání nátěrů s parametrem tloušťky, používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.



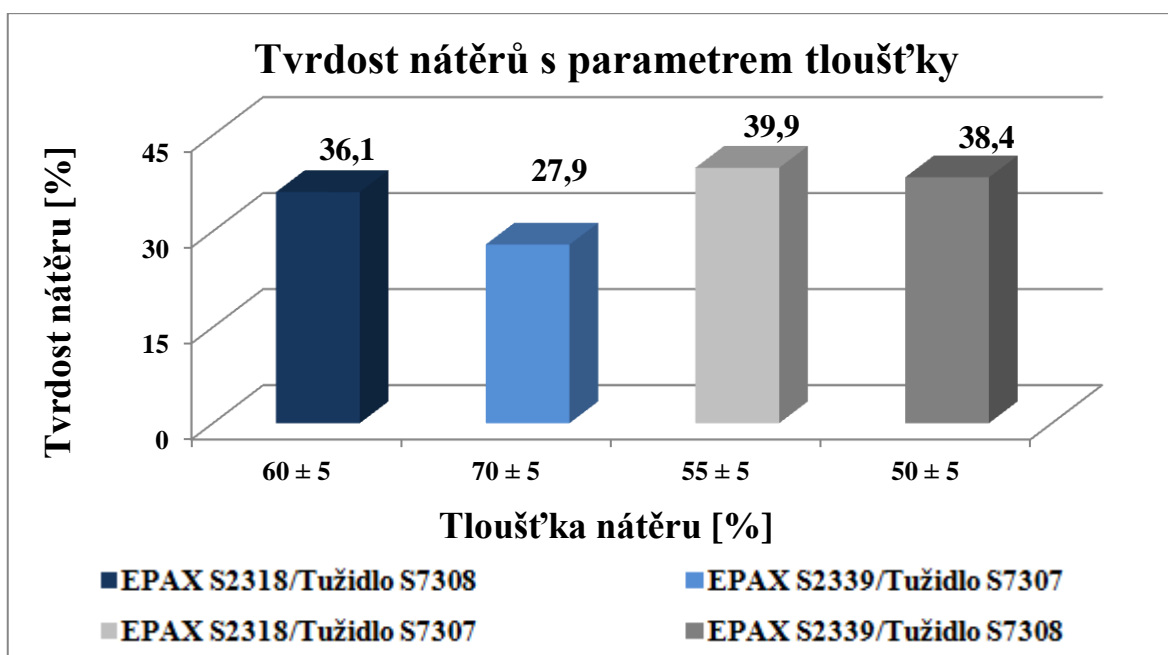
Obr. 8.19 Rychlost zasychání nátěrů s parametrem tloušťky, namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

• **Měření tvrdosti nátěru**

Z obr. 8.20 a 8.21 vyplývá, že největší tvrdosti dosahují NH od firmy COLORLAK, a.s., při průměrné tloušťce 60 µm. Nejmenší tvrdosti (19,4 %) dosahuje NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“, a to zároveň i při nejmenší tloušťce ze všech vzorků 41 µm. Obdobné výsledky tvrdosti byly naměřeny i u NH HEMPADUR MASTIC 45880 (19,5 %), kde ovšem, v porovnání s NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“, dosahovala tloušťka nátěru dvojnásobných hodnot, čili 81 µm.



Obr. 8.20 Tvrdost nátěrů s parametrem tloušťky, používaných společností ZVVZ MACHINERY, a.s.



Obr. 8.21 Tvrdost nátěrů s parametrem tloušťky, namíchaných firmou COLORLAK, a.s.

## 9. Technicko-ekonomické zhodnocení

Faktorů, ovlivňujících jednotlivé pochody při lakování, je celá řada. Samozřejmě nejpodstatnější z nich je cena. Strategií každého výrobního závodu je zhotovit výrobky, na které budou náklady minimální a výnosy naopak maximální, čímž si podnik zajistí maximální možný zisk. Faktory ovlivňující cenu:

### Kvalita povrchu

- mastnota
- rez
- pórovitost
- předchozí povrchová úprava – starý lak (nutné pískovat, nebo obrousit)

### Předmět

- velikost plochy
- zavěšení dílů (z hlediska tvaru a hmotnosti)
- tvarová složitost (vznik nedostřiků – náklady na opravu)
- přípravky (pro zavěšení)
- množství

### Požadavky na tloušťku lakované vrstvy

- spotřeba barvy (v závislosti na použité technologii a typu barvy)
- doba zasychání barvy
- dohled nad tloušťkou vrstvy při její aplikaci (v případě velmi přísného definování povolené tloušťky)

### Volba NH

- zvolený dodavatel barvy, vlastnosti barvy, čas dodání, kvalita a skladovací podmínky barvy
- ekologické ovlivnění životního prostředí

### Maskování funkční ploch

- množství a "standardnost" maskovaných ploch (u funkčních ploch s množstvím různých variací je nutné vyrobit speciální krytky)

**Požadované finální vlastnosti nátěru**

- vzhled
- stupeň namáhání

Tab. 8.10 Výsledné ceny NH za 1 m<sup>2</sup>

Vzorek	DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“	HEMPADUR MASTIC 45880	HEMPADUR 15570	EPAX S2318	EPAX S2339	SYNOREX S2008
<b>Cena NH</b> [Kč · kg <sup>-1</sup> ]	184,7	153	137,6	164	170	132
<b>Vydatnost</b> [m <sup>2</sup> · kg <sup>-1</sup> ]	5,6	4,3	3,9	4,3	4,4	10
<b>Cena</b> [Kč · m <sup>-2</sup> ]	<b>33,0</b>	<b>35,6</b>	<b>35,3</b>	<b>38,1</b>	<b>38,6</b>	<b>13,2</b>

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že se pouze u NH SYNOREX S2008 pohybuje cena za 1 m<sup>2</sup> řádově o 2/3 níže, což je dáno především díky větší vydatnosti samotné NH (řidká konzistence) a faktem, že aplikovaná vrstva nátěru činí pouhých 10 μm. Cena nátěrových hmot EPAX je v průměru o 10 % vyšší, ale vzhledem k tomu, že tyto hmoty urychlují proces zasychání, a to až trojnásobně, je tento výsledek více než přijatelný.

I když je cena bezesporu nejpodstatnější faktor, není jediný. Dobré jméno a reputaci si podnik zajistí především kvalitou svých výrobků, a tím se již dostávají do konfliktu dva známé pojmy, a to kvantita a kvalita. Pak již záleží na subjektivních preferencích daného podniku. Většinou se ale zvolí „zlatá střední cesta“, kdy se mezi cenou a kvalitou udělají jisté kompromisy.

Z kapitoly 8.5 je patrné, že nejrychleji zasychající NH je SYNOREX S2008, která dosáhla všech sedmi stupňů cca do 20 min. Tato barva má ovšem odlišné chemické složení od všech ostatních, a proto nebyly tyto výsledky počítány. Tím pádem je nejrychleji zasychající NH EPAX S2318 s tužidlem S7308, která docílila sedmého stupně proschnutí již do 12 hod. od zhotovení. Stejného výsledku dosáhla i NH HEMPADUR 15570, u které



ale byla rychlost zasychání předcházejících stupňů zhruba 2x pomalejší. Naopak nejhorších výsledků dosáhly NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ a HEMPADUR MASTIC 45880. Výsledky měření prokázaly, že tyto hmoty zasychají do 6. stupně velmi pomalu, čímž výrazně prodlužují dobu přelakovatelnosti.

Z pohledu tvrdosti a tloušťky nátěrů se jako nejvhodnější jeví NH od firmy COLORLAK, a.s. Tvrdost nátěrů se pohybovala v rozmezí 27,9 – 39,9 %, při průměrné tloušťce 60  $\mu\text{m}$ . Na druhou stranu nejmenší tvrdosti (19,4 %) a zároveň i nejmenší tloušťky (41  $\mu\text{m}$ ) dosáhla NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“. Obdobné výsledky tvrdosti byly naměřeny i u NH HEMPADUR MASTIC 45880 (19,5 %), kde ovšem, v porovnání s NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“, dosahovala tloušťka nátěru dvojnásobných hodnot.

## 10. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo komplexní shrnutí a ucelení informací z oblasti povrchových úprav mokřým lakováním. V teoretické části diplomové práce byla shrnuta problematika nátěrových hmot, jejich rozdělení, výroba a charakteristika. Dále byl popsán proces předúpravy povrchu, aplikace a zasychání NH.

Úkolem experimentálního měření bylo otestovat rychlost zasychání nově namíchaných NH od firmy COLORLAK, a.s. a zjištěné hodnoty následně porovnat s NH, používaných ve strojírenském podniku ZVVZ MACHINERY, a.s.

Jednoznačně nejlepších hodnot dosáhla nátěrová hmota EPAX S2318 ve spojení s tužidlem S7308. Tato barva zasychala velmi rychle, a to především u nízkých stupňů (1 – 4). Spolu s NH HEMPADUR 15570 docílila sedmého stupně zasychání již do 12 hod. od zhotovení. Tloušťka suchého nátěru se pohybovala v rozmezí  $60 \pm 5 \mu\text{m}$  a tvrdost dosahovala 36 %. Podobné hodnoty byly naměřeny i u NH HEMPADUR 15570, u které byla zjištěna největší tloušťka ze všech vzorků, a to  $85 \pm 5 \mu\text{m}$ , při současné tvrdosti 27 %.

Naopak nejhorší hodnoty byly naměřeny u NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ a HEMPADUR MASTIC 45880. Výsledky měření prokázaly, že tyto hmoty zasychají do 6. stupně velmi pomalu, čímž výrazně prodlužují dobu přelakovatelnosti. U NH DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ byla navíc naměřena i nejmenší tloušťka ze všech vzorků  $41 \pm 5 \mu\text{m}$ . Oba nátěry dosáhly i nejmenší tvrdosti, a to necelých 20 %.

V závěru měření jednotlivých stupňů zasychání byla odzkoušena výměna tužidel u NH EPAX S2318 a EPAX S2339. Při použití tužidla S7308 s NH EPAX S2339 došlo k výraznému urychlení zasychání. Doba zasychání se rapidně snížila především u nízkých stupňů (1 – 4), a to až o čtyřnásobek. Při výměně tužidla S7308 za S7307 u NH EPAX S2318 došlo u všech stupňů naopak k navýšení doby zasychání.

Lze tedy konstatovat, že nově namíchané nátěrové hmoty od firmy COLORLAK, a.s. jsou vhodnou náhradou používaných barev ve strojírenském podniku ZVVZ MACHINERY, a.s., a to především DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“ a HEMPADUR MASTIC 45880. Samozřejmě to se týká pouze z hlediska rychlosti zasychání, doby přelakovatelnosti a tvrdosti daných nátěrů. Vzorky nebyly podrobeny jiným mechanickým zkouškám.

## 11. Použitá literatura

- [1] TULKA, Jaromír.: *Povrchové úpravy materiálů*. Brno: VUT, 2005. 108 s. ISBN 80-214-3062-1.
- [2] KALEDOVA, Andrea, KALENDA, Petr.: *Technologie nátěrových hmot : Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 328 s. ISBN 80-7194-691-5.
- [3] LUKAVSKY, Ladislav.: *Nátěrové hmoty a přípravky pro povrchové úpravy*. Praha: Merkur, 1985. 170 s.
- [4] KREIBICH V.: *Teorie a technologie povrchových úprav*. Praha: ČVUT, 1996, 89 s., ISBN 80-01-01472-X.
- [5] Historie společnosti ZVVZ [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://www.zvvz.cz/zvvz-as/historie/historie-spolecnosti-zvvz.html>
- [6] Povrchy a jejich úpravy [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://tzs.kmm.zcu.cz/POUcelk.pdf>
- [7] Žárové stříkání [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://www.plasmametal.cz/zarove-strikaní>
- [8] Kompozitní galvanické povlaky [online]. 2013 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/kompozitni-galvanicke-povlaky.html>
- [9] KANANDA, P. MILIČ, R. *Moderní nátěrové hmoty, technologie výroby a aplikace nátěrových hmot: DÍL III*. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technická v Pardubicích, 1992.
- [10] LUKAVSKÝ, L. BOUŠKA, S. FIALA, V. *Nátěrové hmoty - 1. díl*. Praha: Merkur, 1993. ISBN 80-7032-301-9.
- [11] PROBLÉM PŘI LAKOVÁNÍ [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://auto51.mypage.cz/menu/problem-pri-lakovani>
- [12] ZEMAN V.: *Mobilní zařízení pro nanášení práškových plastů*. In: Bakalářská práce. Praha: Fakulta strojní ČVUT, 2013.
- [13] Pneumatická tryskáčská zařízení – tlaková [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://saf.cz/cs/sortiment/pneumaticke-tryskaci-boxy/saci-a-tlakove-standardni/>
- [14] Vývojová novinka: High Speed HS [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: [http://www.rosler-povrchove-upravy.cz/produkty/omilaci\\_stroje/kruhove\\_vibratory/](http://www.rosler-povrchove-upravy.cz/produkty/omilaci_stroje/kruhove_vibratory/)
- [15] Na malování, štětce, válečky, pásy [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://www.drogerie-ppv.cz/>

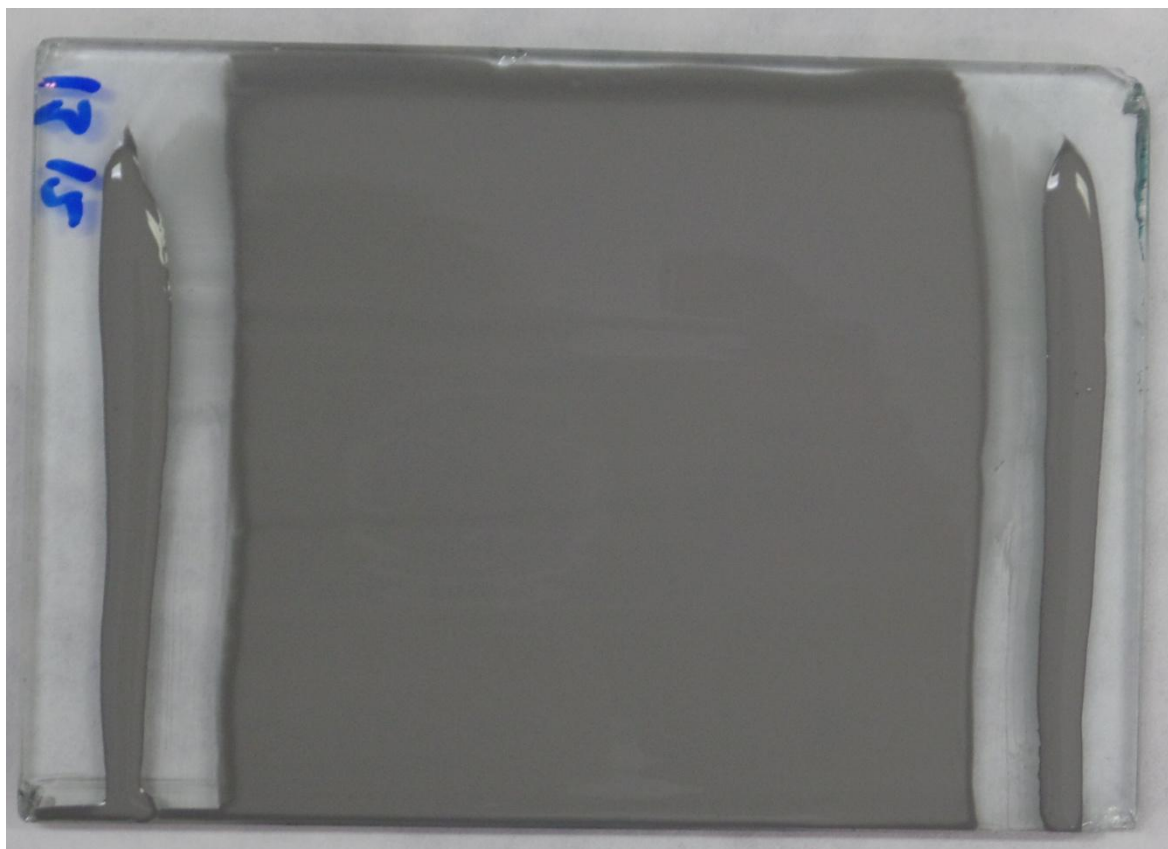
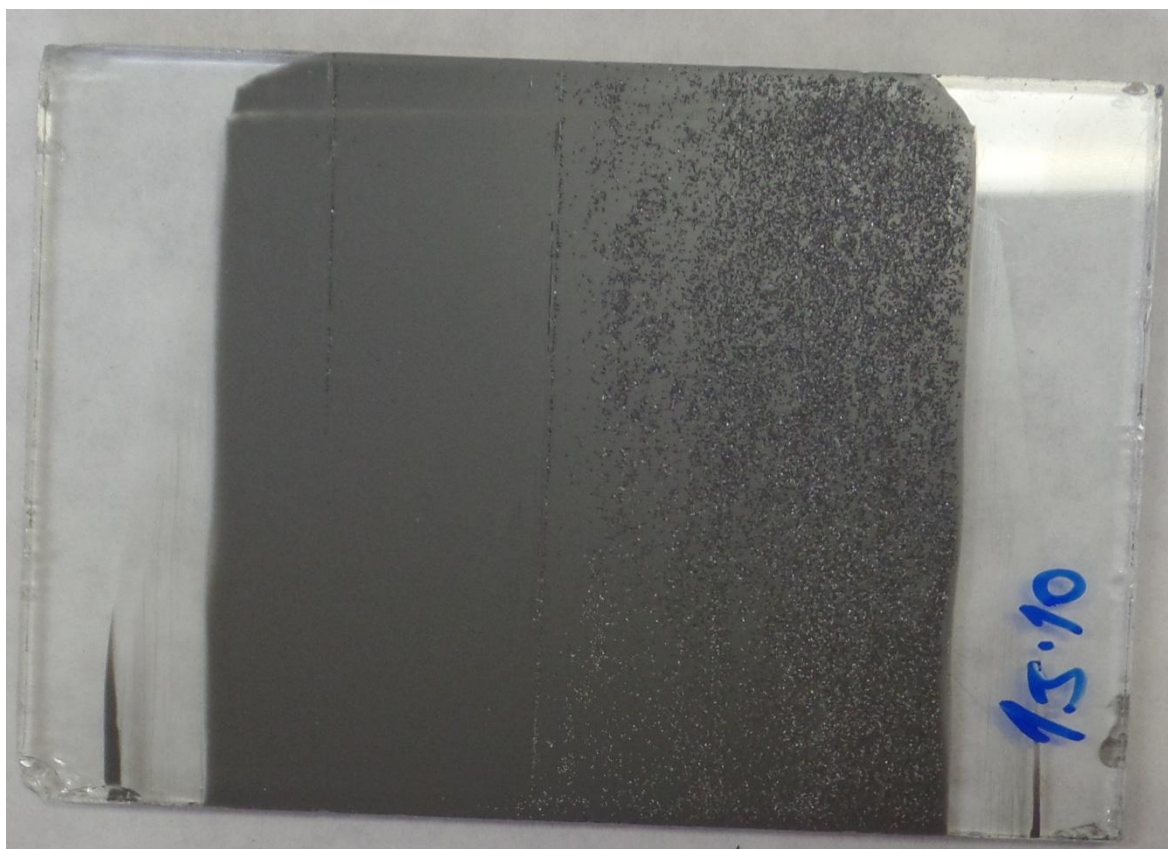
- [16] Pistole vzduchové [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.namir.cz/vzduchove-naradi/pistole/?orderby=price&orderway=desc>
- [17] Žárové stříkání [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.plasmametal.cz/pouzite-technologie>
- [18] Fotogalerie [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.zvvz.cz/zvvz-machinery/fotogalerie.html>
- [19] Práškové lakovny hromadné výroby. *Povrcháři*. 2010, č. 8. ISSN 1802-9833.
- [20] Natural colour system [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
[http://www.ncscolour.co.za/index.php/about/the\\_natural\\_colour\\_system/how\\_the\\_system\\_works](http://www.ncscolour.co.za/index.php/about/the_natural_colour_system/how_the_system_works)
- [21] Produkty [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.micronplus.cz/>
- [22] Předúpravy povrchu. Ústav strojírenské technologie, Fakulta strojní, ČVUT v Praze [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/PU/teoreticke%20podklady/P%C5%99ed%C3%BApravy%20povrchu.pdf>
- [23] Sir Industriale: Powder Coating [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.sirindustriale.com/EN/powder%20coating.html>
- [24] Chromování povrchů z různých materiálů [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: <http://ifirmy.cz/detail-nabidky/706-chromovani-povrchu-ruznych-materialu>
- [25] Ochranné nanotechnologické nátěry [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.nanobala.cz/naterbetonu.htm>
- [26] ČSN EN ISO 9117-1. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 1: Stanovení stavu proschnutí a doby proschnutí. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [27] ČSN EN ISO 9117-2. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 2: Tlaková zkouška stohovatelnosti. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [28] ČSN EN ISO 9117-3. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 3: Zkouška povrchového zasychání s balotinou. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [29] ČSN EN ISO 9117-4. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 4: Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání. Praha: ÚNMZ, 2012.
- [30] ČSN EN ISO 9117-5. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 5: Modifikovaná Bandowova-Wolffova metoda. Praha: ÚNMZ, 2012.
- [31] ČSN EN ISO 9117-6. Nátěrové hmoty - Zkoušky zasychání - Část 6: Zkouška zasychání do stavu bez otisku. Praha: ÚNMZ, 2012.

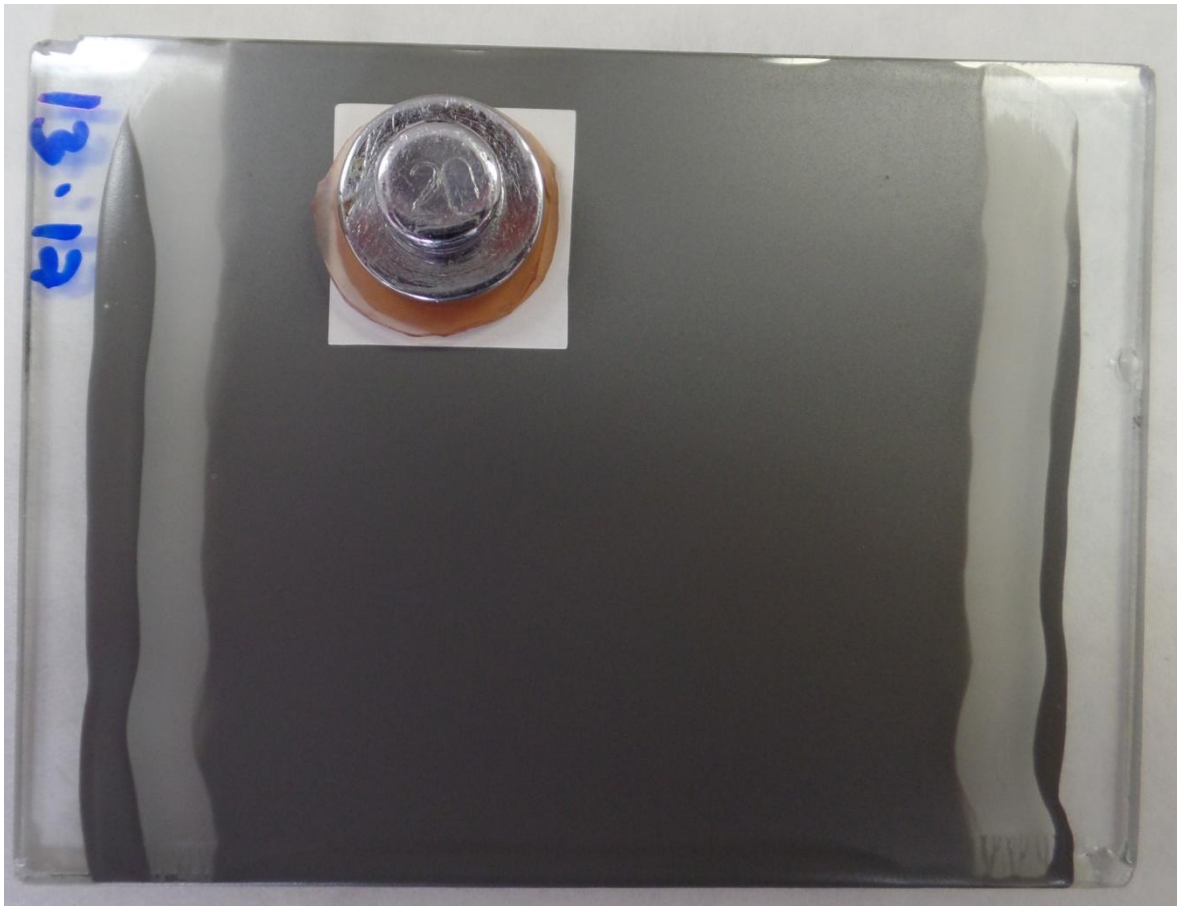
- [32] Sikativ [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.kreidezeit.cz/techlist/sikativ.pdf>
- [33] DRAŠNEROVÁ, Drahomíra. Stavební materiály. Hranice, 2004. 60 s
- [34] Podklady od strojírenského podniku ZVVZ a.s.
- [35] Podklady od společnosti COLORLAK, a.s.
- [36] LUKAVSKÝ, L. BOUŠKA, S. FIALA, V. *Nátěrové hmoty - 2. díl.*  
Praha: Merkur, 1993. ISBN 80-7032-313-2.
- [37] Stříkáčková technika Airless [online]. 2015 [cit. 2015-06-10]. Dostupné z:  
<http://www.inteline.cz/malovani/strikaci-technika-airless/>

## **12. Přílohy**

Příloha I: Fotografie vzorků v průběhu zkoušky zasychání

Příloha II: Leštěný skleněný standard pro Persozovo kyvadlo

**Příloha I: Fotografie vzorků v průběhu zkoušky zasychání****DUPOX 2K AQUA PRIMER „S“***Zasychající vzorek**Vzorek po 1. stupni zasychání*



*Zatížení 20 g (2. stupeň zasychání)*

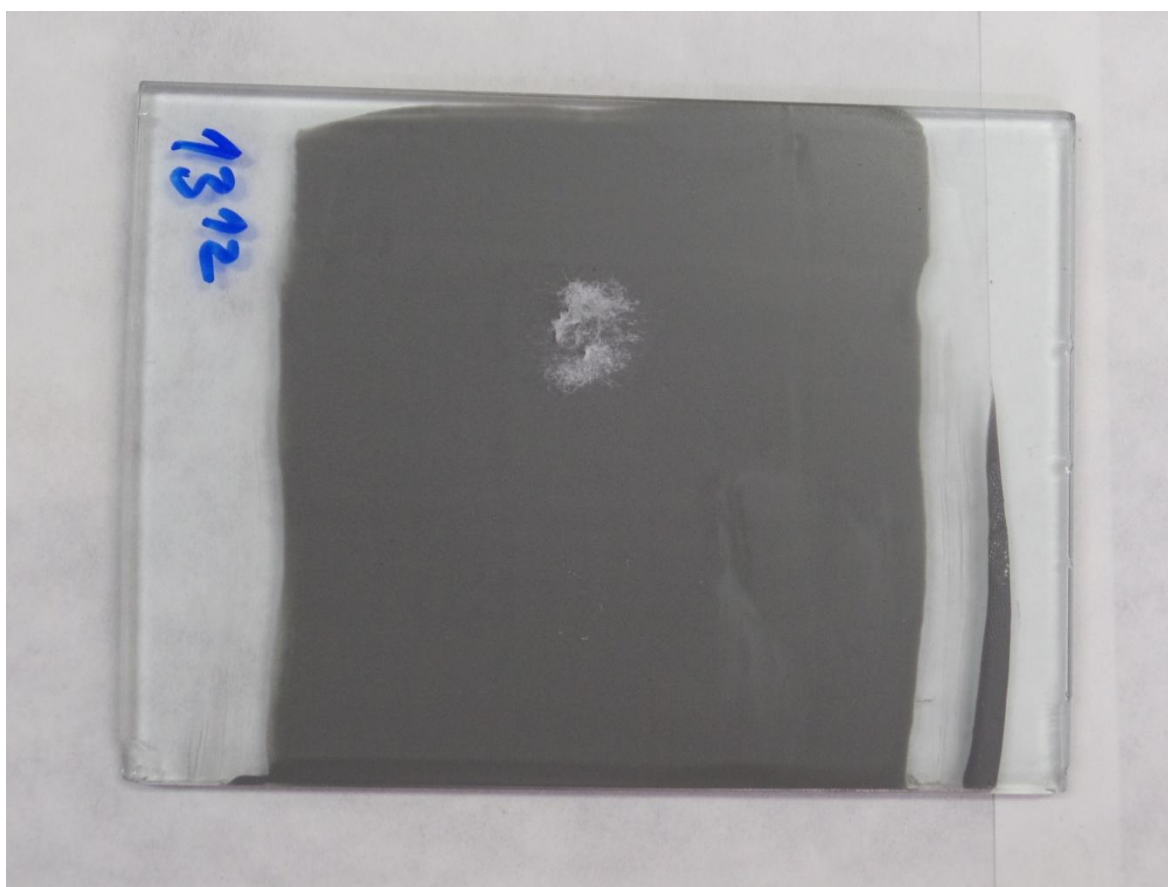


*Zatížení 200 g (3. stupeň zasychání)*





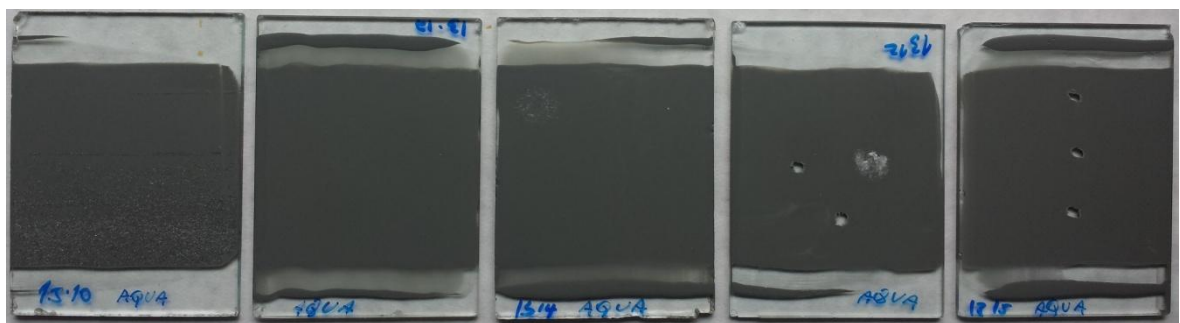
*Zatížení 2 kg (4. – 5. stupeň zasychání)*



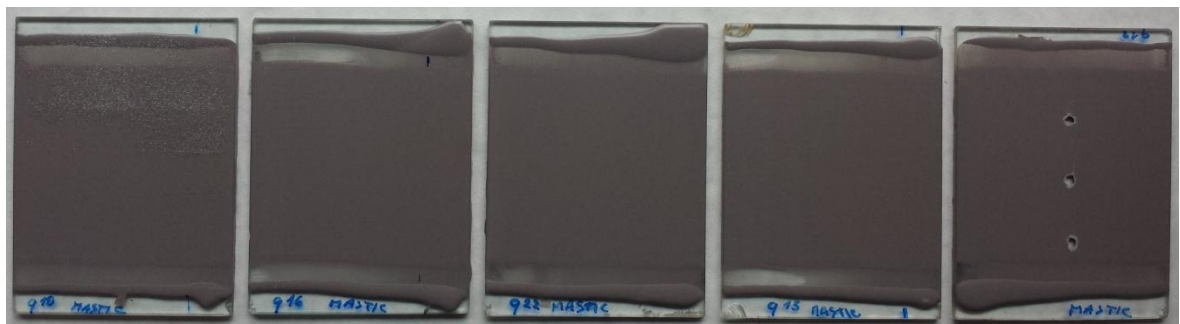
*Přilepení papírku k nátěru (4. stupeň zasychání nedosažen)*



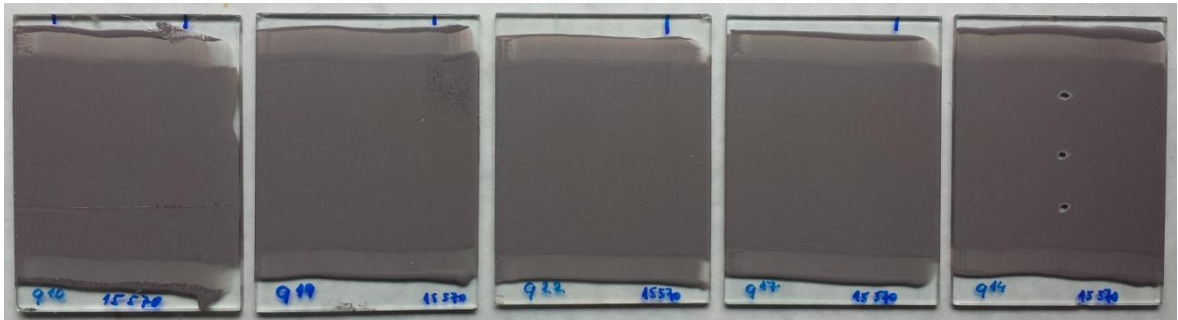
Zatížení 20 kg (6. – 7. stupeň zasychání)



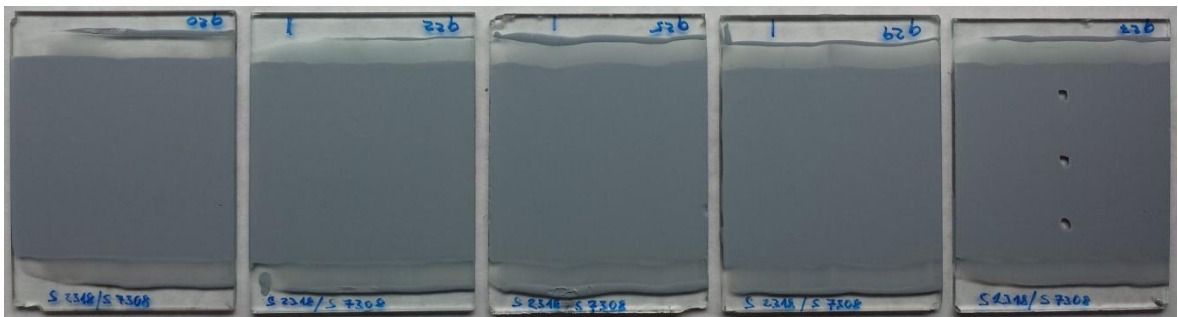
HEMPADUR MASTIC 45880



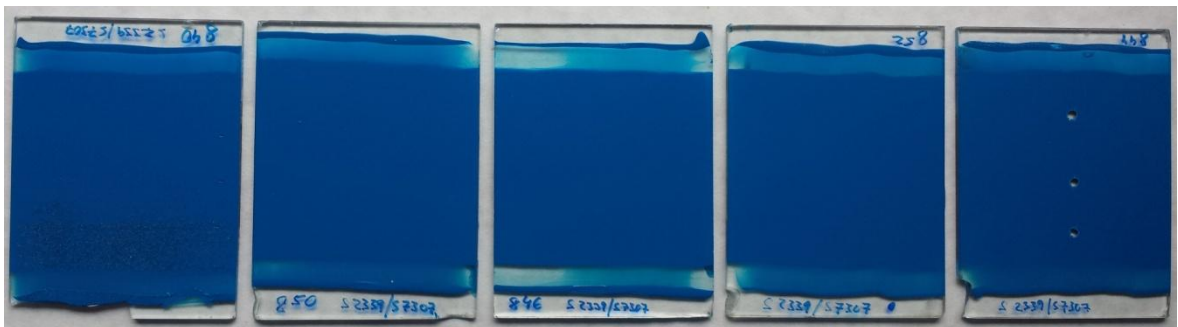
HEMPADUR 15570



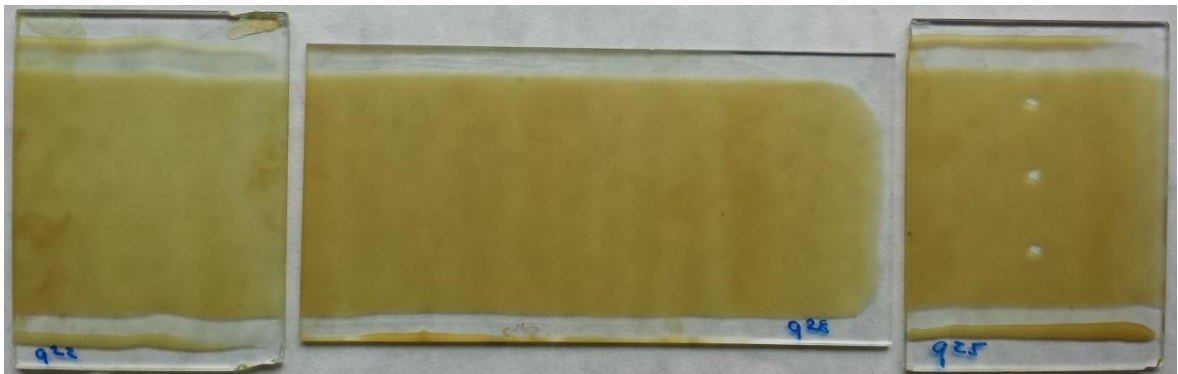
EPAX S2318

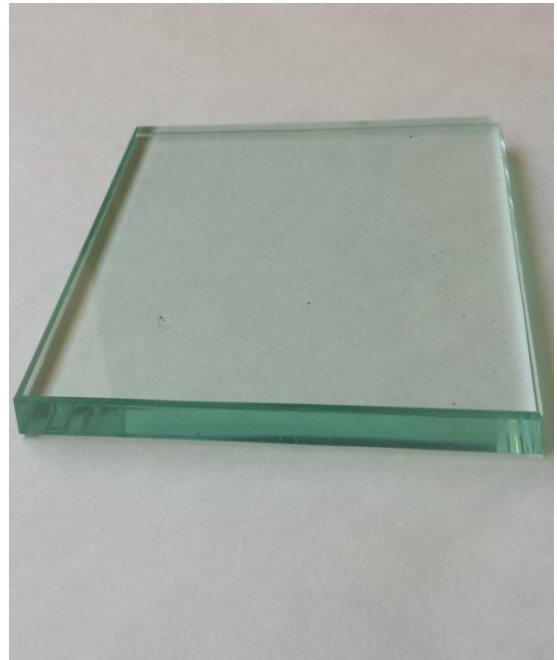
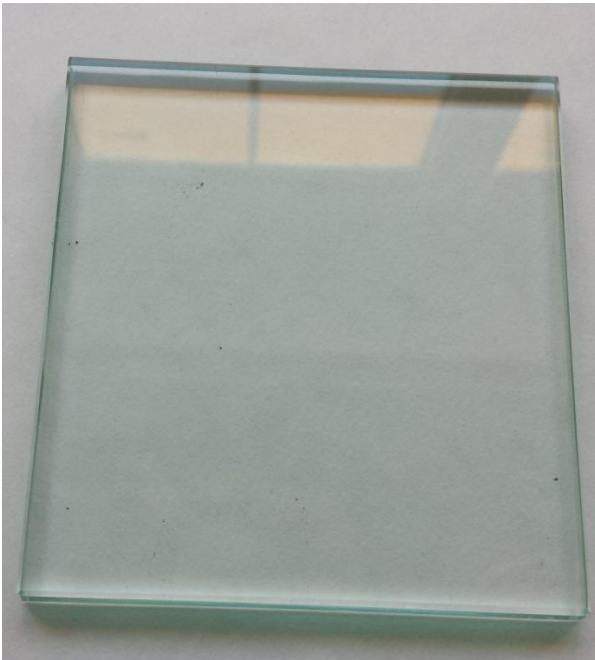
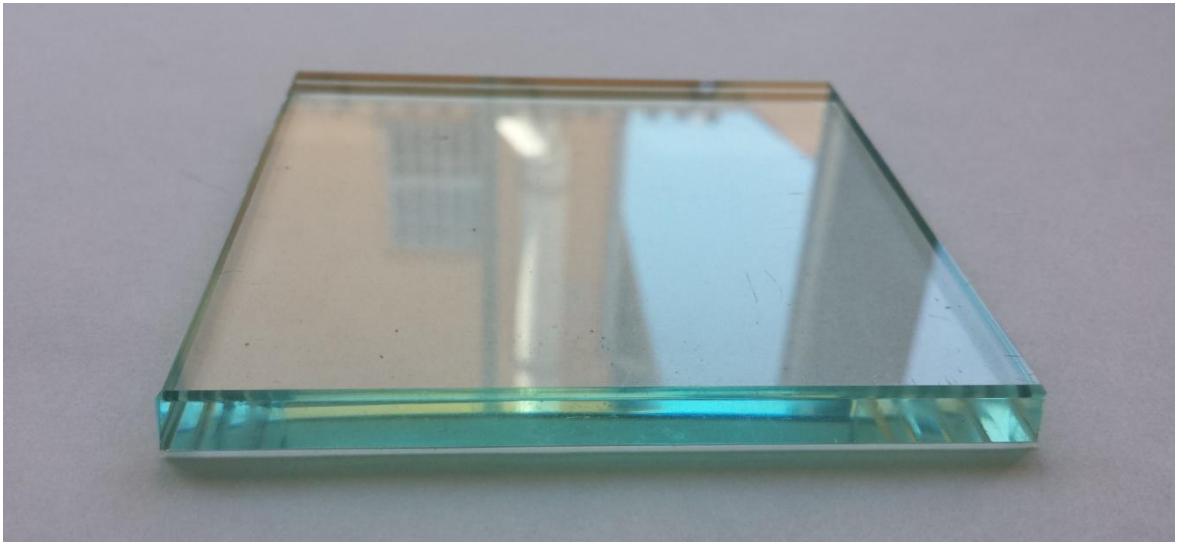


EPAX S2339



SYNOREX S2008



**Příloha II: Leštěný skleněný standard pro Persozovo kyvadlo**

*Skleněný standard (doba kyvu musí být  $1 \pm 0,01$  s a doba útlumu kyvadla z výchylky  $12^\circ$  na  $4^\circ$  musí být  $430 \pm 15$  s)*