

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

Ústav nábytku, designu a bydlení

**Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku  
vodou ředitelnými nátěrovými hmotami**

Diplomová práce

2015/2016

Bc. Lukáš Vávra



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci: „Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku vodou ředitelnými nátěrovými hmotami“ zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....

podpis

## **Poděkování**

Poděkování patří vedoucí mé diplomové práce, paní doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D., za odborné vedení, rady, přístup a pomoc při vypracování. Dále bych chtěl poděkovat paní Květoslavě Tobiášové za ochotu a pomoc při experimentálním stanovení, panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. a panu Ing. Josefu Hlavatému, Ph.D. za odborné informace. V neposlední řadě bych rád poděkoval firmě Valum PRO s.r.o., která umožnila výrobu a přípravu vzorků v prostorách firmy a poskytla odborné rady a informace.

## **ABSTRAKT**

**Jméno:** Bc. Lukáš Vávra

**Název diplomové práce:** Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku vodou ředitelnými nátěrovými hmotami

### **Abstrakt:**

Diplomová práce je zaměřena na porovnání vlivu dvou složkových a jedno složkových základních vodou ředitelných nátěrových hmot na kvalitu pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku. V práci jsou analyzovány požadavky na danou povrchovou úpravu a použité nátěrové hmoty. Nezbytnou součástí této diplomové práce je příprava vzorků, v závislosti na použité základní barvě a typu podkladového materiálu a stanovení fyzikálně-mechanických, chemických a vzhledových vlastností. Zvolené základní barvy jsou srovnány vzájemně a s běžně používanými polyesterovými a polyuretanovými nátěrovými hmotami.

**Klíčová slova:** akrylová báze, disperze, nátěrová hmota, pigmentový, povrchová úprava, vodou ředitelný, vysoký lesk

**Title of the diploma thesis:** Waterborne pigmented finished surfaces in high gloss

### **Abstract:**

The diploma thesis is focused on the comparison of the influence two-component and one-component waterborne base coatings on the quality of pigmented finished surface in high gloss. There are analyzed requirements for the mentioned surface treatment and applied coatings in the thesis. Samples preparation, depending on base coating and base material used and determination of the physical-mechanical, chemical and optical properties are indispensable part of the diploma thesis. The selected base coatings are compared with each other and with commonly used polyester and polyurethane coatings.

**Key words:** acrylic base, dispersion, coating, pigmented, finished surface, waterborne, high gloss

# OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>10</b>
3.1 POŽADAVKY NA POVRCHOVÉ ÚPRAVY .....	10
3.2 PIGMENTOVÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY .....	13
3.2.1 Pigmentové částice .....	13
3.2.2 Proces disperze .....	15
3.2.3 Mechanismy stabilizace disperze .....	17
3.3 LESK PIGMENTOVANÝCH NÁTĚROVÝCH FILMŮ .....	19
3.3.1 Efektní pigmenty .....	19
3.3.2 Změna barvy v závislosti na úhlu pozorování .....	20
3.3.3 Interferenční pigmenty .....	23
3.4 VODOU ŘEDITELNÉ NÁTĚROVÉ HMOTY .....	24
3.4.1 Tvorba filmu disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot .....	26
3.4.2 Složení disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot .....	27
3.5 VODOU ŘEDITELNÉ DISPERZNÍ NÁTĚROVÉ HMOTY NA BÁZI AKRYLÁTOVÝCH PRYSKYŘIC A JEJICH KOPOLYMERŮ.....	28
3.5.1 Akrylové monomery.....	28
3.5.2 Emulzní polymerace.....	28
3.5.3 Jedno komponentní disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty .....	30
3.5.4 Dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty .....	30
3.6 NANÁŠENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT STRÍKÁNÍM.....	34
3.6.1 Vzduchové systémy.....	35
3.6.2 Bezvzduchové systémy .....	36
<b>4 METODIKA ŘEŠENÍ.....</b>	<b>38</b>
4.1 POUŽITÉ MATERIÁLY .....	38
4.1.1 Podkladový materiál.....	38
4.1.2 Nátěrové hmoty .....	38
4.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ .....	40
4.2.2 Technologický postup povrchové úpravy.....	42
4.3 POUŽITÉ ZKUŠEBNÍ METODY .....	47
4.3.1 Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13722 .....	48
4.3.2 Stanovení barevnosti spektrofotometrem .....	48
4.3.3 Hodnocení odolnosti povrchu proti oděru ČSN 91 0276 .....	48
4.3.4 Přídržnost povrchu odtahem ČSN EN 311 .....	49
4.3.5 Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla ČSN EN ISO 1522.....	49
4.3.6 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru .....	49
4.3.7 Stanovení drsnosti drsnoměrem .....	50
4.3.8 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry PP 04 ČSN EN 438-2, část 14.....	50
4.3.9 Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě (IKEA) .....	51
4.3.10 Odolnost vůči vrypu BS 3962, část 6 .....	51
4.3.11 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce BS 3962, část 6.....	51
4.3.12 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla ČSN EN 12722+A1	52
4.3.13 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla ČSN EN 12721+A1	52
4.3.14 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin ČSN EN 12720+A1 .....	52
4.3.15 Nátěrové hmoty. Stanovení odolnosti proti střídání teplot ČSN 67 3098 .....	52

4.3.16	Hodnocení účinku vystavení světlu ČSN EN 15187 .....	53
	Metody zjišťování světlostálosti povrchu ČSN 91 0282 čl. 2 .....	53
4.3.17	Hodnocení vzhledových vlastností ČSN 91 0272 .....	53
4.4	POUŽITÉ STROJE, PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	54
4.4.1	Použité stroje, přístroje a pomůcky při výrobě vzorků .....	54
4.4.2	Použité laboratorní přístroje a pomůcky při experimentálním měření .....	54
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>56</b>
5.1	STANOVENÍ STUPNĚ LESKU POVRCHU ČSN EN 13722 .....	56
5.2	STANOVENÍ BAREVNOSTI SPEKTROFOTOMETREM .....	59
5.3	HODNOCENÍ ODOLNOSTI POVRCHU PROTI ODĚRU ČSN 91 0276 .....	63
5.4	PŘÍDRŽNOST POVRCHU ODTAHEM ČSN EN 311 .....	67
5.5	STANOVENÍ TVRDOSTI NÁTĚRU TLUMENÍM KYVADLA ČSN EN ISO 1522 .....	71
5.6	STANOVENÍ ODPORU VŮČI VNIKÁNÍ MIKROTVRDOMĚRU .....	75
5.7	STANOVENÍ DRSNOSTI POVRCHU DRSNOMĚREM .....	79
5.8	STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHOVÉ ÚPRAVY PROTI PŮSOBENÍ VODNÍ PÁRY PP 04 ČSN EN 438-2, ČÁST 14 .....	87
5.9	STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHU S VRYPEM PROTI MASTNOTĚ (IKEA) .....	87
5.10	ODOLNOST VŮČI VRYPU BS 3962, ČÁST 6 .....	88
5.11	STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHOVÉ ÚPRAVY PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE BS 3962, ČÁST 6 .....	88
5.12	HODNOCENÍ ODOLNOSTI POVRCHU PROTI PŮSOBENÍ SUCHÉHO TEPLA ČSN EN 12722+A1 .....	89
5.13	HODNOCENÍ ODOLNOSTI POVRCHU PROTI PŮSOBENÍ VLHKÉHO TEPLA ČSN EN 12721+A1 .....	89
5.14	HODNOCENÍ ODOLNOSTI POVRCHU PROTI PŮSOBENÍ STUDENÝCH KAPALIN ČSN EN 12720+A1 .....	90
5.15	STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI STŘÍDÁNÍ TEPLOT ČSN 67 3098 .....	91
5.16	HODNOCENÍ ÚČINKU VYSTAVENÍ SVĚTLU ČSN EN 15187 .....	104
	METODY ZJIŠŤOVÁNÍ SVĚTLOSTÁLOSTI POVRCHU ČSN 91 0282 ČL. 2 .....	104
5.17	HODNOCENÍ VZHLEDOVÝCH VLASTNOSTÍ ČSN 91 0272 .....	114
<b>6</b>	<b>DISKUSE .....</b>	<b>117</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>127</b>
<b>8</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>128</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>129</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>130</b>
10.1	KNIŽNÍ A ČASOPISECKÁ DÍLA .....	130
10.2	NORMY .....	132
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>133</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>136</b>

# 1 ÚVOD

V dnešní době je stále více aktuálním trendem ochrana životního prostředí. Tyto ekologické snahy samozřejmě pronikly i k povrchovým úpravám nábytku v interiérech. V posledních letech se nově vyvinuté materiály (vysoko sušinnová pojiva, vodou ředitelné nátěrové hmoty) stále více přibližují nebo dokonce dosahují stejné kvality jako rozpouštědlové nátěrové hmoty. Toto tvrzení však neplatí pro všechny typy povrchových úprav. Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku vyžadují vysokou kvalitu, kterou splňují pouze jen některá pojiva nátěrových hmot.

Zavedení nových nátěrových hmot a systémů, které by splňovaly požadavky na pigmentové povrchové úpravy a zároveň byly šetrné k životnímu prostředí, je dlouhodobá záležitost. Snahou je používání vodou ředitelných nátěrových hmot pro pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku. V klasickém matném provedení jsou tyto nátěrové hmoty srovnatelné s rozpouštědlovými typy, ale u vysokého lesku výsledky tak jednoznačné nejsou. Je proto důležité zjistit, zda vodou ředitelné nátěrové hmoty vyhovují svými vzhledovými, fyzikálně-mechanickými a chemickými vlastnostmi požadavkům na pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku a jsou srovnatelné s běžně používanými polyuretanovými a polyesterovými nátěrovými hmotami.

Stejně důležitý jako výběr vhodných nátěrových hmot je i dodržení technologických postupů. Povrchová úprava na vysoký lesk je velmi náročná výrobní technologie a pro dosažení vysoké kvality je nutné postupovat dle přesně daných postupů stanovených jednotlivými výrobci nátěrových hmot.



## 2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem a přínosem této diplomové práce pro praxi je vyhodnocení vlastností pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku vodou ředitelnými nátěrovými hmotami.

Vlastnosti jsou vyhodnoceny dle:

- stanovení vlivu jedno složkových vodou ředitelných nátěrových hmot na fyzikálně-mechanické, chemické a vzhledové vlastnosti pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku
- stanovení vlivu dvou složkových vodou ředitelných nátěrových hmot na fyzikálně-mechanické, chemické a vzhledové vlastnosti pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku
- porovnání dvou složkových a jedno složkových vodou ředitelných nátěrových hmot a výběr vhodnější varianty pro použití v praxi
- porovnání základních vodou ředitelných nátěrových hmot s běžně používanými rozpouštědlovými základními nátěrovými hmotami určenými k pigmentovým povrchovým úpravám ve vysokém lesku

### **3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY**

Povrchová úprava nábytku je charakterizována jako polymerní matrice, prostřednictvím které jsou realizovány interakce mezi dokončovaným podkladem a okolním prostředím. Hlavní funkce povrchové úpravy nábytku jsou zvýšení estetické úrovně povrchu a zabezpečení ochrany povrchu proti mechanickým, chemickým a atmosférickým činitelům (vlhkost, teplota) a znečištění.

Kvalitní povrchové úpravy významně prodlužují životnost dokončovaného předmětu. Životnost lze charakterizovat jako schopnost plnit funkci v plném rozsahu. V interiéru je tato vlastnost vyžadována zvláště u extrémně namáhaných ploch kuchyňského a koupelnového nábytku.

Na úpravu povrchu nábytku se vyvinulo několik postupů, které jsou charakterizovány principálně rozdílnými vstupními materiály a technologiemi.

#### **Faktory ovlivňující kvalitu a volbu povrchové úpravy:**

- vlastnosti a příprava podkladu před povrchovou úpravou
- fyzikálně-mechanické vlastnosti nátěrových hmot při nanášení
- složení nátěrové hmoty (především druh pojiva)
- způsob tvorby nátěrového filmu
- fyzikálně-mechanické, chemické a ekologické vlastnosti nátěrových filmů
- typ nanášení nátěrové hmoty
- technologické parametry při dokončování

#### **3.1 Požadavky na povrchové úpravy**

Požadavky na vlastnosti povrchové úpravy se mění v závislosti na funkci upravovaného předmětu, jeho umístění v prostoru a vzhledu povrchu.

Hodnocení povrchové úpravy dřevěného nábytku a dřevěných částí kovového nábytku a stanovení technických požadavků je uvedeno v ČSN 91 0102 Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky.

Tato norma zahrnuje:

- rozdělení nábytkových ploch
- požadavky na vzhled ploch dokončených nátěrovými hmotami
- požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti
- požadavky na odolnost proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12720+A1

Nábytkové plochy jsou podle funkcí a z nich vyplývajících nároků na povrchovou úpravu rozděleny do skupin dle následující tabulky:

**Tab. 1 Rozdělení nábytkových ploch dle ČSN 91 0102**

Označení	Název skupiny	Plochy příslušející do skupiny
A	Pracovní plochy	Pracovní plochy kuchyňských souborů, pracovní plochy pracovních a manipulačních kuchyňských stolů
B	Ostatní pracovní plochy	Horní plochy stolových desek u stolů jídelních, pracovních a manipulačních s výjimkou kuchyňských, pracovní plochy kuchyňských přiborníků, psacích stolků doplňkových, dětských a ostatních ploch nábytku určených k vykonávání určité pracovní činnosti (vnitřní plochy klopen barových skříněk, vnitřní plochy klopen sloužící k určité pracovní činnosti, horní plochy toaletních a nočních stolků)
C	Vnější přední plochy	Vnější plochy dveří s vertikální i horizontální osou otáčení, dveří posuvných, čel zásuvek, předních čel lehacího nábytku, vnitřní plochy zadních čel lehacího nábytku
D	Plochy sedacího nábytku	Všechny viditelné plochy sedacího nábytku
E	Ostatní vnější viditelné plochy	Vertikální vnější plochy bez omezení výšky korpusů, soklů, noh, lubů noh stolů, horizontální vnější plochy do výšky 1 700 mm včetně vnitřních ploch nik, dveří a klopen
F	Vnitřní viditelné plochy	Vnitřní plochy viditelné včetně vnitřních ploch posuvných dveří a horizontální vnitřní plochy nad výšku 1 700 mm, vnitřní plochy za skleněnými dveřmi

Tab. 2 Požadavky na vzhled ploch dokončených nátěrovými hmotami dle ČSN 91 0102

Druh defektu	Funkční skupiny nábytkových dílců							
	A, B		C		D, E		F	
	m	g	m	g	m	g	m	g
neklidný povrch	2	2	2	2	3	2	3	2
pomerančová kůra	1	1	1	1	2	2	3	3
trhlinky	1	1	1	1	2	1	2	2
stříbrné a bílé póry	1	1	1	1	2	2	3	3
bublinky	1	1	1	1	2	1	2	2
mechanické nečistoty a poškození	1	1	1	1	2	2	2	2
matná nebo lesklá místa	1	1	1	1	2	2	3	3
zbytky parafinu	1	1	1	1	2	2	2	3
stopy po broušení	2	2	1	1	2	2	3	3
kopírování podkladu	3	2	1	1	3	2	3	3
barevné skvrny	2	2	1	1	2	2	2	2

Vysvětlivky: m – nejvyšší přípustné množství ( hustota) defektů ve stupních  
g – nejvyšší hodnota velikosti defektů ve stupních

Tab. 3 Požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchové úpravy dle ČSN 91 0102

Vlastnost	Zkušební norma	Jednotka	Funkční skupina nábytkových ploch						
			A	B	C	D	E	F	
Lesk	ČSN 91 0273	%	vysoký lesk lesk pololesk polomat mat	nad 90 % od 61 do 90 % od 31 do 60 % od 11 do 30 % od 0 do 10 %					
Tvrdość nábytku	ČSN 67 3075	číslo tužky	≥ 8	≥ 8	≥ 6	≥ 6	≥ 6	≥ 5	
Odolnost proti oděru max.	ČSN 91 0276	g/100 ot.	< 0,12 < 0,15	< 0,15 < 0,20					
Přilnavost	Mřížkou	ČSN ISO 2409	st.	≤ 2					
	Odtahem	ČSN EN 3114	MPa	> 0,75					
Tepelná stabilita	Suché teplo	ČSN EN 12722	st.	≥ 4	≥ 4	–	–	–	–
	Vlhké teplo	ČSN EN 12721	st.	≥ 4	≥ 4	–	–	–	–
Světlostálost	ČSN EN 11341	st.	≥ stupeň 5 standardní modré stupnice a stupeň 3 standardní šedé stupnice						

## 3.2 Pigmentové povrchové úpravy

Pigmentované nátěrové hmoty jsou disperzní systémy, které podle klasického třídění vzhledem k velikosti dispergovaných částic leží mezi koloidními disperzemi a suspenzemi. Lze na ně pohlížet makroskopicky jako na homogenní systémy, mikroskopicky se ovšem jedná o heterogenní systémy s velkým fázovým rozhraním pigment – roztok či disperze pojiva, s plným uplatněním objemových vztahů a koloidních jevů. Pigmentové nátěrové hmoty jsou zbarveny pomocí pigmentů a barviv.

Rozdíl mezi pigmenty a barvivy spočívá v jejich použití. Barviva pronikají médiiem v rozpustné formě a poté se mohou, ale nemusí stát nerozpustnými. Naproti tomu pigmenty zůstávají nerozpustné v celém procesu.

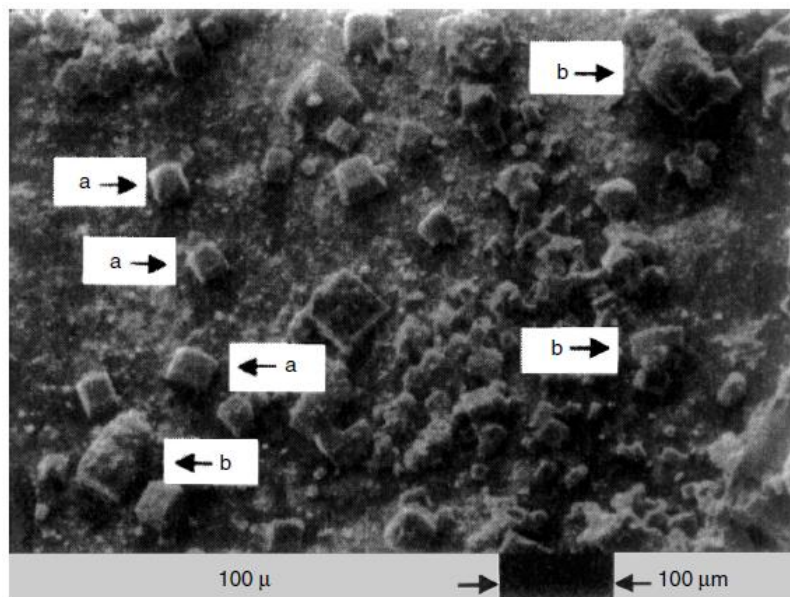
Pigmenty jsou barevné, černé, bílé či fluorescenční organické nebo anorganické částice pevných látek. Obvykle jsou nerozpustné a v podstatě fyzikálně a chemicky neovlivnitelné médiiem, ve kterém jsou naneseny. Pigmenty mění vzhled pohlcením nebo rozptylem světla. Během procesu zbarvení pigmenty získávají krystalovou nebo částicovou strukturu. Organické pigmenty jsou velmi barevné, inertní syntetické sloučeniny, které jsou obvykle jasnější, čistší a bohatší barvy než anorganické pigmenty. Obecně jsou však méně odolné vůči slunečnímu záření, chemickým látkám (větší sklon ke krvácení v rozpouštědlech) a vyšším teplotám při zpracování a jsou dražší než anorganické pigmenty. (Tracton 2007)

### 3.2.1 Pigmentové částice

Dělení pigmentových částic:

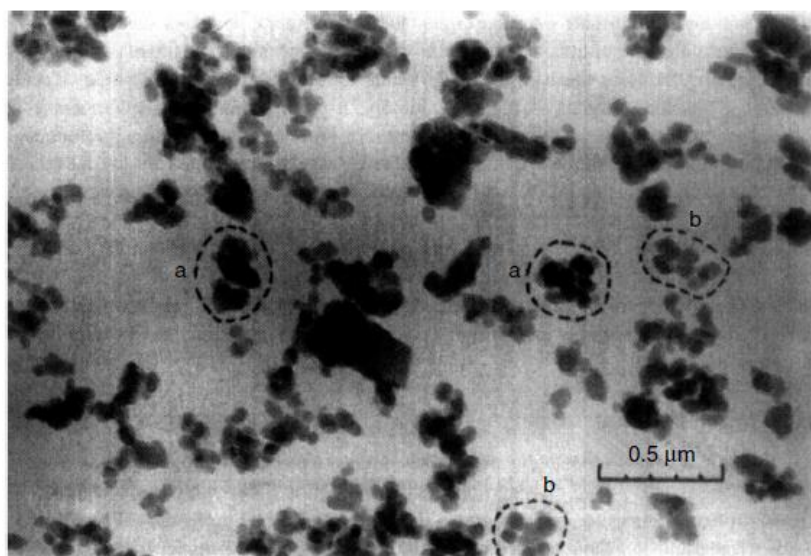
- primární částice
- agregáty
- aglomeráty
- vločky

Primární částice jsou jednotlivé krystaly a krystaly spojené tak, jak jsou v průběhu výrobního procesu vytvořeny. Mohou se lišit v závislosti na podmínkách srážení a růstu, které jsou kontrolovány výrobcem pigmentu. (Tracton 2007)



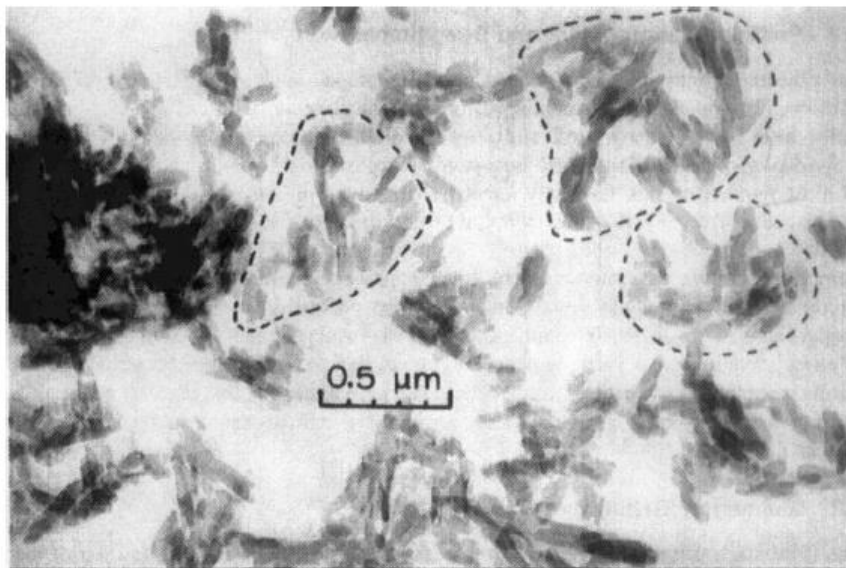
**Obr. 1** Primární částice zachycené elektronovým mikroskopem: jednotlivé krystaly (a) a krystaly spojené (b) (Tracton 2007)

Agregáty jsou soubory primárních částic, které jsou k sobě připojeny na jejich povrchu nebo v krystalové mřížce a vykazují pevnou strukturu. Aglomeráty se skládají z primárních částic a agregátů spojených v rozích a u volnějších typů na hranách. Jsou vytvořeny během výrobního procesu v průběhu zrání sraženin. (Tracton 2007)



**Obr. 2** Agregáty (a) a aglomeráty (b) pigmentových částic zachycené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007)

Vločky se skládají z primárních částic, agregátů a aglomerátů obecně uspořádaných do poměrně otevřených struktur. Vločky mohou být snadno odděleny stříhem, ale opět se vytvoří, pokud se tyto stříhové síly odstraní a disperze se ponechá v klidu. (Tracton 2007)



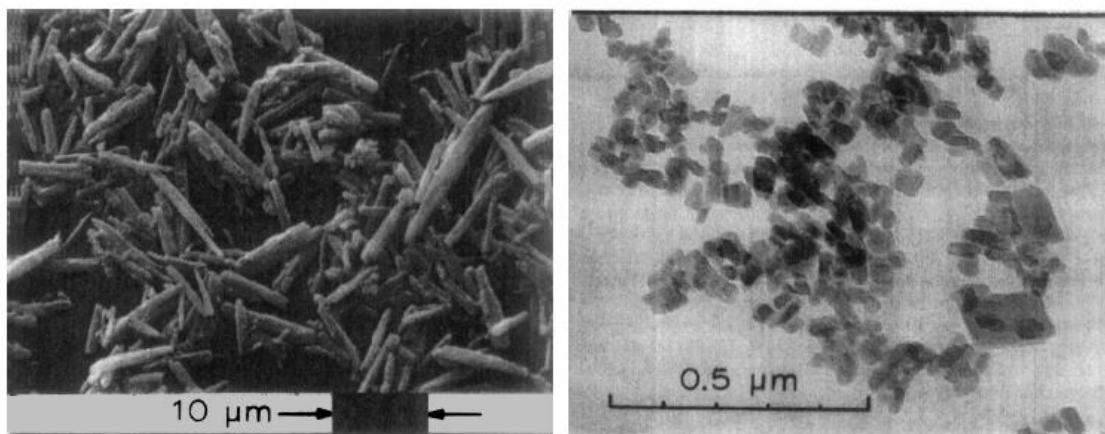
Obr. 3 Vločky pigmentových částic zachycené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007)

### 3.2.2 Proces disperze

Pro pigmentované systémy má velký technologický význam disperze pigmentů v tekutém médiu. Obvykle je médiem kapalina nebo pevný polymerní materiál, který je deformovatelný při vysokých teplotách během zpracování. Primární účel disperze je oddělení pigmentových agregátů a aglomerátů za účelem získání optimální velikosti částic (nejlépe jednotlivých částic) a distribuce těchto částic rovnoměrně po celém médiu. Proces disperze musí být proveden efektivně a v co nejkratší možné době. Teoretické aspekty pigmentové disperze platí pro organické i anorganické pigmenty. (Lewis 1988)

Obecně platí, že barevné vlastnosti všech pigmentových systémů, jako je pevnost, průhlednost, lesk, reologie a světlostálost, jsou ovlivněny ve větší nebo menší míře velikostí a distribucí částic pigmentů v disperzi. Pro dosažení optimálních optických vlastností pigmentů v kombinaci s nízkou cenou je nutné získat co nejvíce primárních částic. Barevná síla pigmentu závisí na exponované ploše. Čím menší je velikost částic, tím větší je plocha povrchu a tedy větší barevná síla. Kromě toho je pigment nejdražší složkou jakéhokoliv pigmentového systému, proto je žádoucí získání optimálního výkonu

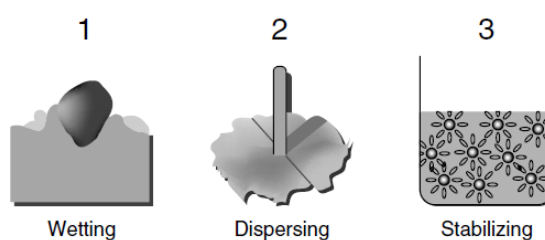
s nejmenším možným množstvím pigmentu. V ideálním případě se dobrá pigmentová disperze skládá hlavně z primárních částic, pouze s minimem volných agregátů a aglomerátů. V praxi je redukce na primární velikost částic do značné míry dána povahou pigmentů (dispergovatelností). (Lewis 1988)



**Obr. 4** Rozdíly ve velikosti částic pigmentů zobrazené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007)

Proces disperze skládá ze tří samostatných fází:

- smáčení
- oddělení (dispergace, rozptýlení)
- stabilizace

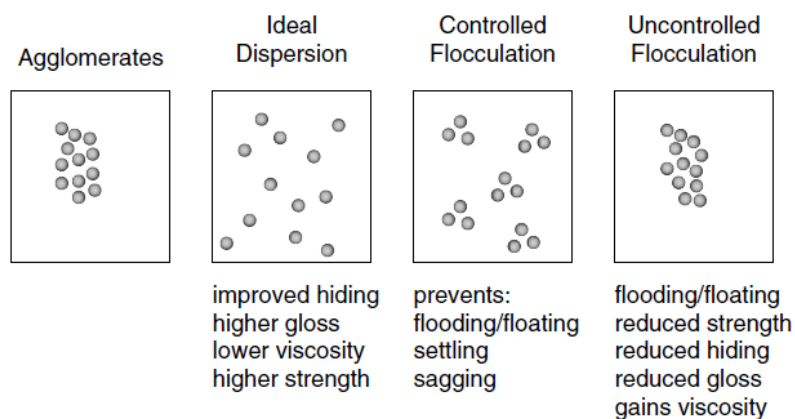


**Obr. 5** Fáze procesu disperze (Satas a Tracton 2001)

Etapa smáčení zahrnuje odstranění adsorbovaných molekul plynu, kapalin a jiných materiálů z povrchu pigmentových částic a jejich nahrazení molekulami nosiče. Po počáteční fázi smáčení je nezbytné pigmentové částice oddělit (deagregovat a deaglomerovat). To se běžně provádí mechanickým působením v zařízeních (např. kulový mlýn). Třetí fáze má na proces disperze velký význam. Jde o stabilizaci



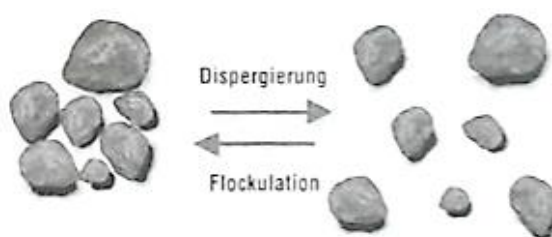
disperze pigmentů. Tím je zajištěno smáčení a oddělení částic a také homogenní distribuce částic v médiu. Pokud by nebyla disperze stabilizována, mohlo by dojít ke shlukování pigmentů (vločkování). V případě, že není disperze pigmentů stabilizována působením molekul pryskyřice v médiu, mohou být použity povrchově aktivní látky nebo polymerní dispergační činidla. Přísady je možné aplikovat přímo v průběhu výroby pigmentů nebo mohou být součástí média. (Satas a Tracton 2001)



Obr. 6 Možné stavy disperze (Satas a Tracton 2001)

### 3.2.3 Mechanismy stabilizace disperze

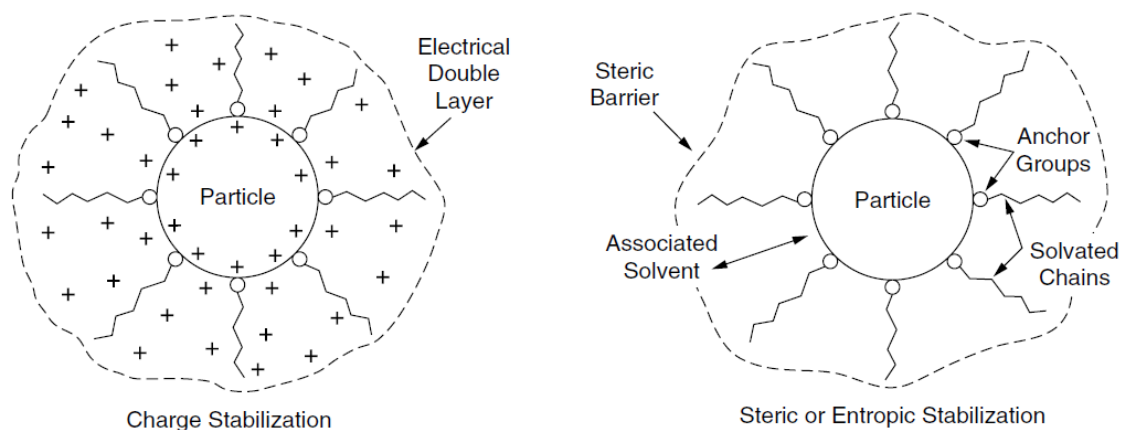
V pigmentované nátěrové hmotě působí mezi pigmentovanými částicemi přitažlivé síly příbuzné Van der Waalsovým přitažlivým silám působícím mezi molekulami v plynech. S rostoucí vzdáleností částic pigmentů v kapalné nátěrové hmotě se přitažlivé síly prudce snižují, i když méně výrazně než mezi molekulami plynu. I při dokonalém rozptýlení pigmentovaných částic při dispergaci by došlo poměrně rychle k flokulaci pigmentu a k nerovnoměrnému rozdělení pigmentovaných částic kdyby neexistovaly opačné síly – síly odpuzivé. Flokulace pigmentovaných částic vede ke znehodnocení vlastností pigmentů v nátěrové hmotě a následně i v zaschlém nátěru. (Kalendová 2003)



Obr. 7 Schematické znázornění dispergace a flokulace pigmentovaných částic (Kalendová 2004)

Intenzivní silové působení na pigmentové částice a jejich intenzivní vzájemný pohyb v průběhu jednotlivých částí dispergačního procesu dává předpoklady pro stabilizaci systému vytvořením odpuzivých sil v disperzi. Odpuzivé síly působí proti přitažlivým silám a jsou v podstatě dvojího druhu - elektrostatické odpuzivé síly a stéricky působící odpuzivé síly. (Kalendová 2003)

Jestliže se stabilizací zabrání přiblížení částic k sobě tak, aby přitažlivá energie mezi částicemi byla na úrovni střední kinetické energie molekul ideálního plynu, resp. Brownova pohybu, je systém stabilní. Je-li přitažlivá energie větší než čtyřnásobek energie Brownova pohybu, pak nastává flokulace. Elektrostatické odpuzivé síly jsou založeny na odpuzování stejně nabitých částic a mohou se tedy uplatňovat především v polárních prostředích, kde jsou podmínky pro vznik elektrostatického náboje na částicích pigmentu. Stéricky působící odpuzivé síly stabilizují systém tím, že zabraňují těsnému přiblížení částic a vzniku přitažlivých sil mezi jednotlivými částicemi. (Kalendová 2003)



**Obr. 8 Mechanismus stabilizace disperze – elektrostatické a stérické odpuzivé síly (Tracton 2007)**

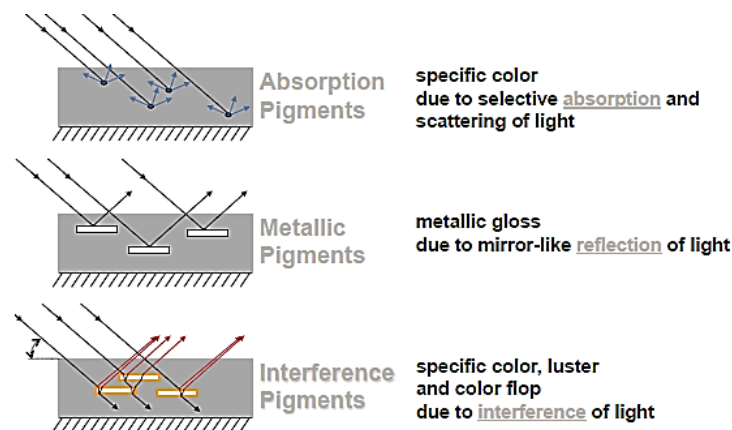
Není pochyb o tom, že je potřebné a účinné pigmentové systémy rozptýlit a stabilizovat. Takovéto disperze přináší optimální barevné vlastnosti pigmentu (barva, lesk, průhlednost, reologie). V dnešní době je trendem výroba snadno dispergovatelných pigmentů. Výrobci pigmentů zlepšují dispergovatelnost použitím povrchově aktivních látek, polymerních dispergátorů a pigmentových derivátů. Konečným důsledkem je dosažení úplné disperze snadno a rychle.

### 3.3 Lesk pigmentovaných nátěrových filmů

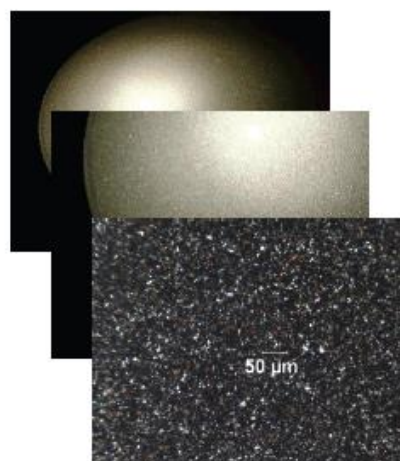
Lesk pigmentovaných nátěrových filmů je důležitou vlastností nátěrových hmot. Je závislý na jakosti (nerovnostech) povrchu nátěru a jeho optických vlastnostech. Lesk nátěru je ovlivňován objemovým složením sušiny nátěrové hmoty, vlastnostmi pigmentů a plniv i podkladem. Lesk pigmentovaného nátěrového filmu se projevuje tím, že jeho povrch je schopen odrážet světlo v určitém směru.

#### 3.3.1 Efektní pigmenty

Moderní nátěrové hmoty obsahují speciální pigmenty, které se vyznačují unikátními vizuálními efekty, které nejsou u klasických nátěrových hmot pozorovatelné. Projevují se změnou barevnosti, odstínu a lesku nátěrové hmoty. Tyto efekty jsou závislé na umístění osvětlení a pozorovatele s ohledem na povrch a geometrii, která vychází z dráhy světla. (Cramer 2016)

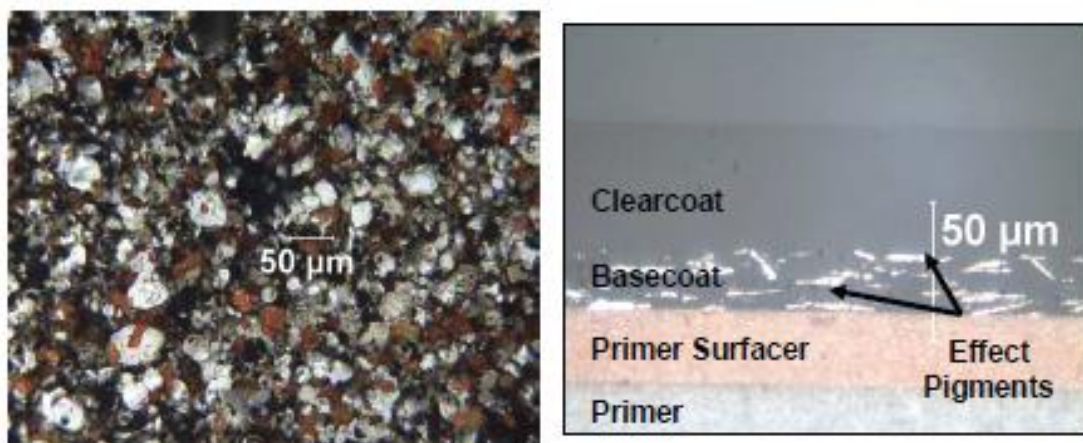


Obr. 9 Typy pigmentů a jejich interakce se světlem (Alspach a Rodrigues 2011)



Obr. 10 Projev efektních pigmentů – změna barevnosti, odstínu a lesku (Alspach a Rodrigues 2011)

Efektní barvy obsahují kovové nebo perleťové šupinky pigmentů, které jsou nazývány efektní pigmenty. Tyto velké a ploché pigmenty mají tendenci se orientovat rovnoběžně s povrchem nátěru. Orientované efektní pigmenty vytvářejí barevnou změnu vzhledu povrchu. (Alspach a Rodrigues 2011)



Obr. 11 Vzhled a umístění efektních pigmentů (Alspach a Rodrigues 2011)

### 3.3.2 Změna barvy v závislosti na úhlu pozorování

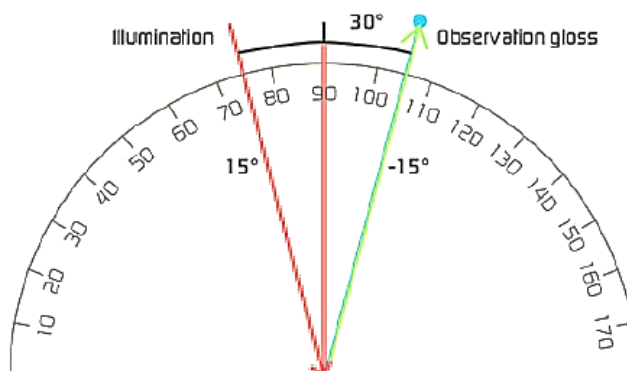
Smícháním barevných pigmentů s interferenčními a hliníkovými pigmenty vznikají nové oslňující nátěrové hmoty. Interferenční pigmenty vytvářejí barevné efekty, které jsou závislé na úhlu pozorování. Hliníkové pigmenty zase poskytují efekty kovové.

Měření barevnosti nátěrových hmot, které obsahují interferenční pigmenty a jejich vliv na změnu barevnosti, odstínu a lesku se provádí standardní zkušební metodou ASTM E2539, která využívá měření několika úhlů v rovině tvořené výše rozebranými parametry.

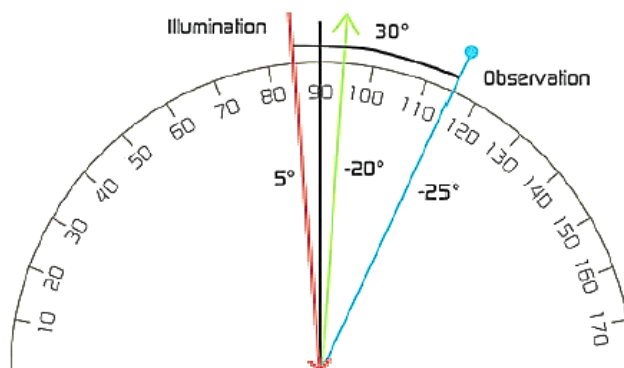
Světlo dopadá na každý bod pod kvantifikovatelným úhlem dopadu vzhledem k úhlu „normálnímu“ (kolmo k povrchu v místě dopadu) a odráží se pod stejným úhlem. Tento úhel spolu s osvětlením, normálním úhlem a leskem (úhel odrazu) leží ve stejné rovině. V rámci této roviny jsou pozice zdroje světla a pozorovatele definovány jako rozdíl mezi úhlem dopadu a normálním úhlem. Např. osvětlení  $15^\circ$  znamená, že zdroj světla osvětluje povrch pod úhlem  $15^\circ$  vzhledem k normálnímu úhlu. (Cramer 2016)

Lesk (úhel odrazu) odpovídá úhlu osvětlení (úhel dopadu), zatímco úhel nezrcadlový je úhel mezi odraženým světlem a pozorovatelem. Jestliže je lesk pozorován,

jak je znázorněno na Obr. 12 (str. 21) - pozorovatel je ve stejném úhlu jako zdroj světla - je nezrcadlový úhel mezi leskem a pozorovatelem  $0^\circ$ . Nicméně v případě, že se oko pozorovatele odchýlí od směru lesku, tak nezrcadlový úhel začíná růst. V příkladu na Obr. 13 (str. 21) je plocha s povrchem nakloněna o  $5^\circ$  od normálního úhlu. V důsledku naklonění se lesk změnil na  $20^\circ$  vzhledem k pozorovateli. (Cramer 2016)

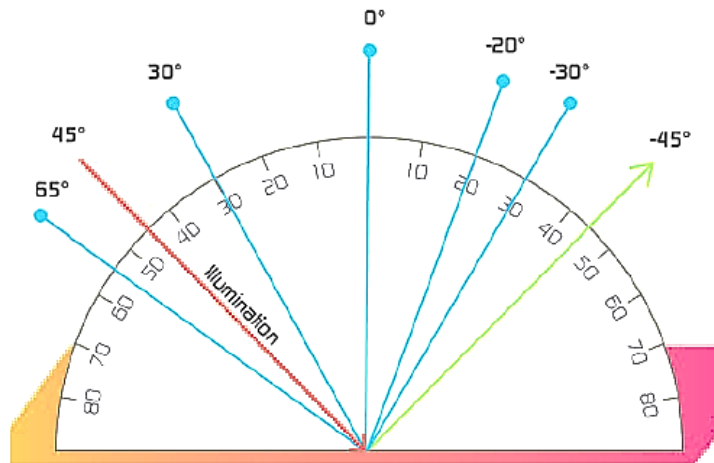


**Obr. 12 Stejný úhel zdroje světla a pozorovatele (Cramer 2016)**



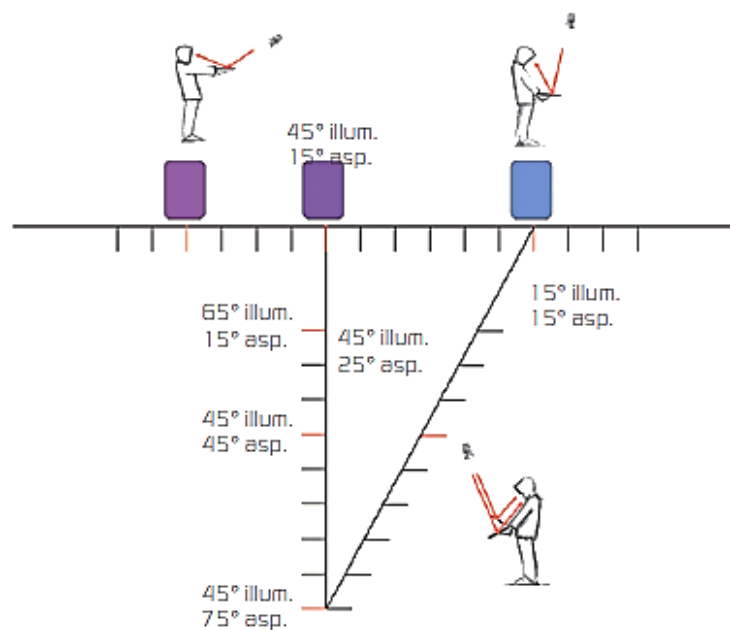
**Obr. 13 Změny jednotlivých úhlů v případě naklonění plochy s povrchem (Cramer 2016)**

Z formálních důvodů jsou nezrcadlové úhly uvedeny se záporným znaménkem. To znamená, že nezrcadlovému úhlu  $-15^\circ$  odpovídá úhel pozorování  $-60^\circ$  při osvětlení pod úhlem  $45^\circ$ . Rozlišení mezi pozicemi může být také předponami „cis“ a „trans“. „Cis“ úhly jsou umístěny na straně osvětlení, zatímco „trans“ úhly jsou na straně lesku. Výrobci měřících přístrojů se standardně odkazují k těmto nezrcadlovým úhlům:  $-15^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $75^\circ$  a  $110^\circ$ . Tyto nezrcadlové úhly odpovídají absolutním úhlům pozorování:  $-50^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $-20^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $30^\circ$  a  $65^\circ$  viz Obr. 14 (str. 22). (Cramer 2016)



**Obr. 14** Moderní přenosné měřicí přístroje svítí pod úhlem  $45^\circ$  a měří nezrcadlové úhly  $-15^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $75^\circ$  a  $110^\circ$  (Cramer 2016)

Výsledky měření pod úhlem  $45^\circ$  jako  $-15^\circ$  jsou podobné výsledkům měření pod úhlem  $65^\circ$  jako  $15^\circ$ . V případě, že je spojitost mezi geometriemi  $45^\circ$  jako  $15^\circ$  a  $45^\circ$  jako  $-15^\circ$ , tak nátěr neobsahuje barevné interferenční pigmenty. Jsou-li v nátěru interferenční pigmenty, je křivka orientována proti směru hodinových ručiček. U nátěrů s hliníkovými pigmenty tyto poznatky neplatí, spojení mezi naměřenými hodnotami pod úhly  $45^\circ$  jako  $25^\circ$ ,  $45^\circ$  jako  $15^\circ$  a  $45^\circ$  jako  $-15^\circ$  je téměř konstantní. (Cramer 2016)



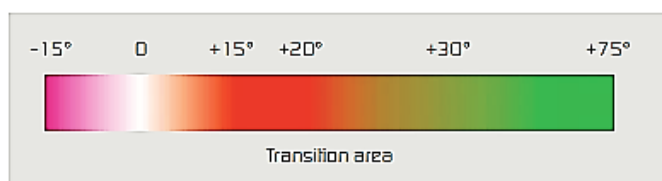
**Obr. 15** Barevné interferenční pigmenty vykazují významné barevné změny v závislosti na úhlu osvětlení a nezrcadlovém úhlu (Cramer 2016)

### 3.3.3 Interferenční pigmenty

Existují různé typy interferenčních pigmentů, které mohou být rozlišeny podle toho, jak byly vyrobeny. Barevné pigmenty částečně absorbují dopadající světlo a zčásti jej rozptýlí do všech směrů. Interferenční pigmenty navíc dodatečně částečně světlo přenášejí.

V případě transparentních interferenčních pigmentů je možné rozpoznat intenzitu odrazu barvy a přenos barvy, které se navzájem doplňují. Transparentní interferenční pigmenty se skládají z částice substrátu (např. oxid hlinitý, oxid křemičitý) pokryté vrstvou oxidu kovu. Když světlo dopadá na povrch, část tohoto světla je odražena, zatímco druhá část se pohybuje přes vrstvu oxidu kovu, až dorazí k substrátu, kde je opět část odražena. Tato část světla opustí částici pigmentu souběžně s první složkou světla. Obě světelné vlny se pak vzájemně narušují konstruktivně nebo destruktivně v závislosti na rozdílu délky dráhy průchodu vrstvou oxidu kovu. Stupeň konstruktivního nebo destruktivního ovlivnění se liší ve vlnové délce světla. Tloušťky vrstvy oxidu kovu mohou být upraveny tak, aby určité vlnové délky přerušily. Světlo určité vlnové délky se tedy odráží v závislosti na tloušťce vrstvy, indexu lomu a úhlu dopadajícího světla. (Cramer 2016)

Paprsky světla, které projdou skrz průhledné transparentní interferenční pigmenty, prodělávají podobnou situaci na opačné straně pigmentu a také se vzájemně narušují. Vzhledem k tomu, že paprsky světla se pohybují od opticky hustšího k opticky řidšímu médiu, není zde fázový posun. Z tohoto důvodu barva přenosu doplňuje barvu odrazu. Pokud se z interferenčního pigmentu odráží modrá, pak přenosová barva je žlutá. To lze pozorovat, pokud se použije bílý podklad nebo pigment v transparentním filmu. Barva vnímaná na povrchu se jeví jako modrá, zatímco přenosová barva je žlutá. Na Obr. 16 (str. 23) je znázorněno, jak může být úhel pohledu rozdílný v závislosti na odrazu a přenosu barvy. (Cramer 2016)



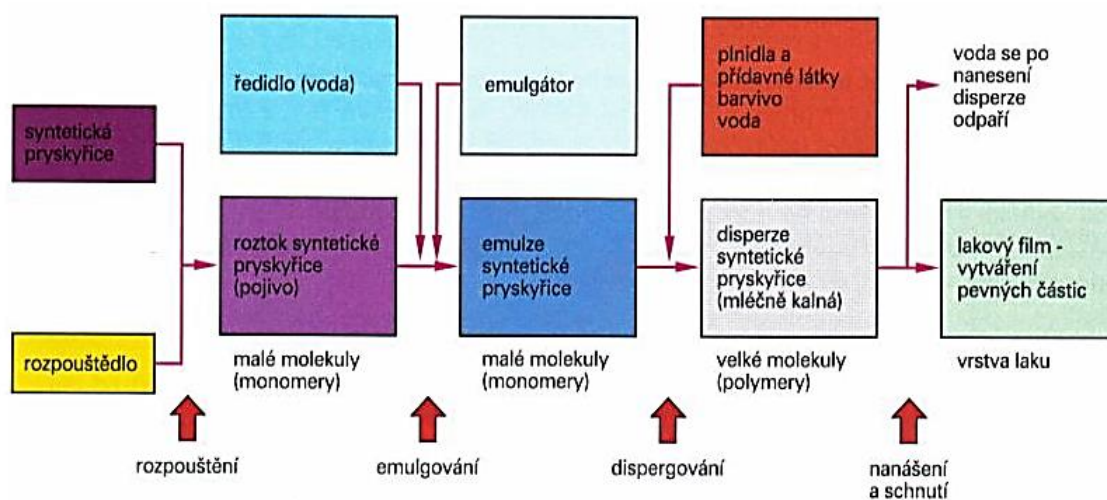
**Obr. 16** Transparentní interferenční pigmenty mění svou barvu v důsledku nezrcadlového úhlu (Cramer 2016)



### 3.4 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou definovány jako nátěrové hmoty, které obsahují značné množství vody v těkavých látkách. Na první pohled se tato definice nezdá být mimořádně komplexní nebo přesná, nicméně je založena na velmi praktických úvahách, protože vlastnosti nátěrové hmoty jsou především určeny povahou rozpouštědla. V případě vodou ředitelných nátěrových hmot jsou využívány jedinečné vlastnosti vody. (Wilson et al. 1990)

Pojivo těchto nátěrových hmot je ze syntetických pryskyřic (např. polyuretanové, polyesterové, alkydové a akrylátové pryskyřice), jejichž molekuly obsahují hydrofilní skupiny. Tyto modifikované pryskyřice jsou rozpustné ve vodě a v organických rozpouštědlech. Hydrofilní pryskyřice se kvůli velikosti pevných částic od 10  $\mu\text{m}$  do 20  $\mu\text{m}$  zpracovávají jako vodní disperze. Obsah pevných částic u transparentních nátěrových hmot je většinou 30–35 %, u pigmentových nátěrových hmot se obsah pevných částic pohybuje od 50 % výše. Podíl organických rozpouštědel a ředidel je u vodou ředitelných nátěrových hmot do 20 %. (Nutsch et al. 2006)



Obr. 17 Disperze syntetické pryskyřice (Nutsch et al. 2006)

Široká oblast pojiv na bázi rozpouštědlových nátěrových hmot je již aplikovaná také na bázi vodou ředitelných disperzí, kde organické rozpouštědlo nahrazuje voda s malým obsahem organických koalescentů. (Tesařová 2010)



Vodou ředitelné nátěrové hmoty se v zásadě nanášejí stejně jako ostatní nátěrové hmoty, zejména stříkáním, navalováním a natíráním. Při zasychání je třeba počítat s delší dobou schnutí vzhledem k pomalému odpařování vody. Doba schnutí je závislá na vlhkosti a teplotě vzduchu a na pohybu vzduchu v lakovně a v sušárně. S rostoucí tloušťkou nátěrového filmu je doba schnutí delší. Po základním nátěru způsobí voda zdrsnění povrchu, které se odstraní přebroušením. (Nutsch et al. 2006)

Všechny přístroje a jejich části, které jsou v kontaktu s vodou ředitelnými nátěrovými hmotami, musí být odolné proti korozi (musí být z ušlechtilé oceli nebo poniklovány). (Nutsch et al. 2006)

#### **Jsou rozeznávány tyto vodou ředitelné nátěrové hmoty:**

- jedno komponentní disperzní
- jedno komponentní na bázi hydrofilních polymerů rozpuštěných ve vodě
- jedno komponentní na bázi směsi hydrofilních polymerů rozpuštěných ve vodě a vodou ředitelných disperzí
- dvou komponentní polyuretanové disperzní
- jedno komponentní a dvou komponentní UV zářením vytvrzované disperzní (Tesařová 2010)

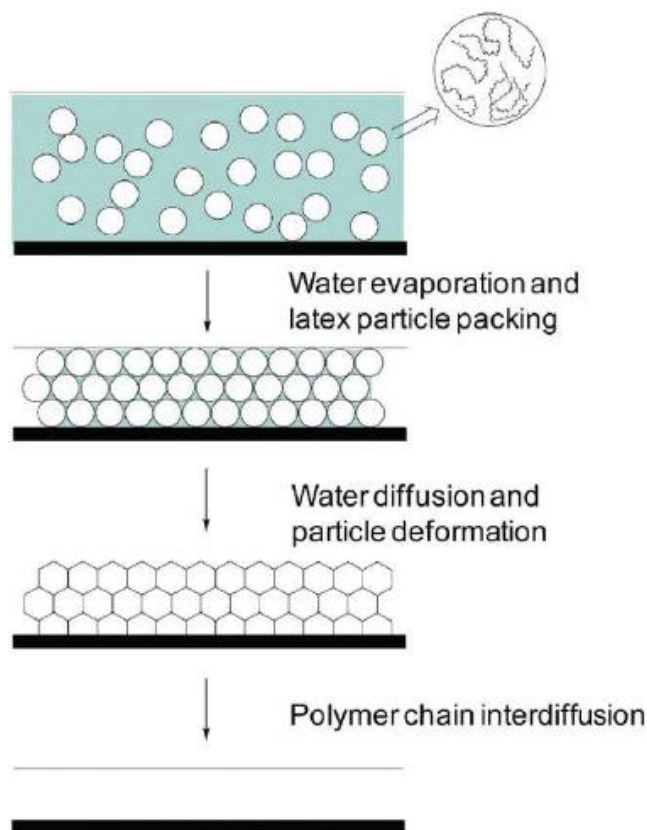
#### **Způsoby tvorby filmu vodou ředitelných nátěrových hmot:**

- fyzikálně zasychající jednosložkové nátěrové hmoty (disperze čistého akrylátu nebo akrylátu a PUR) – po odpaření vody vytvoří disperze pojiva film
- fyzikálně-chemicky zasychající, popř. tvrdnoucí bez přidání tvrdidla (např. UV nátěrové hmoty nebo nenasycené akrylové pryskyřice) – po odpaření vody dojde k zesítní ozářením UV paprsky, dochází k vytvrzení nátěrové hmoty; samosítňující nátěrové hmoty
- fyzikálně-chemicky zasychající, popř. tvrdnoucí s přidáním tvrdidla (např. dvousložkové nátěrové hmoty, disperze PUR a akrylátu) – k vytvoření dochází po odpaření vody reakcí s tvrdidlem (Nutsch et al. 2006)

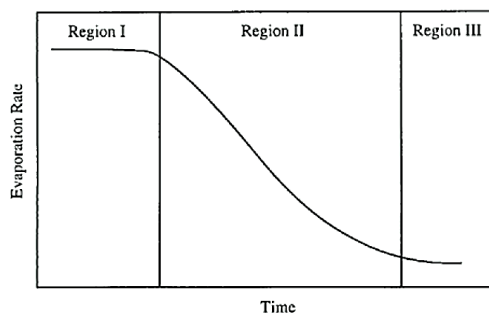
### 3.4.1 Tvorba filmu disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot

Polymery tvoří filmy prostřednictvím jedinečného procesu, ve kterém se koloidní částice navzájem přibližují a následně se při odpařování vody deformují. Po překročení určité mezní vzdálenosti nastává spontánní flokulace (částice se spojují v polymerní řetězce) a vzniká souvislý film. Tento vícestupňový proces je velmi odlišný od tvorby filmu rozpouštědlových hmot, které jsou úplně rozpuštěny v rozpouštědle a zesílují po jeho odpaření. (Procopio 2013)

U vodou ředitelných nátěrových hmot závisí rozptýlení polymerních řetězců na několika faktorech zahrnujících molekulární hmotnost polymerů, teplotu skelného přechodu ( $T_g$ ) a přítomnost koalescentů, které zvyšují pohyblivost polymerního řetězce. Pokud je teplota sušení pod minimální filmotvornou teplotou (MFT) film se nevytvoří. MFT nátěrových hmot úzce souvisí s  $T_g$  polymerů a může být snižována použitím koalescentů. (Procopio 2013)



Obr. 18 Tvorba filmu disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot (Procopio 2013)



Obr. 19 Teoretická rychlost odpařování vody v závislosti na čase (Lofflath a Gebhard 1997)

### 3.4.2 Složení disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot

- disperze – určuje významnou měrou vlastnosti nátěrové hmoty, použitý polymer je rozhodující pro vlastnosti nátěru
- pigmenty a plniva – v podstatě se uplatňují stejně jako u rozpouštědlových nátěrových hmot
- dispergační činidlo – jsou to nejčastěji různé fosforečnany nebo soli polyakrylové kyseliny; umožňují smočení pigmentů a plniv při přípravě pigmentové pasty, napomáhají smáčení natíraných povrchů
- odpěňovací prostředek – brání vzniku vzduchových bublin a rozrušuje vzniklé bubliny při přípravě a přečerpávání nátěrové hmoty, dále při homogenizaci a nanášení nátěrových hmot
- zahušťka – nejčastěji makromolekulární látka upravující vhodným způsobem reologické chování (viskozitu) nátěrových hmot, zpomaluje usazování pigmentů a plniv, zlepšuje roztíratelnost
- koalescent – organická kapalina snižující minimální filmotvornou teplotu (MFT) tím, že dočasně změkčí tvrdý polymer
- ochranný biocidní prostředek – chrání nátěrovou hmotu a nátěr před napadením plísněmi
- aditiva – např. regulátor pH (čpavek), změkčovadlo, prostředek pro zvýšení odolnosti proti mrazu, látky zlepšující vzhled a kvalitu povrchu atd. (Kalendová 2004)

### 3.5 Vodou ředitelné disperzní nátěrové hmoty na bázi akrylátových pryskyřic a jejich kopolymerů

Akrylátové pryskyřice představují jednu z polymerních technologií používaných nejen pro dokončování povrchu na bázi dřeva. Akrylové polymery mohou být přizpůsobeny tak, aby vyhovovaly nejrůznějším potřebám, protože pro jejich výrobu je k dispozici mnoho akrylových monomerů.

#### 3.5.1 Akrylové monomery

Akrylové polymery se změnou složení monomerů a podmínek zpracování mohou lišit v tvrdosti, chemické odolnosti, adhezi, pružnosti apod. Akrylové monomery používané k výrobě polymerů zahrnují kyseliny a estery akrylové a methakrylové kyseliny, které lze kopolymerovat navzájem. Pro zlepšení stability jednotlivých částic nebo pro zesílení jsou rovněž zahrnuty různé funkční monomery. (Hoy 1996)

Tab. 4 Monomery používané k výrobě polymerů a jejich teplota skelného přechodu (Hoy 1996)

R'	Acrylates (R'=H)		Methacrylates (R'=Me)	
	Name	T <sub>g</sub> (°C)	Name	T <sub>g</sub> (°C)
H	acrylic acid	110	methacrylic acid	155
Me	methyl acrylate	8	methyl methacrylate	105
Et	ethyl acrylate	-22	ethyl methacrylate	65
n-Bu	butyl acrylate	-54	butyl methacrylate	20
i-Bu	isobutyl acrylate	-53	isobutyl methacrylate	48
2-ethylhexyl	2-ethylhexyl acrylate	-65		

Směsi monomerů jsou vybírány dle vlastností, které dodávají polymeru. Např. adheze je zvýšena použitím monomerů s nízkou teplotou skelného přechodu, které představují butyl akrylát nebo 2-ethylhexyl akrylát. Koheze je naopak obvykle zajišťována tvrdšími akrylovými monomery (methyl methakrylát a methyl akrylát). Významným faktorem je rovněž molekulová hmotnost. Oba tyto faktory musí být v chemii polymerů zahrnuty a vyváženy. (Günduz 2015)

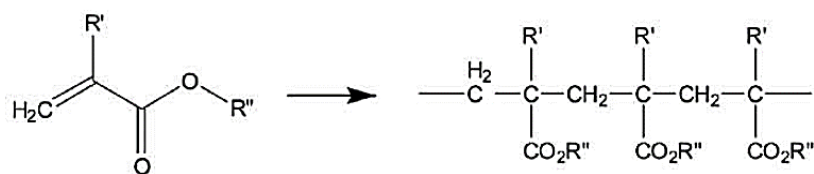
#### 3.5.2 Emulzní polymerace

Akrylové polymery se připravují procesem zvaným emulzní polymerace. Médium pro emulzní polymeraci je voda. Akrylové monomery mají obvykle nízkou rozpustnost ve vodě, ale mohou být emulgovány do monomerních kapiček pomocí povrchově

aktivních látek. Přebytek povrchově aktivní látky tvoří micely, ve kterých je proces iniciován volnými radikály ve vodě rozpustných iniciátorů. Vzhledem k tomu, že mají akrylové monomery malou, ale konečnou rozpustnost ve vodě, mohou být přepravovány z monomerních kapiček prostřednictvím vodné fáze do micel, kde se stávají součástí řetězce. (Lovell a El-Aasser 1997)

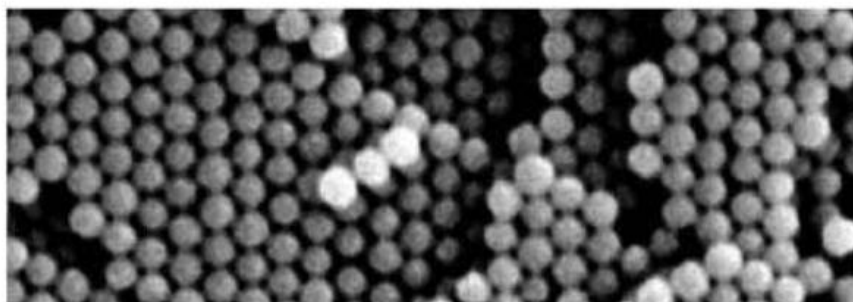
Povrchově aktivní látky se dělí do tří skupin: aniontové, neiontové a kationtové. Aniontové látky, nejběžnější typ, ionizují ve vodě a zanechávají negativní náboj na emulzi. Neiontové neionizují, ale stabilizují se kombinací hydrofobních a hydrofilních částic molekuly. Kationtové, které se běžně nepoužívají, ionizují a odevzdávají částici kladný náboj. (Tracton 2007)

Radikálová polymerace je reakce nenasycených uhlíkových vazeb akrylových monomerů, čímž se získá lineární polymerní řetězec. Jak polymerní řetězce rostou, koloidní částice se formují a jsou konečným produktem procesu emulzní polymerace. (Lovell a El-Aasser 1997)



**Obr. 20** Polymerace akrylových monomerů na lineární polymerní řetězce (Lovell a El-Aasser 1997)

Výsledný akrylový polymer je stabilní disperze pevných částic polymeru ve vodě. Na Obr. 21 (str. 29) jsou zachyceny akrylové částice, které jsou obvykle kulovité a jsou v těsné blízkosti. Každá částice obsahuje mnoho polymerních řetězců o vysoké molekulové hmotnosti (od 500 000 do 1 000 000). (Procopio 2013)



**Obr. 21** Akrylové částice zachycené elektronovým mikroskopem (Procopio 2013)

### **Hlavní druhy nátěrových hmot, které využívají akrylové technologie:**

- jedno komponentní disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty
- dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty (na bázi akrylových polyolů)

#### **3.5.3 Jedno komponentní disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty**

Jednosložkové nátěrové hmoty jsou založeny na termoplastických akrylových polymerech. Jejich výhodou je snadné použití a počáteční vysoká molekulová hmotnost. Jsou k dispozici také v samosíťovací verzi, kdy dochází k lehkému zesílení po vytvoření filmu a tím zlepšení chemické odolnosti a trvanlivosti lesku. (Procopio 2013)

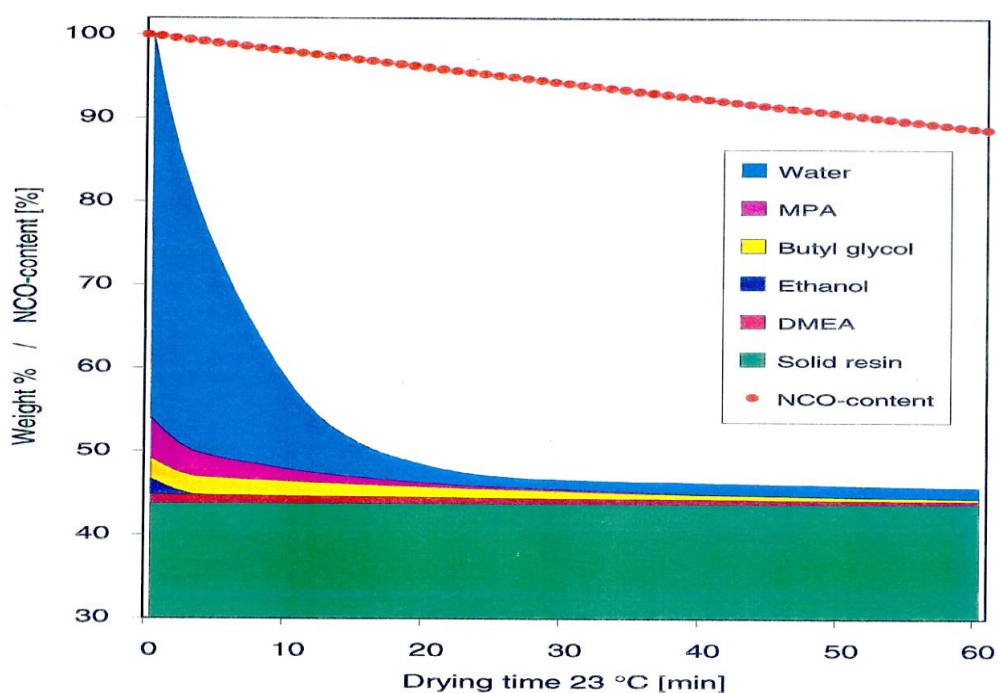
#### **3.5.4 Dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty**

Polyuretanové vodou ředitelné disperzní nátěrové hmoty lze připravit vmícháním polyizokyanátů do polyolové disperze, která po aplikaci vytvoří nátěrový film. Polyizokyanáty reagují polyadiční reakcí s polyoly, současně probíhá i vedlejší polyreakce polyizokyanátů s vodou za vzniku aminů a oxidu uhličitého. Princip vodných disperzí polyolových pojiv (polyesterových, polyakrylátových, polykarbonátových, polyesterových, polyuretanových emulzí, disperzí nebo roztoků) spočívá v tom, že jsou částičky polymeru rozptýleny ve vodě. Pomocí vhodného emulgačního (stabilizačního) mechanismu je částičkám polyolů zabráněno ve shlukování (agregaci). Polyolové disperze se připravují emulzní polymerací. Fyzikálně-mechanické i chemické odolnosti nátěrových filmů polyuretanových vodou ředitelných disperzí významně závisí na polymerní bázi polyolů, z které mohou být podle požadavků kladených na povrchovou úpravu připraveny. (Tesařová 2010)

Pro disperzní formu vodou ředitelných polyuretanů na bázi vícemocných polyalkoholů jsou vhodné primární a sekundární polyakrylátové disperze s polyuretanovými disperzemi modifikovanými mastnými kyselinami. Tyto disperze jsou speciálně navrhovány s ohledem na reakci s polyizokyanáty. Obvykle se jedná o kombinaci dvou druhů disperzí, a to disperze s průměrnou molekulovou hmotností vyšší než 500 000 s obsahem 2,4 % hydroxylových skupin, teplotou skelného přechodu 312 K a disperze s průměrnou molekulovou hmotností nižší než 25 000 s obsahem 3,5 % hydroxylových skupin a s teplotou skelného přechodu 300 K, tzv. typy disperzí core-shell. (Tesařová 2010)

Core-shell disperze se připravují dvoustupňovou semikontinuální emulzní polymerací, což je proces při kterém vznikají heterogenní částice obsahující oblasti o rozdílném složení a vlastnostech. V tomto případě je v první fázi připraven polymer o daném složení a následně je v jeho přítomnosti připraven druhý polymer odlišného složení. O tom, která část bude na povrchu, a tudíž bude tvořit slupku částice (shell) a která bude v centru částice a bude tvořit jádro (core), rozhoduje mnoho parametrů, jako například polarita jednotlivých fází, kinetika a termodynamika polymerace, mezifázové napětí atd. (Kalendová 2004)

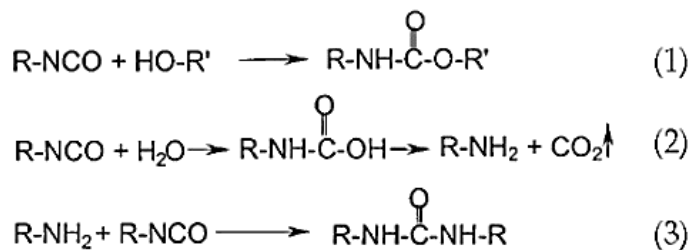
Dvousložkové akrylové vodou ředitelné hmoty mohou nabídnout ve srovnání s jedno komponentními disperzními vodou ředitelnými nátěrovými hmotami ještě něco navíc. Zesítním akrylového polyolu a s vodou dispergovatelným polyizokyanátem se získá dvousložková vodou ředitelná polyuretanová hmota s vynikajícím leskem a barevnou stálostí. Tento typ povrchové úpravy, který byl vyvinut v nedávné době, je určen zejména pro dokončování extrémně namáhaných pracovních a čelních ploch kuchyňského a koupelnového nábytku. Navíc ve srovnání s rozpouštědlovými polyuretanovými nátěrovými hmotami splňuje přísné ekologické předpisy. (Procopio 2013)



Obr. 22 Rychlost odpařování jednotlivých složek dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty v závislosti na době vytvrzování při teplotě 23 °C (Renner Italia S.p.a. 2016)

Potenciál dvou složkových vodou ředitelných nátěrových hmot s nízkým obsahem VOC látek vytvrzovaných polyizokyanáty vyvolal velký zájem. Obtíže při formulování těchto nátěrových hmot jsou však značné. Hlavní problém spojený s těmito systémy je vedlejší reakce alifatického polyizokyanátu s vodou, která může vést k tvorbě bublinek, ztrátě lesku a omezené době zpracovatelnosti. (He et al. 2002)

Reakce polyizokyanátu s alkoholem (1) a s vodou (2) (3):



Pro kompenzaci této vedlejší reakce dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty obvykle obsahují velký přebytek polyizokyanátu. Nový přístup, jak kontrolovat vedlejší reakci s vodou nabízí použití katalyzátorů, které selektivně urychlují reakci polyizokyanátu s polyolem a nikoliv polyizokyanátu s vodou. Selektivita různých kovových katalyzátorů katalyzovat preferované reakce byla měřena metodou FTIR. Komplex zirkonia prokázal neobvykle vysokou selektivitu pro reakci polyizokyanátu s polyolem v porovnání se standardně používaným dibutylcín dilaurátem. Tento komplex zirkonia byl hodnocen v několika vodou ředitelných polyuretanových systémech a vykazoval menší tvorbu bublinek, delší dobu zpracovatelnosti a vyšší lesk než klasicky používaný dibutylcín dilaurát při stejné době vytvrzování. (He et al. 2002)

Appearance	Clear Liquid
Nonvolatile, 60 min at 110°C .....	95%
Gardner color .....	2
Viscosity, 25°C, cps .....	100
Specific gravity, 25°C, g/mL .....	0.98
Zr metal, % .....	0.38

Obr. 23 Typické vlastnosti zirconiového katalyzátoru ZrCAT (He et al. 2002)



### 3a. Formulations

Part A	Weight, %
Acrylic emulsion <sup>21</sup> .....	83.3
Dipropylene glycol dimethyl ether .....	1.9
Wetting agent <sup>22</sup> .....	0.1
Leveling agent <sup>22</sup> .....	0.3
Defoamer <sup>22</sup> .....	0.1
Thickener <sup>22</sup> .....	1.0
<b>Part B</b>	
Hydrophilic modified polyisocyanate <sup>23</sup> .....	13.3
Catalysts:	
DBTDL added in polyol side	
ZrCAT added in isocyanate side .....	0.008% metal on TRS
Total .....	100.0

**3b. Film Properties. Substrate: Aluminum Panels; Dry Film Thickness: 1.6 mils;  
Cure Conditions: 70°F, 25% Relative Humidity.**

	No catalyst	ZrCAT	DBTDL
NCO/OH ratio .....	2.0	2.0	2.0
Resin solids content, % .....	48	48	48
Surface-dry, min. ....	20	15	15
Through-dry, min. ....	35	20	20
<u>Gloss vs aged time</u>			
Aging before application .....	30 min	30 min	30 min
Gloss 20°, % .....	75	95	80
Aging before application .....	7 hr	7 hr	7 hr
Gloss 20°, % .....	65	85	68

**Obr. 24 Srovnání klasického a nového katalyzátoru pro dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty (He et al. 2002)**

Při porovnání výhod a nevýhod dvousložkových polyuretanových systémů oproti jednosložkovým jsou pozorovány následující poznatky. Oba dva systémy mají vysokou chemickou odolnost, tvrdost nátěrového filmu, dobrou přilnavost a také nežloutnou. Nevýhodou dvousložkových systémů je však větší složitost použití a poměrně vysoká cena alifatických polyizokyanátů, což znamená ve srovnání s jednosložkovými systémy mnohem vyšší náklady.

	Waterborne Polyurethane	Solvent-borne Polyurethane
Time .....	Crosslinking times <7 days	Crosslinking times >7 days
Solvent Effect .....	Possible formation of urethane, urea, and CO <sub>2</sub>	Formation of urethane
Relative Humidity .....	(NCO) decreases at higher RHs	(NCO) decreases at higher RHs
(RH) Effect .....	(NCO) at F-A and F-S are the same at higher RHs F-S at all RHs	(NCO) at F-A are greater than at F-S at all RHs
Depth of Penetration .....	(NCO) increases from 0.50-1.14 μm for all reaction times	(NCO) decreases from 0.50-1.14 μm for <24 hours reaction time (NCO) are equivalent at all depths after 24 hr reaction time

(NCO): Isocyanate concentration.  
F-A: film-air, F-S: film-substrate.

**Obr. 25 Porovnání chemických reakcí dvou komponentních polyuretanových nátěrových systémů – vodou ředitelných (vlevo) a rozpouštědlových (vpravo) (Dvorchak 1997)**

V případě splnění všech požadavků na kvalitu povrchových úprav nábytku a stavebně-truhlářských výrobků disperzní polyuretanové vodou ředitelné dvousložkové nátěrové hmoty plně nahrazují polyuretanové rozpouštědlové dvousložkové nátěrové hmoty. (Tesařová 2010)

V současné době vodou ředitelné disperzní polyuretanové nátěrové hmoty nové generace jsou vyvíjeny na bázi chemicky modifikovaných síťovadel mezi polyizokyanátovými polymerními řetězci a novými speciálně připravenými disperzemi z vícemocných alkoholů. Takto vytvořený nátěrový film dosahuje vysoké chemické odolnosti výsledných povlaků. (Torma 2007)

### 3.6 Nanášení nátěrových hmot stříkáním

Při výběru vhodného systému stříkání se zohledňují tyto hlediska:

- aplikační systémy
- typ nátěrové hmoty
- tvar výrobku
- ekologie

Typ pistole	Viskozita barvy		Tvorba mlhoviny	Ztráty prostředkem	Tloušťka suché barvy		Plocha výrobku		Tvar výrobku		Pracnost na 1m <sup>2</sup>
	nízká	vysoká			do 100 μm	nad 100 μm	malá	velká	členitý	rovný	
Vzd. konvenční	++	-	++	++	++	-	++	-	+	+	+
Vzd. středotlaká	++	-	++	++	++	-	++	-	+	+	++
Vzd. HVLP	++	++	+	+	++	+	++	-	++	-	++
Vzd. ESTA	++	-	+	-	++	-	+	+	++	+	+
Airless	++	++	-	++	+	++	-	++	-	++	-
Airmix	++	++	-	+	++	++	+	++	+	++	-
ESTA Airmix	++	+	-	-	++	+	+	++	++	+	-

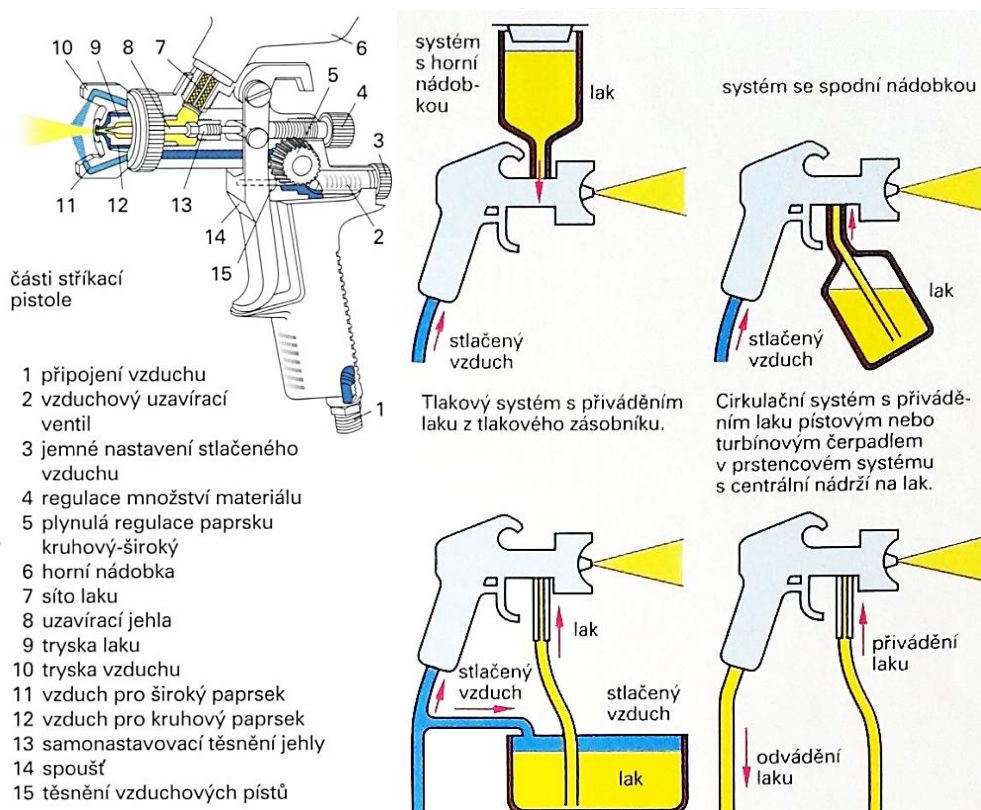
++ velmi dobré, + dobré, ++ za určitých podmínek dobré, - špatné

Obr. 26 Účinnost uplatnění jednotlivých systémů stříkání (Pešek 2015)

Aplikační systémy se dělí podle rozprašování (atomizace) nátěrové hmoty na vzduchové a bezvzduchové (vysokotlaké).

### 3.6.1 Vzduchové systémy

Vzduchové pistole jsou konvenční (tlak pracovního vzduchu je 3–5 bar), nízkotlaké – HVLP (High Volume Low Pressure; 0,3–1,7 bar), popisovací a vzduchové pro nástřik v elektrostatickém poli (vzduchová elektrostatika). U vzduchových pistolí je barva, která je dopravena do trysky buď z nádoby pistole, podávacího čerpadla (pístové či membránové), nebo tlakového zásobníku rozprašována a nanesena vzduchem na stříkaný předmět. Velikosti používaných trysek jsou v rozmezí 0,2–5 mm. (Pešek 2015)



Obr. 27 Části vzduchové stříkací pistole a přivádění stříkaného materiálu (Nutsch et al. 2006)

Největší výhodou vzduchových systémů je velmi jemné rozprašení barvy, nevýhodou je tvorba nekoordinované barvové mlhoviny způsobující velkou prašnost v aplikačním prostoru. Z tohoto důvodu je nezbytné používat kvalitní lakovací box, aby vzniklé prostříky byly odsávány a vzniklý barvový prach nesedal na již nastříkané díly. Vzhledem k velmi jemnému rozprašení má nátěrová hmota tendenci ve vzduchu

zasychat a při dopadu na zasychající díly pak není schopna homogenního spojení s povrchem a dochází k tzv. zaprašování. Převážně u konvenčních pistolí má barvová mlhovina velkou rychlost a dochází k tomu, že vzduch nesoucí velmi drobné částičky barvy narazí na výrobek, odrazí se od něj a odnese s sebou část barvy. (Pešek 2015)

Středotlaké a HVLP pistole mají v tomto směru výhodu díky nižším tlakům. U HVLP se účinnost přenosu nátěrové hmoty zvyšuje ještě tím, že je pro kvalitní aplikaci zapotřebí udržovat menší vzdálenost ústí pistole od stříkaného předmětu. U konvenčních stříkacích pistolí není výjimečná vzdálenost až 40 cm, u středotlakých 20–25 cm a u HVLP se doporučuje 10–15 cm. (Pešek 2015)

### **3.6.2 Bezvzduchové systémy**

Bezvzduchové systémy stříkání nátěrových hmot jsou prezentovány pistolemi Airless, Airmix (AirCoat) a pistolemi pro nástřik v elektrostatickém poli (vysokotlaká elektrostatika).

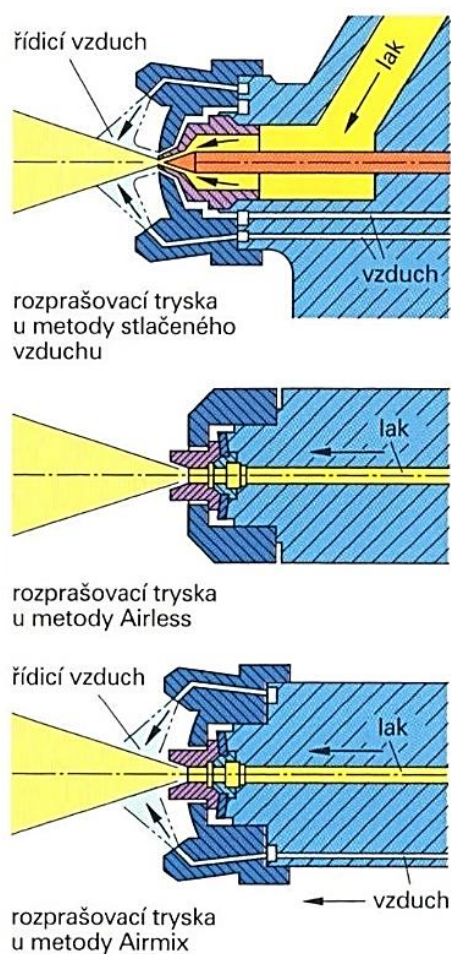
Principiálně se jedná o pistole, u nichž dochází k rozprášení nátěrové hmoty svým vlastním tlakem na trysce. Velikosti používaných trysek jsou v rozmezí 0,18–1,55 mm. Rozprášená barva se pohybuje z trysky v definovaném úhlu v přesném plochém paprsku směrem k výrobku. Vzhledem k tomu, že se jedná o samostatné „kapičky“ barvy, mají snahu se přilepit k předmětu, na nějž narazí. Tím nedochází k žádnému víření ve vzduchu. Část kapek barvy se také odrazí, ale jedná se jen o malé množství. Největší ztráty u aplikace Airless jsou prostříky. (Pešek 2015)

Na povrchu se netvoří bublinky, šedý závoj a krátery, protože se stříká bez vzduchu. Při stříkání nevzniká vzduchový vír, a ze stříkaného povrchu se nevrací zpět stříkací vzduch. Tento typ pistolí neumožňuje nastavení paprsků jako u vzduchových, lze pouze měnit trysky s různým průměrem. (Nutsch et al. 2006)

Aplikační systém Airmix vychází z principu Airless. Je zde vylepšena atomizace barvy přidáním vzduchu, který zjemňuje paprsek rozprášené nátěrové hmoty po opuštění trysky. Při srovnání stříkaného obrazce Airless a Airmix je patrné, že Airless tvoří ostře ohraničený ovál, zatímco u Airmixu se množství barvy směrem k okraji zmenšuje až do ztracena (jedná se přibližně o třetinu oválu od kraje). Tato vlastnost umožňuje snadnější aplikaci na větších plochách zajištěnou lepším napojováním a na složitějších

dílech snižuje prostříky. Aplikační vzdálenost u systému Airless se pohybují v rozmezí 35–40 cm, u Airmix pak 20–30 cm. Při větší vzdálenosti se paprsek bortí a tvoří nežádoucí mlhovinu. (Pešek 2015)

Všeobecně lze konstatovat, že vzduchovými pistolemi jsou aplikovány nátěrové hmoty s nižší viskozitou. Systémy bezvzduchovými se nanášejí běžně i tixotropní materiály. Nižších viskozit pro vzduchové pistole se dosahuje převážně naředěním nátěrové hmoty. Proto se musí aplikovat na požadované tloušťky ve více krocích. Systémy Airmix mají při zpracování nátěrových hmot široké pole působnosti. Lze s nimi aplikovat většinu základních barev, plniče i vrchní barvy ve vynikající kvalitě s minimálními požadavky na úpravu viskozity. Tato schopnost je dána tlakem barvy již od 30 bar až po 250 bar. Oproti aplikaci vzduchovou pistolí je systém Airmix rychlejší a výsledný nátěr (struktura) rovnoměrnější. (Pešek 2015)



Obr. 28 Trysky jednotlivých systémů nanášení (Nutsch et al. 2006)

## 4 METODIKA ŘEŠENÍ

V souladu s teoretickými poznatky a literárními předpoklady byly připraveny čtyři druhy zkušebních vzorků. Rozdíly mezi těmito vzorky byly jednak v podkladovém materiálu, ale převážně v použité základní vodou ředitelné nátěrové hmotě. Prostřednictvím experimentálního měření fyzikálně-mechanických, vzhledových a chemických vlastností byl stanoven vliv druhu základní vodou ředitelné barvy na kvalitu pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku vodou ředitelnými nátěrovými hmotami. Následně byly naměřené výsledky porovnány s běžně používanými základními nátěrovými hmotami určenými k pigmentovým povrchovým úpravám ve vysokém lesku a vyhodnoceny. Porovnání a vyhodnocení vycházelo z bakalářské práce (Vávra 2014), zaměřené na polyuretanové a polyesterové nátěrové hmoty používané na pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku.

### 4.1 Použité materiály

#### 4.1.1 Podkladový materiál

Jako podkladový materiál byla použita středně hustá vláknitá deska (MDF) tloušťky 18 mm ve dvou provedeních. První varianta byla MDF bez vrchní fólie a druhá varianta MDF s vrchní fólií.

#### 4.1.2 Nátěrové hmoty

Na dokončení vzorků byly použity tyto nátěrové hmoty od firmy RENNER Italia S.p.a.:

##### **Jedno komponentní vodou ředitelný transparentní základní lak YL M663:**

- disperzní na bázi termoplastických akrylových polymerů (samosít'ující)
- vysoce tixotropní – vhodný pro vertikální aplikaci, plnivý, velmi dobře brousitelný
- všeobecné použití, ohýbané dílce, dveře, přední plochy kuchyňských dvířek
- aplikační metody: stříkání konvenční vzduchovou pistolí, Airmix
- obsah sušiny:  $36 \pm 1$  %, viskozita DIN 6:  $40 \pm 5$  s, pH: 8–8,5

(Renner Italia S.p.a. 2016)

### **Jedno komponentní vodou ředitelná základní bílá barva YL M641/C02:**

- disperzní na bázi termoplastických akrylových polymerů (samosíťující)
- vysoká kryvost, excelentní plnivost, dlouhá skladovatelnost
- univerzální použití, vhodná pro všechny dřeviny a MDF
- aplikační metody: stříkání konvenční vzduchovou pistolí, Airmix
- obsah sušiny:  $53 \pm 1$  %, viskozita DIN 8:  $15 \pm 5$  s, pH: 7–8

(Renner Italia S.p.a. 2016)

### **Dvou komponentní vodou ředitelná základní bílá barva YL M602/C02:**

- polyuretanová disperzní (na bázi akrylových polyolů)
- nutné přidat tvrdidlo: 10 % YC M402
- vysoká kryvost a plnivost, nežloutnoucí, minimální zvedání dřevních vláken
- použití na nábytek a interiérové dveře, vhodná pro všechny dřeviny a MDF
- aplikační metody: stříkání konvenční vzduchovou pistolí, Airmix
- obsah sušiny:  $45 \pm 1$  %, viskozita DIN 8:  $30 \pm 3$  s, pH: 7,5–8,5

(Renner Italia S.p.a. 2016)

### **Dvou komponentní vodou ředitelná vrchní barva YO 90M790/RAL7038:**

- polyuretanová disperzní (na bázi akrylových polyolů)
- nutné přidat tvrdidlo: 30 % YC M404
- odstín barvy: RAL 7038
- určeno pro vysoký lesk, výborná tvrdost a stupeň lesku, světlostálost, výborný rozliv, vysoce plnivá, snadno lešitelná

- použití na nábytek a plošné dílce
- aplikační metody: stříkání konvenční vzduchovou pistolí, Airmix
- obsah sušiny:  $65 \pm 1$  %, aplikační viskozita 26–28 s/4F, pH: 7,5–8,5
- možnost leštit stejným způsobem je PUR NH, min. doba zrání po leštění 72–96 h

(Renner Italia S.p.a. 2016)

## 4.2 Příprava vzorků

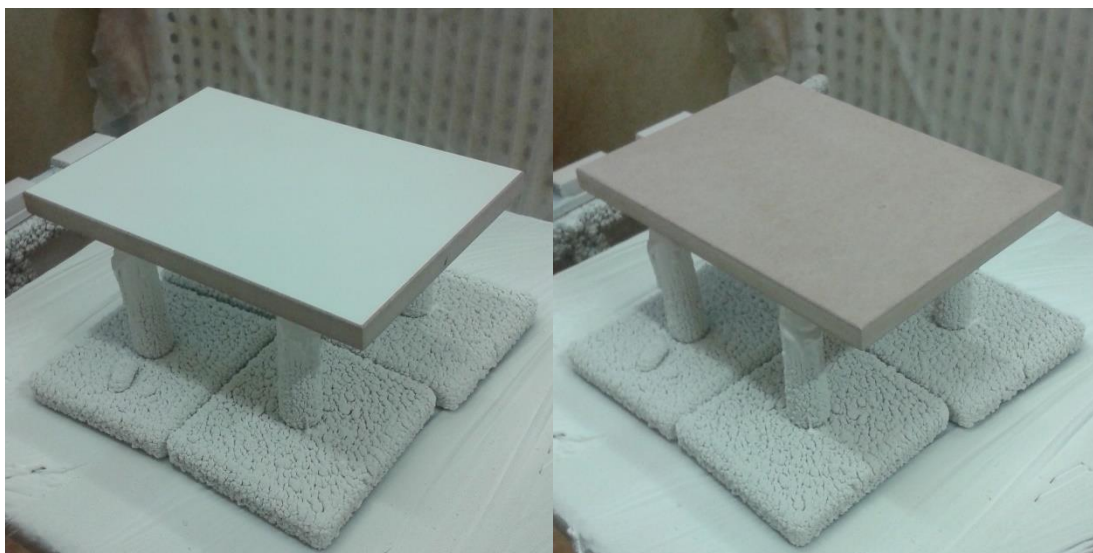
Výroba zkušebních vzorků probíhala v pěti na sebe navazujících technologických operacích:

1. Formátování podkladového materiálu (MDF)
2. Frézování hran na poloměr R3
3. Příprava povrchu před povrchovou úpravou - broušení
4. Povrchová úprava
5. Klimatizace

První technologickou operací při výrobě vzorků bylo formátování podkladového materiálu (MDF, MDF s vrchní fólií) na požadované rozměry (210 × 297 mm) na kotoučové formátovací pile. Následně bylo provedeno frézování hran na vnější straně vzorku. Byla použita spodní fréza s nástrojem umožňujícím zaoblení na poloměr R3.

Další operací byla příprava povrchu před povrchovou úpravou – broušení. Nejprve byly broušeny boční plochy – excentrickou brusku postupně zrnitost P100, P150, následně boční plochy a hrany – ručně P280. Nakonec byla broušena plocha excentrickou brusku zrnitostí P320.





**Obr. 29** Vzorky před povrchovou úpravou – vlevo MDF s vrchní fólií a vpravo MDF bez vrchní fólie (Z knihovny autora)

Po této operaci již následovala povrchová úprava, která je podrobně popsána v kapitole 4.2.2 Technologický postup povrchové úpravy. Poslední operací byla klimatizace vzorků při pokojové teplotě v místnosti s nízkou prašností. V průběhu klimatizace byl sledován vzhled dokončených vzorků a změny byly zaznamenány. Následně v laboratoři proběhlo experimentální stanovení fyzikálně-mechanických a chemických vlastností dokončených vzorků dle zkušebních metod, jejich vyhodnocení a přínos pro praxi.

Celkem bylo připraveno 60 ks zkušebních vzorků o rozměrech 210 × 297 mm. V závislosti na podkladovém materiálu (MDF s vrchní fólií, MDF bez vrchní fólie) a použité základní nátěrové hmotě (jedno komponentní a dvou komponentní vodou ředitelná barva) byly vyrobeny čtyři druhy vzorků po 15 ks viz Tab. 5 (str. 42). Dále byl pro každý druh vyroben reprezentativní vzorek. V rámci jednotlivých zkoušek byly rozměry a tvar zkušebních vzorků upravovány dle platných norem a postupů. Výsledky zkoušek polyesterových a polyuretanových základních nátěrových hmot byly použity z bakalářské práce (Vávra 2014).

Tab. 5 Připravené zkušební vzorky a jejich označení (Z knihovny autora)

Vzorek		Označení nátěrové hmoty	Označení vzorku v obrázcích	Počet vyrobených kusů o rozměrech 210 × 297 mm
Základní barva	Podklad-MDF			
jedno komponentní akrylátová vodou ředitelná	s fólií	1-K	1-K MDF s fólií	15
dvou komponentní polyuretanová vodou ředitelná	s fólií	2-K	2-K MDF s fólií	15
jedno komponentní akrylátová vodou ředitelná	bez fólie	1-K	1-K MDF bez fólie	15
dvou komponentní polyuretanová vodou ředitelná	bez fólie	2-K	2-K MDF bez fólie	15
polyesterová	s fólií	UP	UP MDF s fólií	výsledky z BP
polyuretanová	s fólií	PUR	PUR MDF s fólií	výsledky z BP
polyesterová	bez fólie	UP	UP MDF bez fólie	výsledky z BP
polyuretanová	bez fólie	PUR	PUR MDF bez fólie	výsledky z BP

#### 4.2.2 Technologický postup povrchové úpravy

Vyrobene vzorky se liší nejen v podkladovém materiálu (MDF s vrchní fólií, MDF bez vrchní fólie), ale také v použité vodou ředitelné základní barvě (jedno komponentní, dvou komponentní). Technologie jednotlivých základních barev byla odlišná a je podrobně popsána níže. Vrchní dvou komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota byla pro oba systémy stejná.

Podmínky při nanášení nátěrových hmot a sušení/ vytvrzování byly následující:

- teplota ovzduší: 20–23 °C
- vlhkost ovzduší: 50–55 %
- teplota nátěrové hmoty: 20–23 °C

Byly připraveny dva systémy povrchových úprav:

- vzorky s jedno komponentní disperzní vodou ředitelnou základní barvou na bázi termoplastických akrylových polymerů
- vzorky s dvou komponentní disperzní polyuretanovou vodou ředitelnou základní barvou (na bázi akrylových polyolů)

**Vzorky s jedno komponentní disperzní vodou ředitelnou základní barvou na bázi termoplastických akrylových polymerů:**

1. IZOLACE ZÁKLADNÍM LAKEM YL M663

- 1 × nános: 150–180 µm
- 5 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkací pistole s horní nádobkou s přídavným vzduchem přivedeným do nádobky nad hladinu barvy, tlak vzduchu 3 bar, tryska Ø 2–2,2 mm
- na MDF s vrchní fólií se aplikuje jen na boční plochy (na fólii není nutné)

2. SUŠENÍ PŘES NOC (teplota ovzduší 20–23 °C, vlhkost ovzduší 50–55 %)

3. MEZIBRUS RUČNĚ P320

4. ZÁKLADNÍ BARVA BÍLÁ YL M641/C02

- 2 × nános 150–180 µm mokrý do mokrého (želatinace prvního nánosu na ploše 1,5–2 h)
- 5 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkací pistole s horní nádobkou, tlak vzduchu 3 bar, tryska Ø 2–2,2 mm

5. SUŠENÍ PŘES NOC (teplota ovzduší 20–23 °C, vlhkost ovzduší 50–55 %)

6. MEZIBRUS P320, P500 EXCENTREM

7. VRCHNÍ BARVA YO 90M 790/RAL7038

- 1. nános cca 120 µm, 2. nános cca 140 µm mokrý do mokrého (želatinace prvního nánosu na ploše 3 h)
- 30 % tvrdidla YC M404, 20 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkací pistole s horní nádobkou, tlak vzduchu 2,2–2,5 bar, tryska Ø 1,4–1,8 mm, viskozita při aplikaci 26 – 28 s/4F

## 8. LEŠTĚNÍ POVRCHU

- stejný postup jako PUR NH
- nejprve broušení povrchu zamokra P1500 a následně zamokra tzv. mechovým brusným papírem P1000
- poté leštění povrchu ruční leštičkou MIRKA s lešticími kotouči (beránek) a brusnou pastou 3M Fast Cut Plus
- pro snadnější průběh je vhodné přidat několik kapek vody

**Vzorky s dvou komponentní disperzní polyuretanovou základní vodou ředitelnou barvou (na bázi akrylových polyolů):**

### 1. ZÁKLADNÍ BARVA BÍLA YL M602/C02

- 2 × nános: 120–130  $\mu\text{m}$  mokrý do mokrého (želatinace prvního nánosu na ploše 2 h)
- 10 % tvrdidla YC M402, 5 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkáč s horní nádobkou s přídavným vzduchem přivedeným do nádoby nad hladinu barvy, tlak vzduchu 3 bar, tryska  $\varnothing$  2–2,2 mm

2. VYTVRZOVÁNÍ 24 h (teplota ovzduší 20–23 °C, vlhkost ovzduší 50–55 %)

### 3. MEZIBRUS RUČNĚ P320

### 4. ZÁKLADNÍ BARVA BÍLÁ YL M602/C02

- 1 × nános cca 150  $\mu\text{m}$
- 10 % tvrdidla YC M402, 5 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkáč s horní nádobkou s přitlačným vzduchem přivedeným do nádoby nad hladinu barvy, tlak vzduchu 3 bar, tryska  $\varnothing$  2–2,2 mm

5. VYTVRZOVÁNÍ 48 h (teplota ovzduší 20–23 °C, vlhkost ovzduší 50–55 %)

6. MEZIBRUS P320, P500 EXCENTREM

7. VRCHNÍ BARVA YO 90M 790/RAL7038

- 1. nános cca 120 µm, 2. nános cca 140 µm mokrý do mokrého (želatinace prvního nánosu na ploše 3 h)
- 30 % tvrdidla YC M404, 20 % destilované vody
- aplikace: konvenční stříkací pistole s horní nádobkou, tlak vzduchu 2,2–2,5 bar, tryska Ø 1,4–1,8 mm, viskozita při aplikaci 26 – 28 s/4F

8. LEŠTĚNÍ POVRCHU

- stejný postup jako PUR NH
- nejprve broušení povrchu zamokra P1500 a následně zamokra tzv. mechovým brusným papírem P1000
- poté leštění povrchu ruční leštičkou MIRKA s lešticími kotouči (beránek) a brusnou pastou 3M Fast Cut Plus
- pro snadnější průběh je vhodné přidat několik kapek vody



Obr. 30 Stříkání základní barvy a laku (Z knihovny autora)



**Obr. 31 Dílec po nástřiku základní barvy a laku (vlevo) a vrchní barvy (vpravo)  
(Z knihovny autora)**

Během stříkání vrchní barvy byl pro zajištění bezprašných podmínek použit speciální oblek (overall). Samozřejmostí při stříkání je použití respirátoru a ochranných rukavic. V průběhu leštění povrchu je pro dosažení kvality důležité dostatečné osvětlení.



**Obr. 32 Stříkání vrchní barvy – použití speciálního obleku pro zajištění bezprašných podmínek  
(Z knihovny autora)**



**Obr. 33 Leštění povrchu (Z knihovny autora)**

### 4.3 Použité zkušební metody

Experimentální měření a stanovení fyzikálně-mechanických, chemických a vzhledových vlastností vycházejí z platných norem. Metodika a detailní popis jednotlivých zkoušek jsou uvedeny také v literatuře (Polášek 2003a, Polášek 2003b). Zkušební metody, které nejsou uvedeny v platných normách, byly provedeny dle zavedených a v praxi užívaných postupů. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu). V případě, že statistické zpracování nelze provést z důvodu charakteru a průběhu zkoušky, je výsledek uveden v klasifikačních stupních či jiném příslušném hodnocení. Nakonec jsou hodnoty jednotlivých zkoušek, v případě, že je to možné, porovnány s požadavky, které uvádí ČSN 91 0102.

#### **Použité zkušební normy:**

- ČSN EN 13722
- ČSN 91 0276
- ČSN EN 311
- ČSN EN ISO 1522
- ČSN EN 438–2, část 14
- BS 3962, část 6
- ČSN EN 12722+A1, ČSN EN 12721+A1, ČSN EN 12720+A1
- DIN EN ISO 2431
- ČSN 67 3098
- ČSN EN 151587
- ČSN 91 0282, čl. 2
- ČSN 91 0272

#### 4.3.1 Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13722

Stupeň lesku povrchu se stanovuje fotometricky leskoměrem. Úhel dopadu světla při měření je  $60^\circ (\pm 0,5^\circ)$ . Lesk je vyjádřen v GU (gloss unit) odraženého množství světla, které dopadlo na povrch. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



Obr. 34 Stanovení stupně lesku povrchu (Z knihovny autora)

#### 4.3.2 Stanovení barevnosti spektrofotometrem

Barevnost je vyjádřena jednak jako celková změna  $dE^*$ , ale i změna barvy v jednotlivých osách  $dL^*$ ,  $da^*$  a  $db^*$ . Měření je prováděno spektrofotometrem Spectro-guide 45/0 gloss BYK. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



Obr. 35 Stanovení barevnosti spektrofotometrem (Z knihovny autora)

#### 4.3.3 Hodnocení odolnosti povrchu proti oděru ČSN 91 0276

Hodnotí se abraze povrchu po rotování testovaného vzorku pod brusným kotoučem. Prostřednictvím úbytku hmotnosti je vypočítán součinitel odolnosti proti oděru  $K_T$  v gramech na 100 otáček. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



#### 4.3.4 Přídržnost povrchu odtahem ČSN EN 311

Metoda spočívá ve stanovení síly potřebné k odtržení nátěru od nosného materiálu ve svislém směru pomocí nalepeného kovového válce. Při vyhodnocení se určuje, kde došlo k porušení (v podkladovém materiálu, mezi podkladovým materiálem a nátěrem, v nátěru, mezi nátěrem a kovovým válcem). Výsledkem je hodnota adhezní pevnosti v MPa. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



Obr. 36 Přídržnost povrchu odtahem (Z knihovny autora)

#### 4.3.5 Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla ČSN EN ISO 1522

Principem metody je kývání kyvadla dosedajícího na zkoušený nátěr kuličkami. Tvrdost nátěru je vyjádřena jako procentuální podíl zkoušeného nátěru oproti standardu. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).

#### 4.3.6 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru

Tímto v praxi zavedeným postupem se zjišťuje odpor nátěrového filmu vůči vnikání mikrotvrdoměru. Je měřena hloubka průniku tělesa do zkoušeného podkladu. Odpor vznikající při vtlačení tělesa do nátěrového filmu je schopnost povrchové úpravy odolávat deformacím. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



**Obr. 37 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru (Z knihovny autora)**

#### **4.3.7 Stanovení drsnosti drsnoměrem**

Drsnost povrchu je posuzována střední aritmetickou úchylkou profilu  $R_a$  a střední hloubkou drsnosti  $R_z$ , která doplňuje první parametr. Měření je prováděno drsnoměrem SJ-201 P a příslušným softwarem. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).



**Obr. 38 Stanovení drsnosti drsnoměrem (Z knihovny autora)**

#### **4.3.8 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry PP 04 ČSN EN 438-2, část 14**

Testovaný vzorek se umístí na hrdlo Erlemayerovy baňky s vařící vodou tak, aby byl zkoušený povrch vystaven působení vodní páry po dobu 60 min. Před posouzením vzhledu je vzorek ponechán v běžném prostředí a po stanovené době je povrch hodnocen dle číselné klasifikace (1–5).



**Obr. 39** Stanovení odolnosti proti působení vodní páry (Z knihovny autora)

#### **4.3.9 Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě (IKEA)**

Principem této metody, kterou pro své potřeby využívá firma IKEA, je nanesení tekutého parafinu na povrch s vrypem. Po stanovené době se povrch očistí a ponechá v běžném prostředí. Za 24 h probíhá hodnocení stupně poškození (1–5).

#### **4.3.10 Odolnost vůči vrypu BS 3962, část 6**

Zkouška je prováděna pohyblivým rycím zařízením, které je vybaveno klesajícím rydlem z oceli. Působící síla na čepel se mění v rozsahu 1,5 – 14 N. Rychlost rydla je konstantní, rycí čepel je fixována v držáku rydla. Zaznamená se pozice, kdy rydlo poprvé penetrovalo povrchovou úpravou. Dle příslušné síly působící na rydlo je stanoven stupeň hodnocení (1–5).



**Obr. 40** Odolnost vůči vrypu (Z knihovny autora)

#### **4.3.11 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce BS 3962, část 6**

Principem zkoušky je upouštění kuliček z výšky na testovaný povrch. Hodnotí se poškození povrchu po dopadu kuličky. Posouzení poničení povrchu kolem dopadu kuličky je identifikováno a číselně posouzeno (1–5).

#### **4.3.12 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla ČSN EN 12722+A1**

V této zkoušce je stanovena odolnost povrchu nátěru vůči působení bloku hliníkové slitiny zahřátému na zkušební teplotu. Blok je umístěn na povrch přes suchou tkaninu a takto je ponechán 20 min. Po stanovené době se hodnotí poškození povrchové úpravy číselným kódem (1–5).

#### **4.3.13 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla ČSN EN 12721+A1**

V této zkoušce je stanovena odolnost povrchu nátěru vůči působení bloku hliníkové slitiny zahřátému na zkušební teplotu. Blok je umístěn na povrch přes mokrou tkaninu a takto je ponechán 20 min. Po stanovené době se opět hodnotí poškození povrchové úpravy číselným kódem (1–5).

#### **4.3.14 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin ČSN EN 12720+A1**

Filtrační papíry nasáklé zkušební kapalinou (čaj, káva, červené víno, ovocná šťáva, voda, čisticí prostředek, ethanol 48%, kyselina octová 8%) se umístí na zkušební povrch a následně se přikryjí Petriho miskou. Po stanovené době se filtrační papíry odstraní, povrch se umyje a vysuší a ponechá v klidu. Následně se provádí vizuální hodnocení poškození nátěru číselným klasifikačním kódem 1–5.

#### **4.3.15 Nátěrové hmoty. Stanovení odolnosti proti střídání teplot ČSN 67 3098**

Metoda je založena na střídavém působení vysokých a nízkých teplot na nátěrovém filmu s následným stanovením změn. Je sledována změna barevnosti, lesku a struktury. Pro měření platily následující podmínky:  $60 \pm 1$  °C a  $-30 \pm 2$  °C a bylo provedeno 30 cyklů. Vzorky bez vrchní fólie byly natřeny lazurovacím nátěrem pro uzavření povrchu. Vyhodnocení probíhá vizuálně či pomocí lupy ve srovnání s kontrolním vzorkem. Naměřené hodnoty jsou znázorněny graficky a statisticky zpracovány (popisná statistika, analýza rozptylu).

#### 4.3.16 Hodnocení účinku vystavení světlu ČSN EN 15187

##### Metody zjišťování světlostálosti povrchu ČSN 91 0282 čl. 2

Přirozené stárnutí je složitý a příliš zdoluhavý proces, proto se urychlené testování stalo nepostradatelným nástrojem v oblasti nátěrových hmot jako prostředek k zamezení nepříjemným překvapením (Schulz 2009). Vzorky byly vystaveny xenonovému světlu a sledovala se změna barevnosti a posouzení dle šedé stupnice (stupeň stálosti vybarvení 1–5) v závislosti na době ozáření. Kontrolní intervaly byly následující: před ozáření, 24 h, 168 h, 480 h.



Obr. 41 Zjišťování světlostálosti povrchu (Z knihovny autora)

#### 4.3.17 Hodnocení vzhledových vlastností ČSN 91 0272

Na jednotlivých zkušebních vzorcích se vizuálně posoudí defekty. U každého defektu se podle příslušných vyhodnocovacích stupnic hodnotí množství  $m$  a velikost  $g$  defektu. Defekty jsou hodnoceny ve stupních (stupeň 1–5). U vysokého lesku jsou rozhodujícími defekty především neklidný povrch (propadání nátěrové hmoty) a kopírování podkladu.

## **4.4 Použité stroje, přístroje a pomůcky**

### **4.4.1 Použité stroje, přístroje a pomůcky při výrobě vzorků**

- kotoučová formátovací pila
- spodní frézka
- excentrická bruska
- odsávací stěna
- pneumatická stříkací pistole
- kompresor
- sušička vzduchu
- brusné papíry různých zrnitostí
- ruční leštička, brusná pasta
- lešticí beránek
- měřicí hřeben, laboratorní váhy, nádoby a odměrné válce, Fordův pohárek
- oblek overal
- respirátor
- lakovací vozík

### **4.4.2 Použité laboratorní přístroje a pomůcky při experimentálním měření**

#### **Leskoměr PICOGLOSS S 03:**

- úhly měření: 20°, 60°, 85°
- rozsah měření: 1–100 GU
- chyba měření: 0,05 GU

### **Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 gloss BYK Gardner:**

- spektrální rozsah: 400–700 nm
- spektrální interval: 10 nm
- opakovatelnost: 0,1 DE\*

### **Mikrotvrdoměr BAREISS FL–2000 H:**

- 1 díl: 1  $\mu\text{m}$
- rozsah měření: 1–700  $\mu\text{m}$
- chyba měření: 0,5  $\mu\text{m}$

### **Drsnoměr SJ–201 P Mitutoyo:**

- rozsah měření: 1–300  $\mu\text{m}$  ( $\pm 150 \mu\text{m}$ )
- rádius snímacího hrotu: 5  $\mu\text{m}$
- měřicí síla: 4 mN

Ostatní pomůcky uvedeny v příslušných normách a pracovních postupech (sušárna, lupa, mrazák, laboratorní váhy, digitální teploměr apod.).

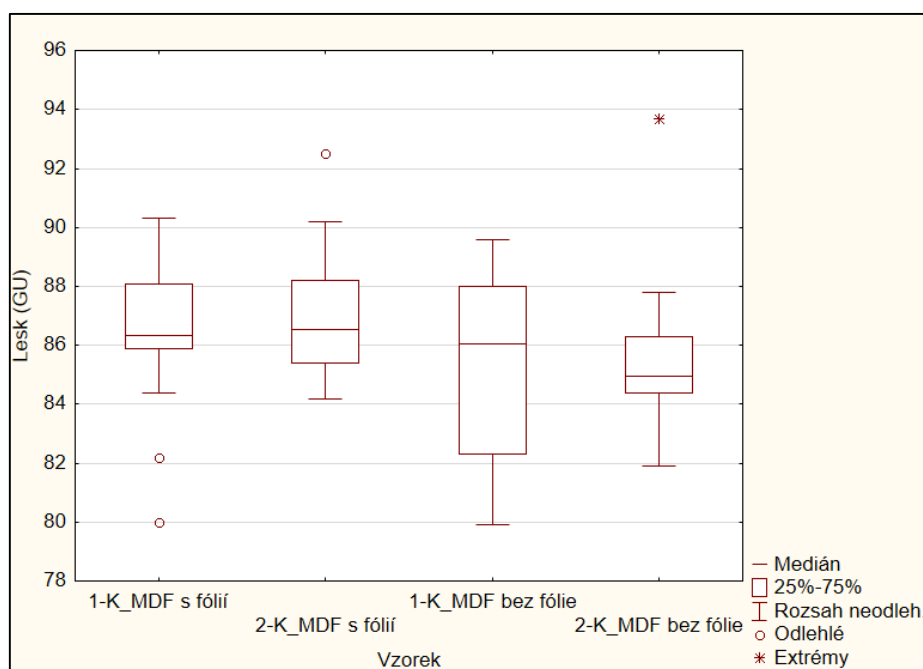
## 5 VÝSLEDKY

Výsledky hodnocení fyzikálně-mechanických, chemických a vzhledových vlastností nátěrových hmot jsou dle jednotlivých zkušebních metod vyjádřeny v následujícím pořadí. Nejprve jsou vždy uvedeny a porovnány výsledky vodou ředitelných nátěrových hmot a v dalším kroku je provedeno srovnání s polyesterovými a polyuretanovými nátěrovými hmotami.

### 5.1 Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13722

Tab. 6 Popisná statistika stanovení lesku povrchu při 60°

Vzorek		Střední hodnota [GU]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	86,5	0,6	86,4	86,2	2,5	6,3	80,0	90,3
2-K	s fólií	86,9	0,5	86,6	85,4	2,1	4,5	84,2	92,5
1-K	bez fólie	85,4	0,8	86,1	-	3,3	10,9	79,9	89,6
2-K	bez fólie	85,5	0,6	85,0	86,3	2,5	6,2	81,9	93,7
UP	s fólií	91,7	0,6	92,0	88,6	2,5	6,0	87,6	95,0
PUR	s fólií	89,3	0,5	89,0	88,9	2,2	4,9	85,6	95,2
UP	bez fólie	86,3	0,7	86,4	87,8	2,9	8,7	81,4	91,2
PUR	bez fólie	88,4	0,5	88,5	89,2	2,2	5,0	84,5	92,3



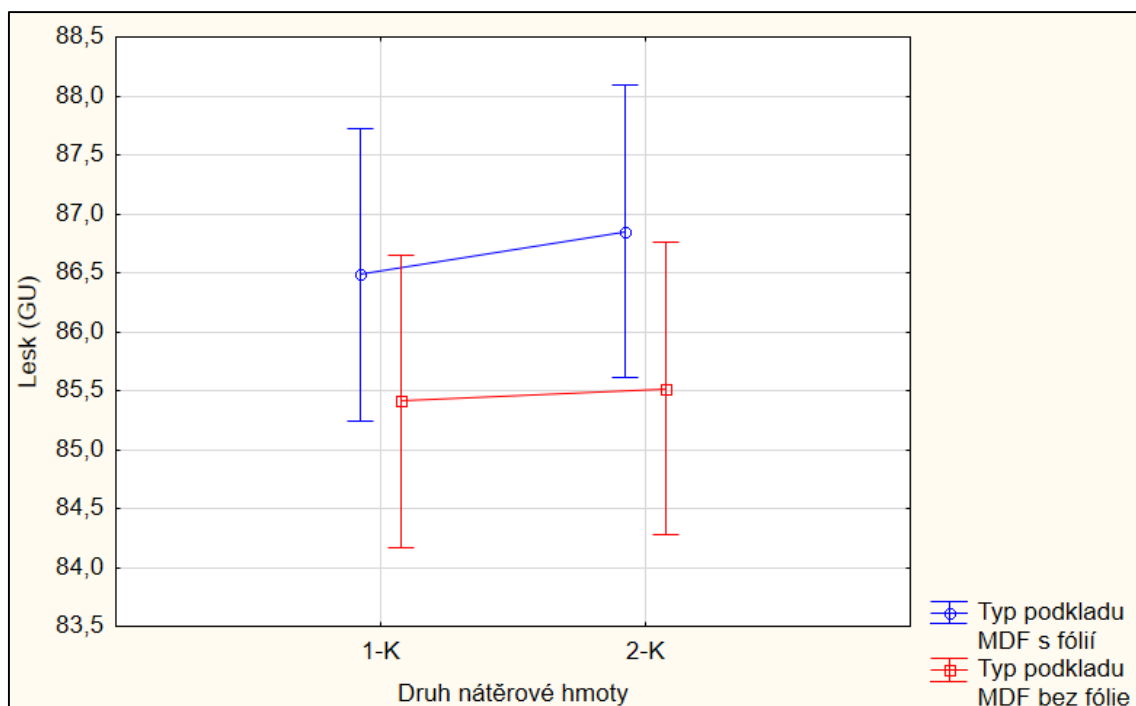
Obr. 42 Krabicový graf stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH



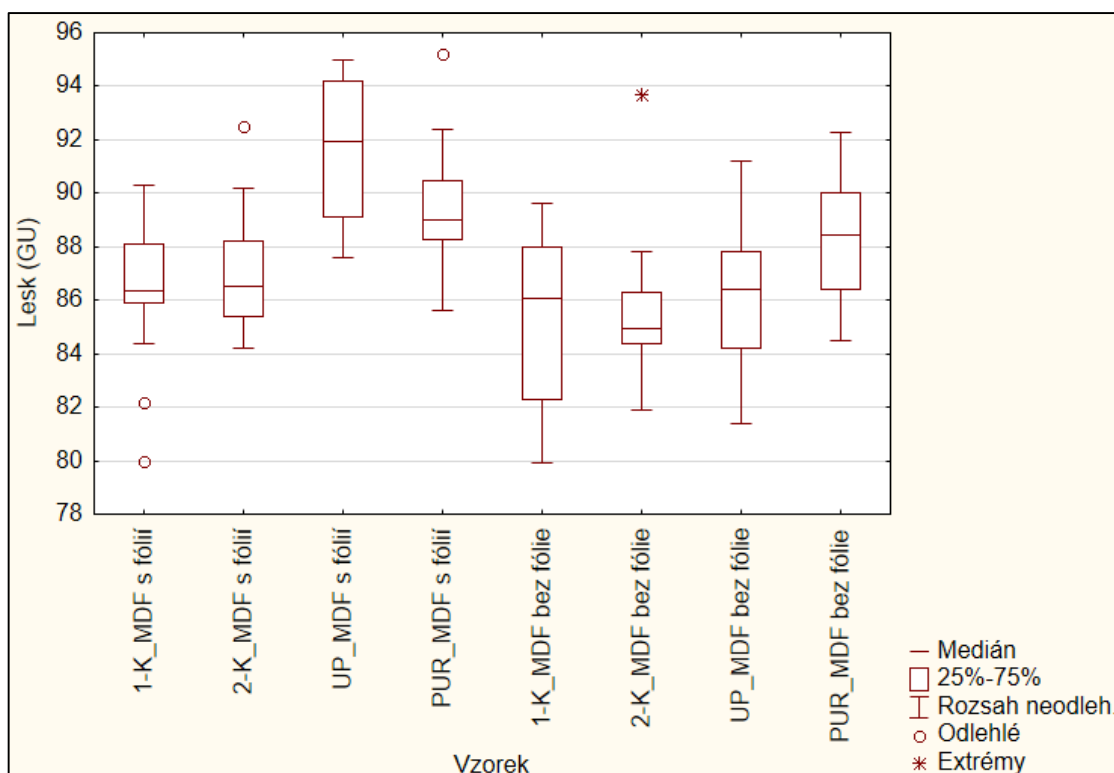
Tab. 7 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Lesk (GU) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	533320,7	1	533320,7	76611,52	0,000000
Typ podkladu	26,0	1	26,0	3,74	0,057266
Druh nátěrové hmoty	1,0	1	1,0	0,14	0,705374
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,3	1	0,3	0,04	0,834346
Chyba	473,4	68	7,0		

Scheffeho test; proměnná Lesk (GU) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 6,9614, sv = 68,000				
Č. buňky	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Lesk (GU) Průměr	1
3	MDF bez fólie	1-K	85,41111	****
4	MDF bez fólie	2-K	85,51667	****
1	MDF s fólií	1-K	86,48333	****
2	MDF s fólií	2-K	86,85000	****



Obr. 43 Grafické vyjádření ANOVY stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH

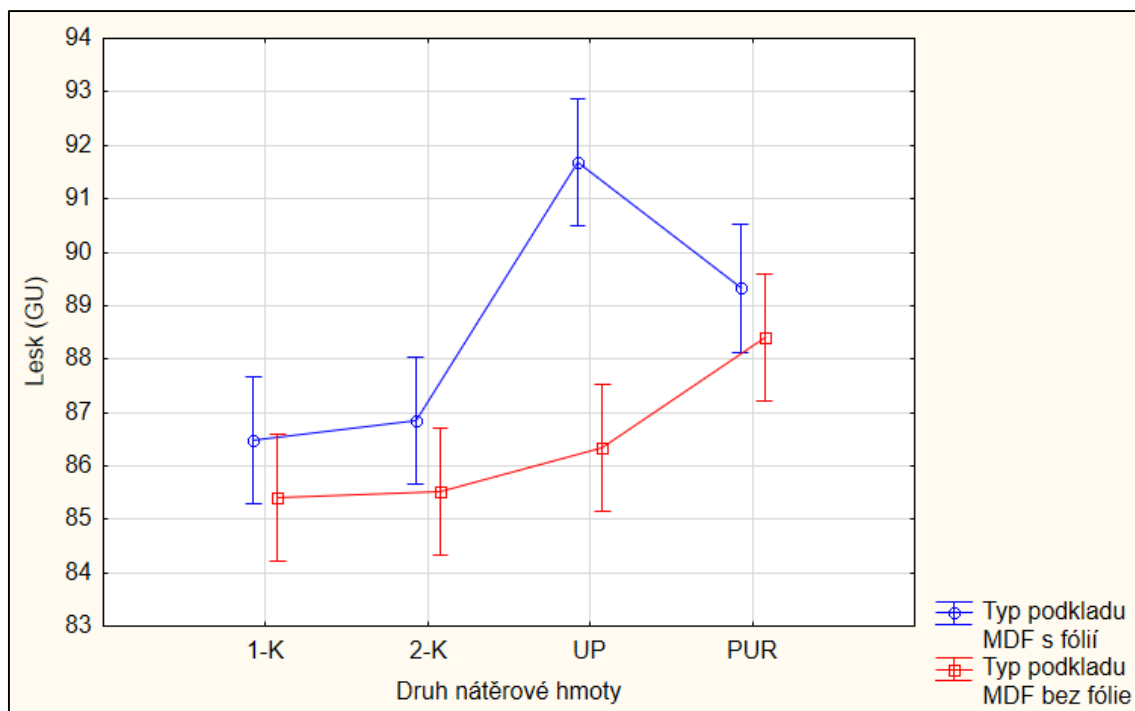


Obr. 44 Krabicový graf stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH

Tab. 8 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Lesk (GU) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy.				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1102518	1	1102518	168102,2	0,000000
Typ podkladu	169	1	169	25,8	0,000001
Druh nátěrové hmoty	298	3	99	15,2	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	122	3	41	6,2	0,000563
Chyba	892	136	7		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Lesk (GU) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 6,5586, sv = 136,00		Lesk (GU) Průměr	1	2	3
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty				
5	MDF bez fólie	1-K	85,41111	****		
6	MDF bez fólie	2-K	85,51667	****		
7	MDF bez fólie	UP	86,33889	****	****	
1	MDF s fólií	1-K	86,48333	****	****	
2	MDF s fólií	2-K	86,85000	****	****	
8	MDF bez fólie	PUR	88,40000	****	****	
4	MDF s fólií	PUR	89,32222		****	****
3	MDF s fólií	UP	91,68333			****

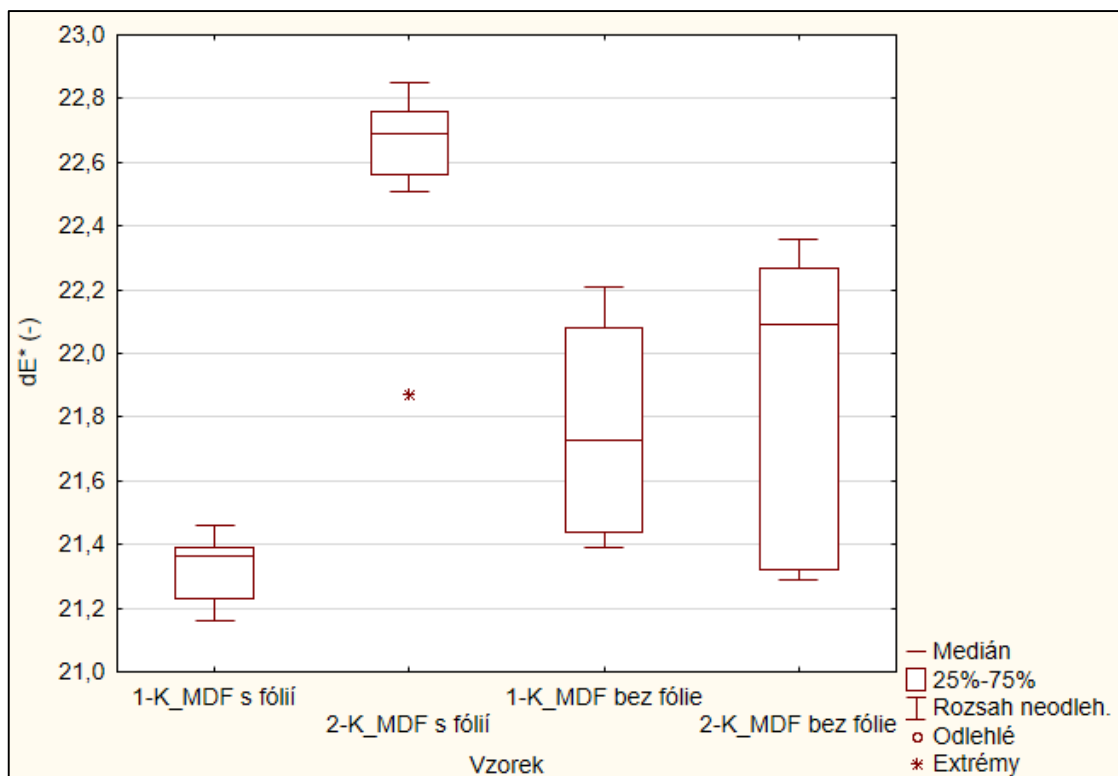


Obr. 45 Grafické vyjádření ANOVY stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH

## 5.2 Stanovení barevnosti spektrofotometrem

Tab. 9 Popisná statistika stanovení barevnosti dE\*

Vzorek		Střední hodnota [-]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	21,32	0,03	21,36	21,16	0,11	0,01	21,16	21,46
2-K	s fólií	22,61	0,09	22,69	22,76	0,28	0,08	21,87	22,85
1-K	bez fólie	21,77	0,11	21,73	22,08	0,35	0,13	21,39	22,21
2-K	bez fólie	21,87	0,15	22,09	-	0,47	0,22	21,29	22,36
UP	s fólií	21,52	0,06	21,53	-	0,21	0,04	21,20	21,82
PUR	s fólií	22,33	0,02	22,33	22,32	0,06	0,00	22,20	22,40
UP	bez fólie	21,86	0,12	21,86	-	0,37	0,14	21,34	22,27
PUR	bez fólie	22,33	0,03	22,30	22,38	0,11	0,01	22,17	22,56

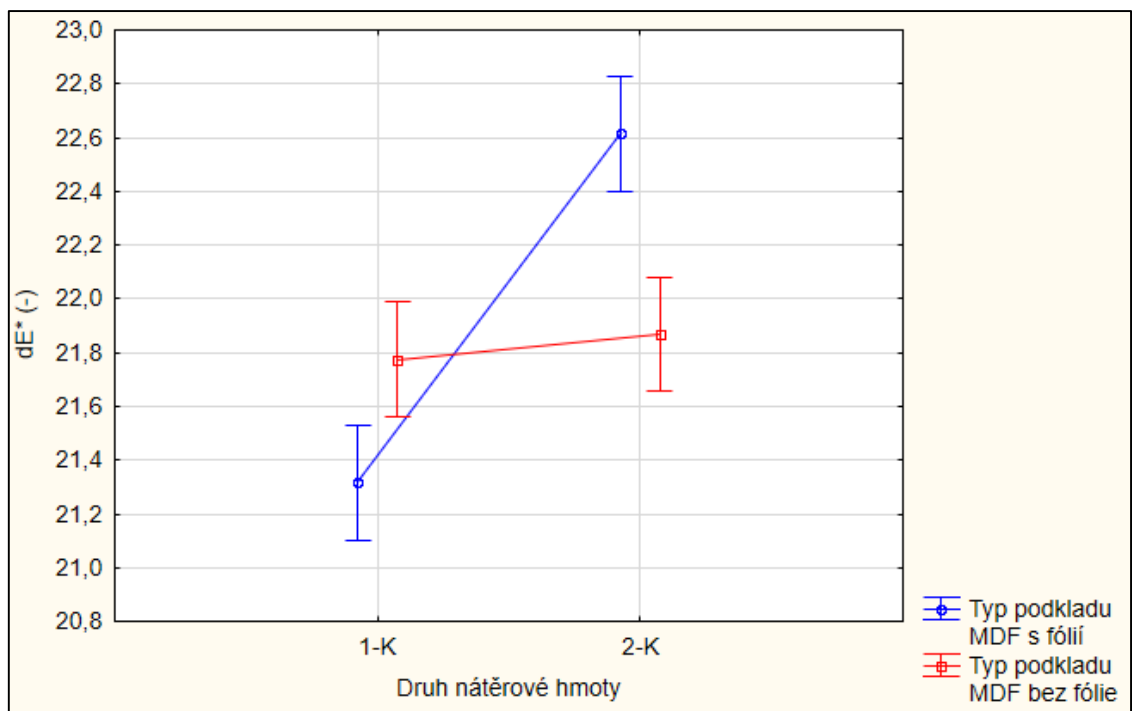


Obr. 46 Krabicový graf stanovení barevnosti VŘ NH

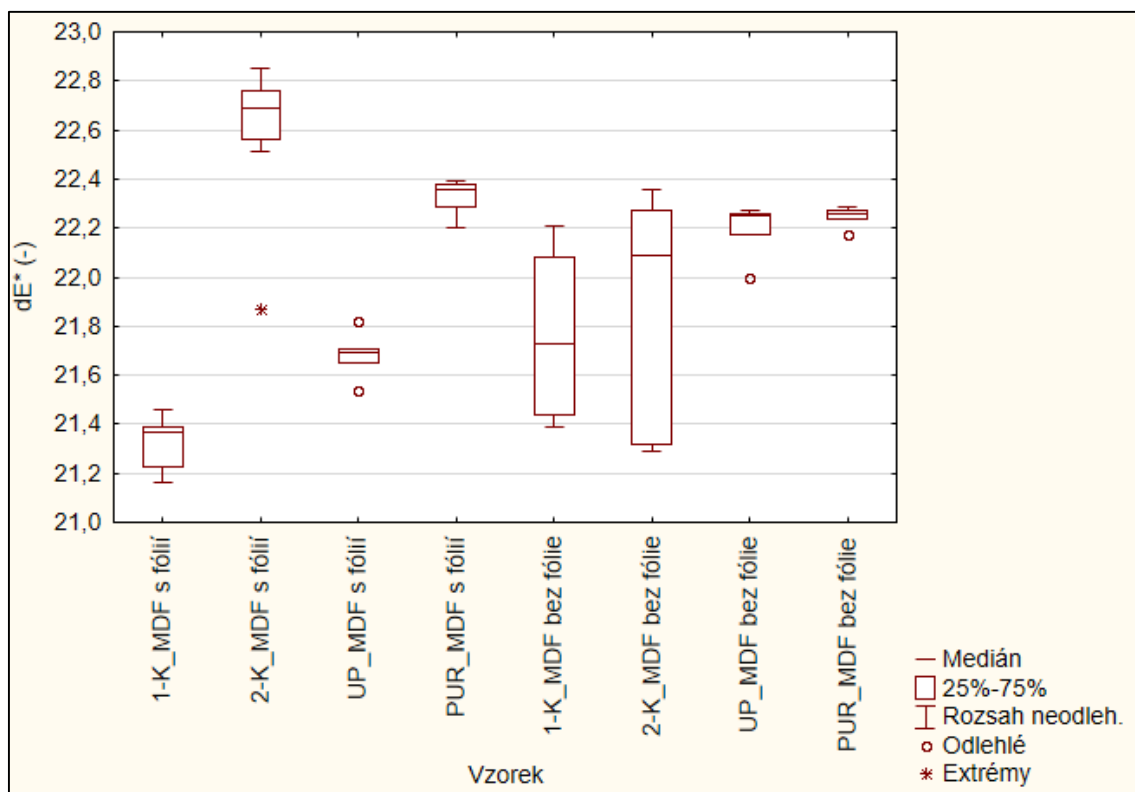
Tab. 10 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení barevnosti VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro dE*				
	Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	19172,57	1	19172,57	174155,0	0,000000
Typ podkladu	0,21	1	0,21	1,9	0,179896
Druh nátěrové hmoty	4,85	1	4,85	44,1	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	3,62	1	3,62	32,9	0,000002
Chyba	3,96	36	0,11		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná dE*		dE* Průměr	1	2	3
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty				
1	MDF s fólií	1-K	21,31600		****	
3	MDF bez fólie	1-K	21,77400	****		
4	MDF bez fólie	2-K	21,86900	****		
2	MDF s fólií	2-K	22,61400			****



Obr. 47 Grafické vyjádření ANOVY stanovení barevnosti VR NH

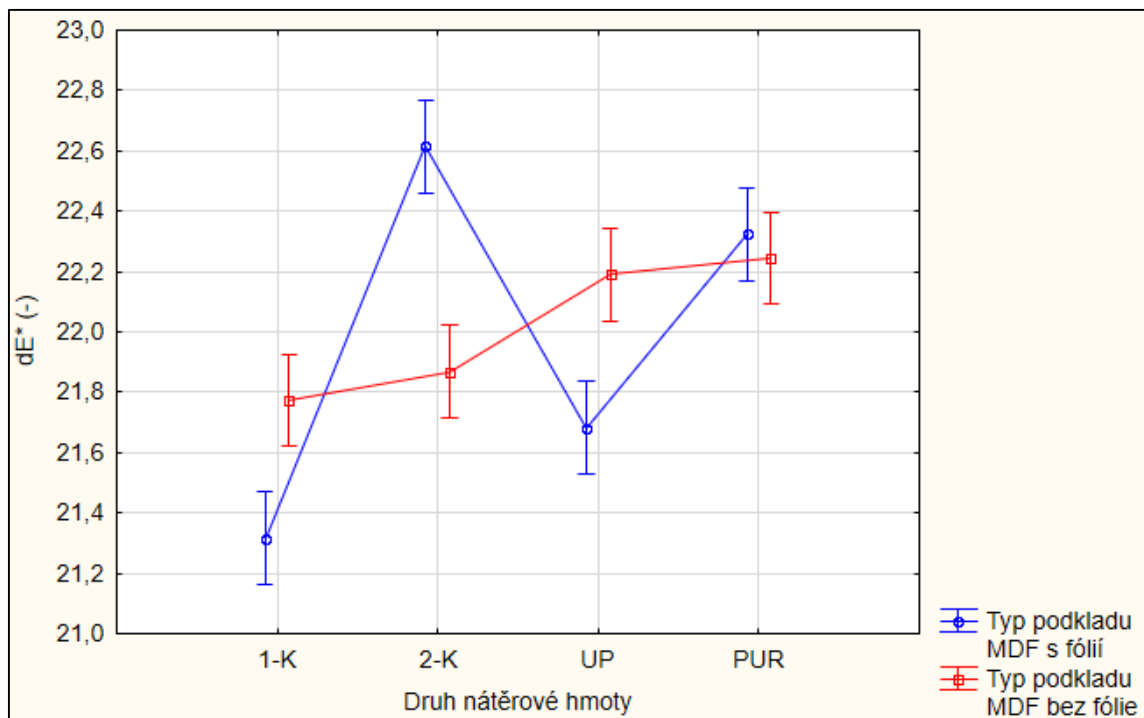


Obr. 48 Krabicový graf stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH

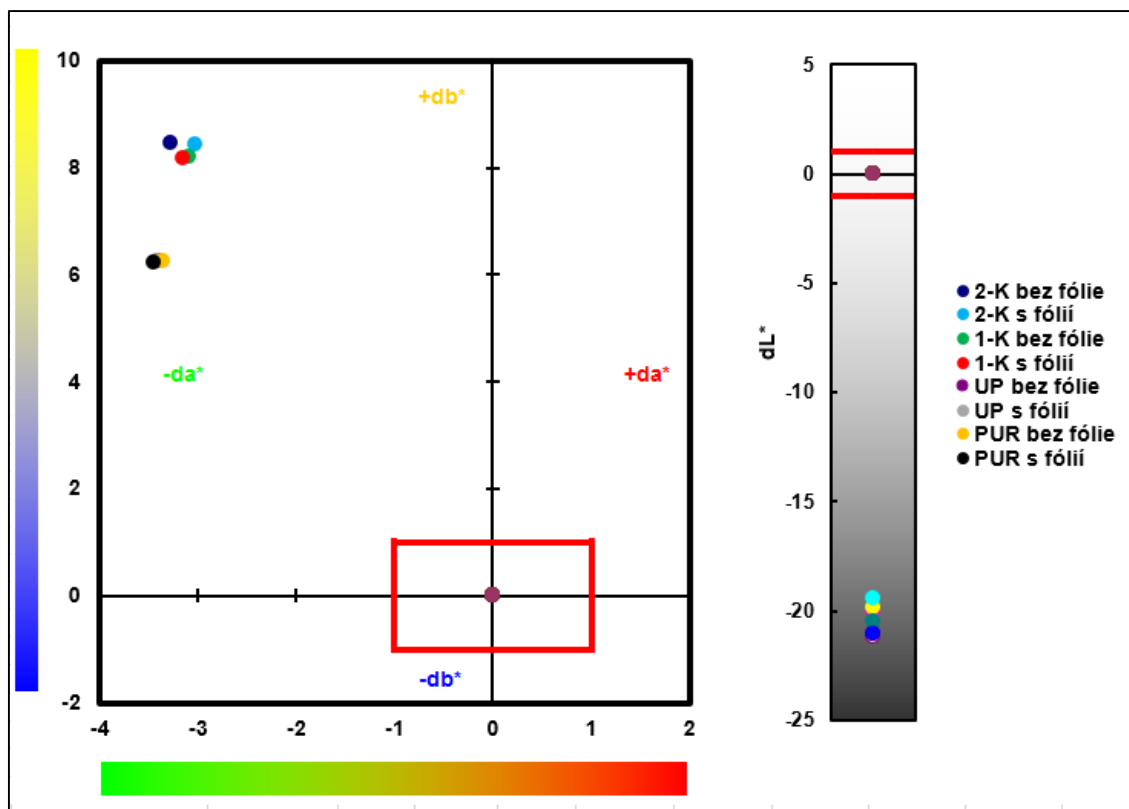
Tab. 11 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro dE*				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	38726,60	1	38726,60	661388,6	0,000000
Typ podkladu	0,03	1	0,03	0,4	0,510904
Druh nátěrové hmoty	7,01	3	2,34	39,9	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	5,12	3	1,71	29,1	0,000000
Chyba	4,22	72	0,06		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná dE*								
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	dE* Průměr	1	2	3	4	5	6
1	MDF s fólií	1-K	21,31600						****
3	MDF s fólií	UP	21,68200	****					****
5	MDF bez fólie	1-K	21,77400	****	****				
6	MDF bez fólie	2-K	21,86900	****	****	****			
7	MDF bez fólie	UP	22,19000		****	****	****		
8	MDF bez fólie	PUR	22,24600			****	****	****	
4	MDF s fólií	PUR	22,32400				****	****	
2	MDF s fólií	2-K	22,61400					****	



Obr. 49 Grafické vyjádření ANOVY stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH



Obr. 50 Grafické znázornění barevnosti jednotlivých NH na individuálních osách (Z knihovny autora)

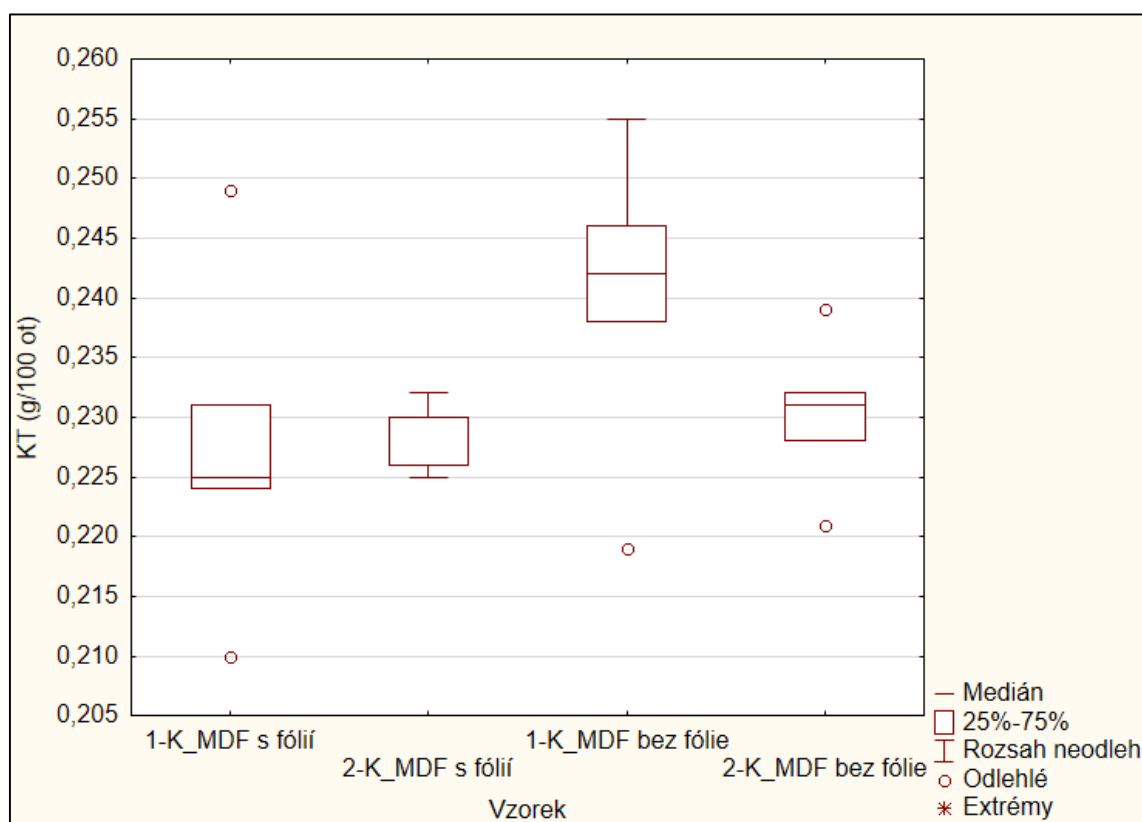
### 5.3 Hodnocení odolnosti povrchu proti oděru ČSN 91 0276

Tab. 12 Odolnost povrchu proti oděru

Vzorek		K <sub>T</sub> [g/100 ot]	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	0,23	≤ 0,15 (pro nábytkové plochy A) ≤ 0,20 (pro nábytkové plochy B) pro nábytkové plochy C nejsou
2-K	s fólií	0,23	
1-K	bez fólie	0,24	
2-K	bez fólie	0,23	
UP	s fólií	0,16	
PUR	s fólií	0,16	
UP	bez fólie	0,15	
PUR	bez fólie	0,16	

Tab. 13 Popisná statistika odolnosti povrchu proti oděru

Vzorek		Střední hodnota [g/100 ot]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	0,23	0,01	0,23	-	0,01	0,00	0,21	0,25
2-K	s fólií	0,23	0,00	0,23	0,23	0,00	0,00	0,23	0,23
1-K	bez fólie	0,24	0,01	0,24	-	0,01	0,00	0,22	0,26
2-K	bez fólie	0,23	0,00	0,23	-	0,01	0,00	0,22	0,24
UP	s fólií	0,16	0,00	0,16	-	0,00	0,00	0,16	0,17
PUR	s fólií	0,16	0,00	0,16	-	0,00	0,00	0,16	0,16
UP	bez fólie	0,15	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00	0,15	0,15
PUR	bez fólie	0,16	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00	0,15	0,16



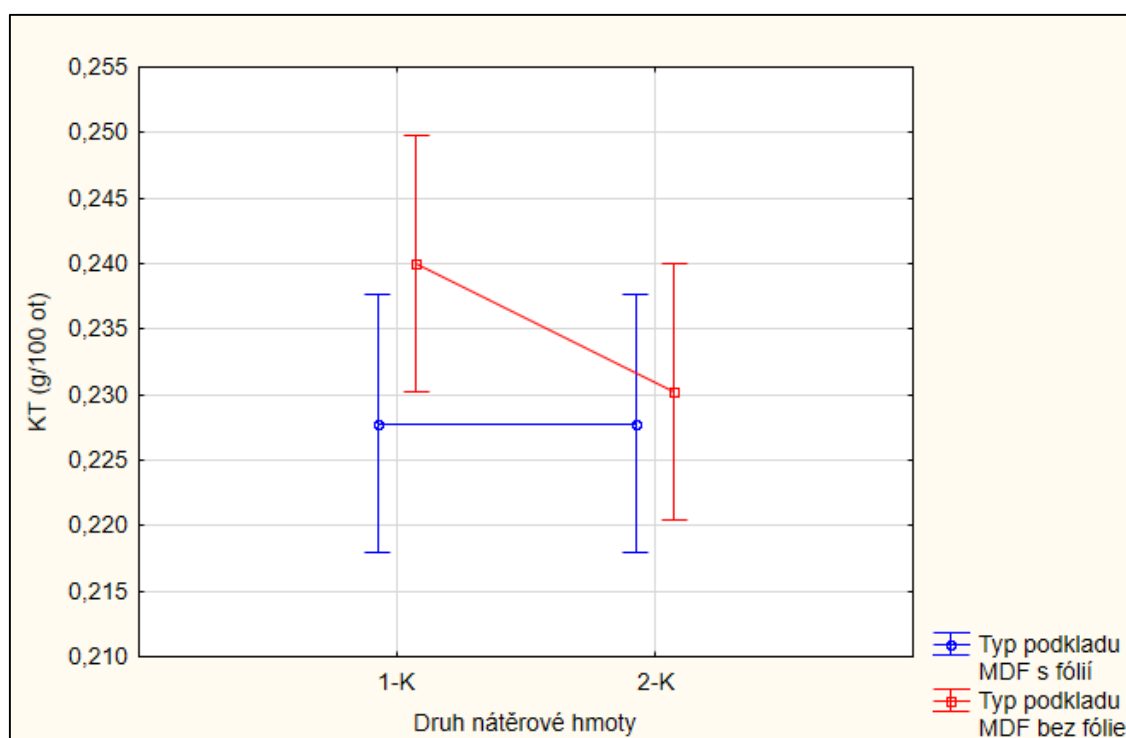
Obr. 51 Krabicový graf odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH



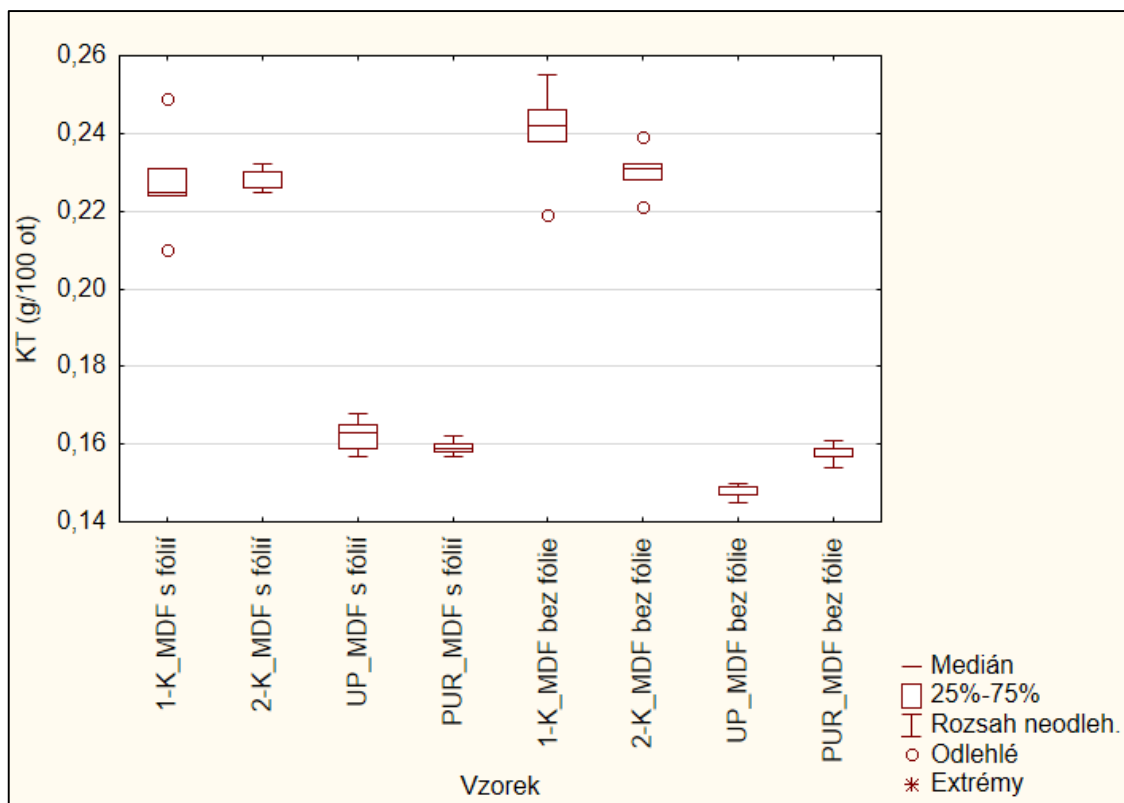
Tab. 14 Analýza rozptylu (ANOVA) odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro KT (g/100 ot) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1,071382	1	1,071382	9987,248	0,000000
Typ podkladu	0,000266	1	0,000266	2,484	0,134588
Druh nátěrové hmoty	0,000120	1	0,000120	1,119	0,305826
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,000120	1	0,000120	1,119	0,305826
Chyba	0,001716	16	0,000107		

Scheffeho test; proměnná KT (g/100 ot) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00011, sv = 16,000				
Č. buňky	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	KT (g/100 ot) Průměr	1
1	MDF s fólií	1-K	0,227800	****
2	MDF s fólií	2-K	0,227800	****
4	MDF bez fólie	2-K	0,230200	****
3	MDF bez fólie	1-K	0,240000	****



Obr. 52 Grafické vyjádření ANOVY odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH

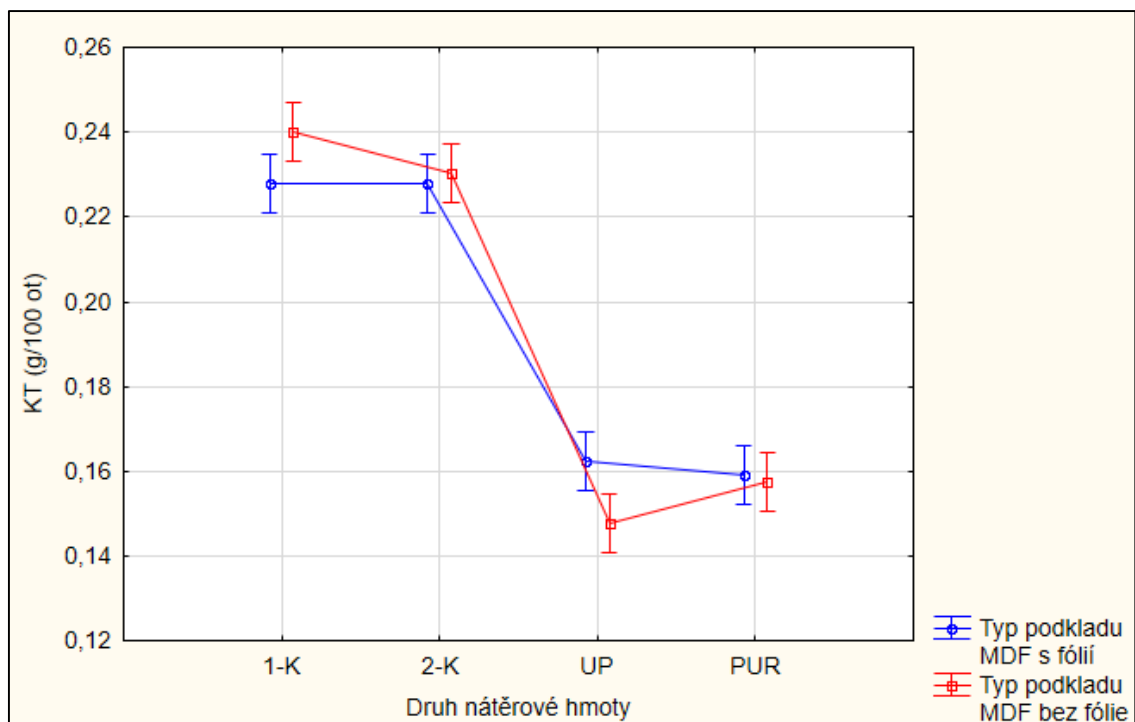


Obr. 53 Krabicový graf odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH

Tab. 15 Analýza rozptylu (ANOVA) odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro KT (g/100 ot) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1,506604	1	1,506604	26020,80	0,000000
Typ podkladu	0,000002	1	0,000002	0,03	0,852831
Druh nátěrové hmoty	0,056053	3	0,018684	322,70	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,000938	3	0,000313	5,40	0,004014
Chyba	0,001853	32	0,000058		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná KT (g/100 ot) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00006, sv = 32,000				
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	KT (g/100 ot) Průměr	1	2
7	MDF bez fólie	UP	0,147600	****	
8	MDF bez fólie	PUR	0,157600	****	
4	MDF s fólií	PUR	0,159200	****	
3	MDF s fólií	UP	0,162400	****	
1	MDF s fólií	1-K	0,227800		****
2	MDF s fólií	2-K	0,227800		****
6	MDF bez fólie	2-K	0,230200		****
5	MDF bez fólie	1-K	0,240000		****



Obr. 54 Grafické vyjádření ANOVY odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH

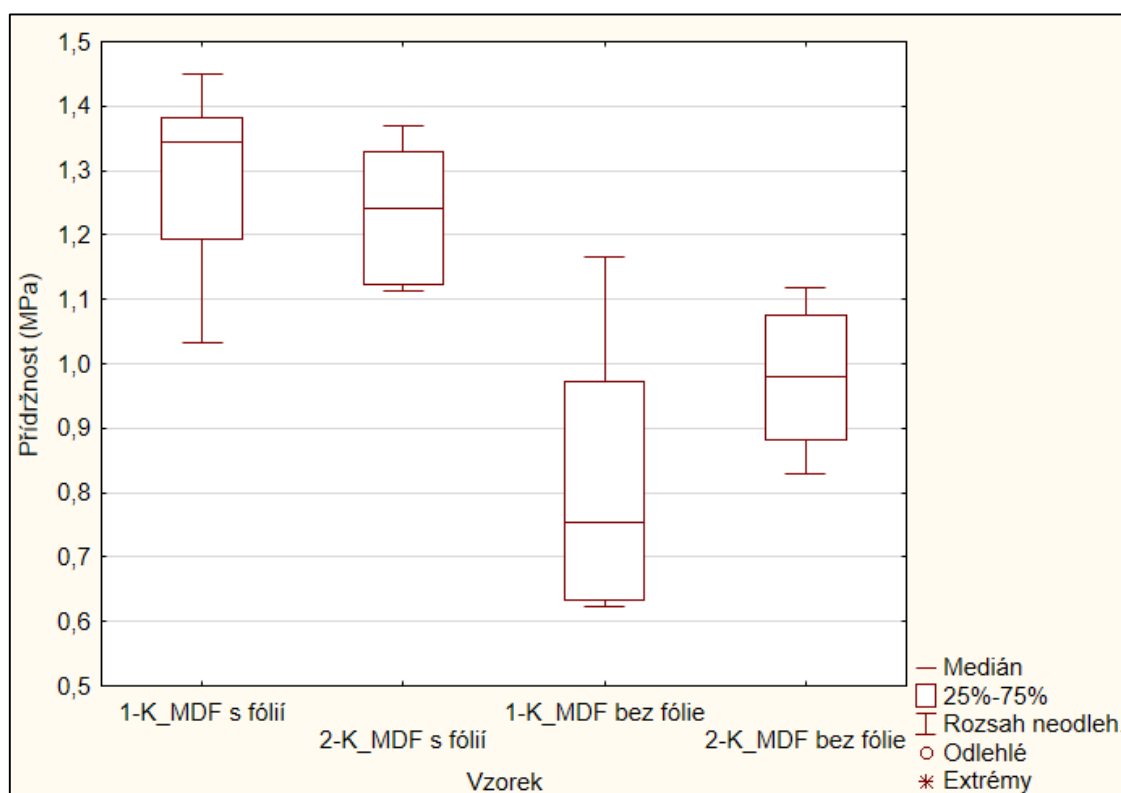
## 5.4 Přídržnost povrchu odtahem ČSN EN 311

Tab. 16 Přídržnost povrchu odtahem

Vzorek		Přídržnost [MPa]	Porušení	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF			
1-K	s fólií	1,29	mezi podkladovou fólií a základem	≥ 0,75
2-K	s fólií	1,24	mezi podkladovou fólií a základem	
1-K	bez fólie	0,80	v podkladovém materiálu (MDF)	
2-K	bez fólie	0,97	v podkladovém materiálu (MDF)	
UP	s fólií	1,18	v podkladovém materiálu (MDF)	
PUR	s fólií	0,95	mezi podkladovou fólií a základem	
UP	bez fólie	1,11	v podkladovém materiálu (MDF)	
PUR	bez fólie	1,14	v podkladovém materiálu (MDF)	

Tab. 17 Popisná statistika přídržnosti povrchu odtahem

Vzorek		Střední hodnota [MPa]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	1,29	0,04	1,34	-	0,13	0,02	1,03	1,45
2-K	s fólií	1,24	0,03	1,24	-	0,10	0,01	1,11	1,37
1-K	bez fólie	0,80	0,06	0,75	-	0,20	0,04	0,62	1,17
2-K	bez fólie	0,97	0,03	0,98	-	0,11	0,01	0,83	1,12
UP	s fólií	1,18	0,04	1,18	-	0,14	0,02	0,91	1,41
PUR	s fólií	0,95	0,04	0,91	-	0,12	0,02	0,80	1,15
UP	bez fólie	1,11	0,04	1,09	-	0,13	0,02	0,92	1,37
PUR	bez fólie	1,14	0,04	1,19	-	0,12	0,01	0,94	1,27

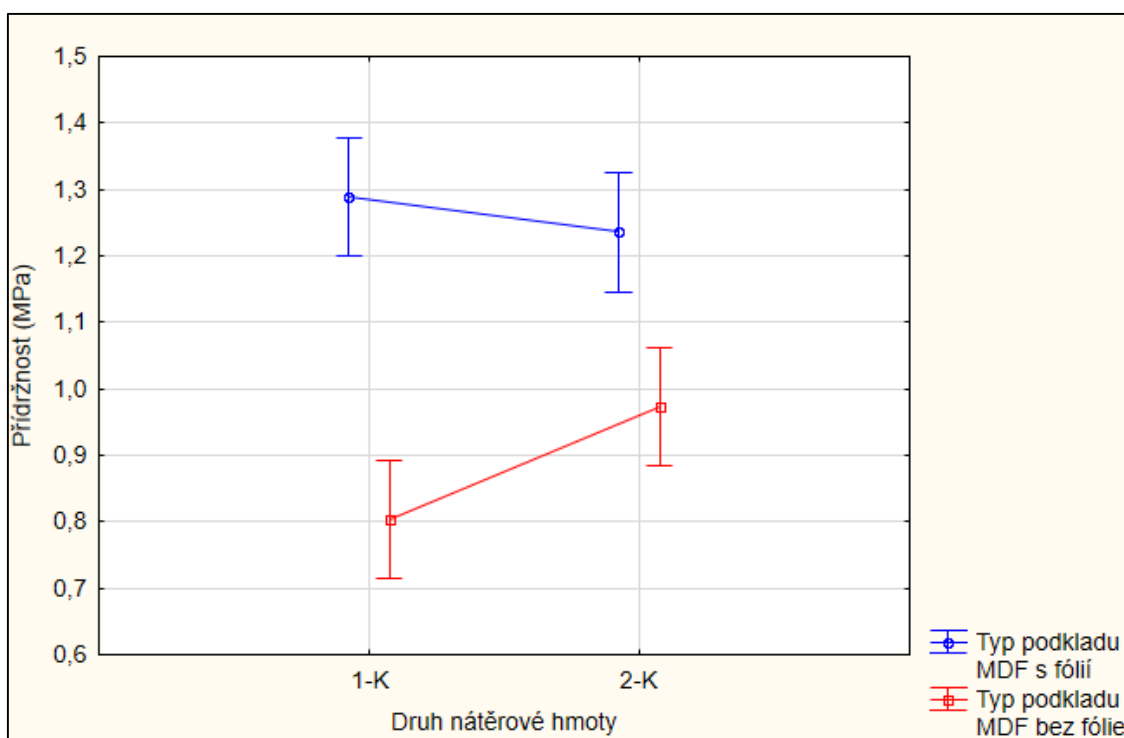


Obr. 55 Krabicový graf přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH

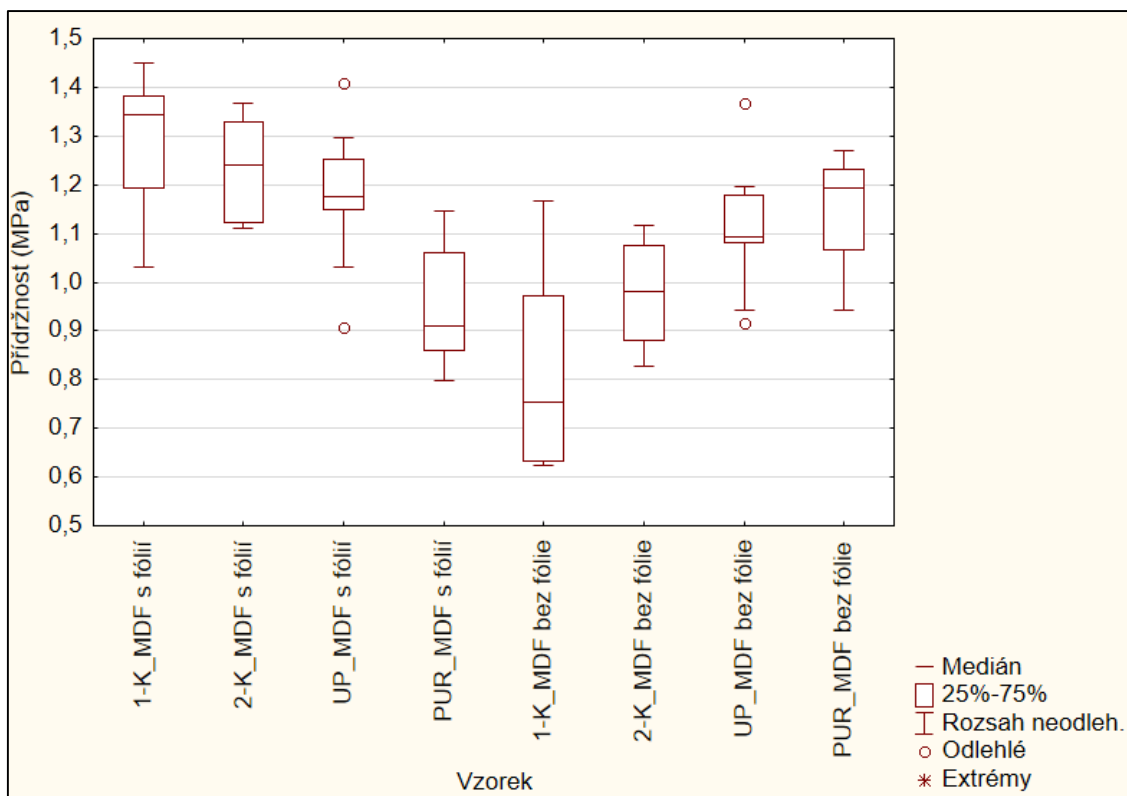
Tab. 18 Analýza rozptylu (ANOVA) přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Přídržnost (MPa) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	46,27446	1	46,27446	2401,750	0,000000
Typ podkladu	1,39316	1	1,39316	72,308	0,000000
Druh nátěrové hmoty	0,03393	1	0,03393	1,761	0,192846
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,12510	1	0,12510	6,493	0,015240
Chyba	0,69361	36	0,01927		

Scheffeho test; proměnná Přídržnost (MPa) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01927, sv = 36,000					
Č. buňky	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Přídržnost (MPa) Průměr	1	2
3	MDF bez fólie	1-K	0,803900	****	
4	MDF bez fólie	2-K	0,974000	****	
2	MDF s fólií	2-K	1,235400		****
1	MDF s fólií	1-K	1,289000		****



Obr. 56 Grafické vyjádření ANOVY přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH

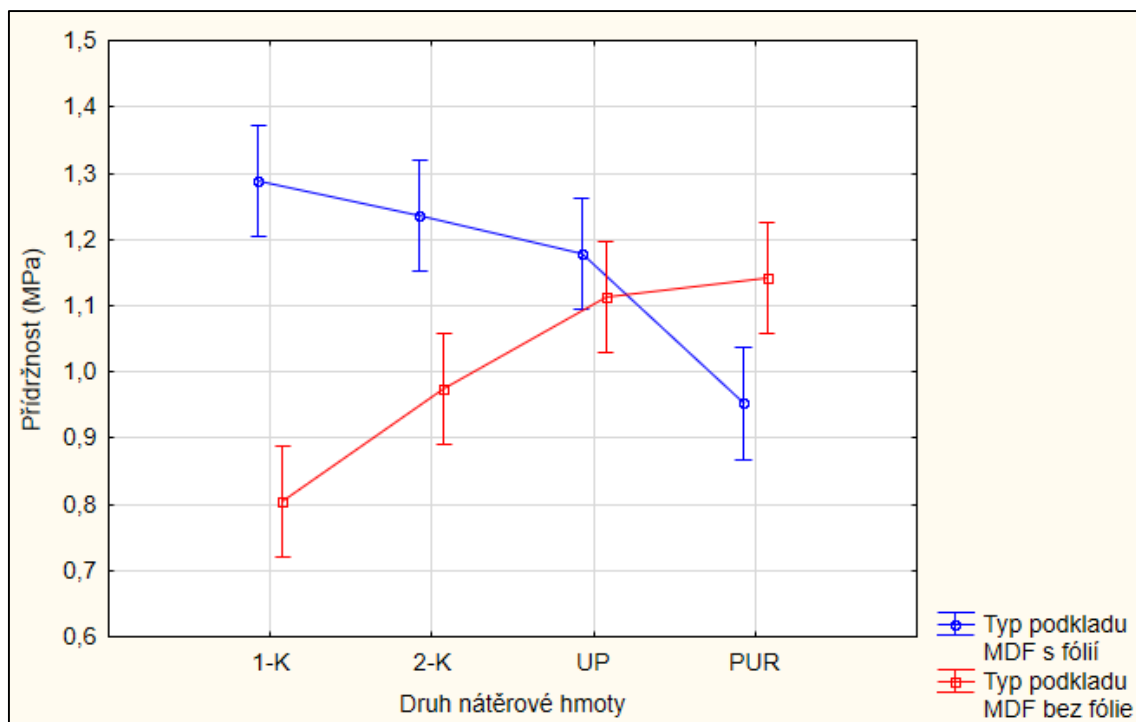


Obr. 57 Krabicový graf přidržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH

Tab. 19 Analýza rozptylu (ANOVA) přidržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Přidržnost (MPa) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	94,34734	1	94,34734	5281,143	0,000000
Typ podkladu	0,48485	1	0,48485	27,140	0,000002
Druh nátěrové hmoty	0,14069	3	0,04690	2,625	0,056924
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	1,23461	3	0,41154	23,036	0,000000
Chyba	1,28628	72	0,01786		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Přidržnost (MPa) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01786, sv = 72,000					
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Přidržnost (MPa) Průměr	1	2	3
5	MDF bez fólie	1-K	0,803900			****
4	MDF s fólií	PUR	0,952100	****		****
6	MDF bez fólie	2-K	0,974000	****		****
7	MDF bez fólie	UP	1,113000	****	****	
8	MDF bez fólie	PUR	1,141600	****	****	
3	MDF s fólií	UP	1,178800	****	****	
2	MDF s fólií	2-K	1,235400		****	
1	MDF s fólií	1-K	1,289000		****	



Obr. 58 Grafické vyjádření ANOVY přídržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH

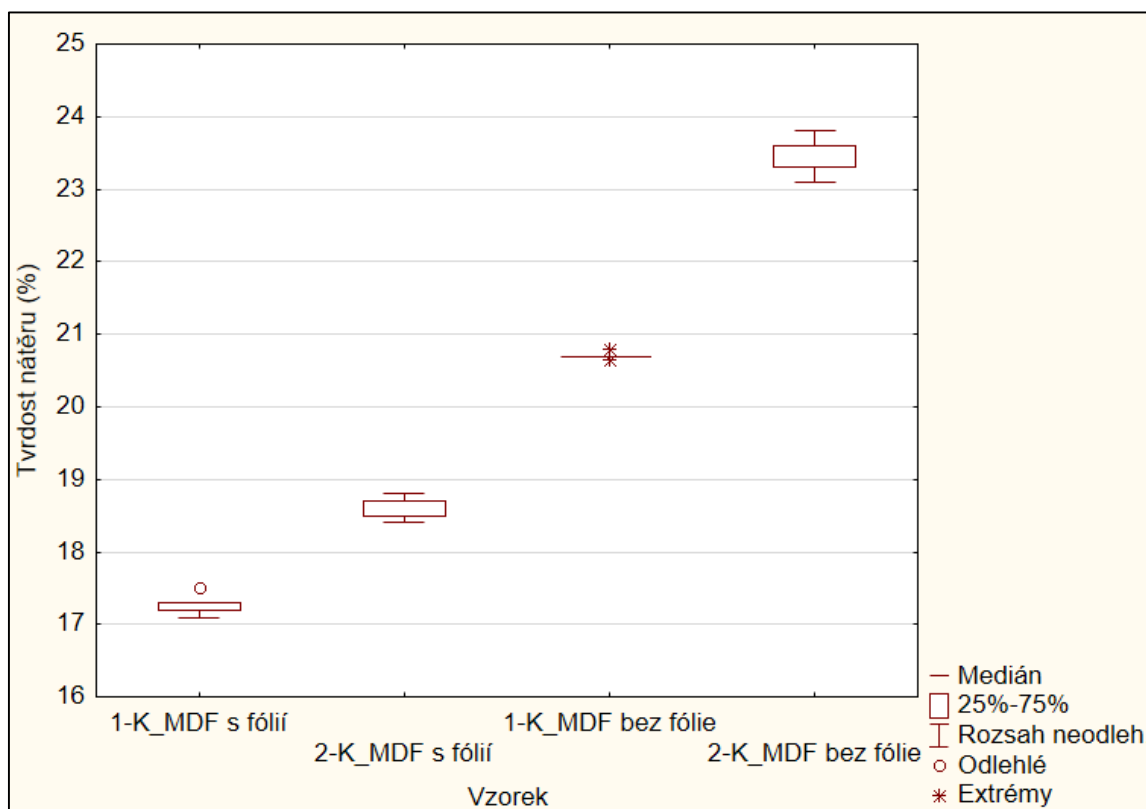
## 5.5 Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla ČSN EN ISO 1522

Tab. 20 Stanovení tvrdosti tlumením kyvadla

Vzorek		Tvrdost nátěru [%]	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	17,3	neuveдено (doporučená hodnota: $\geq 40$ %)
2-K	s fólií	18,6	
1-K	bez fólie	20,7	
2-K	bez fólie	23,4	
UP	s fólií	50,5	
PUR	s fólií	51,0	
UP	bez fólie	48,7	
PUR	bez fólie	46,4	

Tab. 21 Popisná statistika stanovení tvrdosti tlumením kyvadla

Vzorek		Střední hodnota [%]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	17,3	0,1	17,3	17,3	0,1	0,0	17,1	17,5
2-K	s fólií	18,6	0,1	18,5	18,5	0,2	0,0	18,4	18,8
1-K	bez fólie	20,7	0,0	20,7	20,7	0,1	0,0	20,7	20,8
2-K	bez fólie	23,4	0,1	23,3	23,3	0,3	0,1	23,1	23,8
UP	s fólií	50,5	0,3	50,5	50,5	0,6	0,4	49,7	51,5
PUR	s fólií	51,0	0,1	51,1	-	0,2	0,0	50,7	51,2
UP	bez fólie	48,7	0,2	48,7	-	0,5	0,2	48,1	49,4
PUR	bez fólie	46,4	0,4	46,4	-	0,8	0,7	45,4	47,7



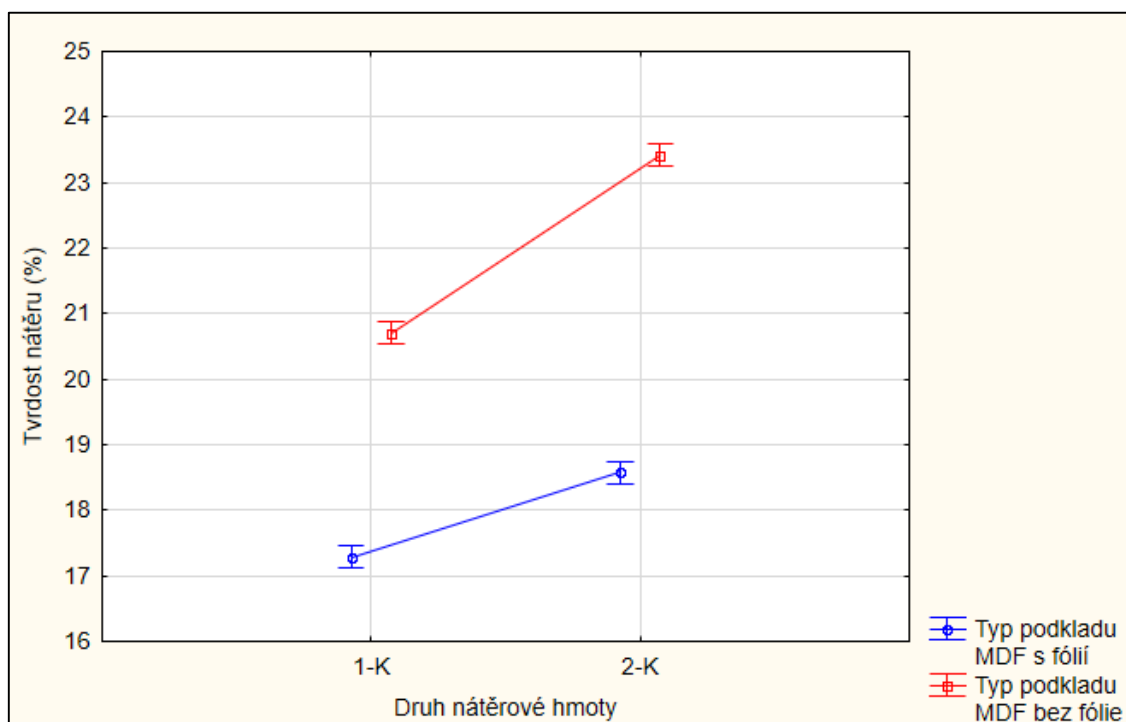
Obr. 59 Krabicový graf stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH



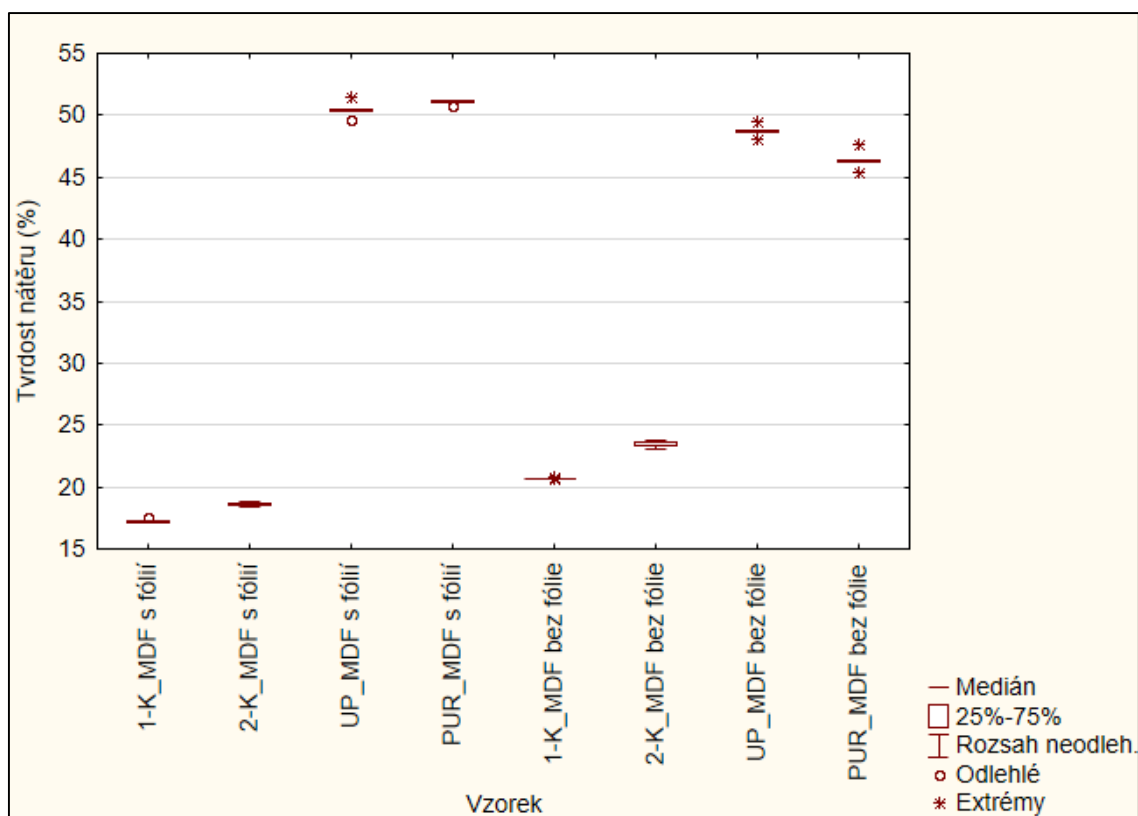
Tab. 22 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Tvrdost nátěru (%) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	7998,000	1	7998,000	248000,0	0,000000
Typ podkladu	85,491	1	85,491	2650,9	0,000000
Druh nátěrové hmoty	20,100	1	20,100	623,3	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	2,485	1	2,485	77,1	0,000000
Chyba	0,516	16	0,032		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Tvrdost nátěru (%) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,03225, sv = 16,000						
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Tvrdost nátěru (%) Průměr	1	2	3	4
1	MDF s fólií	1-K	17,28000	****			
2	MDF s fólií	2-K	18,58000		****		
3	MDF bez fólie	1-K	20,71000			****	
4	MDF bez fólie	2-K	23,42000				****



Obr. 60 Grafické vyjádření ANOVY stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH

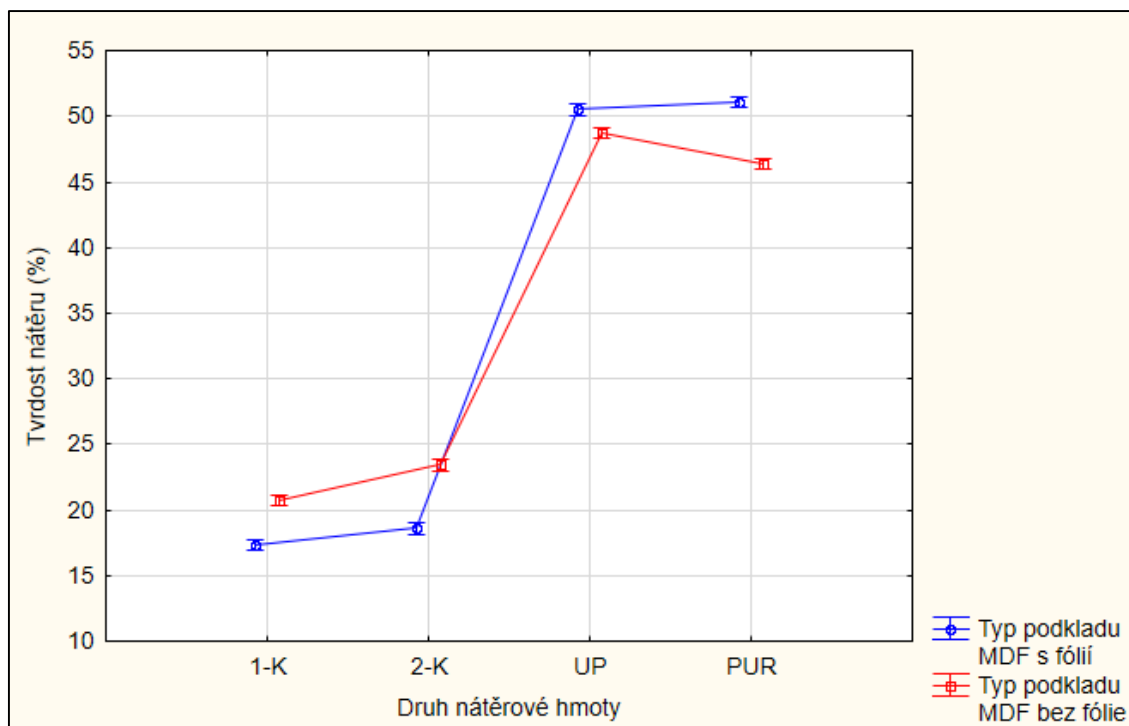


Obr. 61 Krabicový graf stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH

Tab. 23 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Tvrdość nátěru (%) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	47844,89	1	47844,89	251603,3	0,000000
Typ podkladu	2,23	1	2,23	11,7	0,001715
Druh nátěrové hmoty	8535,88	3	2845,29	14962,6	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	146,84	3	48,95	257,4	0,000000
Chyba	6,09	32	0,19		

Č. buňky	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Tvrdość nátěru (%) Průměr	Scheffeho test; proměnná Tvrdość nátěru (%) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,19016, sv = 32,000						
				1	2	3	4	5	6	7
1	MDF s fólií	1-K	17,28000		****					
2	MDF s fólií	2-K	18,58000			****				
5	MDF bez fólie	1-K	20,71000				****			
6	MDF bez fólie	2-K	23,42000					****		
8	MDF bez fólie	PUR	46,41800						****	
7	MDF bez fólie	UP	48,73600							****
3	MDF s fólií	UP	50,50000	****						
4	MDF s fólií	PUR	51,03600	****						



Obr. 62 Grafické vyjádření ANOVY stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH

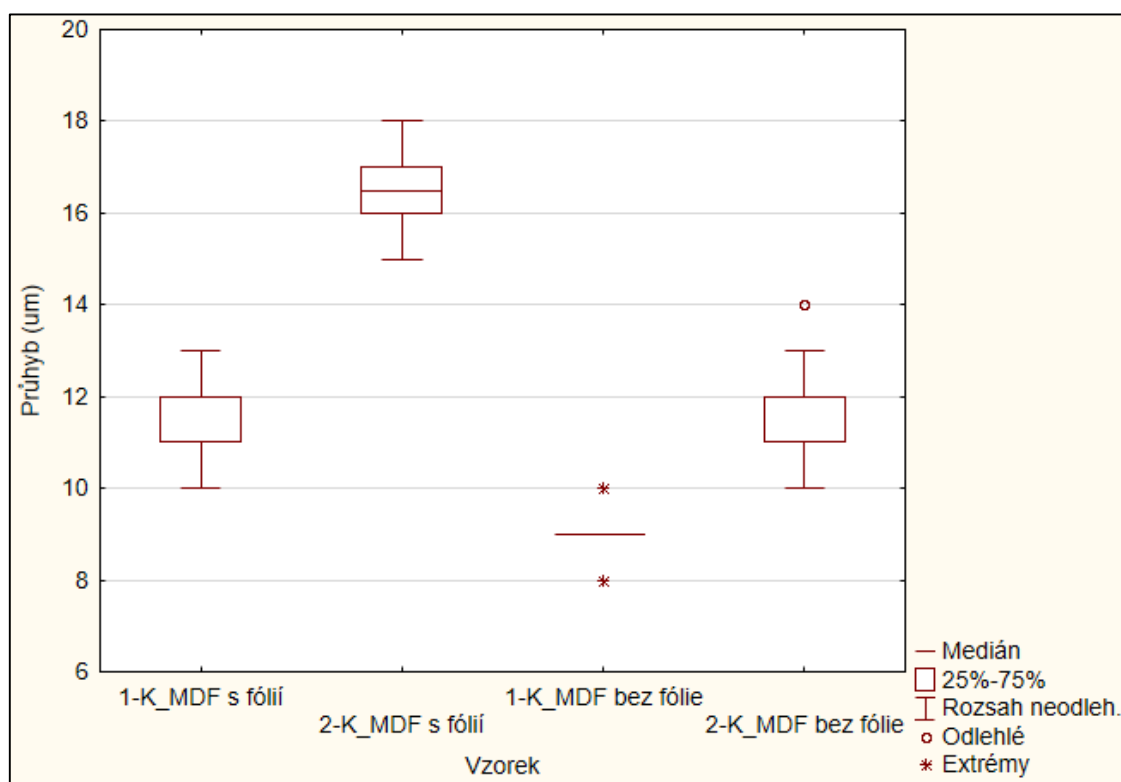
## 5.6 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru

Tab. 24 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru

Vzorek		Průhyb nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Hodnoty Buchholz [-]	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF			
1-K	s fólií	11	87	neuvedeno
2-K	s fólií	17	69	
1-K	bez fólie	9	95	
2-K	bez fólie	12	83	
UP	s fólií	5	125	
PUR	s fólií	5	125	
UP	bez fólie	7	109	
PUR	bez fólie	7	109	

Tab. 25 Popisná statistika stanovení odporu vůči vnikání mikrotrvdoměru

Vzorek		Střední hodnota [μm]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	11	0,3	11	11	0,8	0,7	10	13
2-K	s fólií	17	0,3	17	17	1,1	1,2	15	18
1-K	bez fólie	9	0,2	9	9	0,7	0,4	8	10
2-K	bez fólie	12	0,4	12	12	1,3	1,6	10	14
UP	s fólií	5	0,1	5	5	0,5	0,2	4	6
PUR	s fólií	5	0,2	5	5	0,6	0,3	4	6
UP	bez fólie	7	0,2	7	7	0,6	0,3	6	8
PUR	bez fólie	7	0,2	7	7	0,6	0,4	6	8

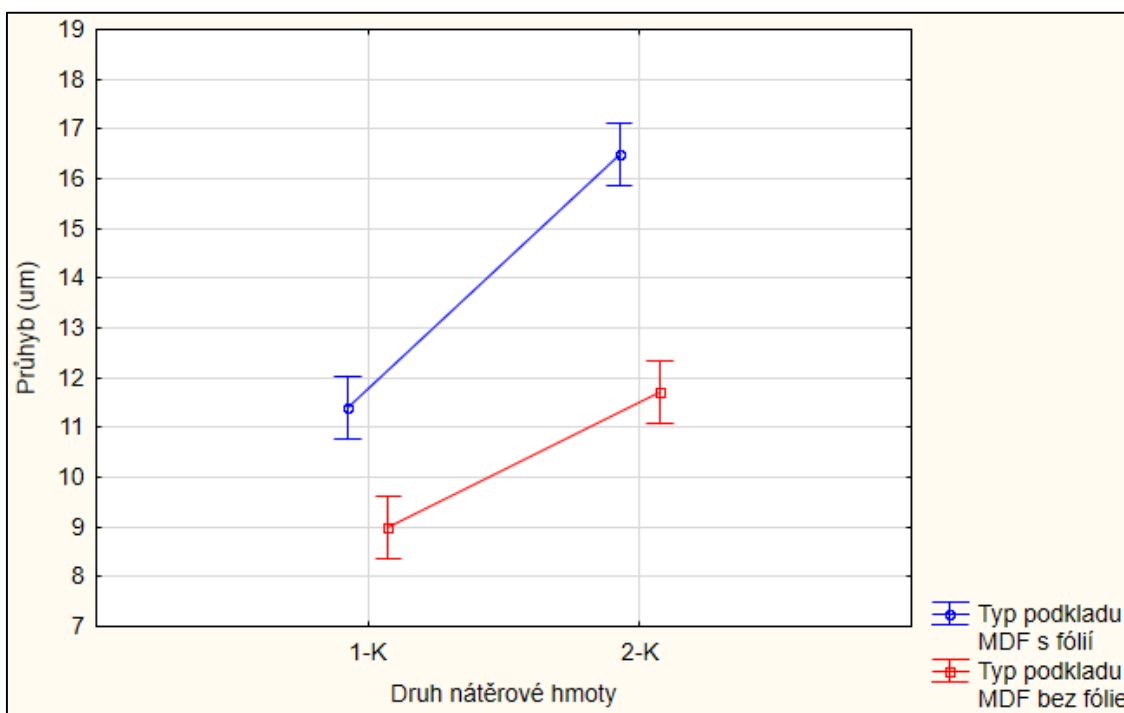


Obr. 63 Krabicový graf stanovení odporu vůči vnikání mikrotrvdoměru VŘ NH

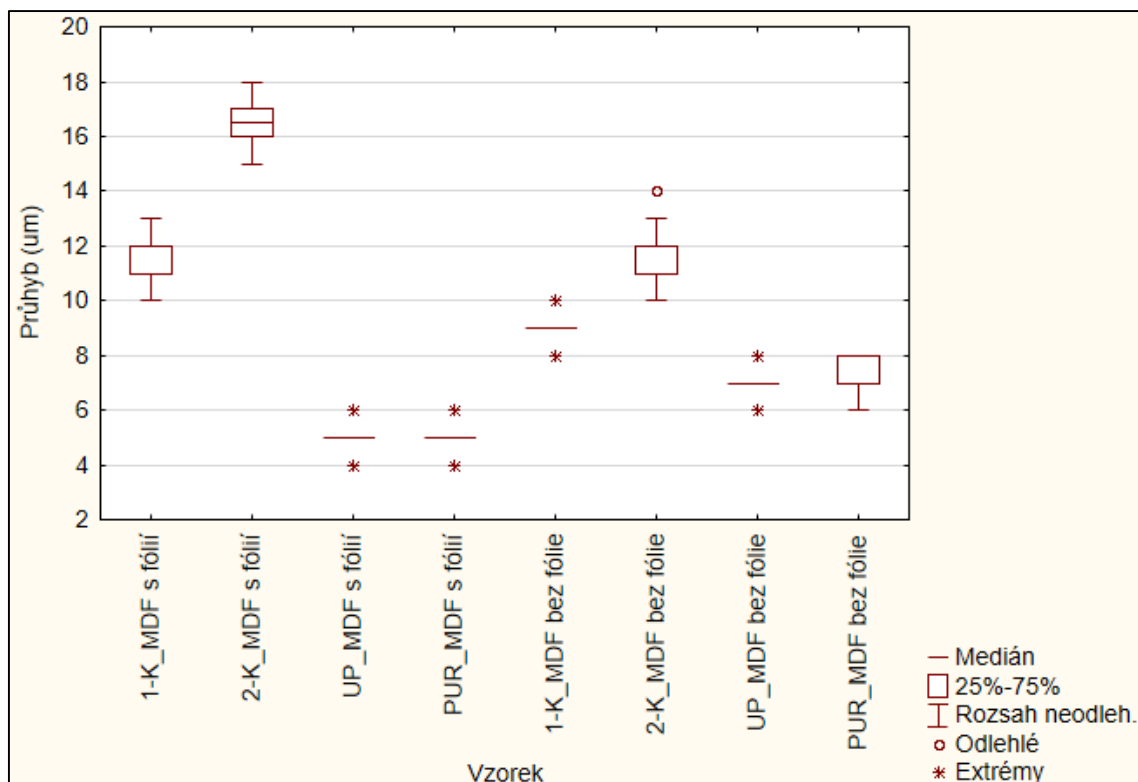
Tab. 26 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru VŘ NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Tvrdost (um) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	5904,900	1	5904,900	6073,611	0,000000
Typ podkladu	129,600	1	129,600	133,303	0,000000
Druh nátěrové hmoty	152,100	1	152,100	156,446	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	14,400	1	14,400	14,811	0,000468
Chyba	35,000	36	0,972		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Tvrdost (um) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PC = ,97222, sv = 36,000					
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Tvrdost (um) Průměr	1	2	3
3	MDF bez fólie	1-K	9,00000		****	
1	MDF s fólií	1-K	11,40000	****		
4	MDF bez fólie	2-K	11,70000	****		
2	MDF s fólií	2-K	16,50000			****



Obr. 64 Grafické vyjádření ANOVY stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru VŘ NH

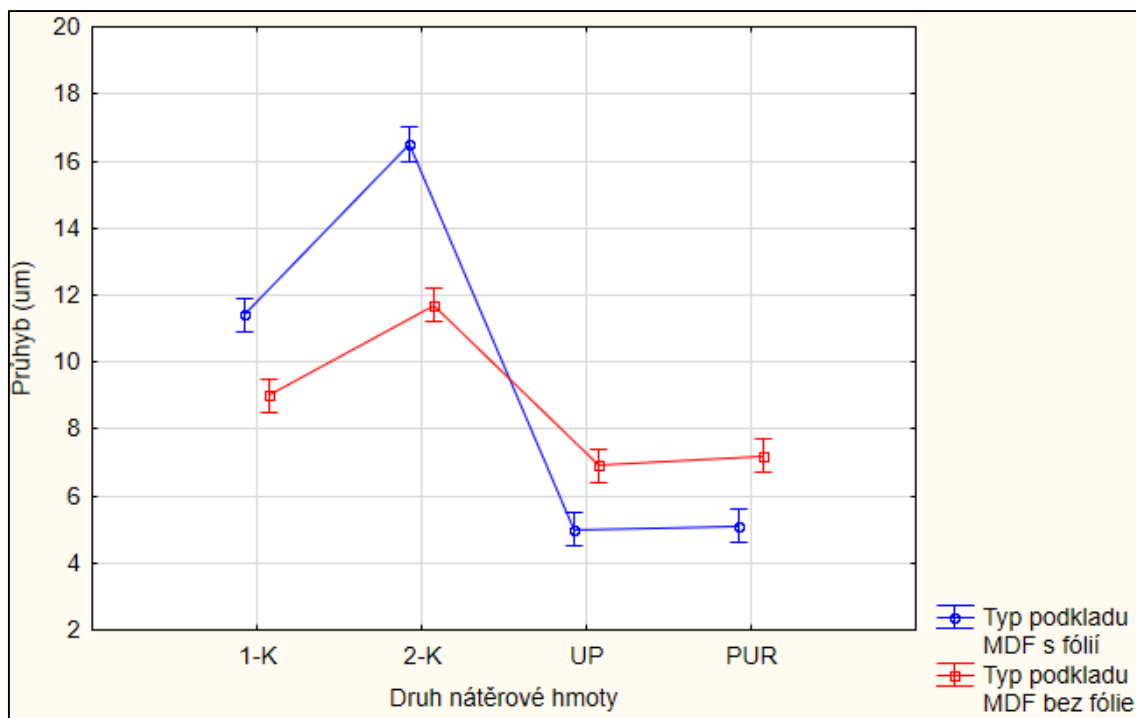


Obr. 65 Krabicový graf stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH

Tab. 27 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Tvrdost (µm) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	6624,800	1	6624,800	10279,86	0,000000
Typ podkladu	12,800	1	12,800	19,86	0,000030
Druh nátěrové hmoty	896,700	3	298,900	463,81	0,000000
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	171,300	3	57,100	88,60	0,000000
Chyba	46,400	72	0,644		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Tvrdost (µm) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,64444, sv = 72,000		Tvrdost (µm) Průměr	1	2	3	4	5
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty						
3	MDF s fólií	UP	5,00000	****				
4	MDF s fólií	PUR	5,10000	****				
7	MDF bez fólie	UP	6,90000		****			
8	MDF bez fólie	PUR	7,20000		****			
5	MDF bez fólie	1-K	9,00000				****	
1	MDF s fólií	1-K	11,40000			****		
6	MDF bez fólie	2-K	11,70000			****		
2	MDF s fólií	2-K	16,50000					****



Obr. 66 Grafické vyjádření ANOVY stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH

## 5.7 Stanovení drsnosti povrchu drsnoměrem

Tab. 28 Stanovení drsnosti povrchu

Vzorek		Ra [μm]	Rz [μm]	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF			
1-K	s fólií	0,09	0,47	neuveveno
2-K	s fólií	0,13	0,67	
1-K	bez fólie	0,20	0,90	
2-K	bez fólie	0,28	1,23	
UP	s fólií	0,04	0,39	
PUR	s fólií	0,07	0,46	
UP	bez fólie	0,18	0,82	
PUR	bez fólie	0,28	1,16	

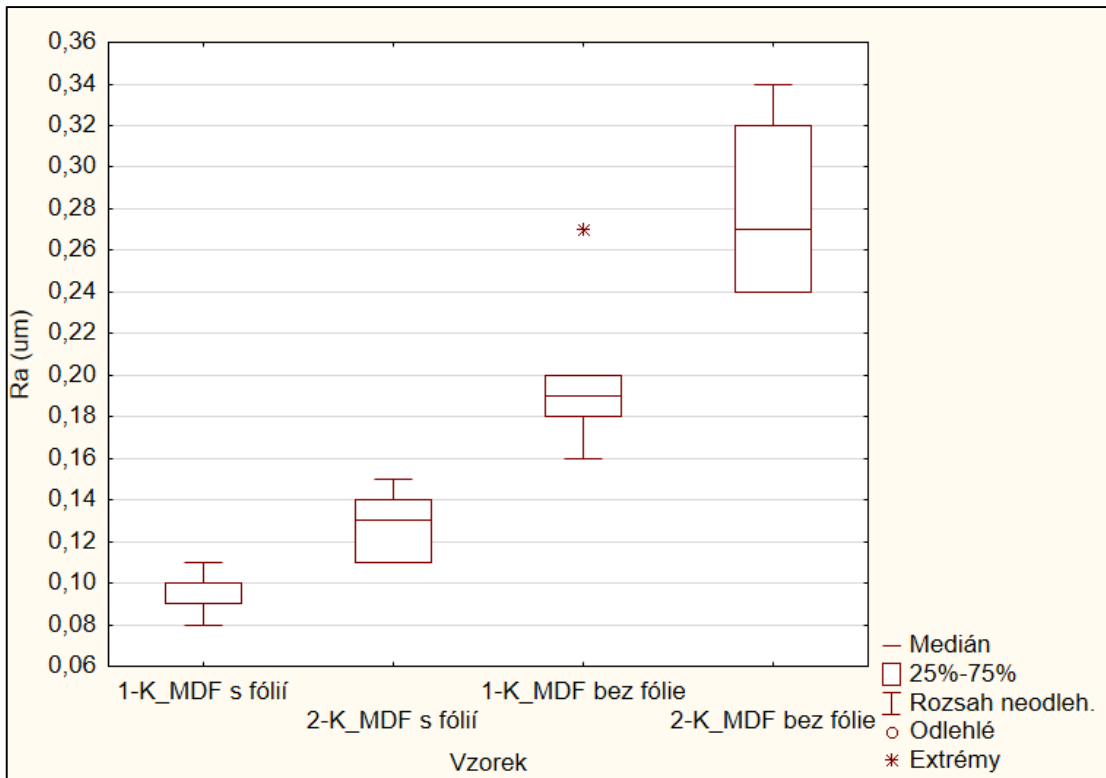
Tab. 29 Popisná statistika stanovení drsnosti povrchu – hodnoty parametru Ra

Vzorek		Střední hodnota [μm]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	0,09	0,01	0,09	0,09	0,01	0,00	0,08	0,11
2-K	s fólií	0,13	0,01	0,13	0,11	0,02	0,00	0,11	0,15
1-K	bez fólie	0,20	0,02	0,19	-	0,04	0,00	0,16	0,27
2-K	bez fólie	0,28	0,02	0,27	0,24	0,05	0,00	0,24	0,34
UP	s fólií	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,05
PUR	s fólií	0,07	0,01	0,07	0,07	0,01	0,00	0,05	0,09
UP	bez fólie	0,18	0,02	0,18	0,18	0,04	0,00	0,14	0,25
PUR	bez fólie	0,28	0,02	0,28	0,28	0,05	0,00	0,23	0,35

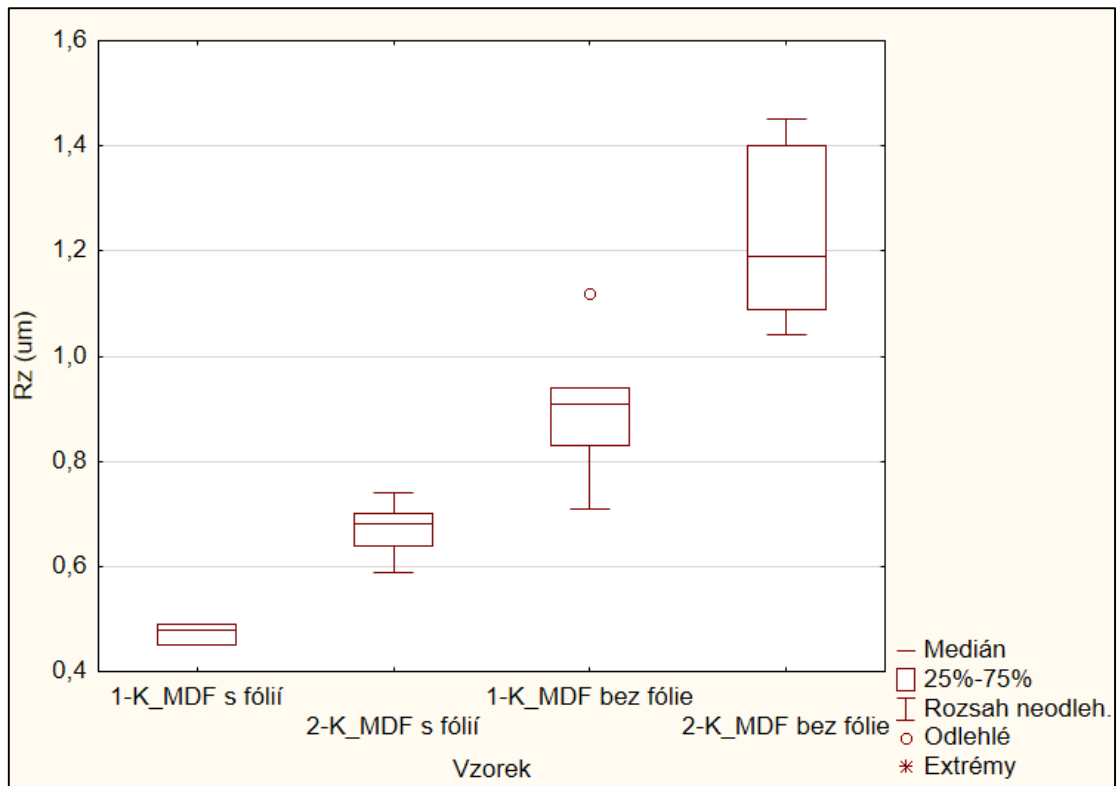
Tab. 30 Popisná statistika stanovení drsnosti povrchu – hodnoty parametru Rz

Vzorek		Střední hodnota [μm]	Chyba střední hodnoty	Medián	Modus	Směr. odchylka	Rozptyl výběru	Min.	Max.
Nátěrová hmota	Podklad-MDF								
1-K	s fólií	0,47	0,01	0,48	0,45	0,02	0,00	0,45	0,49
2-K	s fólií	0,67	0,03	0,68	-	0,06	0,00	0,59	0,74
1-K	bez fólie	0,90	0,07	0,91	-	0,15	0,02	0,71	1,12
2-K	bez fólie	1,23	0,08	1,19	-	0,18	0,03	1,04	1,45
UP	s fólií	0,39	0,06	0,39	0,39	0,14	0,02	0,22	0,61
PUR	s fólií	0,46	0,06	0,46	0,46	0,13	0,02	0,27	0,62
UP	bez fólie	0,82	0,06	0,82	0,82	0,14	0,02	0,58	0,94
PUR	bez fólie	1,16	0,07	1,16	1,16	0,16	0,03	0,98	1,41





Obr. 67 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra



Obr. 68 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz

Tab. 31 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra

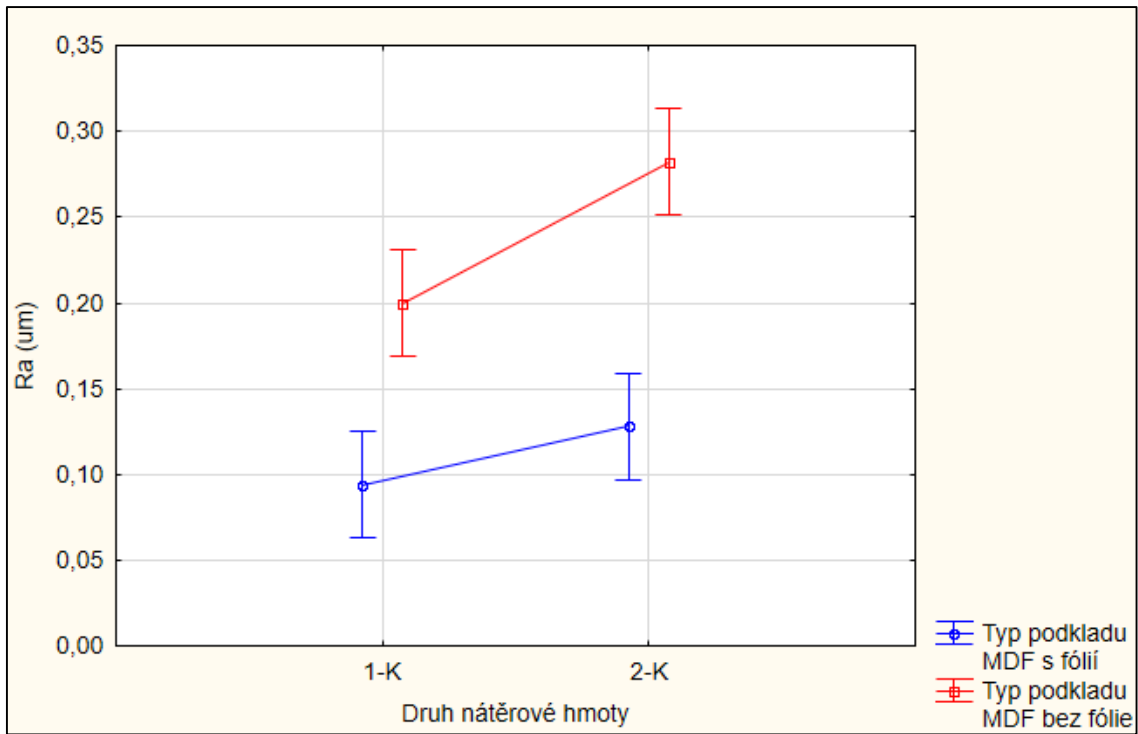
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ra (um) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	0,619520	1	0,619520	573,6296	0,000000
Typ podkladu	0,084500	1	0,084500	78,2407	0,000000
Druh nátěrové hmoty	0,016820	1	0,016820	15,5741	0,001155
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,002880	1	0,002880	2,6667	0,121992
Chyba	0,017280	16	0,001080		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Ra (um) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00108, sv = 16,000					
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Ra (um) Průměr	1	2	3
1	MDF s fólií	1-K	0,094000	****		
2	MDF s fólií	2-K	0,128000	****		
3	MDF bez fólie	1-K	0,200000		****	
4	MDF bez fólie	2-K	0,282000			****

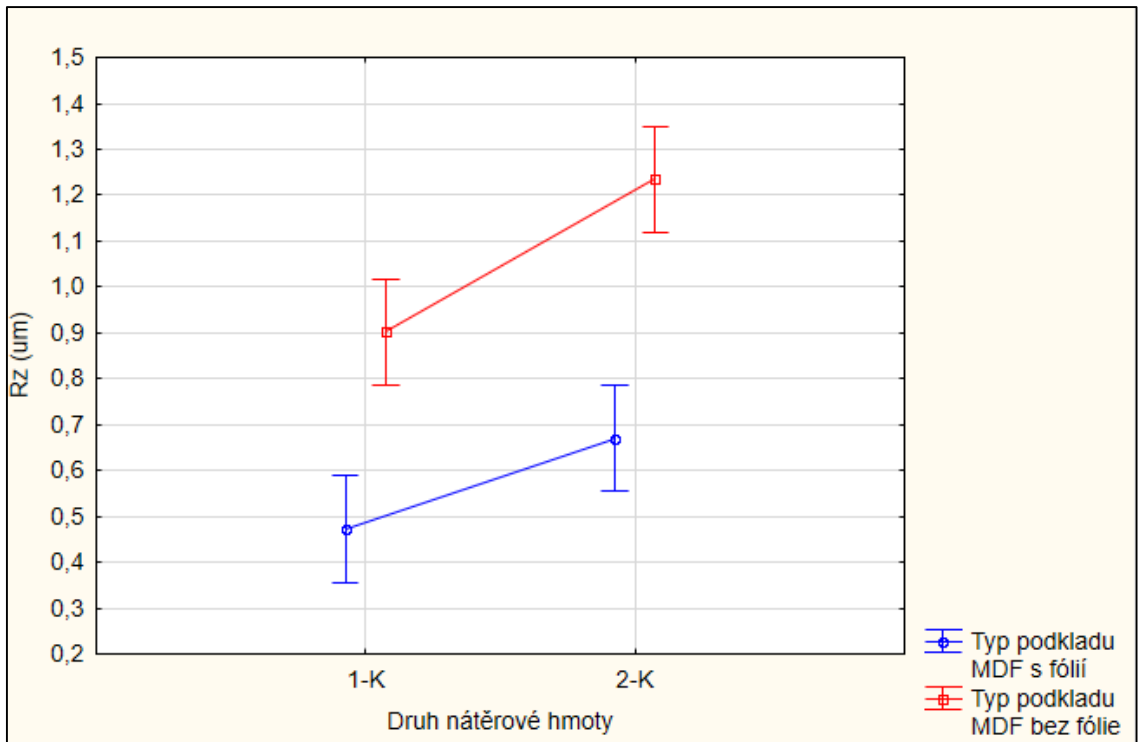
Tab. 32 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Rz (um) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	13,43161	1	13,43161	893,6530	0,000000
Typ podkladu	1,23505	1	1,23505	82,1720	0,000000
Druh nátěrové hmoty	0,35113	1	0,35113	23,3616	0,000183
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,02245	1	0,02245	1,4933	0,239397
Chyba	0,24048	16	0,01503		

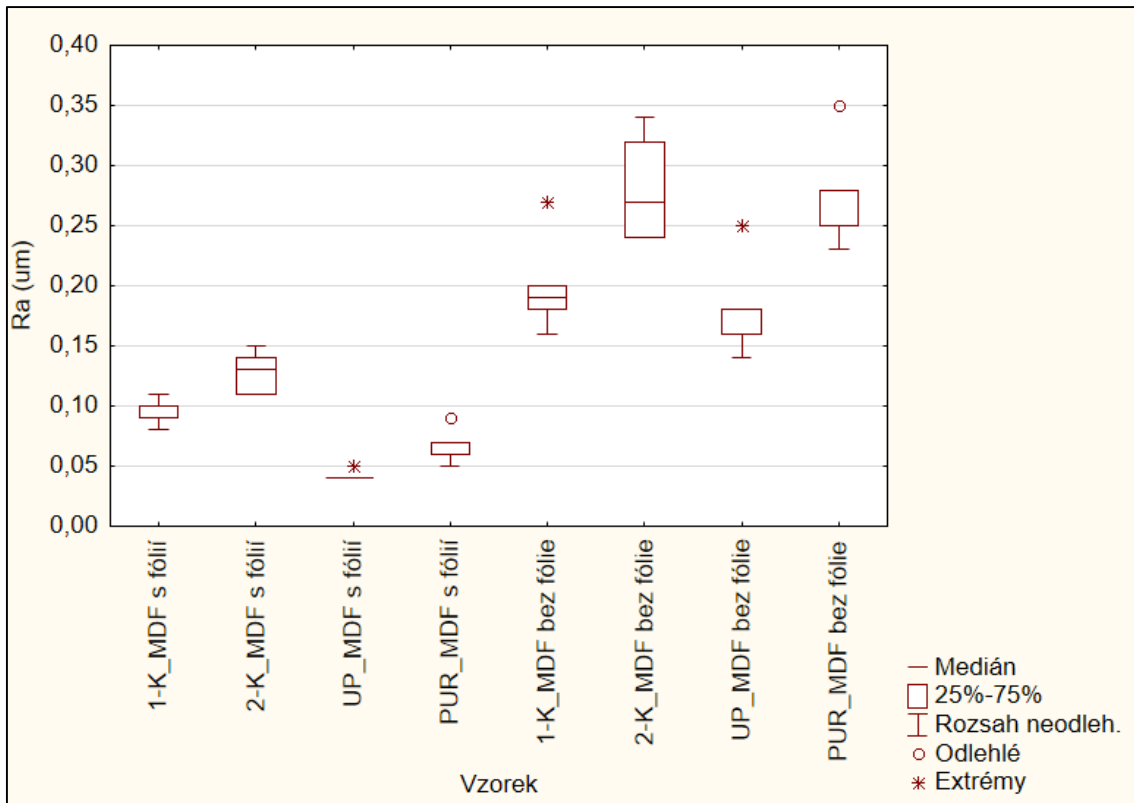
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Rz (um) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01503, sv = 16,000					
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Rz (um) Průměr	1	2	3
1	MDF s fólií	1-K	0,472000	****		
2	MDF s fólií	2-K	0,670000	****	****	
3	MDF bez fólie	1-K	0,902000		****	
4	MDF bez fólie	2-K	1,234000			****



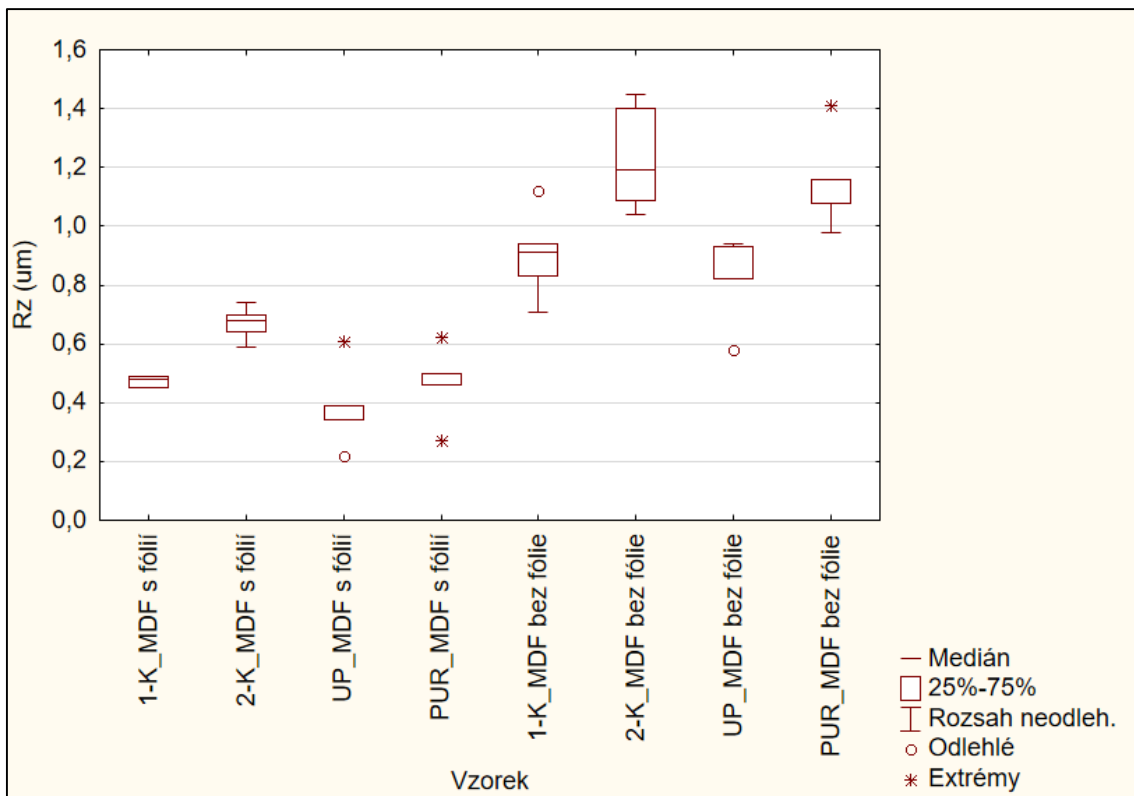
Obr. 69 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra



Obr. 70 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz



Obr. 71 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra



Obr. 72 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz

Tab. 33 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra

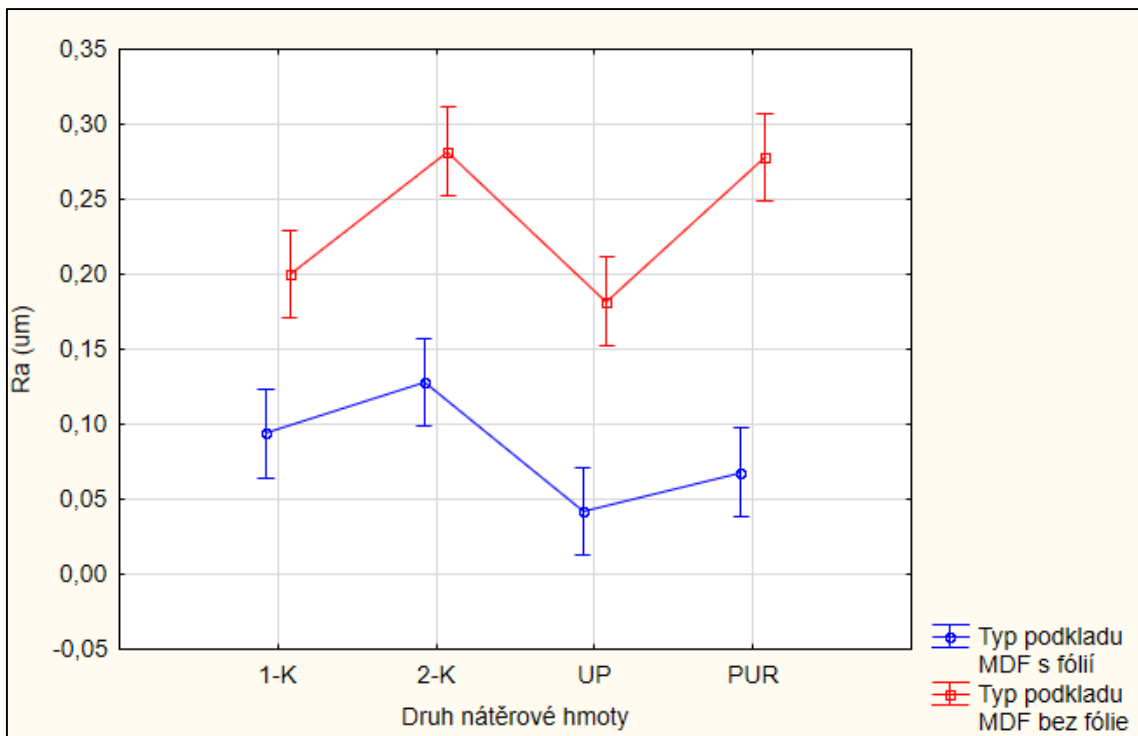
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ra (um) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1,014423	1	1,014423	971,9018	0,000000
Typ podkladu	0,232563	1	0,232563	222,8144	0,000000
Druh nátěrové hmoty	0,046648	3	0,015549	14,8974	0,000003
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,014068	3	0,004689	4,4926	0,009676
Chyba	0,033400	32	0,001044		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Ra (um) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00104, sv = 32,000						
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Ra (um) Průměr	1	2	3	4
3	MDF s fólií	UP	0,042000	****			
4	MDF s fólií	PUR	0,068000	****	****		
1	MDF s fólií	1-K	0,094000	****	****		
2	MDF s fólií	2-K	0,128000		****	****	
7	MDF bez fólie	UP	0,182000			****	
5	MDF bez fólie	1-K	0,200000			****	****
8	MDF bez fólie	PUR	0,278000				****
6	MDF bez fólie	2-K	0,282000				****

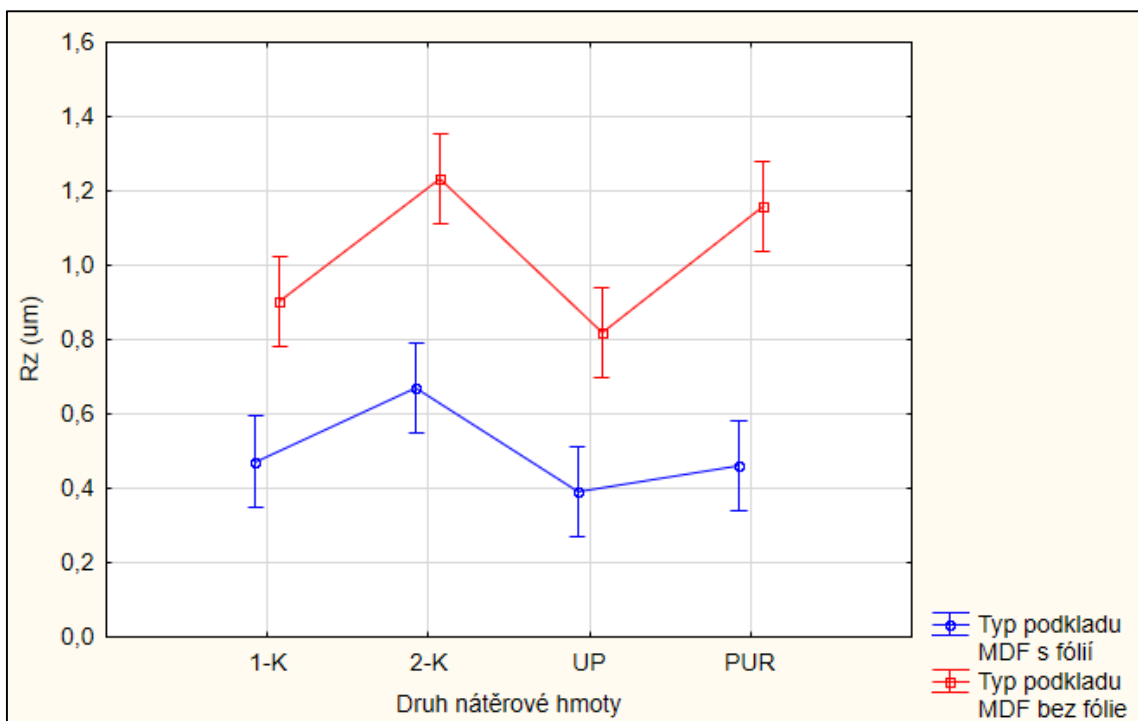
Tab. 34 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Rz (um) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	23,30202	1	23,30202	1310,667	0,000000
Typ podkladu	2,80370	1	2,80370	157,700	0,000000
Druh nátěrové hmoty	0,68987	3	0,22996	12,934	0,000011
Typ podkladu*Druh nátěrové hmoty	0,12279	3	0,04093	2,302	0,095836
Chyba	0,56892	32	0,01778		

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Rz (um) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01778, sv = 32,000					
	Typ podkladu	Druh nátěrové hmoty	Rz (um) Průměr	1	2	3
3	MDF s fólií	UP	0,390000	****		
4	MDF s fólií	PUR	0,462000	****		
1	MDF s fólií	1-K	0,472000	****		
2	MDF s fólií	2-K	0,670000	****	****	
7	MDF bez fólie	UP	0,818000		****	
5	MDF bez fólie	1-K	0,902000		****	****
8	MDF bez fólie	PUR	1,158000			****
6	MDF bez fólie	2-K	1,234000			****



Obr. 73 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra



Obr. 74 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz

## 5.8 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry PP 04 ČSN EN 438-2, část 14

Tab. 35 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	4	neuveďeno (doporučená hodnota: $\geq 4$ )
2-K	s fólií	4	
1-K	bez fólie	4	
2-K	bez fólie	4	
UP	s fólií	5	
PUR	s fólií	5	
UP	bez fólie	5	
PUR	bez fólie	5	

## 5.9 Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě (IKEA)

Tab. 36 Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	5	neuveďeno
2-K	s fólií	5	
1-K	bez fólie	5	
2-K	bez fólie	5	
UP	s fólií	5	
PUR	s fólií	5	
UP	bez fólie	5	
PUR	bez fólie	5	

## 5.10 Odolnost vůči vrypu BS 3962, část 6

Tab. 37 Stanovení odolnosti vůči vrypu

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	2	neuveдено
2-K	s fólií	3	
1-K	bez fólie	2	
2-K	bez fólie	3	
UP	s fólií	5	
PUR	s fólií	5	
UP	bez fólie	5	
PUR	bez fólie	5	

## 5.11 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce BS 3962, část 6

Tab. 38 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	5	neuveдено
2-K	s fólií	5	
1-K	bez fólie	5	
2-K	bez fólie	5	
UP	s fólií	5	
PUR	s fólií	5	
UP	bez fólie	5	
PUR	bez fólie	5	



## 5.12 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla ČSN EN 12722+A1

Tab. 39 Stanovení odolnosti proti suchému teplu

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	3	≥ 4 (pro nábytkové plochy A, B) pro nábytkové plochy C - nejsou
2-K	s fólií	4	
1-K	bez fólie	2	
2-K	bez fólie	2	
UP	s fólií	4	
PUR	s fólií	4	
UP	bez fólie	4	
PUR	bez fólie	4	

## 5.13 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla ČSN EN 12721+A1

Tab. 40 Stanovení odolnosti proti vlhkému teplu

Vzorek		Stupeň	Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF		
1-K	s fólií	3	≥ 4 (pro nábytkové plochy A, B) pro nábytkové plochy C - nejsou
2-K	s fólií	4	
1-K	bez fólie	2	
2-K	bez fólie	2	
UP	s fólií	4	
PUR	s fólií	4	
UP	bez fólie	4	
PUR	bez fólie	4	

## 5.14 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin ČSN EN 12720+A1

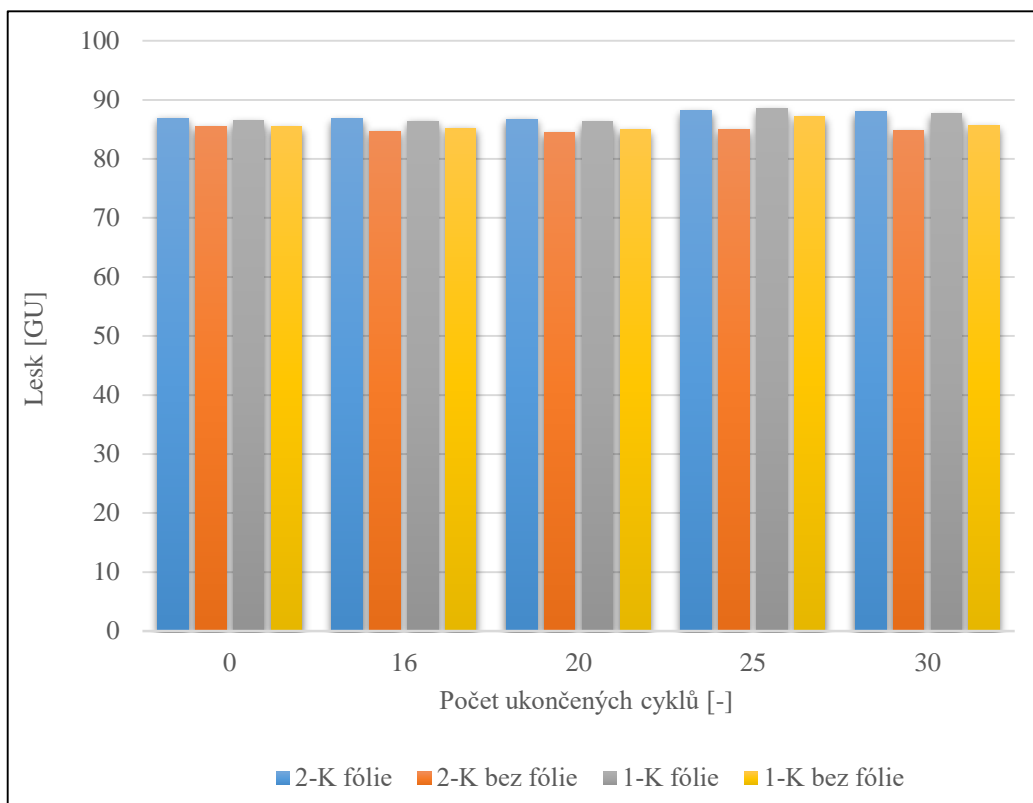
Tab. 41 Stanovení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin

Vzorek		Stupeň								Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad- MDF	Čaj	Káva	Červené víno	Ovocná šťáva	Voda	Čistící prostředek	Ethanol 48%	Kyselina octová 8%	
1-K	s fólií	2	2	2	5	5	5	5	2	≥ stupeň 4, doba působení 6 h (pro nábytkové plochy A, B)  pro nábytkové plochy C - nejsou
2-K	s fólií	2	2	2	5	5	5	5	2	
1-K	bez fólie	2	2	2	5	5	5	5	2	
2-K	bez fólie	2	2	2	5	5	5	5	2	
UP	s fólií	5	5	5	5	5	5	5	5	
PUR	s fólií	5	5	5	5	5	5	5	5	
UP	bez fólie	5	5	5	5	5	5	5	5	
PUR	bez fólie	5	5	5	5	5	5	5	5	

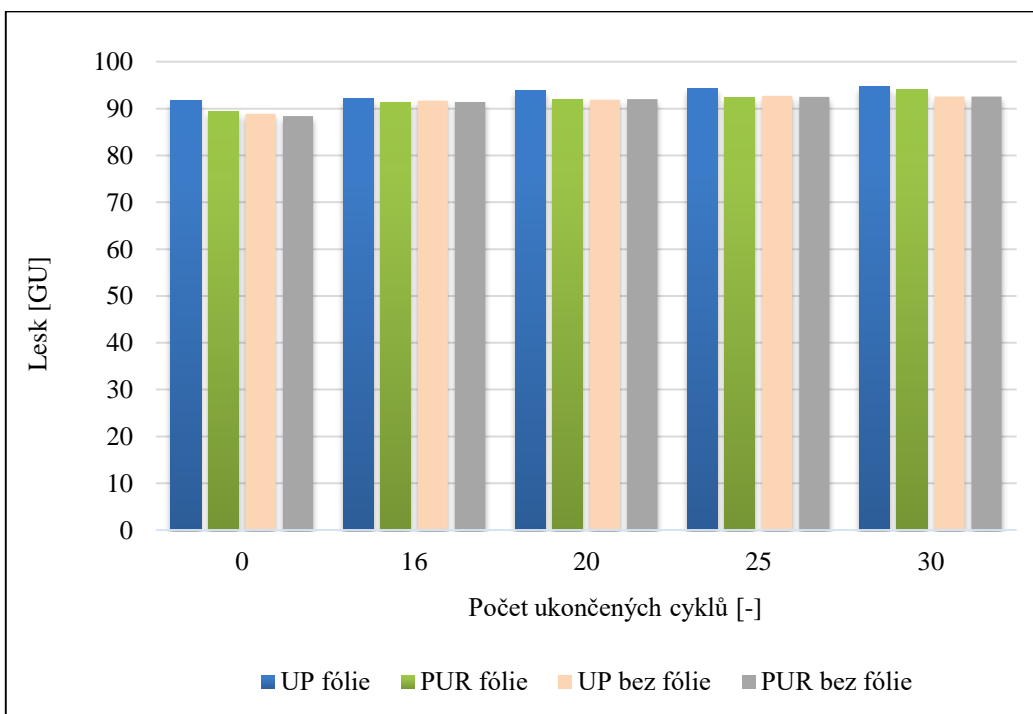
## 5.15 Stanovení odolnosti proti střídání teplot ČSN 67 3098

Tab. 42 Stanovení změny lesku při střídání teplot

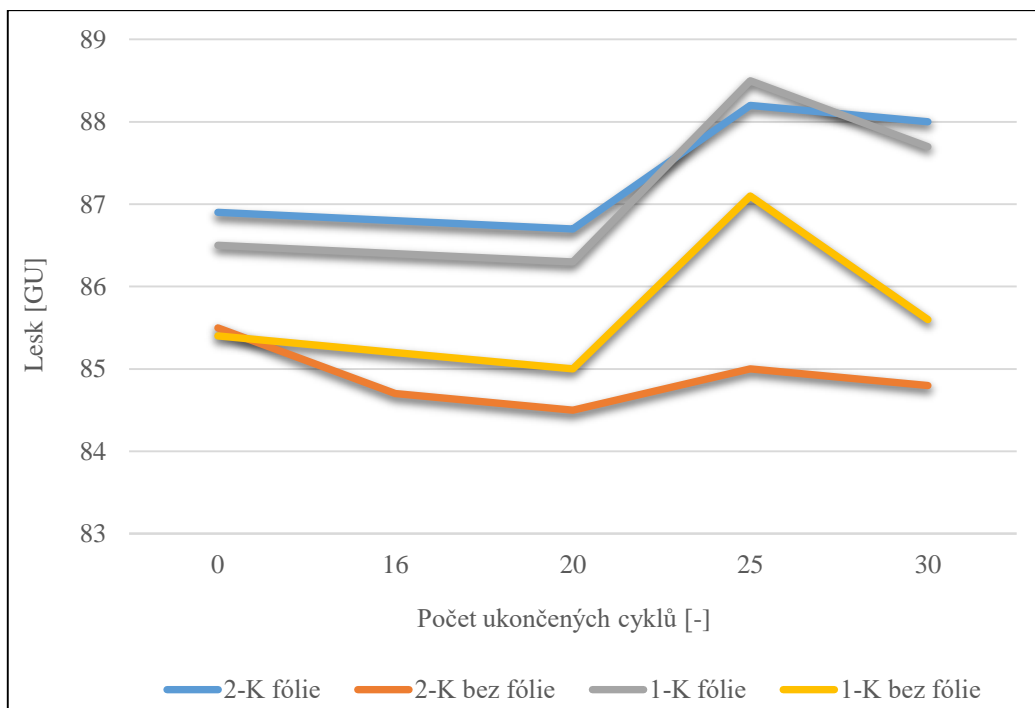
Vzorek		Střední hodnota [GU] a směrodatná odchylka lesku během jednotlivých cyklů									
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 cyklů		16 cyklů		20 cyklů		25 cyklů		30 cyklů	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
<b>1-K</b>	s fólií	86,5	2,4	86,4	1,9	86,3	3,3	88,5	2,4	87,7	2,5
<b>2-K</b>	s fólií	86,9	2,1	86,8	2,5	86,7	1,7	88,2	2,1	88,0	1,9
<b>1-K</b>	bez fólie	85,4	3,2	85,2	1,9	85,0	1,8	87,1	1,5	85,6	1,9
<b>2-K</b>	bez fólie	85,5	2,4	84,7	1,4	84,5	2,5	85,0	1,8	84,8	1,4
<b>UP</b>	s fólií	91,7	2,5	92,1	1,7	93,8	0,7	94,2	0,5	94,7	0,4
<b>PUR</b>	s fólií	89,3	0,5	91,4	0,8	92,0	1,0	92,4	1,0	94,1	1,4
<b>UP</b>	bez fólie	88,9	2,1	91,7	1,4	91,9	0,9	92,7	0,9	92,6	1,0
<b>PUR</b>	bez fólie	88,4	2,0	91,4	0,5	92,0	0,4	92,5	0,4	92,6	0,4



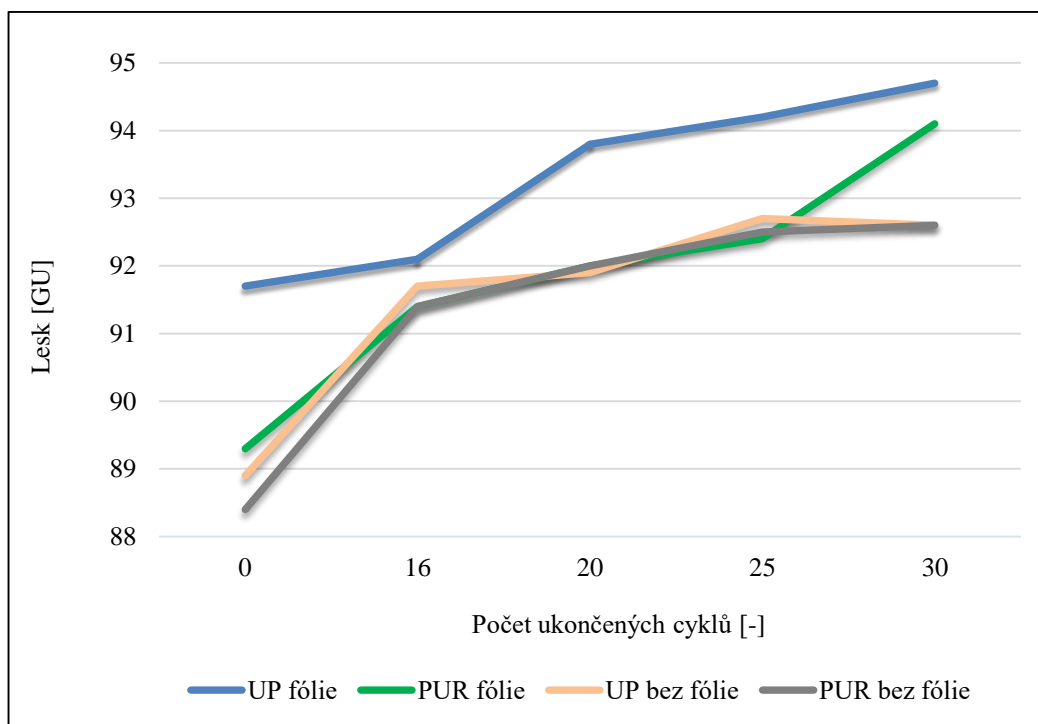
Obr. 75 Grafické vyjádření změny lesku během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora)



Obr. 76 Grafické vyjádření změny lesku během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora)



Obr. 77 Podrobnější vyjádření změny lesku během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora)



Obr. 78 Podrobnější vyjádření změny lesku během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora)

Tab. 43 Stanovení změny barevnosti dE \* během střídání teplot

Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka barevnosti během jednotlivých cyklů									
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 cyklů		16 cyklů		20 cyklů		25 cyklů		30 cyklů	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	21,32	0,10	21,49	0,13	21,49	12,35	0,07	0,05	21,81	0,06
2-K	s fólií	22,61	0,27	22,03	0,09	21,94	0,18	0,19	0,10	22,41	0,10
1-K	bez fólie	21,77	0,34	21,48	0,13	21,48	0,10	0,08	0,08	21,89	0,04
2-K	bez fólie	21,87	0,45	21,94	0,53	21,91	0,33	0,42	0,45	22,27	0,43
UP	s fólií	21,7	0,09	22,2	0,27	22,3	0,03	22,2	0,01	22,3	0,02
PUR	s fólií	22,3	0,07	22,7	0,21	22,8	0,05	22,8	0,05	22,8	0,04
UP	bez fólie	22,2	0,10	22,8	0,20	22,9	0,05	22,8	0,03	22,9	0,06
PUR	bez fólie	22,2	0,04	22,7	0,21	22,7	0,17	22,6	0,10	22,7	0,20

Tab. 44 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna dL\*

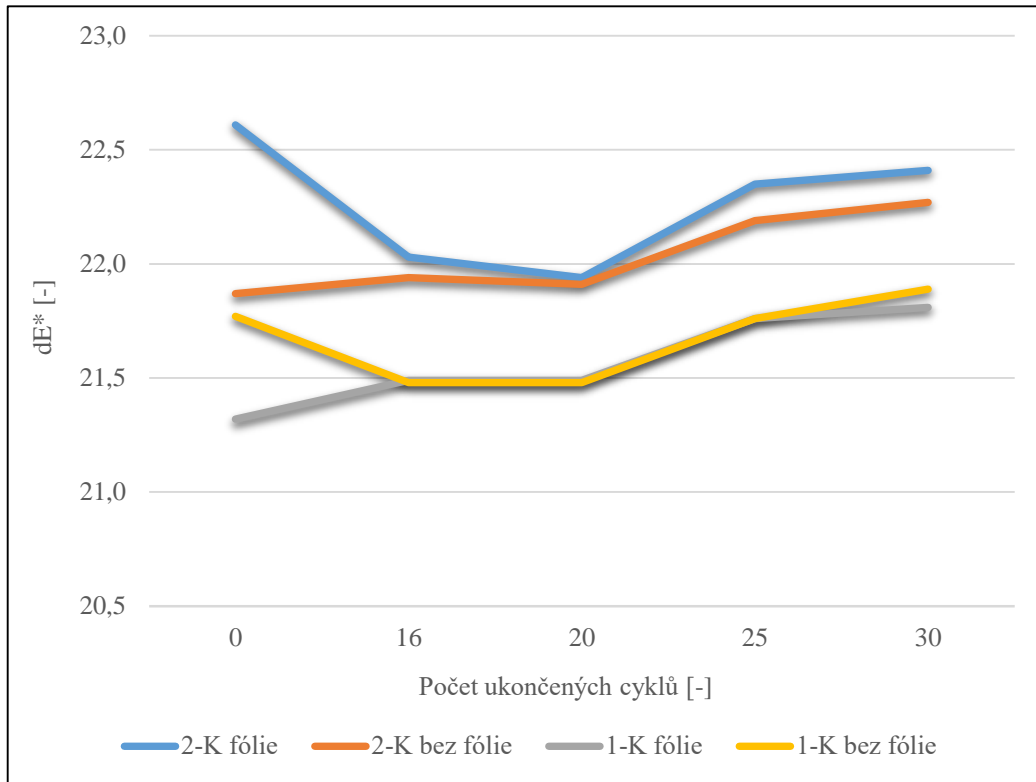
Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka dL* během jednotlivých cyklů									
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 cyklů		16 cyklů		20 cyklů		25 cyklů		30 cyklů	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	-19,43	0,18	-19,65	0,19	-19,66	0,14	-19,77	0,12	-19,82	0,12
2-K	s fólií	-20,55	0,21	-20,23	0,10	-20,13	0,15	-20,39	0,07	-20,46	0,07
1-K	bez fólie	-19,84	0,20	-19,71	0,13	-19,72	0,08	-19,84	0,07	-19,96	0,05
2-K	bez fólie	-19,89	0,45	-20,02	0,52	-20,00	0,43	-20,12	0,45	-20,21	0,44
UP	s fólií	-21,02	0,10	-20,88	0,19	-20,94	0,03	-20,84	0,01	-20,89	0,02
PUR	s fólií	-21,08	0,05	-21,45	0,03	-21,56	0,04	-21,47	0,04	-21,51	0,03
UP	bez fólie	-21,16	0,08	-21,34	0,15	-21,36	0,05	-21,29	0,04	-21,32	0,05
PUR	bez fólie	-20,48	0,10	-21,56	0,14	-21,61	0,10	-21,50	0,07	-21,58	0,12

Tab. 45 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna da\*

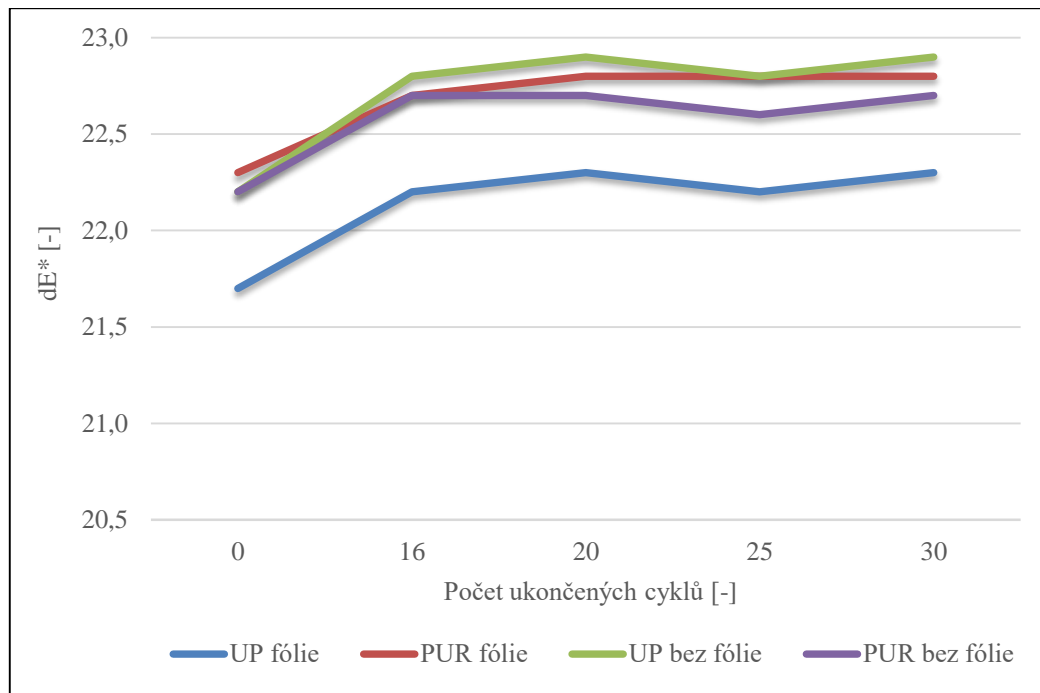
Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka da* během jednotlivých cyklů									
Nátěrová hmota	Podklad - MDF	0 cyklů		16 cyklů		20 cyklů		25 cyklů		30 cyklů	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	-3,16	0,02	-3,00	0,03	-3,02	0,03	-3,48	0,02	-3,47	0,02
2-K	s fólií	-3,22	0,25	-3,03	0,03	-3,08	0,02	-3,54	0,03	-3,50	0,02
1-K	bez fólie	-3,10	0,05	-3,00	0,01	-3,03	0,01	-3,48	0,02	-3,46	0,02
2-K	bez fólie	-3,29	0,26	-3,04	0,03	-3,08	0,02	-3,55	0,04	-3,52	0,02
UP	s fólií	-3,43	0,02	-3,71	0,29	-3,79	0,02	-3,72	0,02	-3,84	0,03
PUR	s fólií	-3,45	0,02	-3,67	0,01	-3,83	0,02	-3,75	0,03	-3,88	0,02
UP	bez fólie	-3,40	0,02	-3,80	0,23	-3,86	0,03	-3,77	0,02	-3,88	0,03
PUR	bez fólie	-3,36	0,02	-3,75	0,23	-3,80	0,03	-3,74	0,02	-3,81	0,04

Tab. 46 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna db\*

Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka db* během jednotlivých cyklů									
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 cyklů		16 cyklů		20 cyklů		25 cyklů		30 cyklů	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	8,18	0,17	8,16	0,17	8,15	0,20	8,40	0,18	8,41	0,18
2-K	s fólií	8,57	0,16	8,18	0,11	8,17	0,16	8,47	0,15	8,45	0,13
1-K	bez fólie	8,22	0,22	8,01	0,12	7,98	0,05	8,25	0,06	8,30	0,04
2-K	bez fólie	8,48	0,12	8,46	0,14	8,41	0,10	8,68	0,11	8,69	0,09
UP	s fólií	6,26	0,04	6,62	0,16	6,65	0,03	6,63	0,04	6,74	0,04
PUR	s fólií	6,25	0,04	6,45	0,05	6,52	0,04	6,54	0,04	6,63	0,05
UP	bez fólie	6,26	0,02	6,61	0,10	6,62	0,04	6,63	0,04	6,70	0,08
PUR	bez fólie	6,28	0,02	6,55	0,17	6,63	0,29	6,50	0,11	6,67	0,32

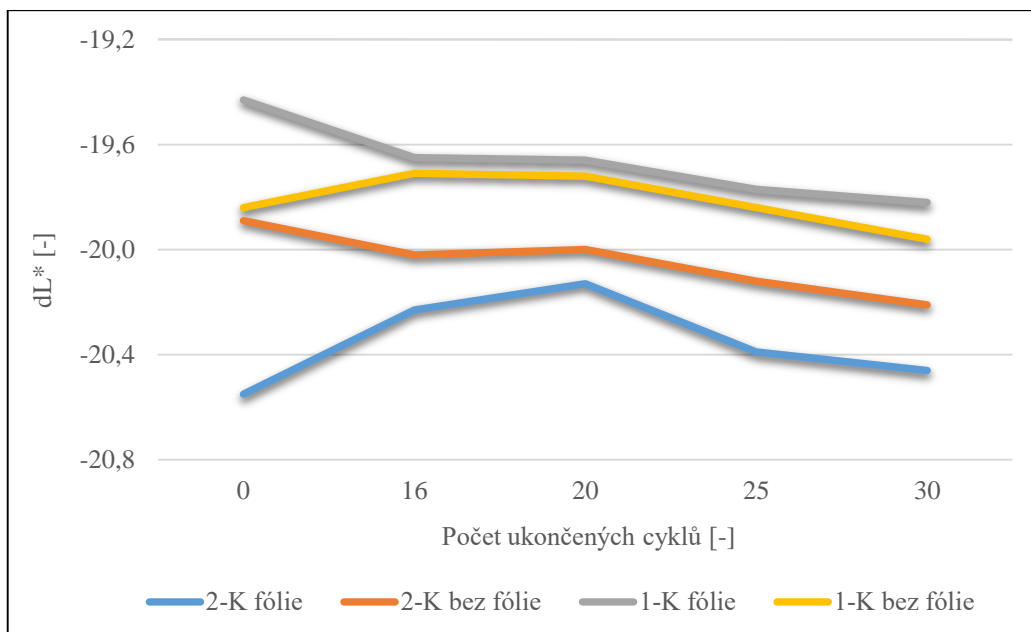


Obr. 79 Grafické znázornění změny barevnosti dE\* během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora)

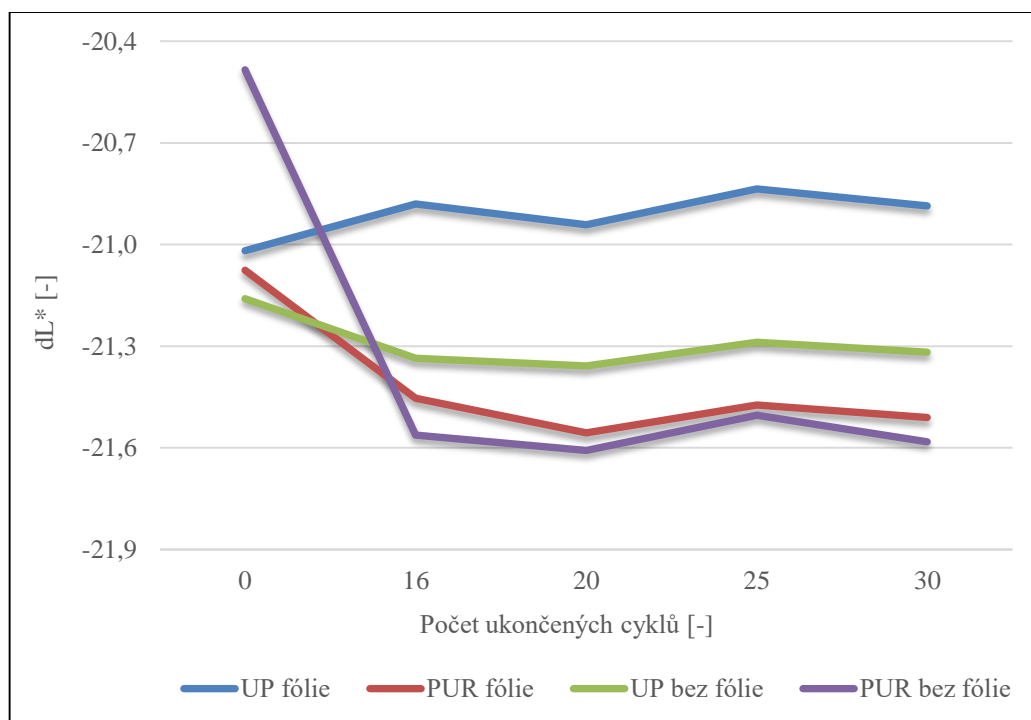


Obr. 80 Grafické znázornění změny barevnosti dE\* během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora)

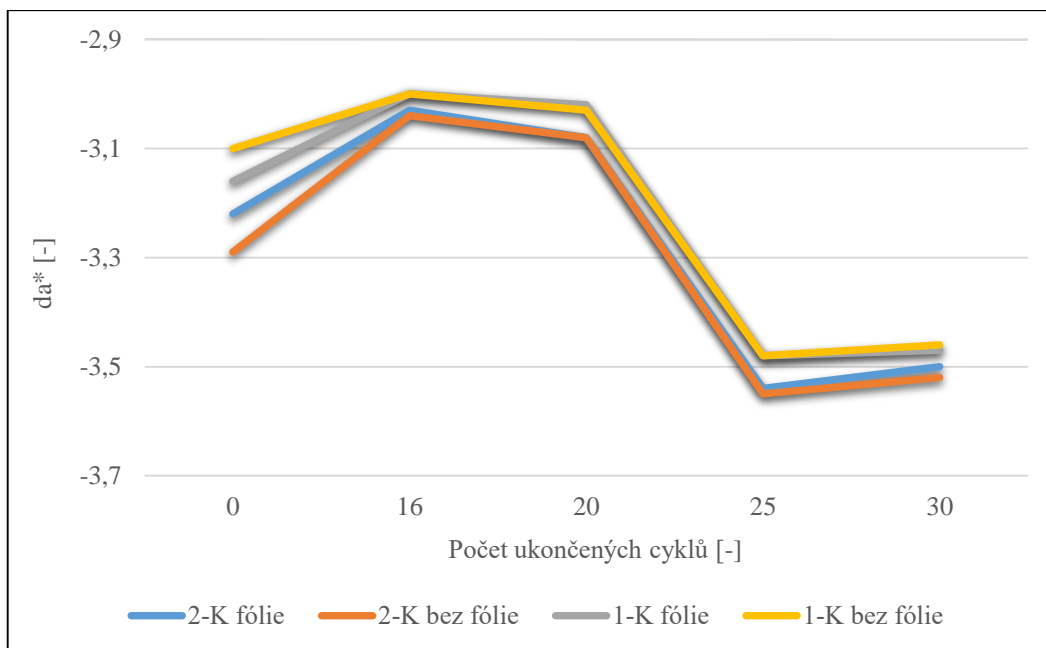




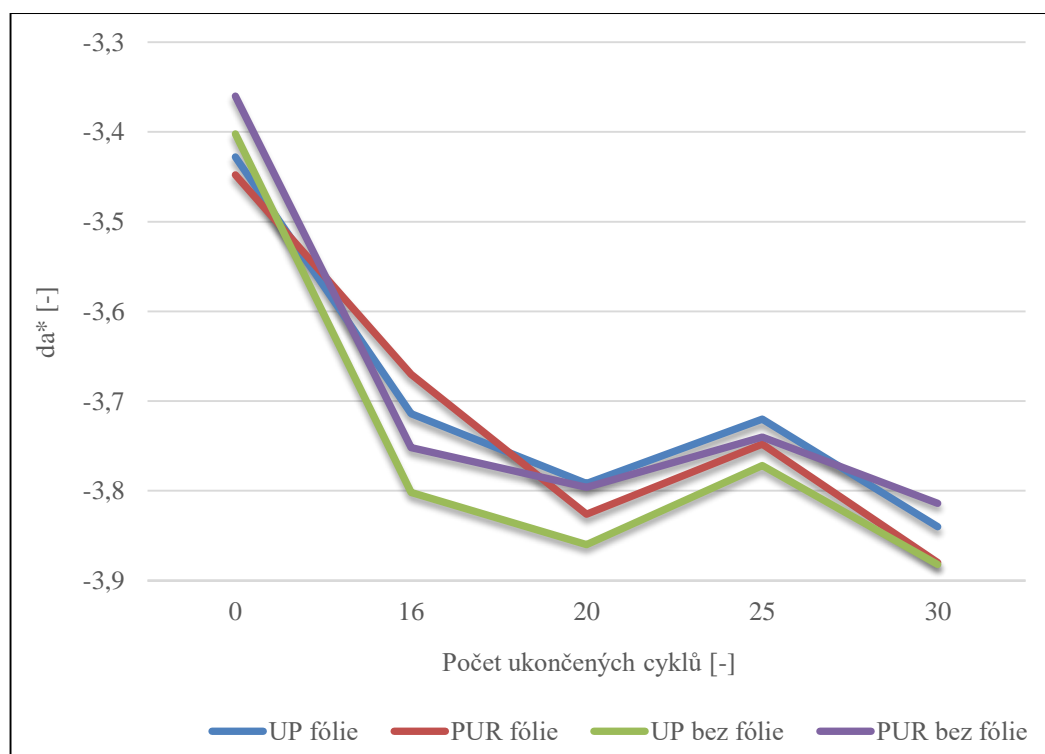
Obr. 81 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $dL^*$  VŘ NH (Z knihovny autora)



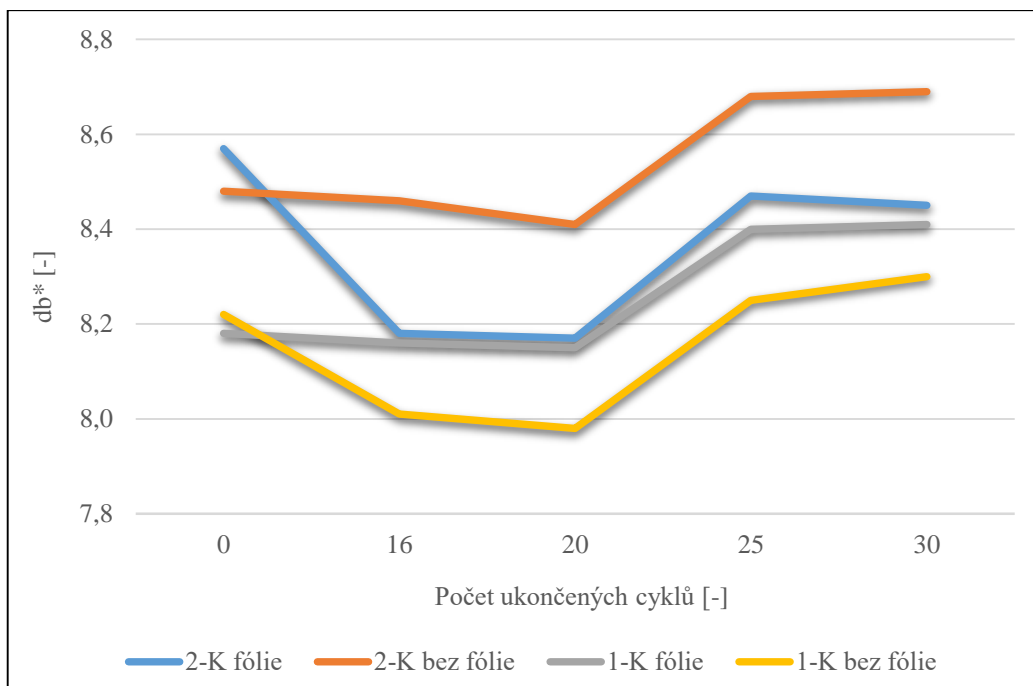
Obr. 82 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $dL^*$  UP a PUR NH (Z knihovny autora)



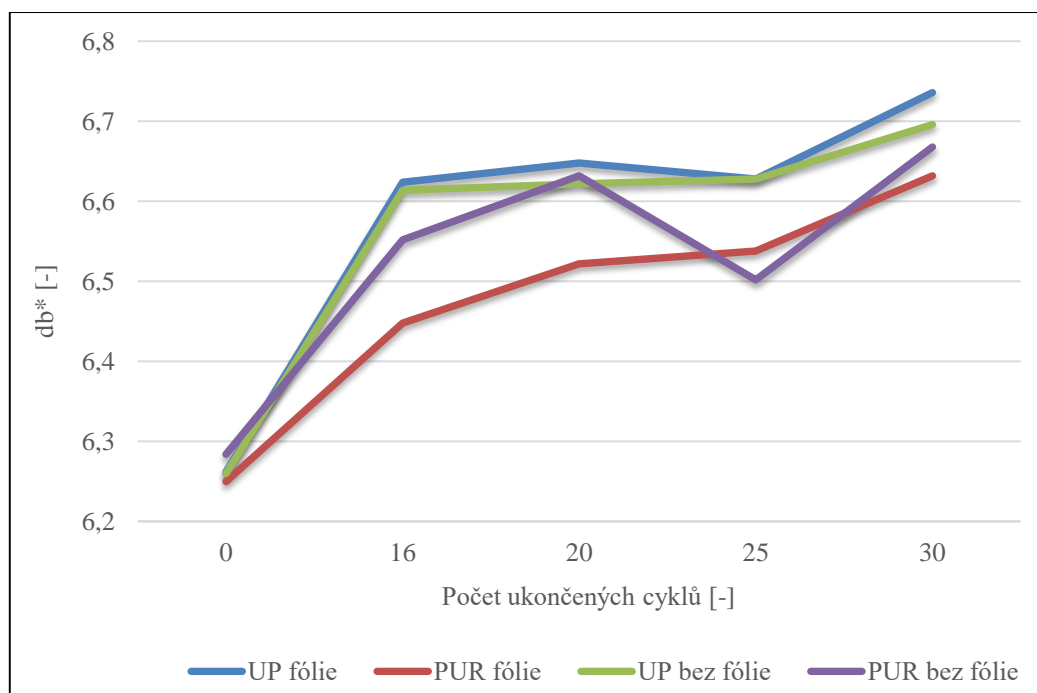
Obr. 83 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $da^*$  VŘ NH (Z knihovny autora)



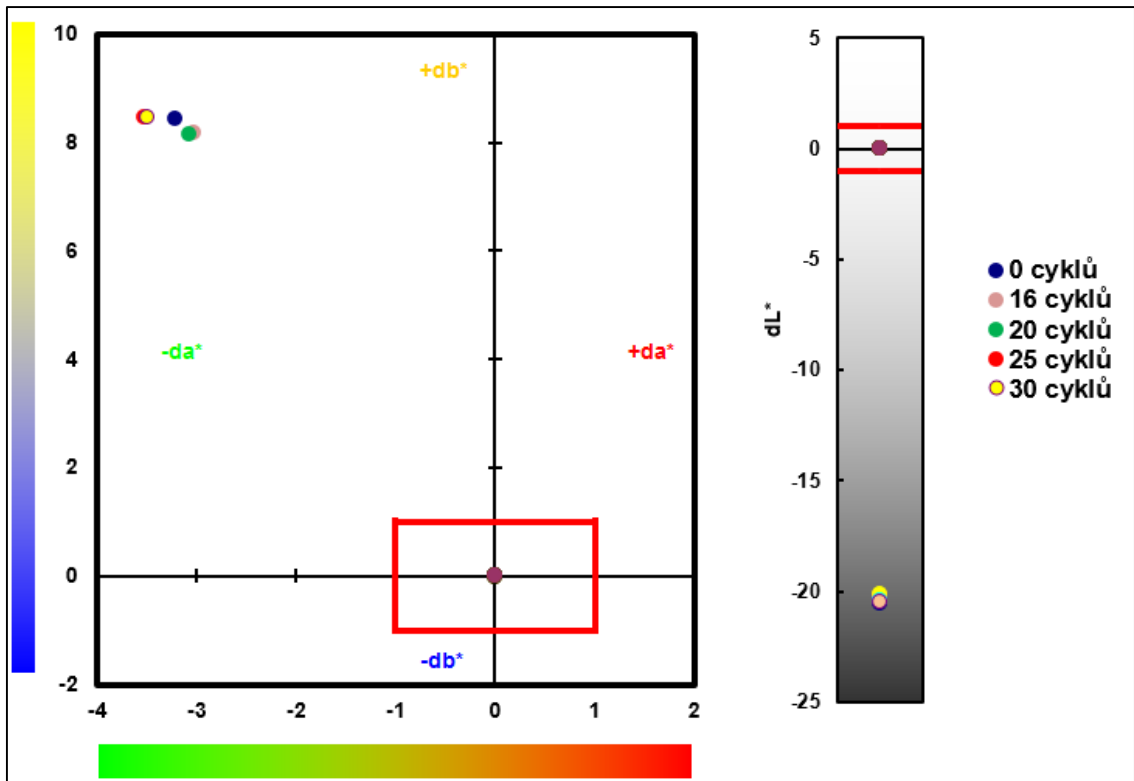
Obr. 84 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $da^*$  UP a PUR NH (Z knihovny autora)



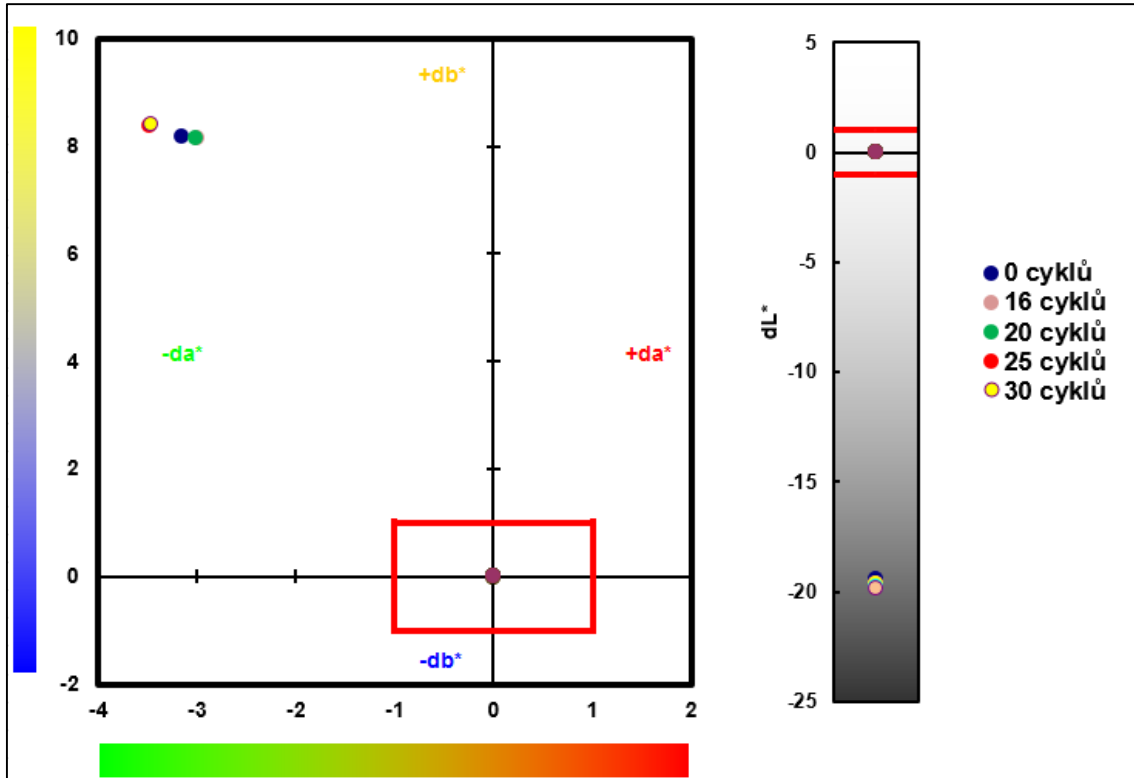
Obr. 85 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $db^*$  VŘ NH (Z knihovny autora)



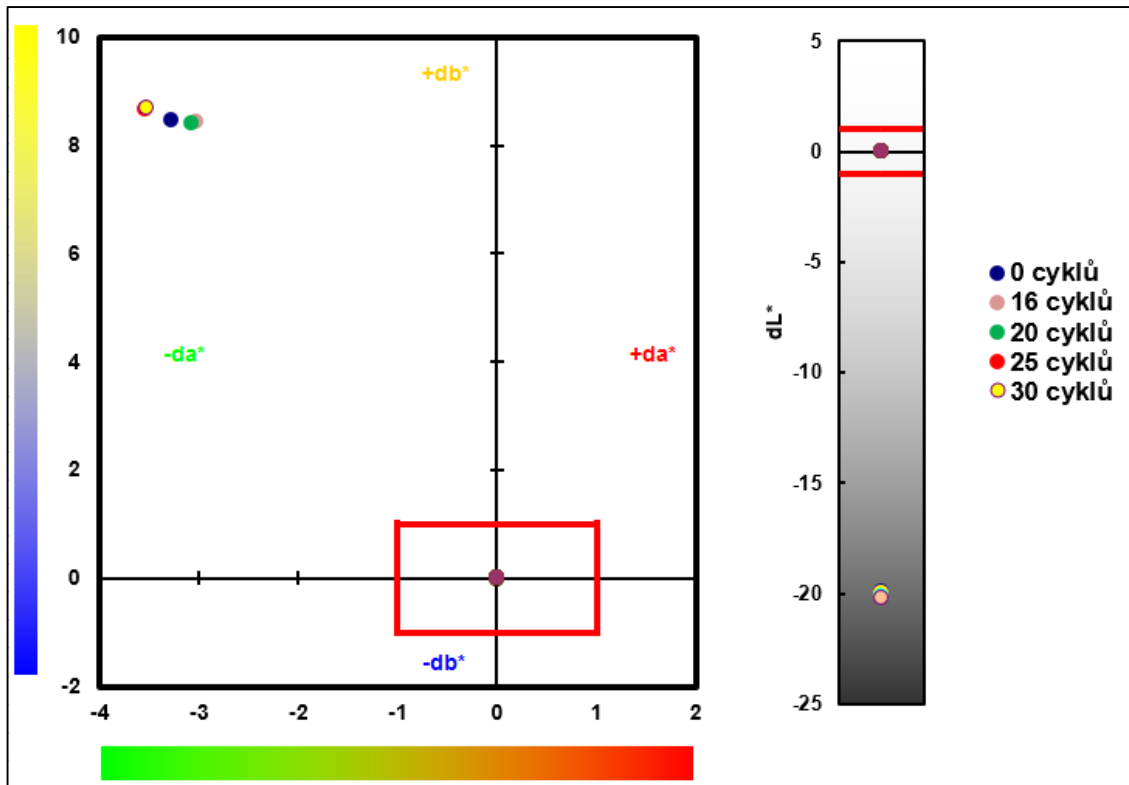
Obr. 86 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna  $db^*$  UP a PUR NH (Z knihovny autora)



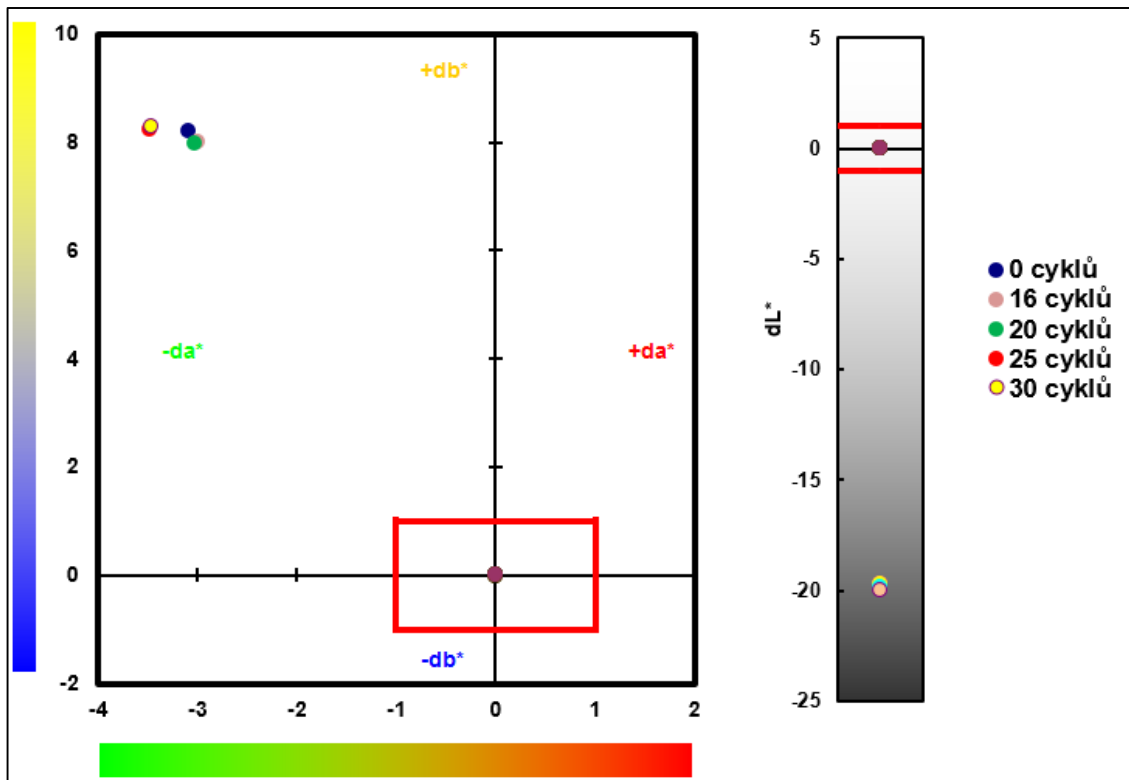
Obr. 87 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora)



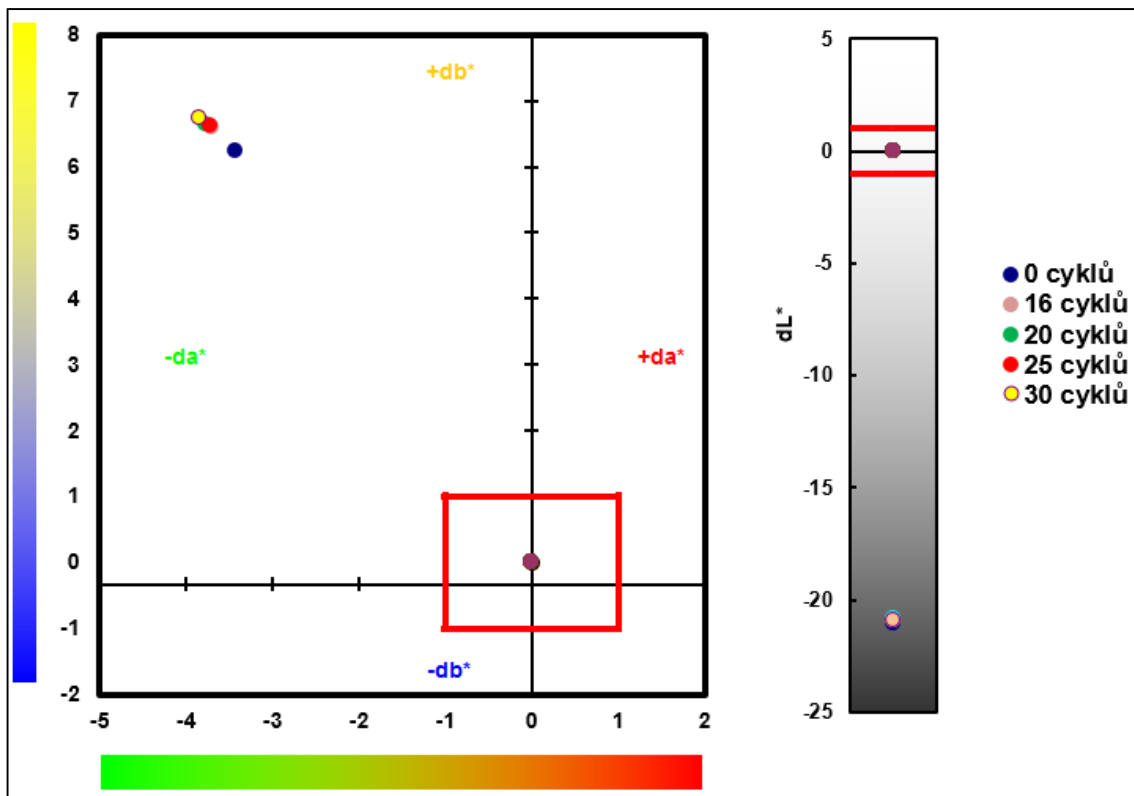
Obr. 88 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora)



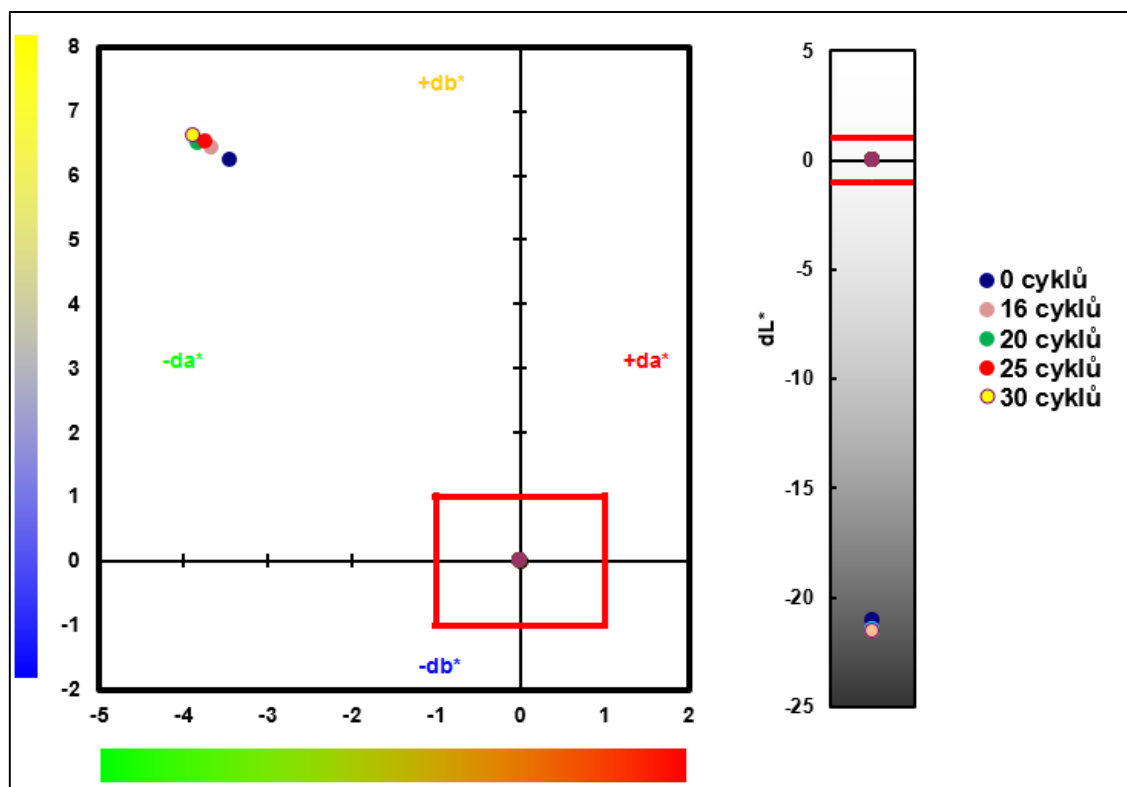
Obr. 89 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora)



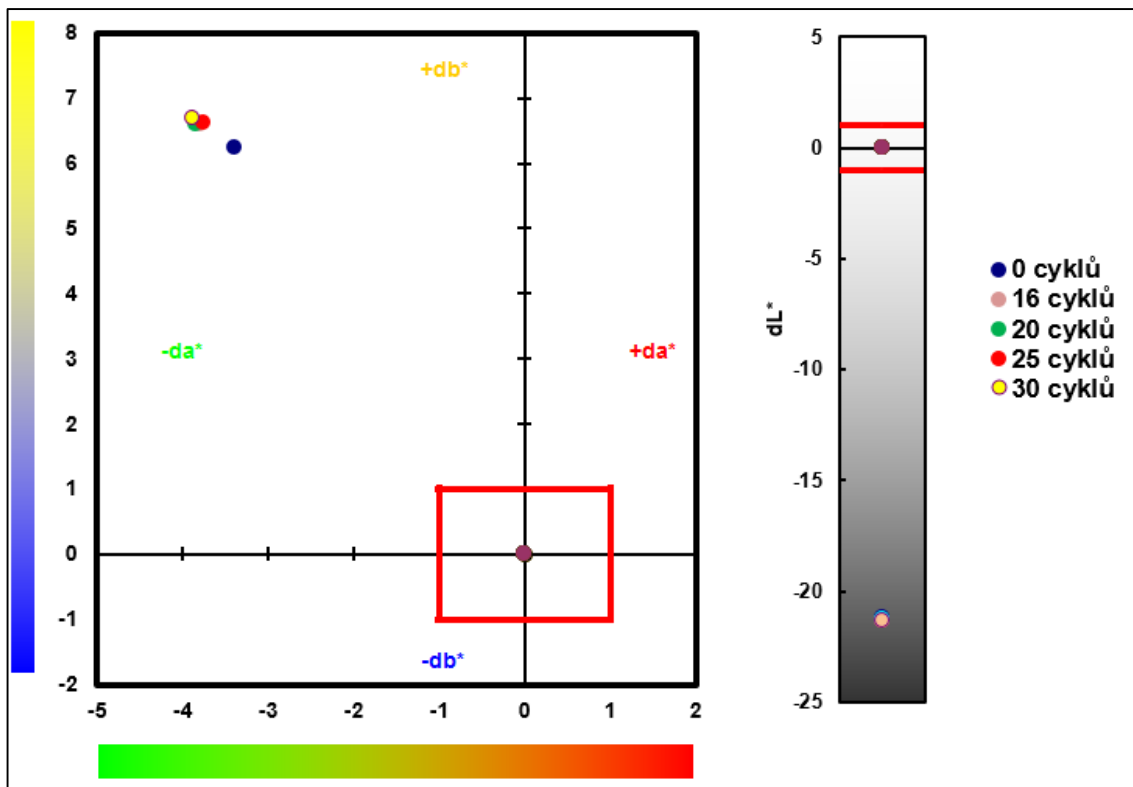
Obr. 90 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora)



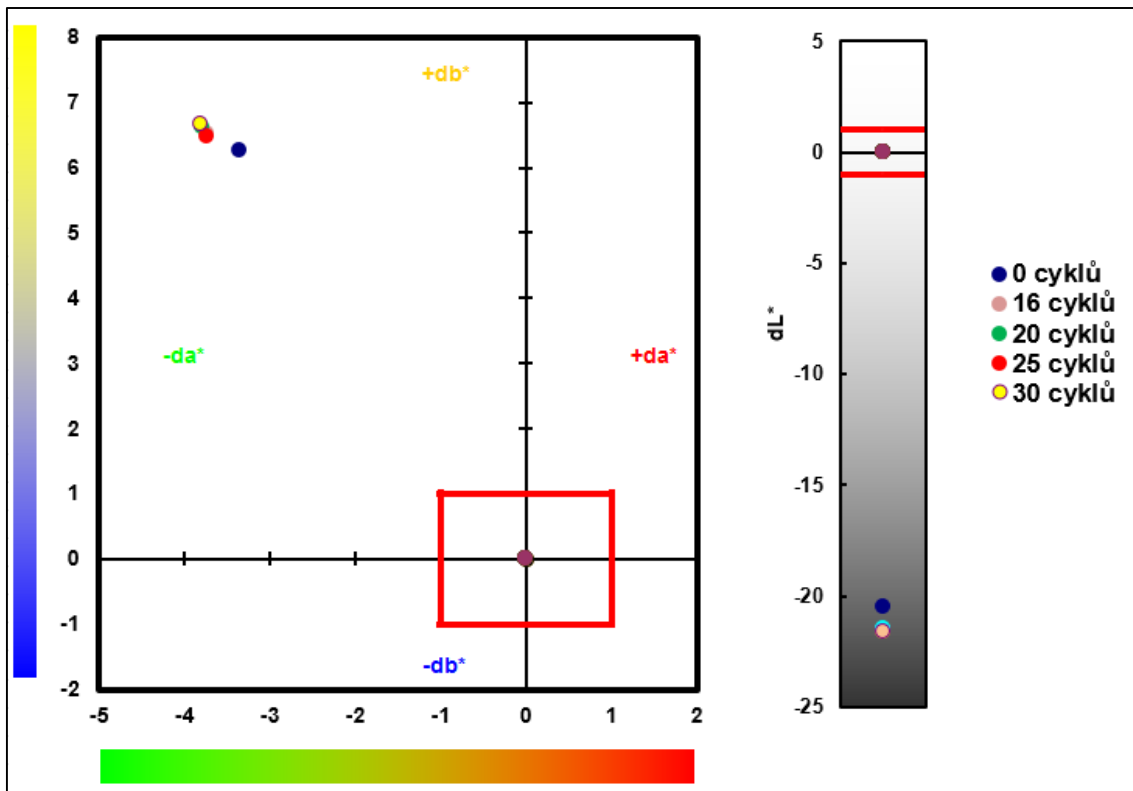
Obr. 91 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora)



Obr. 92 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora)



Obr. 93 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora)



Obr. 94 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora)

## 5.16 Hodnocení účinku vystavení světlu ČSN EN 15187

### Metody zjišťování světlostálosti povrchu ČSN 91 0282 čl. 2

Tab. 47 Stanovení světlostálosti dle šedé stupnice

Vzorek		Stupeň standardní šedé stupnice v závislosti na době záření			Požadavky dle normy ČSN 91 0102
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	24 h	168 h	480 h	
		47,5 kJ/m <sup>2</sup>	332,5 kJ/m <sup>2</sup>	997,5 kJ/m <sup>2</sup>	≥ 3 standardní šedé stupnice
1-K	s fólií	5	5	5	
2-K	s fólií	5	5	5	
1-K	bez fólie	5	5	5	
2-K	bez fólie	5	5	5	
UP	s fólií	5	5	5	
PUR	s fólií	5	5	5	
UP	bez fólie	5	5	5	
PUR	bez fólie	5	5	5	

Tab. 48 Stanovení změny barevnosti dE \* během vystavení světlu

Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka barevnosti během doby vystavení světlu							
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 h		24 h		168 h		480 h	
		0 kJ/m <sup>2</sup>		47,5 kJ/m <sup>2</sup>		332,5 kJ/m <sup>2</sup>		997,5 kJ/m <sup>2</sup>	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	21,74	0,08	21,92	0,06	21,83	0,08	21,77	0,15
2-K	s fólií	21,94	0,17	22,15	0,19	22,14	0,17	22,03	0,09
1-K	bez fólie	21,53	0,08	21,67	0,13	21,67	0,09	21,56	0,11
2-K	bez fólie	21,49	0,18	21,71	0,15	21,61	0,13	21,49	0,16
UP	s fólií	22,72	0,07	22,59	0,09	22,63	0,12	22,81	0,12
PUR	s fólií	22,75	0,07	22,49	0,09	22,71	0,11	22,70	0,10
UP	bez fólie	22,81	0,12	22,58	0,18	22,70	0,19	22,91	0,21
PUR	bez fólie	22,75	0,06	22,64	0,11	22,83	0,10	23,19	0,14



Tab. 49 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna dL\*

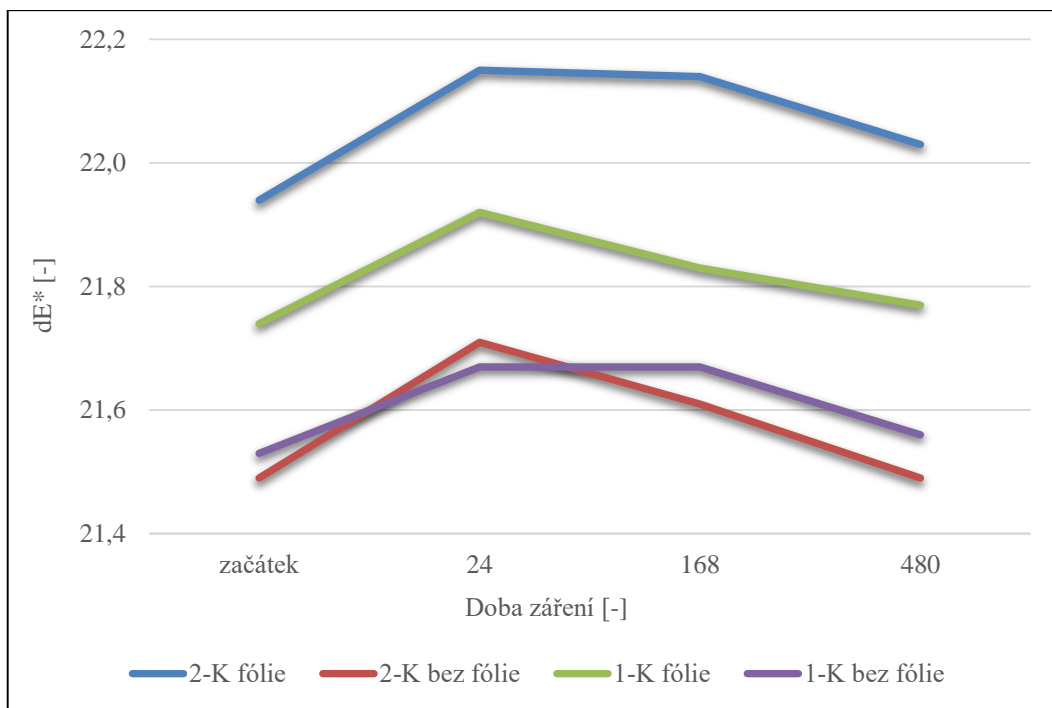
Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka dL* během doby vystavení světlu							
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 h		24 h		168 h		480 h	
		0 kJ/m <sup>2</sup>		47,5 kJ/m <sup>2</sup>		332,5 kJ/m <sup>2</sup>		997,5 kJ/m <sup>2</sup>	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	-19,85	0,07	-20,01	0,06	-20,05	0,06	-20,06	0,14
2-K	s fólií	-20,03	0,16	-20,21	0,18	-20,32	0,17	-20,33	0,11
1-K	bez fólie	-19,68	0,07	-19,82	0,10	-19,91	0,09	-19,90	0,12
2-K	bez fólie	-19,53	0,17	-19,72	0,13	-19,75	0,13	-19,74	0,08
UP	s fólií	-21,54	0,08	-21,31	0,11	-21,41	0,12	-21,76	0,12
PUR	s fólií	-21,48	0,08	-21,26	0,12	-21,40	0,12	-21,66	0,11
UP	bez fólie	-21,55	0,14	-21,32	0,20	-21,48	0,20	-21,75	0,21
PUR	bez fólie	-21,52	0,08	-21,40	0,12	-21,56	0,10	-21,99	0,13

Tab. 50 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna da\*

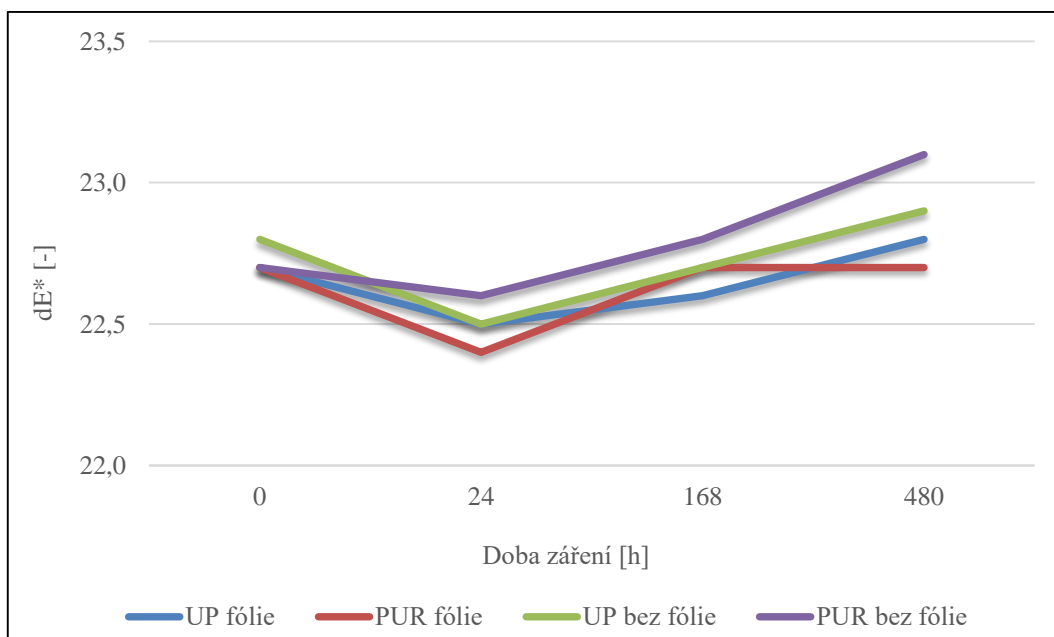
Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka da* během doby vystavení světlu							
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 h		24 h		168 h		480 h	
		0 kJ/m <sup>2</sup>		47,5 kJ/m <sup>2</sup>		332,5 kJ/m <sup>2</sup>		997,5 kJ/m <sup>2</sup>	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	-3,18	0,01	-3,41	0,05	-3,24	0,17	-3,28	0,13
2-K	s fólií	-3,22	0,03	-3,44	0,04	-3,36	0,03	-3,30	0,08
1-K	bez fólie	-3,19	0,02	-3,29	0,20	-3,34	0,03	-3,28	0,09
2-K	bez fólie	-3,20	0,01	-3,44	0,04	-3,36	0,03	-3,28	0,11
UP	s fólií	-3,62	0,09	-3,41	0,08	-3,52	0,15	-3,42	0,05
PUR	s fólií	-3,53	0,13	-3,49	0,13	-3,80	0,04	-3,36	0,09
UP	bez fólie	-3,57	0,12	-3,64	0,09	-3,78	0,04	-3,49	0,10
PUR	bez fólie	-3,51	0,10	-3,58	0,12	-3,74	0,04	-3,49	0,05

Tab. 51 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna db\*

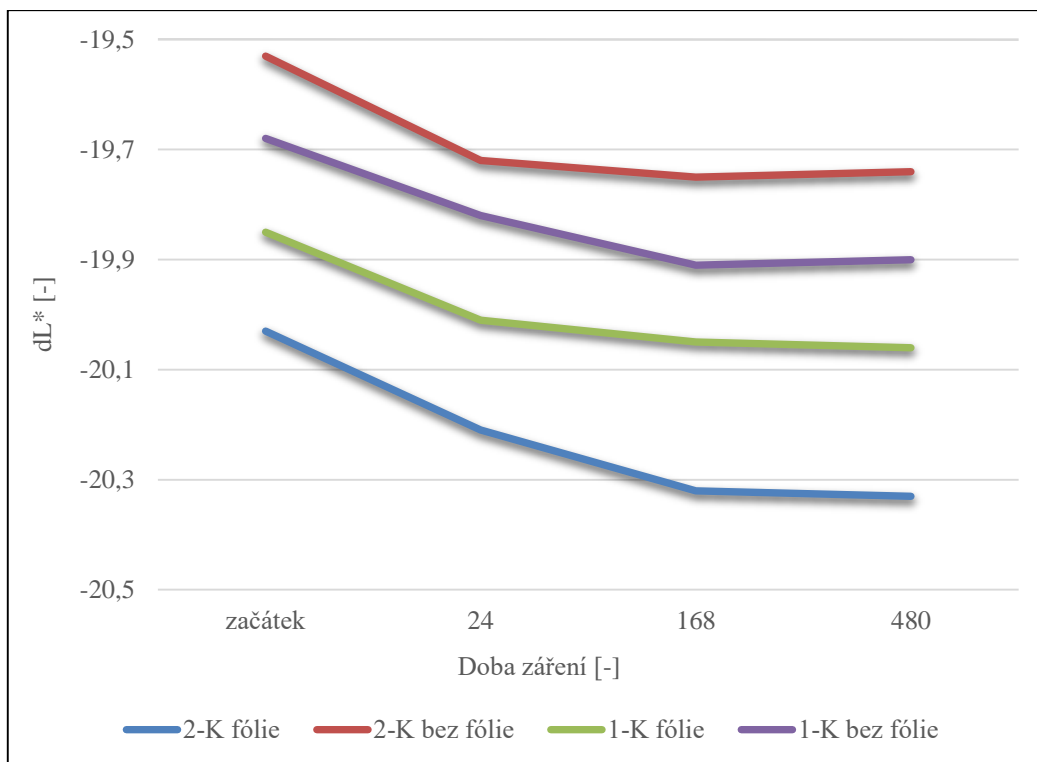
Vzorek		Střední hodnota [-] a směrodatná odchylka db* během doby vystavení světlu							
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	0 h		24 h		168 h		480 h	
		0 kJ/m <sup>2</sup>		47,5 kJ/m <sup>2</sup>		332,5 kJ/m <sup>2</sup>		997,5 kJ/m <sup>2</sup>	
		Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka	Stř. hodnota	Směr. odchylka
1-K	s fólií	8,28	0,06	8,28	0,05	8,00	0,05	7,80	0,08
2-K	s fólií	8,38	0,06	8,40	0,08	8,13	0,06	7,84	0,06
1-K	bez fólie	8,14	0,05	8,13	0,11	7,89	0,05	7,64	0,11
2-K	bez fólie	8,38	0,06	8,40	0,07	8,13	0,04	7,84	0,08
UP	s fólií	6,33	0,16	6,21	0,14	6,24	0,11	6,03	0,06
PUR	s fólií	6,32	0,10	6,27	0,09	6,42	0,05	6,07	0,05
UP	bez fólie	6,45	0,08	6,38	0,07	6,43	0,05	6,10	0,06
PUR	bez fólie	6,37	0,07	6,34	0,07	6,43	0,05	6,17	0,06



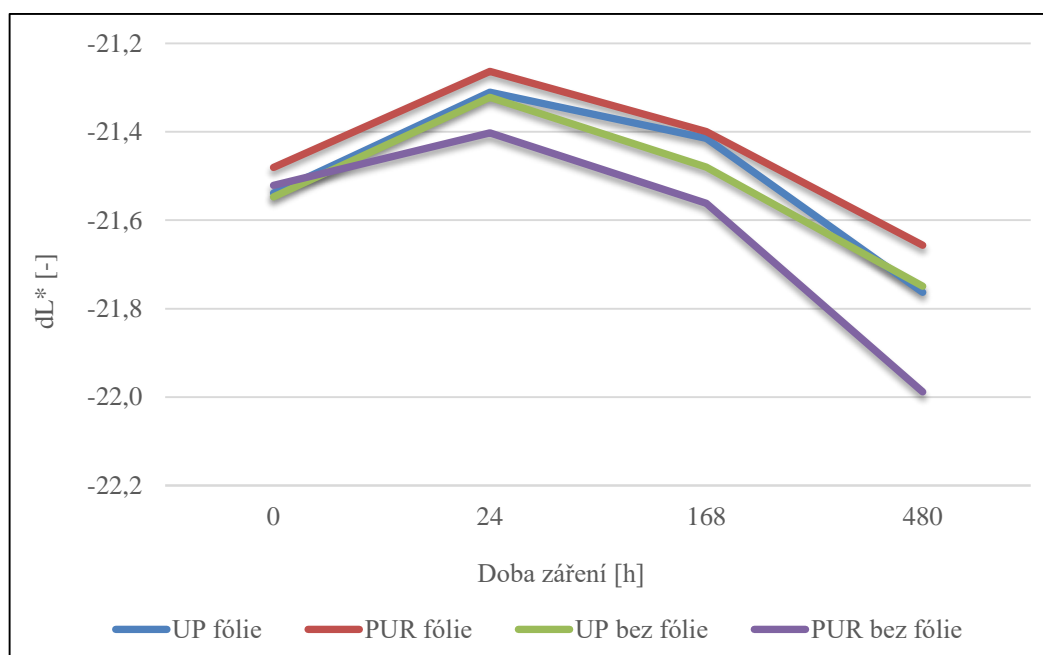
Obr. 95 Grafické znázornění změny barevnosti  $dE^*$  během vystavení světlu VŘ NH (Z knihovny autora)



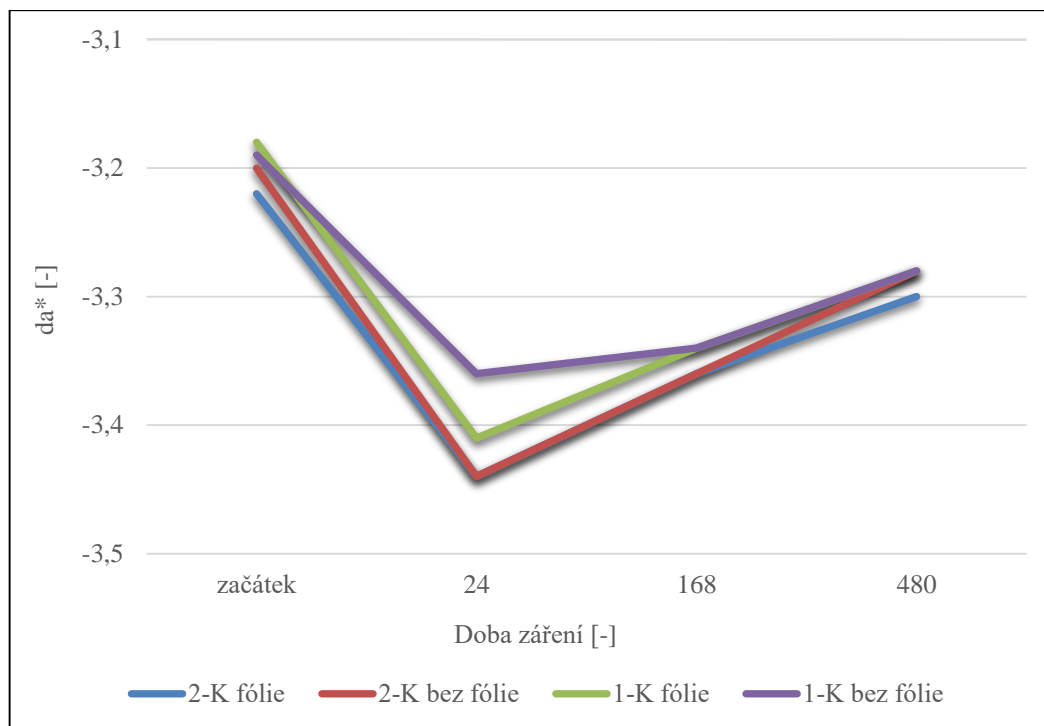
Obr. 96 Grafické znázornění změny barevnosti  $dE^*$  během vystavení světlu UP a PUR NH (Z knihovny autora)



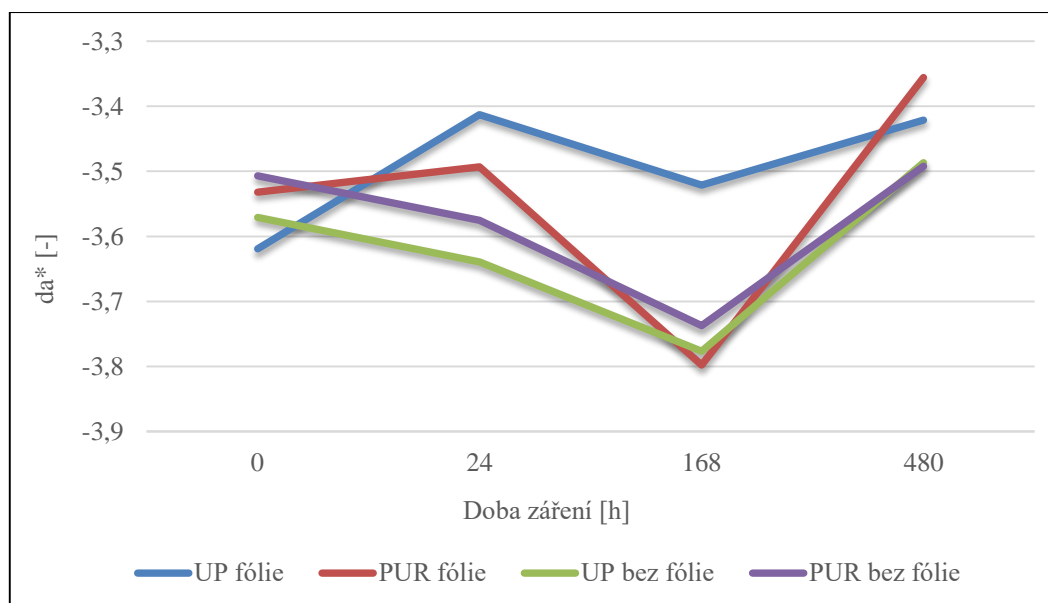
Obr. 97 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna  $dL^*$  VŘ NH (Z knihovny autora)



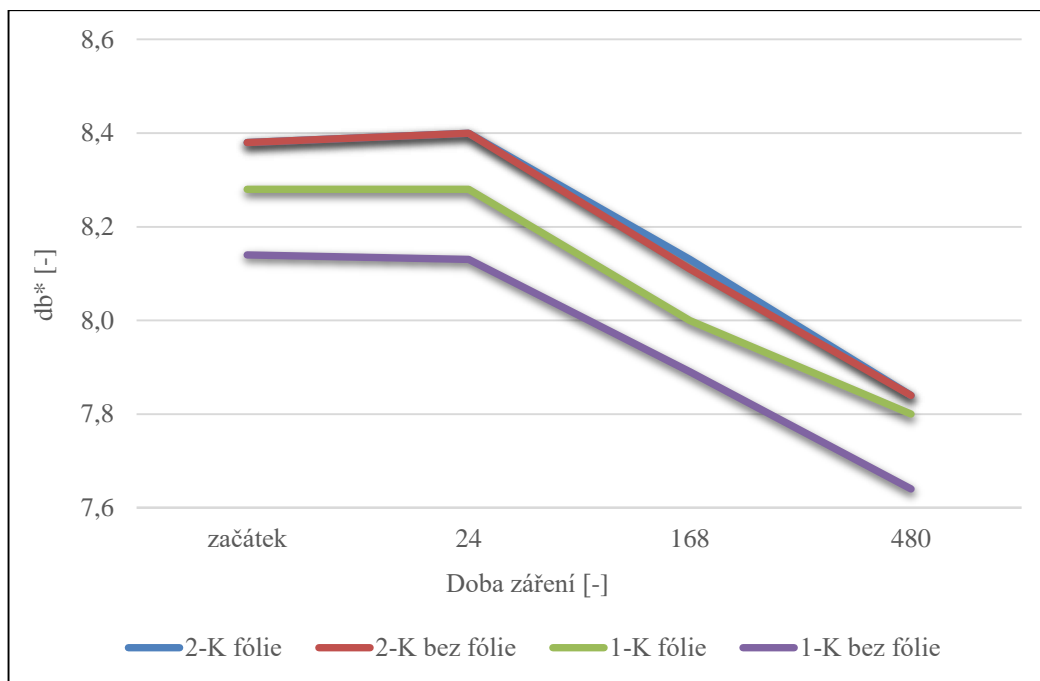
Obr. 98 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna  $dL^*$  UP a PUR NH (Z knihovny autora)



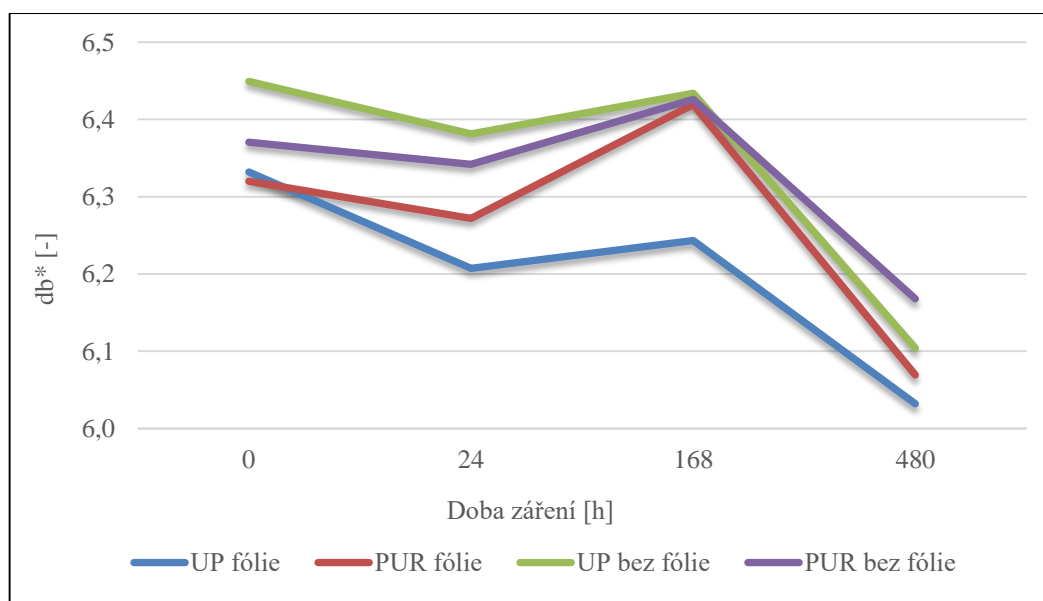
Obr. 99 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna  $da^*$  VŘ NH (Z knihovny autora)



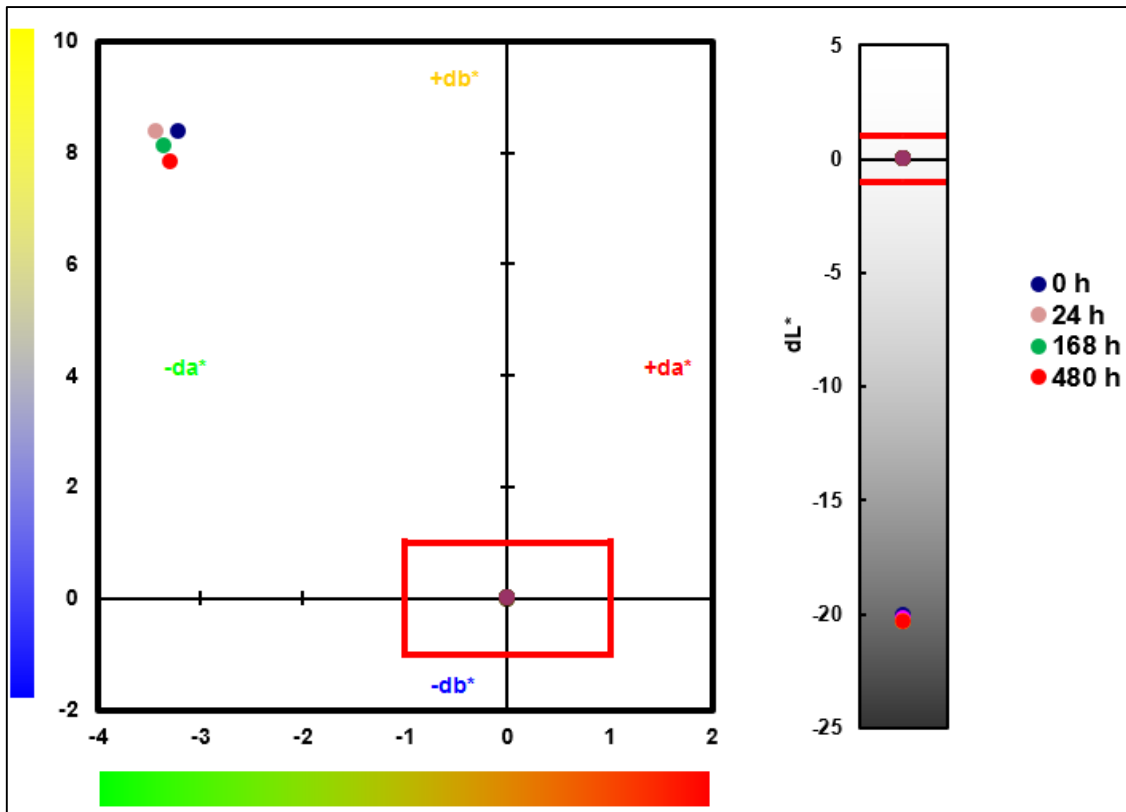
Obr. 100 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna  $da^*$  UP a PUR NH (Z knihovny autora)



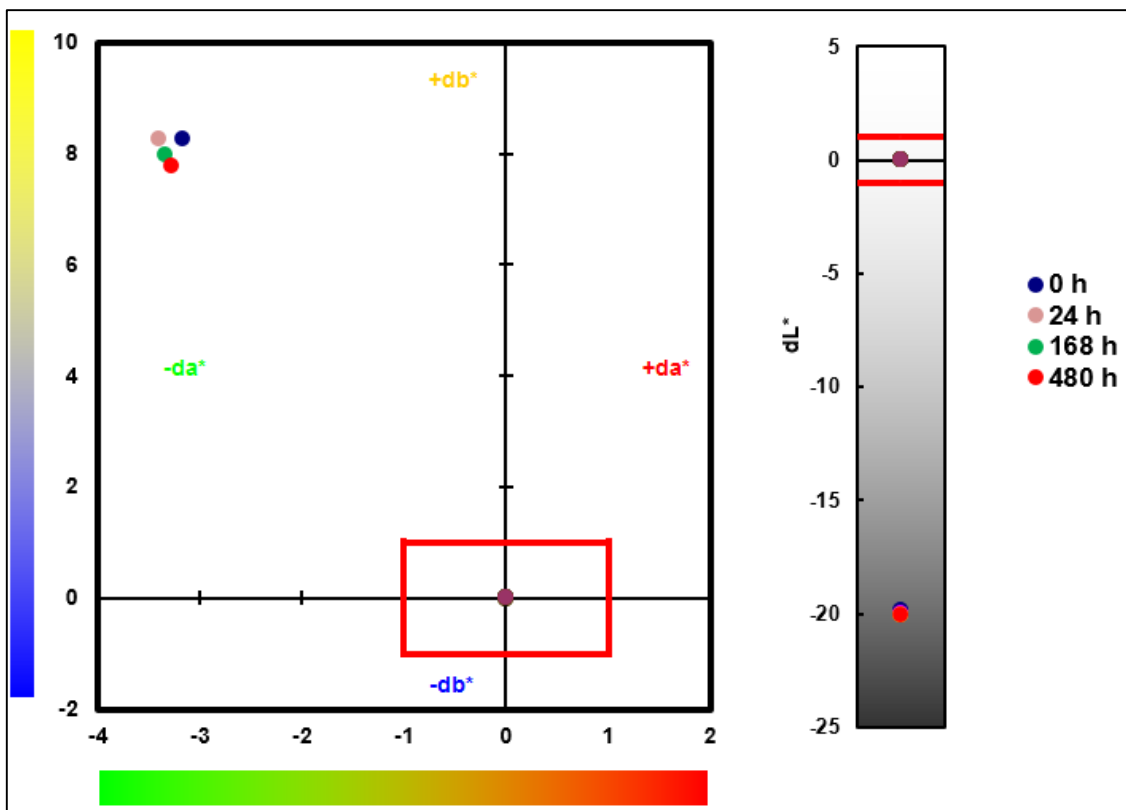
Obr. 101 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna db\* VŘ NH (Z knihovny autora)



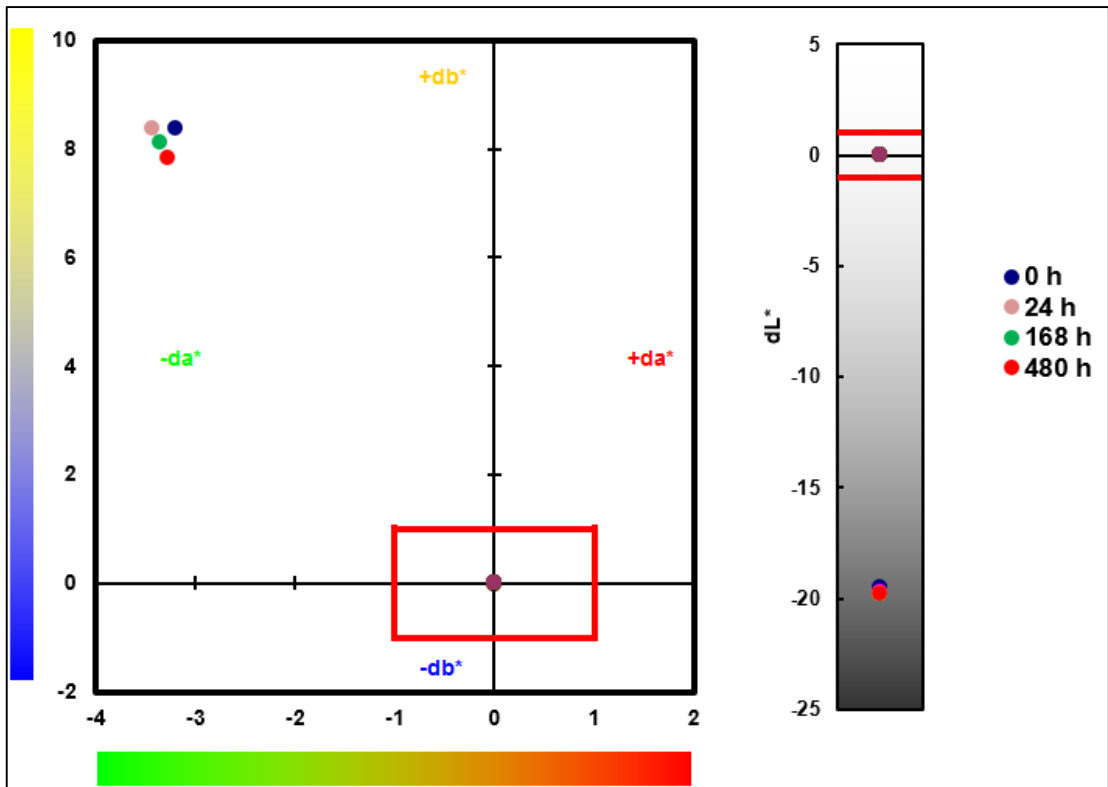
Obr. 102 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna db\* UP a PUR NH (Z knihovny autora)



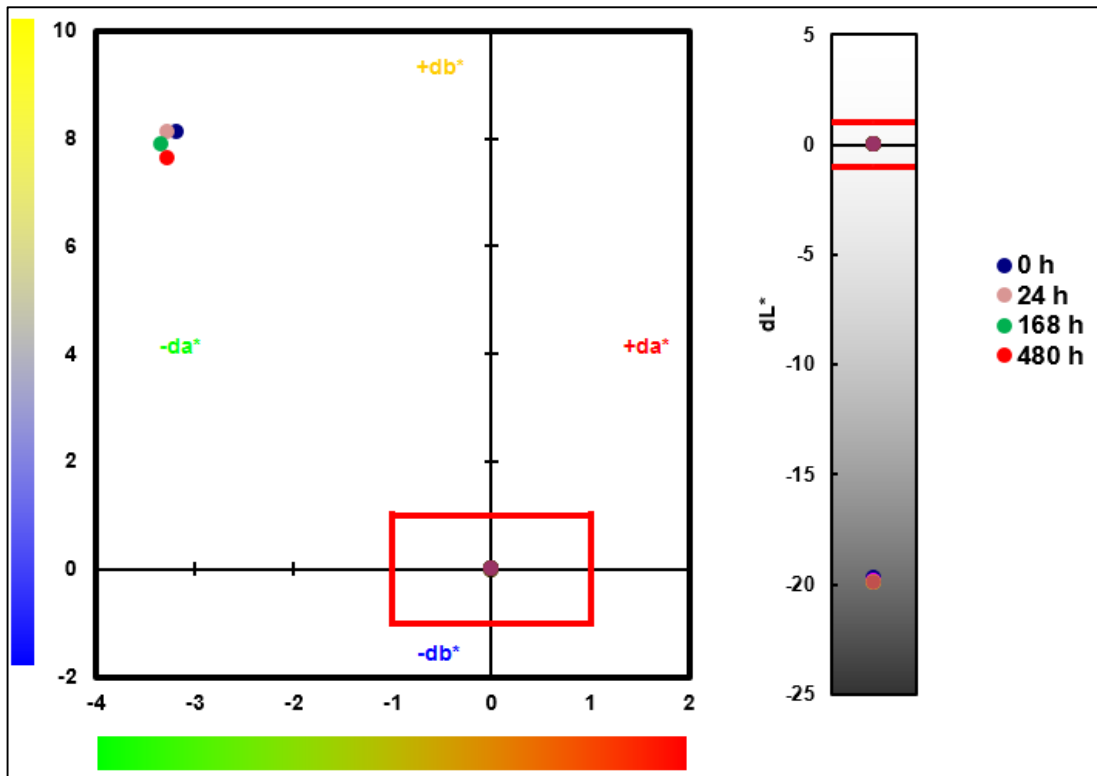
Obr. 103 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora)



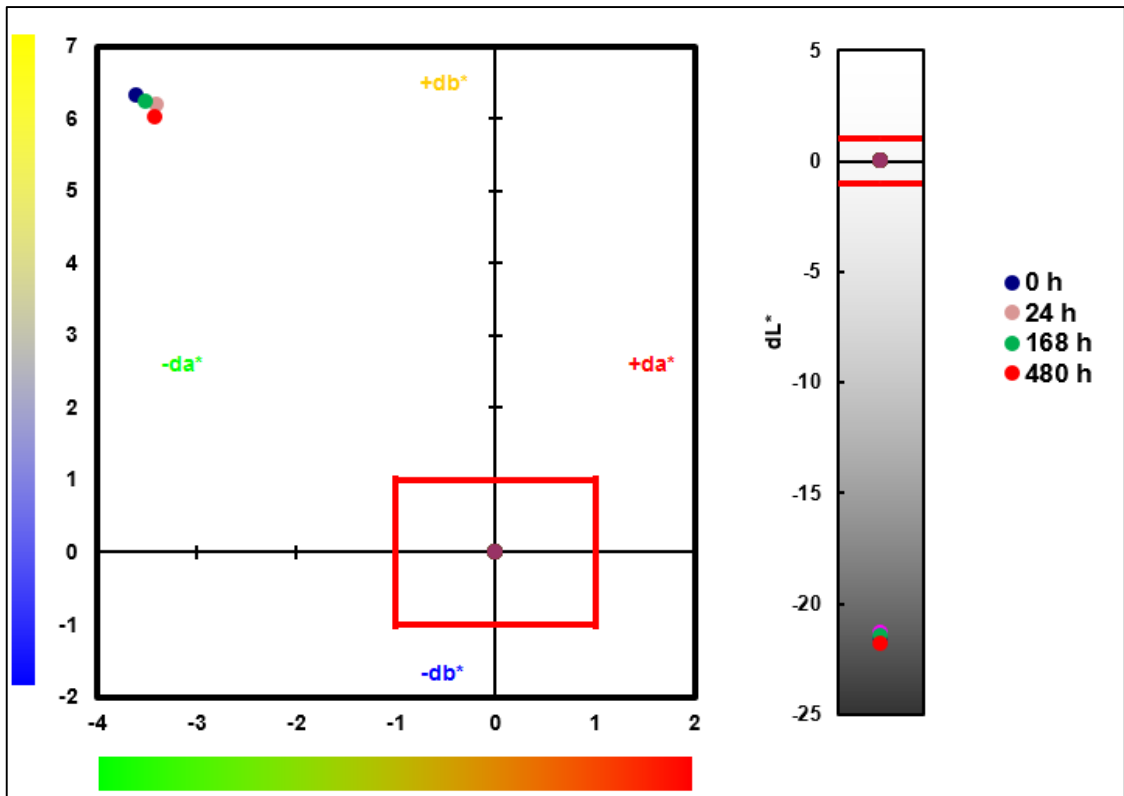
Obr. 104 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora)



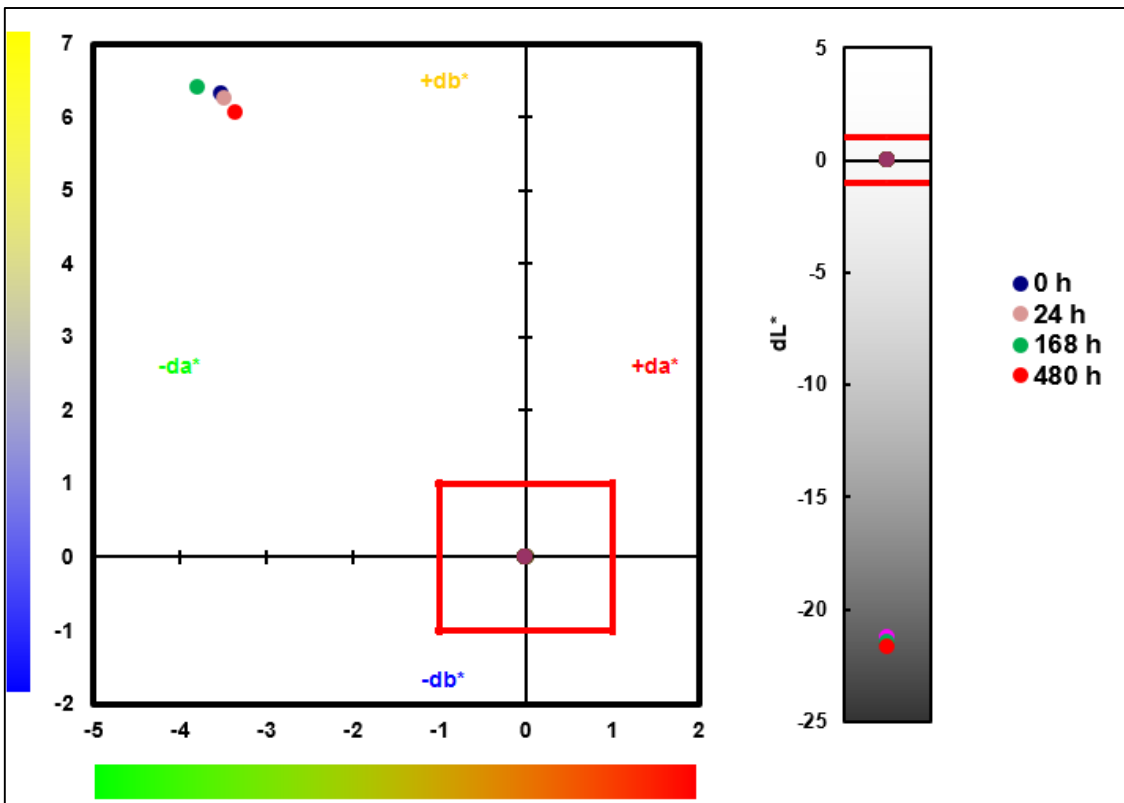
Obr. 105 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K bez fólie během vystavení světlu  
(Z knihovny autora)



Obr. 106 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K bez fólie během vystavení světlu  
(Z knihovny autora)

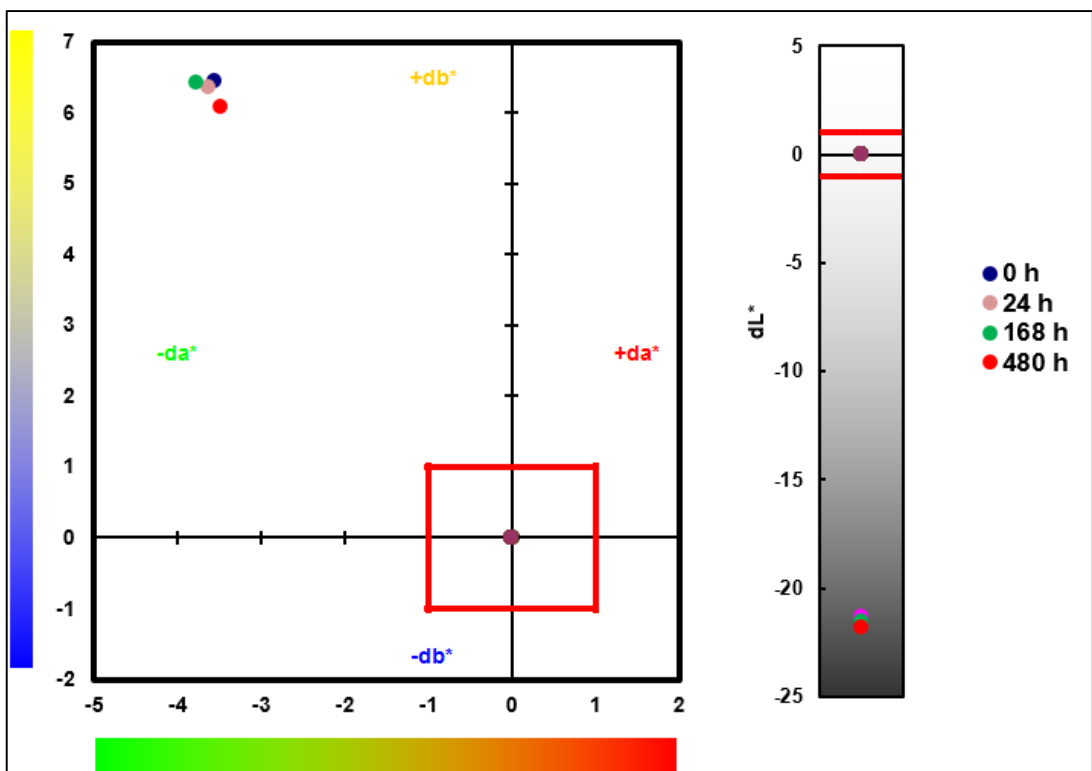


Obr. 107 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora)

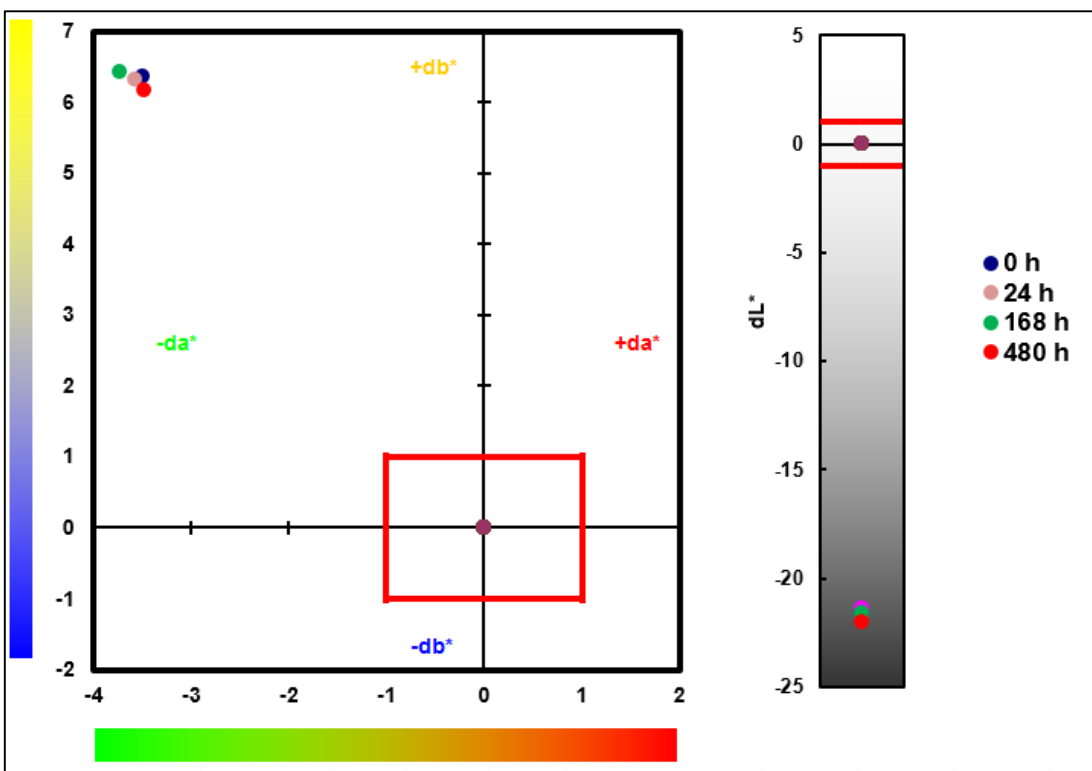


Obr. 108 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora)





Obr. 109 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP bez fólie během vystavení světlu  
(Z knihovny autora)



Obr. 110 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR bez fólie během vystavení světlu  
(Z knihovny autora)

## 5.17 Hodnocení vzhledových vlastností ČSN 91 0272

Tab. 52 Hodnocení vzhledových vlastností – neklidný povrch (propadání nátěrové hmoty)

Vzorek		Množství a velikost defektů ve stupních v závislosti na době pozorování od dokončení (po leštění)																	
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	7. den		14. den		21. den		30. den (1 měsíc)		37. den		44. den		60. den (2 měsíce)		90. den (3 měsíce)		Požadavky dle normy ČSN 91 0102 (nábytkové plochy C)	
		m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g
1-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	≤2	≤2
2-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	≤2	≤2
1-K	bez fólie	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	≤2	≤2
2-K	bez fólie	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	≤2	≤2
UP	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	≤2	≤2
PUR	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	≤2	≤2
UP	bez fólie	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	≤2	≤2
PUR	bez fólie	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	≤2	≤2

**Propadáním** se dle normy ČSN EN ISO 4618 rozumí částečná absorpce filmu nátěrové hmoty do podkladu, projevující se místními rozdíly v lesku a/nebo struktuře povlaku.

Tab. 53 Hodnocení vzhledových vlastností – kopírování podkladu

Vzorek		Množství a velikost defektů ve stupních v závislosti na době pozorování od dokončení (po leštění)																		
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	7. den		14. den		21. den		30. den (1 měsíc)		37. den		44. den		60. den (2 měsíce)		90. den (3 měsíce)		Požadavky dle normy ČSN 91 0102 (nábytkové plochy C)		
		m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	
1-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1-K	bez fólie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
2-K	bez fólie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
UP	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUR	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UP	bez fólie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
PUR	bez fólie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1

Tab. 54 Hodnocení vzhledových vlastností – ostatní druhy defektů

Vzorek		Množství a velikost defektů ve stupních v závislosti na době pozorování od dokončení (po leštění)																	
Nátěrová hmota	Podklad-MDF	7. den		14. den		21. den		30. den (1 měsíc)		37. den		44. den		60. den (2 měsíce)		90. den (3 měsíce)		Požadavky dle normy ČSN 91 0102 (nábytkové plochy C)	
		m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g
1-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2-K	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1-K	bez fólie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2-K	bez fólie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UP	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUR	s fólií	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UP	bez fólie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUR	bez fólie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Dle požadavků na vzhled ploch dokončených nátěrovými hmotami uvedených v normě ČSN 91 0102 se mezi ostatní druhy defektů řadí: pomerančová kůra, trhlinky, stříbrné a bílé póry, bublinky, mechanické nečistoty a poškození, matná a lesklá místa, zbytky parafínu, stopy po broušení a barevné skvrny.

## **6 DISKUSE**

### **Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13722 – Tab. 6–8, Obr. 42–45 (str. 56–59)**

Z výsledků stanovení stupně lesku povrchu je patrné, že vliv druhu základní vodou ředitelné nátěrové hmoty a typ podkladu na stupeň lesku povrchu jsou statisticky nevýznamné. Naměřené průměrné hodnoty lesku se pohybují v rozmezí 85–87 GU, u vzorků na MDF s vrchní fólií jsou hodnoty nepatrně vyšší než u vzorků na MDF bez vrchní fólie. To je způsobeno přítomností vrchní fólie, která vyrovnává nerovnosti podkladového materiálu a snižuje propadání nátěrové hmoty. Dle ČSN 91 0102 jsou naměřené hodnoty na pomezí vysokého lesku a lesku. V porovnání s PUR a UP základními nátěrovými hmotami jsou hodnoty lesku u vodou ředitelných nátěrových hmot mírně nižší (větší rozdíly u vzorků na MDF s vrchní fólií) a existuje mezi nimi statisticky významný rozdíl. Jedná se však pouze o rozdíl 3–5 GU, který je v běžné praxi zanedbatelný a větší roli budou v tomto případě hrát vzhledové vlastnosti, které budou rozebrány níže. Rozdíly v hodnotách lesku jsou způsobeny složením jednotlivých nátěrových hmot (pojivo, chemické složení).

### **Stanovení barevnosti spektrofotometrem – Tab. 9–11, Obr. 46–50 (str. 59–63)**

Barevnost povrchu neovlivňují vlastnosti jednotlivých základních nátěrových hmot, ale pouze odstín vrchní barvy. I přes statisticky významné rozdíly je tento ukazatel spíše informativní, protože na porovnání vlastností základních nátěrových hmot nemá tento parametr vliv. A to i v případě uvažování typu podkladu a srovnání s UP a PUR základními nátěrovými hmotami. Byly pozorovány nepatrné rozdíly v barevnosti mezi vodou ředitelnými a UP a PUR nátěrovými hmotami (nehledě na typ podkladu). Důvodem je fakt, že vzorky s vodou ředitelnými nátěrovými hmotami byly vyrobeny až dva roky po výrobě UP a PUR vzorků a odstín RAL pochopitelně nebyl u obou typů vzorků naprosto identický.

### **Hodnocení odolnosti povrchu proti oděru ČSN 91 0276 – Tab. 12–15, Obr. 51–54 (str. 63–67)**

Odolnost povrchu základních vodou ředitelných nátěrových hmot proti oděru vykazovala téměř totožné hodnoty pro oba druhy nátěrových hmot a oba typy podkladu. Nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly. Z těchto výsledků je patrné,

že základní nátěrová hmota nemá na odolnost povrchu proti oděru takový vliv jako vrchní nátěrová hmota. Oproti UP a PUR základním nátěrovým hmotám byly naměřené střední hodnoty vyšší a mezi těmito hodnotami byly pozorovány statisticky významné rozdíly. Tyto fakta potvrzují, že vrchní PUR barva (použitá u UP a PUR vzorků) má díky svému složení vyšší odolnost povrchu proti oděru než vrchní dvou komponentní vodou ředitelná barva. Vliv základní nátěrové hmoty a podkladu je zanedbatelný. Požadavky dle normy ČSN 91 0102 pro nábytkové plochy A a B u vodou ředitelných nátěrových hmot splněny nebyly, ale využití těchto nátěrových hmot je převážně na nábytkové plochy C, pro které daná norma požadavky nemá.

#### **Přídržnost povrchu odtahem ČSN EN 311 – Tab. 16–19, Obr. 55–58 (str. 67–71)**

Na přídržnost povrchu odtahem má dle naměřených výsledků vliv podkladový materiál. Pokud je podkladem MDF s vrchní fólií, jsou hodnoty přídržnosti vyšší, než je tomu v případě samotné MDF. Tyto výsledky jsou potvrzeny i statisticky, kdy významné rozdíly jsou pozorovány jen u typu podkladu. Vrchní fólie povrch vyrovná a přídržnost je tedy vyšší. Je zde však určité zkreslení, jelikož vzorky na MDF bez vrchní fólie byly porušeny v podkladovém materiálu a přídržnost nátěrové hmoty by proto byla jistě vyšší. Z tohoto důvodu vliv podkladu nelze považovat za jistý. Podstatnější by měl tedy být vliv druhu základní nátěrové hmoty. Hodnoty jsou však podobné a statisticky nevýznamné. Naměřené střední hodnoty splňují požadavky normy ČSN 91 0102. Výsledkem porovnání základních vodou ředitelných a UP a PUR nátěrových hmot je statistická nevýznamnost mezi druhem nátěrové hmoty, ale jsou pozorovány statisticky významné rozdíly mezi typem podkladu a typem podkladu v kombinaci s druhem nátěrové hmoty. I v tomto případě jsou však výsledky zkresleny, jelikož u některých vzorků došlo k porušení v podkladovém materiálu (MDF).

#### **Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla ČSN EN ISO 1522 – Tab. 20–23, Obr. 59–62 (str. 71–75)**

Stanovení tvrdosti nátěru tlumením kyvadla přineslo překvapivé výsledky. Vzorky na MDF s vrchní fólií dosahovaly mírně nižších hodnot než vzorky na MDF bez vrchní fólie. Tento poznatek může být způsoben interakcí vody a vrchní fólie, která by mohla mít za následek změkčení povrchu. Rozdíly mezi jednotlivými typy podkladu jsou statisticky významné. Vliv druhu základní barvy je ze statistického hlediska

významný také, ale v praxi už méně. Dvou komponentní nátěrové hmoty mají hodnoty tvrdosti mírně vyšší (max. o 3 % celkové tvrdosti) než jedno komponentní. To je způsobeno použitými polymery a zesíťováním nátěrového filmu u dvou komponentních nátěrových hmot, jednosložkové nátěrové hmoty tvoří film pouze fyzikálně a lehkou samosíťující reakcí a jsou vyrobeny z jiných polymerů. Norma ČSN 91 0102 požadavky na tvrdost nátěru tlumením kyvadla neuvádí, ale doporučená hodnota tvrdosti nátěru je 40 % a více. U vodou ředitelných nátěrových hmot tato hodnota dosažena není (tvrdost pouze okolo 20 %). Oproti UP a PUR základním nátěrovým hmotám jsou naměřené střední hodnoty tvrdosti vodou ředitelných nátěrových hmot méně než poloviční. Menší tvrdost je způsobena složením (pojivo, chemické složení) jednotlivých nátěrových hmot.

#### **Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru – Tab. 24–27, Obr. 63–66 (str. 75–79)**

Podobné výsledky jako u stanovení tvrdosti byly pozorovány i u stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru. Vzorčky na MDF s vrchní fólií vykazovaly vyšší hodnoty průhybu (nižší hodnoty Buchholze) než vzorčky na MDF bez vrchní fólie. I v tomto případě lze tento poznatek přisoudit interakci vody a vrchní fólie, která by mohla mít následek změkčení povrchu. V čem se však výsledky oproti předchozím liší, je větší odpor jedno komponentních nátěrových hmot než dvou komponentních. Taktéž ze statistického hlediska byly pozorovány významné rozdíly. Norma ČSN 91 0102 požadavky na odpor vůči vnikání mikrotvrdoměru neuvádí. UP a PUR nátěrové hmoty mají větší odpor než vodou ředitelné nátěrové hmoty a je mezi nimi statistická významnost. Rozdílné hodnoty odporu jsou zapříčiněny složením (pojivo, chemické vazby) jednotlivých nátěrových hmot.

#### **Stanovení drsnosti povrchu drsnoměrem – Tab. 28–34, Obr. 67–74 (str. 79–86)**

U obou parametrů vyjadřujících drsnost povrchu (střední aritmetická úchylka profilu  $R_a$  a střední hloubka drsnosti  $R_z$ ) byly dosaženy lepší výsledky u vzorků na MDF s vrchní fólií. Vrchní fólií vyrovná povrch a jeho drsnost je tak mnohem nižší než v případě MDF bez vrchní fólie. Druh nátěrové hmoty má na drsnost povrchu také vliv. Jedno komponentní nátěrové hmoty mají nižší drsnost než dvou komponentní. Příčinou tohoto rozdílu je odlišné polymerní složení jednotlivých nátěrových hmot. Naměřené průměrné hodnoty jsou statisticky významně rozdílné. Norma ČSN 91 0102

požadavky na drsnost povrchu neuvádí. UP a PUR nátěrové hmoty vykazují ještě nižší hodnoty drsnosti, které jsou statisticky významné. Důvodem je mnohem větší propadání vodou ředitelných nátěrových hmot. Za rozdílným propadáním jednotlivých nátěrových hmot je zodpovědné jejich odlišné složení (pojivo, chemické složení).

#### **Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry PP 04 ČSN EN 438-2, část 14 – Tab. 35 (str. 87)**

Nebyly prokázány žádné rozdíly mezi jednotlivými druhy základních nátěrových hmot. V obou případech byl výsledným hodnocením stupeň 4. Vliv podkladu taktéž nehrál žádnou roli. Proto má na odolnost povrchové úpravy proti působení vodní páry větší vliv vrchní barva. Ve srovnání s UP a PUR nátěrovými hmotami (vrchní PUR barva) byla vrchní dvou komponentní vodou ředitelná barva o jeden stupeň horší, její odolnost je kvůli složení nižší. Norma ČSN 91 0102 požadavky na odolnost povrchové úpravy proti vodní páře neuvádí, avšak doporučená hodnota je stupeň 4 a více, což zkoušené nátěrové hmoty splňují. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

#### **Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě (IKEA) – Tab. 36 (str. 87)**

Odolnost základních vodou ředitelných hmot vůči mastnotě je hodnocena nejvyšším možným stupněm 5. Druh základní barvy a typ podkladu nemá na hodnocení vliv. Prokazatelně má tedy na odolnost povrchu s vrypem proti mastnotě mnohem větší vliv vrchní nátěrová hmota. Stejně výsledky byly naměřeny i u UP a PUR základních nátěrových hmot (vrchní PUR barva). Norma ČSN 91 0102 požadavky na odolnost povrchu s vrypem proti mastnotě neuvádí. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

#### **Odolnost vůči vrypu BS 3962, část 6 – Tab. 37 (str. 88)**

Z hodnocení odolnosti vůči vrypu je patrné, že jedno komponentní nátěrové hmoty mají o jeden stupeň nižší odolnost než dvou komponentní. Důvodem nižší odolnosti je nepřítomnost chemických vazeb u jedno komponentních nátěrových hmot, které sice lehce samosíťují, ale nevytváří tak pevné vazby jako dvou komponentní nátěrové hmoty. PUR a UP nátěrové hmoty avšak dosahují ještě vyšší odolnosti (stupeň 5) než vodou ředitelné nátěrové hmoty. Chemické reakce rozpouštědlových nátěrových hmot způsobují



větší odolnost než u vodou ředitelných. Norma ČSN 91 0102 požadavky na odolnost vůči vrypu neuvádí. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

**Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce BS 3962, část 6 – Tab. 38 (str. 88)**

Odolnost povrchové úpravy proti padající kuličce neprokázala žádné rozdíly mezi jednotlivými druhy nátěrových hmot a dle předpokladů byl výstupem zkoušky stupeň 5. Stejně tak nebyl prokázán ani vliv podkladu. Tento stupeň hodnocení byl samozřejmě dosažen i použitím UP a PUR nátěrových hmot. Norma ČSN 91 0102 požadavky na odolnost povrchové úpravy proti padající kuličce neuvádí. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

**Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla ČSN EN 12722+A1 – Tab. 39 (str. 89)**

Výsledky měření odolnosti povrchu proti působení suchého tepla prokázaly jednak závislost na podkladovém materiálu, ale také i na druhu nátěrové hmoty. Vzorky na MDF s vrchní fólií mají lepší odolnosti než vzorky na MDF bez vrchní fólie. Jedno komponentní nátěrové hmoty jsou z důvodu svého složení (druh polymeru, fyzikální tvorba filmu) méně odolné než dvou komponentní (jiné polymery, chemické vazby). Vzorek s dvou komponentní vodou ředitelnou nátěrovou hmotou na MDF s vrchní fólií má stejný stupeň odolnosti (stupeň 4) jako UP a PUR nátěrové hmoty. Vzorek s jedno komponentní nátěrovou hmotou na MDF s vrchní fólií a vzorky na MDF bez vrchní fólie mají odolnost oproti rozpouštědlovým nátěrovým hmotám nižší. A to proto, že rozpouštědlové nátěrové hmoty tvoří pevnější nátěrové filmy. Vzorek s dvou komponentní nátěrovou hmotou na MDF s vrchní fólií vyhovuje požadavkům normy ČSN 91 0102 na nábytkové plochy A a B. Vzhledem k tomu, že použití pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku je zejména na nábytkové plochy C, na které požadavky nejsou, je podstatou zkoušky samotné vyhodnocení odolnosti. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

**Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla ČSN EN 12721+A1 –  
Tab. 40 (str. 89)**

Naprosto stejné výsledky a zákonitosti uvedené u hodnocení povrchu proti působení suchého tepla platí i pro hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla. I v tomto případě platí, že vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky není možné statistické posouzení.

**Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin ČSN EN 12720+A1  
– Tab. 41 (str. 90)**

Při porovnání odolnosti povrchu proti působení studených kapalin byly pozorovány stejné výsledky u všech vzorků. Typ podkladu a druh nátěrové hmoty na výsledky neměly vliv. Vůči ovocné šťávě, vodě, čisticímu prostředku a ethanolu 48 % byly všechny vzorky odolné (stupeň 5). U čaje, kávy, červeného vína a kyseliny octové 8 % byla odolnost vzorků mnohem nižší (stupeň 2). Z těchto výsledků je patrné, že základní nátěrová hmota nemá na odolnost povrchu proti působení studených kapalin zásadní vliv. Mnohem důležitější je v tomto případě vrchní nátěrová hmota. Proto je v případě srovnání s rozpouštědlovými nátěrovými hmotami uvažována vrchní polyuretanová barva. Ta vykazuje mnohem větší odolnost (pro všechny kapaliny stupeň hodnocení 5) než vrchní vodou ředitelná nátěrová hmota. Norma ČSN 91 0102 uvádí požadavky na odolnost povrchu proti studeným kapalinám jen na nábytkové plochy A a B, proto není splnění požadavků nezbytné, jelikož použití povrchových úprav ve vysokém lesku je převážně pro nábytkové plochy C. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

**Stanovení odolnosti proti střídání teplot ČSN 67 3098 – Tab. 42–46, Obr. 75–94  
(str. 91–103)**

Testované vzorky splnily danou normu, jelikož během 10 cyklů nebyly pozorovány žádné změny, které mají na hodnocení vliv. Vzorky však byly vystaveny ještě extrémnějším podmínkám (30 cyklů), které splnily také. Během testování byly zaznamenány minimální změny lesku (do 3 GU) a barevnosti. Změny barevnosti byly velmi nízké a nepostřehnutelné pouhým okem, ale jen za pomocí spektrofotometru. Tyto změny byly registrovány u všech vzorků nezávisle na podkladu a druhu základní barvy. Stejný průběh i princip změny se vyskytoval i u vzorků s UP a PUR základními

nátěrovými hmotami. Pochopitelně byla barevnost vzorků mírně odlišná a změny v jednotlivých osách barevnosti a změny lesku měly lišící se průběh. Norma ČSN 91 0102 požadavky na odolnost proti střídání teplot neuvádí. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

### **Hodnocení účinku vystavení světlu ČSN EN 15187. Metody zjišťování světlostálosti povrchu ČSN 91 0282 čl. 2 – Tab. 47–51, Obr. 95–110 (str. 104–113)**

Světlostálost povrchu je u všech vystavených vzorků stejná a není závislá na podkladu a druhu nátěrové hmoty. Z tohoto hodnocení je patrné, že světlostálost povrchu je tedy ovlivněna vrchní barvou a základní barva má jen minimální vliv. Všechny vzorky splňují požadavky normy ČSN 91 0102 a jsou ohodnoceny stupněm 5 standardní šedé stupnice během celého testování. Během zkoušení vzorků byly zaznamenány změny barevnosti, které jsou však pouhým okem nepostřehnutelné. Rozpouštědlové nátěrové hmoty jsou taktéž ohodnoceny stupněm 5 standardní šedé stupnice a změny barevnosti jsou minimální a pouhým okem nepostřehnutelné. Statistické posouzení nebylo vzhledem k průběhu a hodnocení zkoušky možné.

### **Vyhodnocení fyzikálně-mechanických a chemických vlastností a vzájemné porovnání**

Mezi jedno komponentními a dvou komponentními základními nátěrovými hmotami nejsou výrazné rozdíly ve fyzikálně-mechanických a chemických vlastnostech. Téměř u všech zkoušek byly pozorovány stejné výsledky. Pouze u odolnosti vůči vrypu a odolnosti proti působení suchého a vlhkého tepla jsou dosaženy lepší výsledky u dvou komponentních nátěrových hmot, protože film tvořený chemickou reakcí má lepší odolnost. Porovnání vodou ředitelných a rozpouštědlových nátěrových hmot přineslo předpokládané výsledky. UP a PUR základní nátěrové hmoty dosahují lepších nebo minimálně stejných hodnot jako vodou ředitelné nátěrové hmoty. Technologie vodou ředitelných nátěrových hmot pro použití na pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku ještě nedosahuje úrovně rozpouštědlových nátěrových hmot. Použité pojivo (pryskyřice), chemické složení a způsob tvorby filmu UP a PUR nátěrových hmot jsou na jiné úrovni než je tomu u jedno komponentních a dvou komponentních vodou ředitelných nátěrových hmot.

Větší vliv než druh nátěrové hmoty měla přítomnost nebo nepřítomnost vrchní fólie na MDF. Fólie povrch vyrovnává a na některé fyzikálně-mechanické vlastnosti má tento faktor vliv.

### **Hodnocení vzhledových vlastností ČSN 91 0272 – Tab. 52–54 (str. 114–116)**

Vzhledové vlastnosti jsou nejvýznamnějším kritériem pro hodnocení nátěrových hmot v praxi. V případě pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku jsou nejpodstatnějšími faktory při hodnocení vzhledových vlastností neklidný povrch (propadání nátěrové hmoty) a kopírování podkladu. Ostatní druhy defektů jsou taktéž důležité, avšak nejvýraznější rozdíly mezi jednotlivými druhy nátěrových hmot jsou u prvně jmenovaných faktorů.

Propadáním se dle normy ČSN EN ISO 4618 rozumí částečná absorpce filmu nátěrové hmoty do podkladu, projevující se rozdíly v lesku a/nebo struktuře povrchu. První propadání nátěrové hmoty a kopírování podkladu bylo u vzorků na MDF bez vrchní fólie pozorováno po 7 dnech od vyleštění. U vzorků na MDF s vrchní fólií je první propadání povrchu patrné až po měsíci od vyleštění, kopírování podkladu se vzhledem k přítomnosti fólie neobjevuje. S rostoucím časem se propadání nátěrové hmoty u obou typů vzorků zvyšuje, u vzorků na MDF bez vrchní fólie se s rostoucím časem zvyšuje také kopírování podkladu. Po měsíci je u vzorků na MDF bez fólie propadání mnohem výraznější a ustálení nastává až po cca třech měsících od vyleštění, kopírování podkladu je nejvíce patrné po dvou měsících a ustává podobně jako propadání po třetím měsíci od vyleštění. U vzorků na MDF s vrchní fólií je výraznější propadání patrné až po měsíci a půl a ustálení je také pozorováno po cca třech měsících, kopírování podkladu nenastává vůbec. Ostatní druhy defektů nejsou u obou typů vzorků pozorovány vůbec. U jedno komponentních nátěrových hmot je propadání mírně vyšší než u dvou komponentních. Tento rozdíl je však poměrně nízký a obě nátěrové hmoty jsou hodnoceny stejným stupněm.

Hodnocení propadání a popřípadě kopírování podkladu základních vodou ředitelných nátěrových hmot nevyhovuje požadavkům normy ČSN 91 0102. A to jak u vzorků na MDF s vrchní fólií, tak i u vzorků na MDF bez vrchní fólie. Vliv vrchní fólie je sice značný, ale ani její použití nesplňuje požadovanou kvalitu. Z tohoto důvodu se vodou ředitelné nátěrové hmoty na pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku

zatím v praxi běžně nepoužívají. Jejich složení (použité polymery, chemické složení) nezaručují odpovídající kvalitu vzhledových vlastností.

Ve srovnání s běžně používanými rozpouštědlovými nátěrovými hmotami na tom jsou vodou ředitelné nátěrové hmoty o poznání hůře. Na vzorcích na MDF bez vrchní fólie není rozdíl tak významný, ale pokud se jedná o vzorky na MDF s vrchní fólií je kvalita rozpouštědlových nátěrových hmot (UP, PUR) mnohem vyšší. Jak bylo uvedeno v bakalářské práci (Vávra 2014), UP a PUR základní nátěrové hmoty se v praxi běžně používají a zvláště UP nátěrové hmoty jsou velice kvalitní. Vodou ředitelné nátěrové hmoty se zatím s těmito rozpouštědlovými ve vzhledových vlastnostech nemohou srovnávat. Použité pojivo, chemické složení a způsob tvorby nátěrového filmu způsobují, že UP a PUR nátěrové hmoty mají mnohem lepší vzhledové vlastnosti než vodou ředitelné nátěrové hmoty.

### **Celkové vyhodnocení použití vodou ředitelných nátěrových hmot v praxi**

Vývoj vodou ředitelných nátěrových hmot na použití pro pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku ještě není na takové úrovni, aby se kvalita vyrovnala běžně používaným UP a PUR nátěrovým hmotám. Z tohoto důvodu se v praxi zatím ještě nepoužívají nebo jejich použití je velice ojedinělé. Ve srovnání s rozpouštědlovými nátěrovými hmotami se kromě horších fyzikálně-mechanických, chemických a vzhledových vlastností vodou ředitelné nátěrové hmoty vyznačují i nutnou delší dobou vytvrzení před leštěním povrchu (cca 5 dní) a přítomností zápachu, který byl nejintenzivnější několik dní po vyleštění a jeho přítomnost nebyla vnímána cca až po jednom měsíci od vyleštění.

Nejsou pozorovány velké rozdíly ve fyzikálně-mechanických, chemických a vzhledových vlastnostech mezi jedno komponentními a dvou komponentními základními vodou ředitelnými nátěrovými hmotami. V celkovém hodnocení jsou jen nepatrně lepší dvou komponentní základní vodou ředitelné nátěrové hmoty, které jsou však také i dražší. Rozhodně však rozdíl mezi jednotlivými druhy nátěrových hmot není tak výrazný jako u rozpouštědlových nátěrových hmot, kde je UP základní nátěrová hmota mnohem lepší než PUR.

Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku jsou používány nejčastěji pro vnější přední plochy nábytkových dílců, a proto jsou nanášeny na MDF s vrchní fólií,

kteřá povrch vyrovná. Přítomnost vrchní fólie má za následek zlepšení některých fyzikálně-mechanických a zvláště vzhledových vlastností, které jsou pro volbu vhodné povrchové úpravy velice důležité.

**Tab. 55** Vyhodnocení vodou ředitelných nátěrových hmot pro použití v praxi (Z knihovny autora)

Základní barva	Podklad	Hodnocení
jedno komponentní akrylátová vodou ředitelná	MDF s fólií	++
dvou komponentní polyuretanová vodou ředitelná	MDF s fólií	++
jedno komponentní akrylátová vodou ředitelná	MDF bez fólie	-
dvou komponentní polyuretanová vodou ředitelná	MDF bez fólie	-
polyesterová	MDF s fólií	++++
polyuretanová	MDF s fólií	+++
polyesterová	MDF bez fólie	-
polyuretanová	MDF bez fólie	-

Vysvětlivky:      ++++      výborné výsledky, vhodné pro použití v praxi  
                               +++      dobré výsledky, lze použít v praxi  
                               ++      průměrné výsledky, zatím nevhodné pro praxi  
                               -      špatné výsledky, nepoužitelné v praxi

## 7 ZÁVĚR

Pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku jsou velice náročnou technologií, která je citlivá na prach a nečistoty z okolního prostředí. Pro dosažení kvalitních výsledků je nutné nejen dodržovat technologické postupy dané výrobcem, ale také vybrat vhodné materiály. Kvalitu povrchové úpravy ovlivňuje řada faktorů. Mezi nejdůležitější patří vlastnosti a příprava podkladu před povrchovou úpravou, složení nátěrové hmoty, způsob tvorby nátěrového filmu, fyzikálně-mechanické, chemické a vzhledové vlastnosti nátěrových filmů.

V dnešní době se zavádějí nové nátěrové hmoty a systémy, které by splňovaly požadovanou kvalitu a zároveň byly šetrné k životnímu prostředí. Snahou je používání vodou ředitelných nátěrových hmot pro pigmentové povrchové úpravy. Tato diplomová práce je zaměřena na porovnání vlivu dvou složkových a jedno složkových základních vodou ředitelných nátěrových hmot na fyzikálně-mechanické, chemické a vzhledové vlastnosti pigmentových povrchových úprav ve vysokém lesku.

Rozdíl mezi fyzikálně-mechanickými, chemickými a vzhledovými vlastnostmi jednotlivých druhů použitých nátěrových hmot je velmi malý. Mírně lepšími fyzikálně-mechanickými a vzhledovými vlastnostmi disponuje dvou složková základní vodou ředitelná barva z důvodu složení nátěrové hmoty (použité polymery, chemické složení) a způsobu tvorby nátěrového filmu. Jedno složkové nátěrové hmoty tvoří nátěrový film pouze fyzikálním zasycháním a lehkým samosíťovacím efektem a oproti tvorbě nátěrového filmu chemickou reakcí není odolnost jejich filmu tak vysoká. Také propadání nátěrového filmu je o něco menší u dvou složkové nátěrové hmoty, což zaručuje dosažení lepších vzhledových vlastností. Ani jedna ze zkoušených nátěrových hmot nicméně nespĺňuje všechny požadavky ČSN 91 0102. Pokud jsou k tomu připočítány i delší nutná doba mezi vytvrzením a leštěním vrchního nátěrového filmu a vznikající zápach po vyleštění nátěrového filmu, je zatím použití vodou ředitelných nátěrových hmot pro pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku v praxi téměř nemožné. Vyskytují se pouze v případech, kdy z ekologického pohledu není možno použít polyesterové a polyuretanové nátěrové hmoty. Využitím MDF s vrchní fólií se docílí zlepšení některých fyzikálně-mechanických a hlavně vzhledových vlastností. Propadání nátěrové hmoty je mnohem nižší, avšak ani tato varianta provedení nezajistí podobné výsledky, které jsou dosaženy u běžně používaných rozpouštědlových nátěrových hmot.

## 8 SUMMARY

Ecological efforts leading producer to create environmentally friendly coatings, but that also meet the requirements for finished surface. Such products include waterborne coatings. The aim is to use these coatings for pigmented finished surfaces in high gloss inter alia. This technologically demanding finished surface is characterized by high requirements. The diploma thesis deals with the determination of the influence two-component and one-component waterborne base coatings on the physical-mechanical, chemical and optical properties of pigmented finished surface in high gloss.

Samples preparation, depending on base coating and base material used, is indispensable for the determination. Medium density fibreboard with the top sheet or without the top sheet was used as a base material. Top coating was the same for both systems. Subsequently, experimental measurements, determination of physical-mechanical, chemical and optical properties and their evaluation were taken place in the laboratory. Finally, the selected base coatings were compared with each other and to use in practice.

There were not observed large differences among the physical-mechanical, chemical and optical properties two-component and one-component base coats. Slightly better results were achieved in the case of two-component base coat owing to the coating composition (polymers used, chemical composition) and film formation. Nevertheless, neither the test coatings were not met all the requirements ČSN 91 0102 even in case of use medium density fibreboard with the top sheet. The top sheet aligns surface and some physical-mechanical and visual properties in particular are better.

Comparison with commonly used solvent coatings showed that polyester and polyurethane base coatings have much better physical-mechanical, chemical and optical properties than waterborne coatings. In addition, waterborne coatings require a longer indispensable time between hardening and polishing coating film and after polishing is observed odour for about a month. For these arguments, application waterborne coatings in practice is sporadic for the present; just in cases where from an ecological point of view is not possible to use solvent coatings.



## 9 SEZNAM ZKRATEK

ANOVA	analýza rozptylu
BP	bakalářská práce
ESTA stříkání	elektrostatické stříkání
HVLP	nízkotlaké stříkání ve vysokém objemu
MDF	středně hustá dřevovláknitá deska
MFT	minimální filmotvorná teplota
NH	nátěrová hmota
PUR	polyuretan
PUR MDF bez fólie	polyuretanová nátěrová hmota nanesená na MDF bez vrchní fólie
PUR MDF s fólií	polyuretanová nátěrová hmota nanesená na MDF s vrchní fólií
RAL	vzorkovník RAL
$T_g$	teplota skelného přechodu
UP	polyester
UP MDF bez fólie	polyesterová nátěrová hmota nanesená na MDF bez vrchní fólie
UP MDF s fólií	polyesterová nátěrová hmota nanesená na MDF s vrchní fólií
VŘ	vodou ředitelný
VOC	těkavá organická látka
1-K	jedno komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota
1-K MDF bez fólie	jedno komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota nanesená na MDF bez vrchní fólie
1-K MDF s fólií	jedno komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota nanesená na MDF s vrchní fólií
2-K	dvou komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota
2-K MDF bez fólie	dvou komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota nanesená na MDF bez vrchní fólie
2-K MDF s fólií	dvou komponentní vodou ředitelná nátěrová hmota nanesená na MDF s vrchní fólií

## 10 SEZNAM LITERATURY

### 10.1 Knižní a časopisecká díla

1. ALSPACH, J., RODRIGUES, A. B. J., 2011. Measurement and Specification of Gonioapparent Color and Appearance. Byk User Meeting. 1–13.
2. CRAMER, W. R., 2016. Effect pigments. *European Coatings Journal*, 2016 (1). 34–38.
3. DVORCHAK, M. J., 1997. Michael J. Using "high performance two-component waterborne polyurethane" wood coatings. *Journal of Coatings Technology*, 69 (866). 47–52.
4. GÜNDUZ, G., 2015. Chemistry, materials and properties of surface coatings: traditional and evolving technologies. Lancaster, Pennsylvania, DEStech Publications, 751 s. ISBN 978-1605950662.
5. HE, Z. A., BLANK, W. J., PICCI, M. E., 2002. A selective catalyst for two-component waterborne polyurethane coatings. *Journal of Coatings Technology*, 74 (930), 31–36.
6. HOY, K. L., 1996. Coalescence and Film Formation from Latexes. *Journal of Coatings Technology*, 68 (853). 33.
7. KALEDOVÁ, A., 2003. Technologie nátěrových hmot I.: stroje a procesy ve výrobě nátěrových hmot. Pardubice, Univerzita Pardubice, 264 s. ISBN 80-7194-625-7.
8. KALEDOVÁ, A., 2004. Technologie nátěrových hmot I.: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot. Pardubice, Univerzita Pardubice, 328 s. ISBN 80-7194-691-5.
9. LEWIS, P. A., 1988. Pigment Handbook. Vol. 1 Properties and Economics 2nd edition. New York, John Wiley, 945 s. ISBN 0-471-82833-5.
10. LOFFLATH, F., GEBHARD, M., 1997. Rheological changes during the drying of a waterborne latex coating. *Journal of Coatings Technology*, 69 (867), 55–66.
11. LOVELL, P., EL-AASSER, M. S., 1997. Emulsion polymerization and emulsion polymers. New York, J. Wiley, 801 s. ISBN 0471967467.
12. NUTSCH, W., et al., 2006. Příručka pro truhláře 2. přeprac. vyd. Praha, Europa-Sobotáles, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.
13. PEŠEK, L., 2015. Porovnání vhodnosti aplikace jednotlivých systémů stříkání. *Povrchové úpravy*, 18 (3). 17–20.
14. POLÁŠEK, J., 2003a. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část I. Stavebně truhlářské výrobky. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 149 s. ISBN 80-7157-659-X.

15. POLÁŠEK, J., 2003b. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část II. Nábytek. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 61 s. ISBN 80-7157-660-3.
16. PROCOPIO, L. J., 2013. Waterborne Acrylics for Maintenance and Protective Coatings: Moving Beyond Light Duty. *Journal of Protective Coatings & Linings*, 30 (7). 18–20, 22, 24–29.
17. RENNER Italia S.p.a., 2016. Technické listy a materiály. Minerbio, Renner Italia.
18. SATAS, D., TRACTON, A. A., 2001. *Coatings Technology Book* 2nd edition. New York, Marcel Dekker, 902 s. ISBN 0-8247-0439-8.
19. SCHULZ, U., 2009. Accelerated testing: nature and artificial weathering in the coatings industry. Hannover, Vincentz Network, 187 s. ISBN 978-3-86630-908-1.
20. TESAŘOVÁ, D., 2010. Ekologické povrchové úpravy: monografie. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 126 s. ISBN 978-80-7375-388-7.
21. TORMA, R., 2007. Nové suroviny pro polyuretanové nátěrové hmoty. 38th International Conference on Coatings Technology. 51-55.
22. TRACTON, A. A., 2007. *Coatings materials and surface coatings*. Boca Raton, CRC Press, 528 s. ISBN 978-1-4200-4404-1.
23. VÁVRA, L., 2014. Vliv pojiv nátěrových hmot na kvalitu pigmentové povrchové úpravy ve vysokém lesku. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 59 s.
24. WILSON, A. D., NICHOLSON, J. W., PROSSER, H. J., 1990. *Waterborne coatings - Surface coatings*. New York, Elsevier Science, 274 s. ISBN 18516619482.

## 10.2 Normy

1. BS 3962, část 6: Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce, 1980.
2. BS 3962, část 6: Odolnost vůči vrypu, 1980.
3. ČSN 67 3098: Nátěrové hmoty. Stanovení odolnosti proti střídání teplot, 1987.
4. ČSN 91 0102: Nábytek - Povrchová úprava dřevěného nábytku - Technické požadavky, 2006.
5. ČSN 91 0272: Nábytek. Zkoušení povrchové úpravy nábytku. Hodnocení vzhledových vlastností, 1992.
6. ČSN 91 0276: Nábytek. Metoda zjišťování odolnosti povrchu proti oděru, 1988.
7. ČSN 91 0282: Nábytek. Metody zjišťování světlostálosti povrchu, 1989.
8. ČSN EN 12720+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin, 2014.
9. ČSN EN 12721+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla, 2014.
10. ČSN EN 12722+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla, 2014.
11. ČSN EN 13722: Nábytek stanovení lesku povrchu, 2005.
12. ČSN EN 15187: Nábytek – Hodnocení účinku vystavení světlu, 2007.
13. ČSN EN 311: Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu – Zkušební metoda, 2003.
14. ČSN EN 316: Dřevovláknité desky – Definice, klasifikace a značky, 2009.
15. ČSN EN 438-2, část 14: Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry, 2005.
16. ČSN EN ISO 1522: Nátěrové hmoty – Zkouška tvrdosti nátěru tlumením kyvadla, 2007.
17. ČSN EN ISO 4618: Nátěrové hmoty – Termíny a definice, 2015.
18. DIN EN ISO 2431: Stanovení výtokové doby výtokovými pohárky, 2011.

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Primární částice zachycené elektronovým mikroskopem: jednotlivé krystaly (a) a krystaly spojené (b) (Tracton 2007).....	14
Obr. 2 Agregáty (a) a aglomeráty (b) pigmentových částic zachycené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007).....	14
Obr. 3 Vločky pigmentových částic zachycené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007) .....	15
Obr. 4 Rozdíly ve velikosti částic pigmentů zobrazené elektronovým mikroskopem (Tracton 2007) .....	16
Obr. 5 Fáze procesu disperze (Satas a Tracton 2001) .....	16
Obr. 6 Možné stavy disperze (Satas a Tracton 2001) .....	17
Obr. 7 Schematické znázornění dispergace a flokulace pigmentovaných částic (Kalendová 2004).....	17
Obr. 8 Mechanismus stabilizace disperze – elektrostatické a stérické odpudivé síly (Tracton 2007) .....	18
Obr. 9 Typy pigmentů a jejich interakce se světlem (Alspach a Rodrigues 2011) .....	19
Obr. 10 Projev efektních pigmentů – změna barevnosti, odstínu a lesku (Alspach a Rodrigues 2011).....	19
Obr. 11 Vzhled a umístění efektních pigmentů (Alspach a Rodrigues 2011) .....	20
Obr. 12 Stejný úhel zdroje světla a pozorovatele (Cramer 2016) .....	21
Obr. 13 Změny jednotlivých úhlů v případě naklonění plochy s povrchem (Cramer 2016).....	21
Obr. 14 Moderní přenosné měřicí přístroje svítí pod úhlem 45 ° a měří nezrcadlové úhly -15°, 15°, 25°, 45°, 75° a 110° (Cramer 2016) .....	22
Obr. 15 Barevné interferenční pigmenty vykazují významné barevné změny v závislosti na úhlu osvětlení a nezrcadlovém úhlu (Cramer 2016).....	22
Obr. 16 Transparentní interferenční pigmenty mění svou barvu v důsledku nezrcadlového úhlu (Cramer 2016).....	23
Obr. 17 Disperze syntetické pryskyřice (Nutsch et al. 2006).....	24
Obr. 18 Tvorba filmu disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot (Procopio 2013) .....	26
Obr. 19 Teoretická rychlost odpařování vody v závislosti na čase (Lofflath a Gebhard 1997) .....	27
Obr. 20 Polymerace akrylových monomerů na lineární polymerní řetězce (Lovell a El-Aasser 1997).....	29
Obr. 21 Akrylové částice zachycené elektronovým mikroskopem (Procopio 2013) .....	29
Obr. 22 Rychlost odpařování jednotlivých složek dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty v závislosti na době vytvrzování při teplotě 23 °C (Renner Italia S.p.a. 2016) .....	31
Obr. 23 Typické vlastnosti zirconiového katalyzátoru ZrCAT (He et al. 2002) .....	32
Obr. 24 Srovnání klasického a nového katalyzátoru pro dvou komponentní disperzní polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty (He et al. 2002) .....	33
Obr. 25 Porovnání chemických reakcí dvou komponentních polyuretanových nátěrových systémů – vodou ředitelných (vlevo) a rozpouštědlových (vpravo) (Dvorchak 1997) .....	33
Obr. 26 Účinnost uplatnění jednotlivých systémů stříkání (Pešek 2015) .....	34
Obr. 27 Části vzduchové stříkací pistole a přívádění stříkaného materiálu (Nutsch et al. 2006).....	35
Obr. 28 Trysky jednotlivých systémů nanášení (Nutsch et al. 2006).....	37
Obr. 29 Vzorky před povrchovou úpravou – vlevo MDF s vrchní fólií a vpravo MDF bez vrchní fólie (Z knihovny autora) .....	41
Obr. 30 Stříkání základní barvy a laku (Z knihovny autora) .....	45
Obr. 31 Dílec po nástřiku základní barvy a laku (vlevo) a vrchní barvy (vpravo) (Z knihovny autora)....	46
Obr. 32 Stříkání vrchní barvy – použití speciálního obleku pro zajištění bezprašných podmínek (Z knihovny autora) .....	46
Obr. 33 Leštění povrchu (Z knihovny autora) .....	46
Obr. 34 Stanovení stupně lesku povrchu (Z knihovny autora) .....	48
Obr. 35 Stanovení barevnosti spektrofotometrem (Z knihovny autora) .....	48
Obr. 36 Přídržnost povrchu odtahem (Z knihovny autora) .....	49
Obr. 37 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru (Z knihovny autora) .....	50
Obr. 38 Stanovení drsnosti drsnoměrem (Z knihovny autora).....	50
Obr. 39 Stanovení odolnosti proti působení vodní páry (Z knihovny autora).....	51

Obr. 40 Odolnost vůči vrypu (Z knihovny autora) .....	51
Obr. 41 Zjišťování světlostálosti povrchu (Z knihovny autora).....	53
Obr. 42 Krabicový graf stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH .....	56
Obr. 43 Grafické vyjádření ANOVY stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH .....	57
Obr. 44 Krabicový graf stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH .....	58
Obr. 45 Grafické vyjádření ANOVY stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH .....	59
Obr. 46 Krabicový graf stanovení barevnosti VŘ NH .....	60
Obr. 47 Grafické vyjádření ANOVY stanovení barevnosti VŘ NH .....	61
Obr. 48 Krabicový graf stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH .....	61
Obr. 49 Grafické vyjádření ANOVY stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH .....	62
Obr. 50 Grafické znázornění barevnosti jednotlivých NH na individuálních osách (Z knihovny autora) .	63
Obr. 51 Krabicový graf odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH .....	64
Obr. 52 Grafické vyjádření ANOVY odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH .....	65
Obr. 53 Krabicový graf odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH.....	66
Obr. 54 Grafické vyjádření ANOVY odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH.....	67
Obr. 55 Krabicový graf přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH .....	68
Obr. 56 Grafické vyjádření ANOVY přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH .....	69
Obr. 57 Krabicový graf přídržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH .....	70
Obr. 58 Grafické vyjádření ANOVY přídržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH.....	71
Obr. 59 Krabicový graf stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH.....	72
Obr. 60 Grafické vyjádření ANOVY stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH.....	73
Obr. 61 Krabicový graf stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH.....	74
Obr. 62 Grafické vyjádření ANOVY stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH..	75
Obr. 63 Krabicový graf stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru VŘ NH .....	76
Obr. 64 Grafické vyjádření ANOVY stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru VŘ NH .....	77
Obr. 65 Krabicový graf stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH.....	78
Obr. 66 Grafické vyjádření ANOVY stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH.....	79
Obr. 67 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra .....	81
Obr. 68 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz .....	81
Obr. 69 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra .....	83
Obr. 70 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz .....	83
Obr. 71 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra.....	84
Obr. 72 Krabicový graf stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz.....	84
Obr. 73 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra.....	86
Obr. 74 Grafické vyjádření ANOVY stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz.....	86
Obr. 75 Grafické vyjádření změny lesku během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora).....	92
Obr. 76 Grafické vyjádření změny lesku během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora).....	92
Obr. 77 Podrobnější vyjádření změny lesku během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora) .....	93
Obr. 78 Podrobnější vyjádření změny lesku během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora) ..	93
Obr. 79 Grafické znázornění změny barevnosti dE* během střídání teplot VŘ NH (Z knihovny autora) .	96
Obr. 80 Grafické znázornění změny barevnosti dE* během střídání teplot UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	96
Obr. 81 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna dL* VŘ NH (Z knihovny autora) .....	97
Obr. 82 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna dL* UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	97
Obr. 83 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna da* VŘ NH (Z knihovny autora) .....	98
Obr. 84 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna da* UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	98

Obr. 85 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna $db^*$ VŘ NH (Z knihovny autora) .....	99
Obr. 86 Grafické znázornění barevnosti během střídání teplot – změna $db^*$ UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	99
Obr. 87 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	100
Obr. 88 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	100
Obr. 89 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	101
Obr. 90 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	101
Obr. 91 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	102
Obr. 92 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR s fólií během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	102
Obr. 93 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	103
Obr. 94 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR bez fólie během střídání teplot (Z knihovny autora) .....	103
Obr. 95 Grafické znázornění změny barevnosti $dE^*$ během vystavení světlu VŘ NH (Z knihovny autora) .....	106
Obr. 96 Grafické znázornění změny barevnosti $dE^*$ během vystavení světlu UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	106
Obr. 97 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $dL^*$ VŘ NH (Z knihovny autora) .....	107
Obr. 98 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $dL^*$ UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	107
Obr. 99 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $da^*$ VŘ NH (Z knihovny autora) .....	108
Obr. 100 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $da^*$ UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	108
Obr. 101 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $db^*$ VŘ NH (Z knihovny autora) .....	109
Obr. 102 Grafické znázornění barevnosti během vystavení světlu – změna $db^*$ UP a PUR NH (Z knihovny autora) .....	109
Obr. 103 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	110
Obr. 104 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	110
Obr. 105 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 2-K bez fólie během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	111
Obr. 106 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku 1-K bez fólie během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	111
Obr. 107 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	112
Obr. 108 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR s fólií během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	112
Obr. 109 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku UP bez fólie během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	113
Obr. 110 Grafické znázornění změny barevnosti vzorku PUR bez fólie během vystavení světlu (Z knihovny autora) .....	113

## 12 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Rozdělení nábytkových ploch dle ČSN 91 0102 .....	11
Tab. 2 Požadavky na vzhled ploch dokončených nátěrovými hmotami dle ČSN 91 0102.....	12
Tab. 3 Požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchové úpravy dle ČSN 91 0102 .....	12
Tab. 4 Monomery používané k výrobě polymerů a jejich teplota skelného přechodu (Hoy 1996) .....	28
Tab. 5 Připravené zkušební vzorky a jejich označení (Z knihovny autora) .....	42
Tab. 6 Popisná statistika stanovení lesku povrchu při 60° .....	56
Tab. 7 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení lesku povrchu při 60° VŘ NH .....	57
Tab. 8 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení lesku povrchu při 60° srovnávající jednotlivé NH .....	58
Tab. 9 Popisná statistika stanovení barevnosti dE* .....	59
Tab. 10 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení barevnosti VŘ NH.....	60
Tab. 11 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení barevnosti srovnávající jednotlivé NH .....	62
Tab. 12 Odolnost povrchu proti oděru .....	63
Tab. 13 Popisná statistika odolnosti povrchu proti oděru .....	64
Tab. 14 Analýza rozptylu (ANOVA) odolnosti povrchu proti oděru VŘ NH .....	65
Tab. 15 Analýza rozptylu (ANOVA) odolnosti povrchu proti oděru srovnávající jednotlivé NH .....	66
Tab. 16 Přídržnost povrchu odtahem .....	67
Tab. 17 Popisná statistika přídržnosti povrchu odtahem .....	68
Tab. 18 Analýza rozptylu (ANOVA) přídržnosti povrchu odtahem VŘ NH.....	69
Tab. 19 Analýza rozptylu (ANOVA) přídržnosti povrchu odtahem srovnávající jednotlivé NH .....	70
Tab. 20 Stanovení tvrdosti tlumením kyvadla .....	71
Tab. 21 Popisná statistika stanovení tvrdosti tlumením kyvadla .....	72
Tab. 22 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení tvrdosti tlumením kyvadla VŘ NH .....	73
Tab. 23 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení tvrdosti tlumením kyvadla srovnávající jednotlivé NH..	74
Tab. 24 Stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru .....	75
Tab. 25 Popisná statistika stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru .....	76
Tab. 26 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru VŘ NH .....	77
Tab. 27 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení odporu vůči vnikání mikrotvrdoměru srovnávající jednotlivé NH.....	78
Tab. 28 Stanovení drsnosti povrchu.....	79
Tab. 29 Popisná statistika stanovení drsnosti povrchu – hodnoty parametru Ra .....	80
Tab. 30 Popisná statistika stanovení drsnosti povrchu – hodnoty parametru Rz .....	80
Tab. 31 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Ra .....	82
Tab. 32 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu VŘ NH – parametr Rz .....	82
Tab. 33 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Ra.....	85
Tab. 34 Analýza rozptylu (ANOVA) stanovení drsnosti povrchu srovnávající jednotlivé NH – parametr Rz.....	85
Tab. 35 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti působení vodní páry .....	87
Tab. 36 Stanovení odolnosti povrchu s vrypem proti mastnotě .....	87
Tab. 37 Stanovení odolnosti vůči vrypu .....	88
Tab. 38 Stanovení odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce .....	88
Tab. 39 Stanovení odolnosti proti suchému teplu .....	89
Tab. 40 Stanovení odolnosti proti vlhkému teplu .....	89
Tab. 41 Stanovení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin .....	90
Tab. 42 Stanovení změny lesku při střídání teplot .....	91
Tab. 43 Stanovení změny barevnosti dE * během střídání teplot .....	94
Tab. 44 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna dL* .....	94
Tab. 45 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna da* .....	95
Tab. 46 Stanovení změny barevnosti během střídání teplot – změna db* .....	95
Tab. 47 Stanovení světlostálosti dle šedé stupnice .....	104



Tab. 48 Stanovení změny barevnosti dE * během vystavení světlu .....	104
Tab. 49 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna dL* .....	105
Tab. 50 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna da* .....	105
Tab. 51 Stanovení změny barevnosti během vystavení světlu – změna db* .....	105
Tab. 52 Hodnocení vzhledových vlastností – neklidný povrch (propadání nátěrové hmoty) .....	114
Tab. 53 Hodnocení vzhledových vlastností – kopírování podkladu .....	115
Tab. 54 Hodnocení vzhledových vlastností – ostatní druhy defektů .....	116
Tab. 55 Vyhodnocení vodou ředitelných nátěrových hmot pro použití v praxi (Z knihovny autora).....	126