

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Katedra polygrafie a fotofyziky

Digitální potisk textilních materiálů

Klára Lounová

Bakalářská práce

2018



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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Klára Lounová  
Osobní číslo: C14168  
Studijní program: B3441 Polygrafie  
Studijní obor: Polygrafie  
Název tématu: Digitální potisk textilních materiálů  
Zadávající katedra: Katedra polygrafie a fotofyziky

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

1. Provedte rešerši v odborné a patentové literatuře na téma digitálního vzorování textilních materiálů.
2. Zpracujte danou rešerši do uceleného přehledu a uveďte jaké digitální techniky se vy-užívají, případně jaké typy inkoustů (barviv) a technologické postupy jsou použity pro dané digitálně vzorované textilie.
3. Uveďte metody hodnocení stálosti barevnosti textilních materiálů.
4. Pokuste se získat vzorky textilií s digitálním potiskem a proveďte evaluaci z hlediska barevnosti a její stálosti při praní a testech světlostálosti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Syrový, Ph.D.**

Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **21. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2018**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.  
děkan

L.S.



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prohlašuji:

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 1. 7. 2018

Klára Lounová

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Tomáši Syrovému, Ph.D, za jeho pomoc a trpělivost při zpracování mé bakalářské práce.

Bakalářská práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16\_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## **ANOTACE**

Cílem této bakalářské práce je zjistit světlostálost a odolnost vůči praní u reaktivních barev tištěných tiskovou technikou inkjet. Světlostálost i odolnost vůči praní jsou hodnoceny na základě změny barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  pro žluté, oranžové, červené, růžové, fialové, modré, zelené, hnědé, šedé a černé odstíny vzniklé přetiskem primárních barev. Jako potiskovaný materiál je použita bavlna, bavlna s příměsí elastanu, satén, len a hedvábí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

digitální potisk textilních materiálů, inkjetový tisk, reaktivní barvy, světlostálost, odolnost vůči praní

## **TITLE**

Digital printing of textile materials

## **ANNOTATION**

The aim of this bachelor thesis is to determine the light-fastness and washing resistance of reactive ink printed by inkjet printing technology. Light-fastness and washing resistance are evaluated by changing the color difference  $\Delta E^*_{ab}$  for yellow, orange, red, pink, purple, blue, green, brown, gray and black shades. The printed material is cotton, cotton with elastane, satin, linen and silk.

## **KEYWORDS**

digital printing of textile materials, inkjet printing, reactive dyes, light-fastness, washing resistance





# OBSAH

1	ÚVOD .....	11
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	12
2.1	Potisk textilu .....	12
2.2	Historie digitálního potisku textilií .....	12
2.3	Inkjetový tisk.....	13
2.4	Rozdělení barev pro digitální potisk textilu .....	15
2.5	Reaktivní barvy .....	18
2.6	Předúprava textilie .....	20
2.6.1	Postup úpravy textilie před tiskem .....	20
2.6.2	Vliv alginátu sodného na kvalitu tisku.....	21
2.7	Úprava textilie po tisku .....	22
2.8	Světlostálost a odolnost vůči praní.....	23
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	25
3.1	Experimentální materiály .....	25
3.2	Experimentální zařízení .....	25
3.2.1	Klimatická komora Q-SUN Xenon Test Chamber, Model Xe-1-B .....	25
3.2.2	Reflexní spektrofotometr iliO .....	25
3.3	Světlostálost .....	26
3.3.1	Modré odstíny .....	27
3.3.2	Oranžové a červené odstíny .....	29
3.3.3	Růžové a fialové odstíny .....	31
3.3.4	Žluté odstíny.....	33
3.3.5	Zelené odstíny .....	35
3.3.6	Hnědé, šedé a černé odstíny .....	37
3.3.7	Porovnání měřených odstínů a materiálů .....	39
3.3.8	Analýza změny barvových souřadnic $L^*$ , $C^*_{ab}$ , $h_{ab}$ při testech světlostálosti.....	40
3.4	Prací testy.....	47
3.4.1	Žluté a oranžové odstíny .....	47
3.4.2	Červené, růžové a fialové materiály.....	48
3.4.3	Modré odstíny .....	49
3.4.4	Zelené odstíny .....	50
3.4.5	Hnědé a černé odstíny .....	51

4	ZÁVĚR.....	52
	CITOVANÁ LITERATURA.....	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57

# 1 ÚVOD

Digitální potisk textilu je v současné době rychle se rozvíjející technologií. Na kvalitu potisku má vliv mnoho parametrů, například odolnost vůči světlu či oděru (za jakou dobu dojde k degradaci barvy), povaha tiskového substrátu, množství natištěné barvy, předúprava textilie aj. Pro kvalitní potisk je rozhodující druh použitého inkoustu. Inkoust je zvolen v závislosti na požadovaných vlastnostech, jelikož některé inkousty jsou stálejší na světle, jiné jsou odolnější vůči častému praní. Výhodou digitálního tisku je i to, že oproti sítotisku zde odpadá potřeba výroby tiskové formy.

Cílem této bakalářské práce bylo ověřit vlastnosti textilií různého druhu potištěných reaktivními inkousty. Hodnocenými parametry byla odolnost vůči praní a světlostálost.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Potisk textilu

Již v dávné minulosti lidé začali potiskovat textilní materiály a v dnešní době se technologie tisku značně rozšířily. Potisk textilií lze považovat za umění či způsob, jak vyjádřit své myšlenky, náladu, názor a svůj styl v moderním světě.

Textilní inkoustový tisk přinesl mnoho výhod. Například možnost kreativně potiskovat textilní materiály s kvalitní barevností a vysokým rozlišením. Další výhodou digitálního textilního inkjetu je vhodnost pro tisk malých nákladů.

Digitální inkjetový potisk textilu se rychle rozvíjí s postupujícím vývojem inkjetových tiskových hlav, tiskových strojů pro potisk textilu, softwaru, inkoustů, předúpravy tkaniny a technologie pro závěrečné ošetření textilie.

### 2.2 Historie digitálního potisku textilií

První potisknuté textilie se datují do 4. století, kdy se v Číně začalo potiskovat pomocí dřevěných desek, do kterých byl vyřezán motiv. Tato technika je známá také pod názvem xylografie, neboli dřevoryt. Takto potištěné textilie se následně díky Hedvábné stezce ve 12. století dostaly do celého světa. [1]

Digitální potisk textilních materiálů se provádí již několik desetiletí. Rychlý vývoj digitálního potisku textilních materiálů má před sebou jasnou budoucnost.

První inkoustový tisk můžeme datovat do roku 1686, kdy Edme Mariotte navrhl jeho základ. Jeho práce na dynamice tekutin zahrnovala pozorování vzniku kapky pomocí trysky. V roce 1748 Ebenezer Kinnersley prokázal, že elektrický proud může projít skrz vodu. V následujícím roce zkoumal Jean Antoine Nollet účinky statické elektřiny na tok kapiček z kapilární trubice. **Lord Kelvin získal první patent pro inkjetový tiskový systém v roce 1867.** O jedenáct let později, v roce 1878, popsal Lord Rayleigh vliv povrchového napětí na tvorbu kapiček.

V roce 1951 firma Siemens vydala první komerčně vyráběnou inkoustovou tiskárnu. Vynález dr. Hertze a jeho kolegů ze švédského Technologického institutu v Lundu vedl k vývoji systému Stork a Scitex Iris, což je typ kontinuální inkjetové technologie. Může vytvářet obrazy s vysokým rozlišením s mnoha úrovněmi šedých polotónů. Jedinou nevýhodou je rychlost tisku. Používají se zde tzv. Dye-based barviva, jejichž nevýhodou je nízká světlostalost. [1] [2]

## **2.3 Inkjetový tisk**

Ve většině případů tisku jsou malé kapky vypuzovány z tiskové hlavy, která je umístěna nad potiskovaným materiálem, přímo na konkrétní místa textilního materiálu podle připravené digitální předlohy.

Inkjetový tisk lze rozdělit na dva principy podle tvorby kapek, a to na kontinuální a drop-on-demand. Pro potisk textilních materiálů se využívá především princip drop-on-demand (termální a piezoelektrický). [3] [4]

### **Kontinuální inkjetový tisk**

U kontinuálního tisku je tryskou generován souvislý proud kapek, kdy je ze zásobníku přiváděn do generátoru inkoust. Z generátoru jsou pak působením tlaku piezoelektrického krystalu vystřelovány kapky inkoustu mezi dva páry elektrod. Následně podle toho, zda jsou kapky dvěma páry elektrod nabitý či ne, dopadnou buď na potiskovaný materiál, nebo jsou vychýleny a vráceny zpět do zásobníku. Nabité kapky jsou vráceny zpět a nenabité jsou vytištěny na potiskovaný materiál. [4]

### **Drop-on-demand**

Při inkjetovém tisku technologií drop-on-demand jsou kapky inkoustu vystřelovány z tiskové hlavy na základě elektrických impulzů. Z trysky jsou vystřelovány pouze ty kapky, které mají tvořit obraz na potiskovaném materiálu. Podle způsobu vytváření kapky lze tisk rozdělit na termální a piezoelektrický. [4]

### **Termální inkjetový tisk**

Termální inkjetový tisk je založen na principu tvorby kapek vlivem tlaku par odpařené kapalné fáze inkoustu. V blízkosti trysky je umístěno topné tělísko, kdy při průchodu elektrického proudu dojde k odpaření malého množství inkoustu, který je přiváděn ze zásobníku. Rostoucí tlak vlivem odpařené rozpouštědla vytlačí kapku barvy z tiskové hlavy. Následně dojde kvůli poklesu tlaku v tiskové hlavě k doplnění inkoustu ze zásobníku. Pro termální tisk se využívají pouze vodou ředitelné inkousty.

Jejich výhodou je cena tiskové hlavy, tudíž umožňují umístit více trysek vedle sebe a díky tvorbě malých kapek i kvalitní tisk. Nevýhodou je rychlost tisku, která je oproti jiným digitálním tiskovým technikám výrazně nižší. [4] [5]

### **Piezelektrický inkjetový tisk**

Piezelektrický tisk je založen na principu piezelektrického jevu, ke kterému dochází u některých krystalických látek, kdy se při stlačení krystal elektricky nabije. Zde se využívá tzv. obráceného piezelektrického jevu. Princip obráceného piezelektrického jevu je ve změně rozměru/tvaru krystalu po přivedení elektrického napětí. Po odstranění napětí se krystal vrací zpět do původního stavu. Přiváděním elektrického signálu na elektrody piezelektrického krystalu dojde ke změně rozměru, a tím i ke změně objemu v tiskové hlavě. Vlivem tlakových změn vyvolaných elektrickým signálem dochází k efektu akustické rezonance. Tento efekt má za následek vystřelení kapek z trysky.

Výhodou piezelektrického inkjetového tisku je jeho univerzálnost a dlouhá životnost. Lze použít všechny typy inkoustů. Nevýhodou může být vysoká cena. [4] [5]

## 2.4 Rozdělení barev pro digitální potisk textilu

Barvy pro digitální potisk textilu lze rozdělit na:

- Sublimační/disperzní barvy
- Reaktivní/kyselé barvy
- Pigmentové inkousty
- Latexové inkousty
- UV zářením tvrditelné barvy

### Sublimační/disperzní barvy

- Ošetření textilie před tiskem: ano
- Ošetření textilie po tisku: fixace barvy při vysoké teplotě a tlaku, praní

Sublimační barvy jsou na bázi vody a mají pestré barvy. Jsou široce používány v textilní výrobě. Barvy se v případě sublimačního tisku fixují v lisovacím zařízení horkým vzduchem, jehož teplota je okolo 200 °C, a nízkým tlakem. [6]

Sublimační tisk je založen na dvou fyzikálních jevech. První jev nastává, když sublimační barva, kterou se motiv tiskne na přenosový materiál, mění své skupenství z pevné fáze na plynnou, aniž by procházela přes kapalnou fázi. Druhý je přenos motivu z přenosového papíru na textilní materiál, kdy vlivem tepla dojde k otevření mikropórů u polymerního materiálu. Následně pigment rozptýlený v plynu pronikne mikropóry do struktury vláken materiálu a poté je pomocí tlaku a vysoké teploty zafixován. [7] [8]

Tisk sublimačními barvami je vhodný pro textilie z polyesteru a směsi polyesterových a přírodních vláken, ale se snižujícím se podílem polyesteru klesá i počet vazeb pro příjem sublimační barvy. Potiskovat lze textilie buď pomocí přenosového papíru, nebo přímo na textilní materiál. [6]

Textilie můžeme rozdělit do následujících kategorií:

- tkané odolné textilie vhodné pro venkovní použití (bannery)
- pletené textilie vhodné pro vnitřní použití (vlajky, bannery)
- oblečení (dresy, trička, ...)

Výhodou sublimačních barev je odolnost vůči otěru a chemickým látkám. Navíc jsou ekologické a zdravotně nezávadné. [9]

## **Pigmentové inkousty**

- Ošetření textilie před tiskem: ne, pouze za účelem zlepšení světlostálosti a odolnosti vůči praní
- Ošetření textilie po tisku: fixace barvy teplem a tlakem

Pigmentové inkousty poskytují plnější a jasnější odstíny bez potřeby jakýchkoliv předúprav textilního materiálu. Předúpravy se provádějí případně za účelem zlepšení světlostálosti a odolnosti vůči praní. Inkousty, resp. vytištěné vrstvy jsou odolné vůči otěru, UV záření a vodě. Dále jsou šetrné k životnímu prostředí. Pigment a pojivo jsou hlavními složkami pigmentových inkoustů. Velikost pigmentů je obvykle menší než 500 nm, čímž se dosahuje optimální kvality barevnosti a dalších vlastností vzhledu, jako je opacita a lesk. [10] [11]

Pigmentové částice mají často tendenci aglomerovat jak ve vodných a bezvodých disperzích. Výskyt aglomerátů pak může způsobovat problémy při inkjetovém tisku, například zanesení trysek inkjetové tiskárny. Dále aglomerace pigmentových částic snižuje kryvost pigmentu i hladkost textilií. Aby nedocházelo k aglomeraci, je vhodné pigmentové částice enkapsulovat do polymerní obálky. Enkapsulace zvýší dispergovatelnost a stabilitu pigmentových inkoustů, dále chrání pigmentové částice před účinkem UV-záření a změnou pH. [11]

Pigmentové inkousty se používají pro potisk bavlněných, lněných, polyesterových, viskózních a kožených materiálů. Byly vyvinuty pro tisk přímo na oděvy (trička), ale mohou být použity i pro potisk rolí textilního materiálu. Barva se po tisku fixuje pomocí tepelného lisu (spoléhá se na adhezi pigmentů obalených vhodným pojivem na vlákna než na absorpci barviva textilií). [6]

## **Reaktivní/kyselé barvy**

- Ošetření textilie před tiskem: ano
- Ošetření textilie po tisku: fixace barvy párou, praní a sušení

Tyto barvy jsou vhodné pouze pro přírodní materiál jako je například bavlna, hedvábí, vlna a kůže. Těmito barvami se tiskne přímo na textilní materiál. Po tisku se barva musí zafixovat do textilního materiálu pomocí vysoké teploty (viz. kapitola 2.5). [2]



## **Latexové inkousty**

- Ošetření textilie před tiskem: ano
- Ošetření textilie po tisku: ne

Latex je název, který HP dává inkoustům na bázi vody.

Latexové inkousty jsou disperzní povahy, obsahují polymer a pigmenty, jejichž fixace je aktivovaná teplem, a pigment je tak fixován na povrchu potiskovaného materiálu. [6]

HP ve svých tiskárnách využívá tzv. HP Latex Optimizer, což je optimalizační řešení pro lepší výsledky tisku a pestřejší barvy, jež zároveň umožňuje práci při vyšších rychlostech. Tisk probíhá následujícím způsobem: první tisková hlava nanese požadované množství optimalizátoru/primeru, jehož částice vykazují dobrou adhezi k textilií, a daná vrstva je transparentní. Následně je tištěn latexový inkoust, který má dobrou adhezi k vrstvě primeru, proto je dosaženo vysoké kvality obrazu a adheze. [12] [13]

Latexové inkousty jsou vhodné pro přírodní a syntetické materiály, jsou šetrné k životnímu prostředí (bez rozpouštědel a zápachu), a nehořlavé s minimálním obsahem těkavých organických sloučenin na rozdíl od jiných solventních inkoustů. Mají vysokou světlostálost, potisk vydrží i několik let. [6] [14]

## **UV zářením tvrditelné inkousty**

- Ošetření textilie před tiskem: ne
- Ošetření textilie po tisku: ne

Potiskem UV zářením tvrditelnými inkousty se na povrchu materiálu vytvoří tenký barvotvorný film. UV inkousty lze použít na přírodní i syntetické materiály. UV inkousty mohou být použity na různé textilie, ale nesmí být použity na oděvy, jelikož nelze zaručit plné vytvrzení inkoustu díky zapití do struktury textilie a tím i možnosti stínění UV záření. Nevytvrzený inkoust nesmí přijít do kontaktu s pokožkou.

UV inkousty jsou tvořeny vícesložkovou směsí (fotoinicátor, oligomery a monomery). Inkousty jsou vytvrzovány UV zářením, nejčastěji v oblasti vlnových délek 254–405 nm.

Polymeraci lze rozdělit na dva základní principy: radikálová a kationtová polymerace, kde její způsob pak ovlivňuje polymeraci barvy. K vytvrzování barvy dochází působením UV záření. UV záření způsobí excitaci fotoinicátoru, následně dojde k jeho rozpadu na radikály/kationty. Poté dochází k reakci radikálů/kationtů s monomerem (iniciace) a růstu řetězce (propagace). Po zreagování dojde k ukončení růstu řetězce (terminace). [6]

## 2.5 Reaktivní barvy

U reaktivních barev dochází k reakci mezi barvou a potiskovaným materiálem, tedy s vláknem textilie. Dochází k chemické reakci mezi chromoforem a potiskovaným substrátem, kdy mezi nimi vznikne kovalentní vazba. Pro rozrušení kovalentní vazby je potřeba dodat velké množství energie, proto mají reaktivní barvy velice dobrou odolnost vůči praní a otěru.

Reaktivní barvu tvoří solubilizační skupina (obvykle sulfo skupiny), chromofor (nositel barevnosti), můstek a reaktivní skupina. Solubilizační skupina způsobuje, že barva je rozpustná ve vodě, chromofor a můstek oddělují barvu od reaktivní skupiny. V případě, že by přišel chromofor do kontaktu s reaktivní skupinou, docházelo by ke změnám barevnosti.

Reaktivní barvy musí být fixovány parním teplem při vysoké teplotě, pokud by barvy zafixovány nebyly, došlo by při praní k jejich vymytí z textilie. [15]

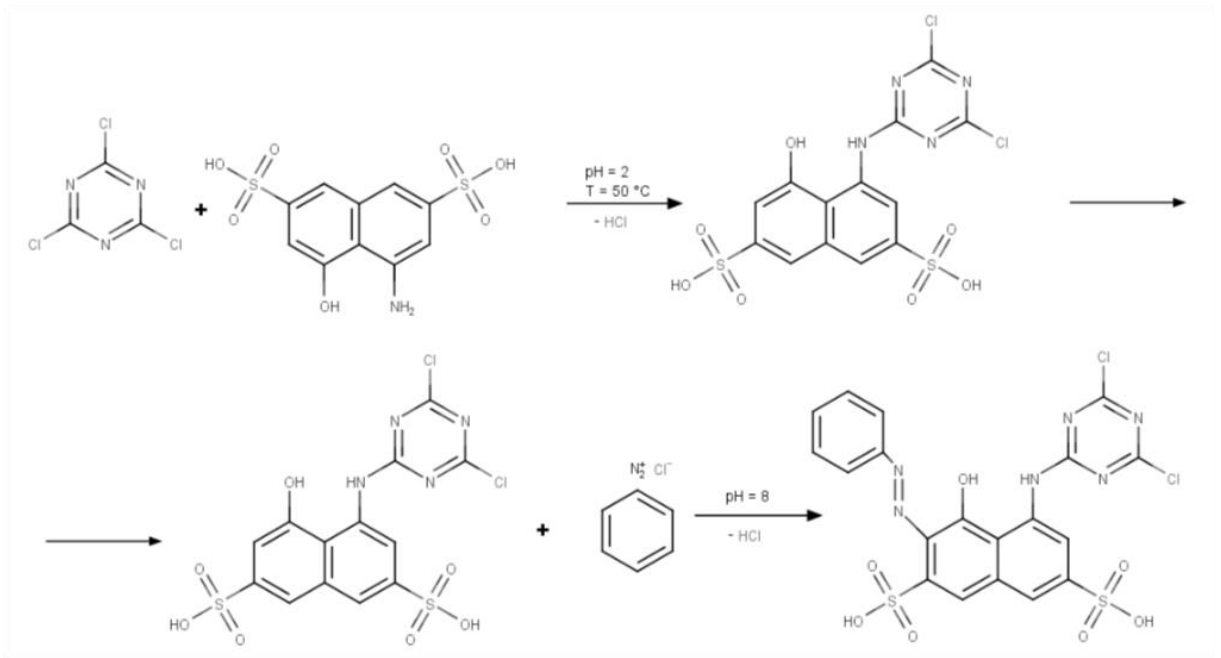
### Reaktivní barvy pro celulózová vlákna (bavlnu)

Reaktivní barviva jsou ve vodě rozpustná a s celulózovým vláknem reagují za vzniku barevné makromolekulární sloučeniny. Rozpustnost většiny reaktivních barviv je poměrně vysoká. Přísada hydrotropních činidel, především močoviny, pak jejich rozpustnost ještě zvyšuje.

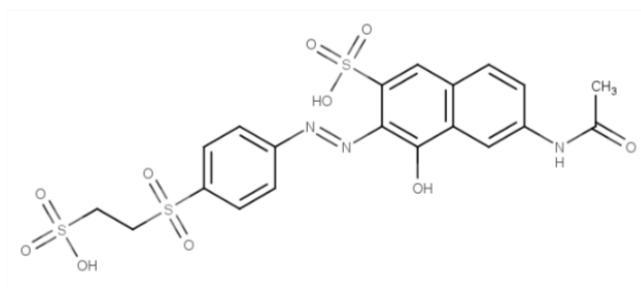
Vybarvení vlákna je možné díky schopnosti celulózové stěny přijímat barvu. Na výslednou barvu má vliv především chemické složení a uspořádání makromolekul, dále i předúprava textilního materiálu (viz kapitola 2.6).

Důležitá je zde reaktivita OH skupin celulózového vlákna, kdy reakcí s barvivem dochází k vzniku vazby, a tedy k permanentní fixaci barviva na celulózu.

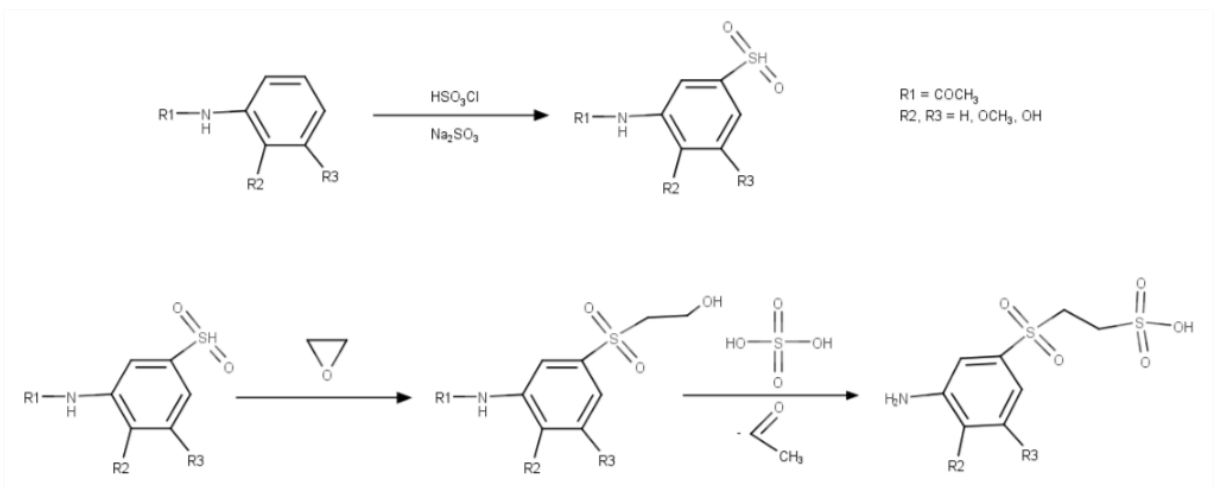
Nejčastěji používaným barvivem je barvivo na bázi 1,3,5-trichlortriazinu, kdy k substituci nukleofilní skupinou (OH skupinou) na prvním chlóru dochází při teplotách 0–20 °C, na druhém při 40–50 °C a třetím 90–100 °C. Přípravu Ostazinové červeně S-5B (Reactive Red 2) ukazuje schéma zobrazené na obrázku 1. Dále se může využívat reaktivní barvivo 1,3,5-trifluortriazin, které je mnohem reaktivnější než 1,3,5-trichlortriazin. Druhým nejčastěji používaným je vinylsulfonové reaktivní barvivo, například Ostazinová čern V-B (Reactive Black 5) na obrázku 2. Reaktivní barviva tohoto typu se připravují dvěma postupy syntézy. Na obrázku 3 je příklad prvního způsobu přípravy syntézy, chlorsulfonací a přípravou sulfinové kyseliny, na niž působí ethylenoxid. [15] [16] [17] [18]



Obrázek 1: Příprava Ostazinové červeně S-5B (Reactive Red 2)



Obrázek 2: Vinylsulfonové reaktivní barvivo – Ostazinová čern V-B (Reactive Black 5)



Obrázek 3: Příprava vinylsulfonového reaktivního barviva

## 2.6 Předúprava textilie

Bavlněná textilie je tvořena celulóзовými vlákny, která jsou relativně hydrofilní a absorbují vodu. V neupravené textilií je mnoho dutin mezi vlákny, a tudíž hydrofilní a porézní struktura textilie umožňuje molekulám vody proniknout do vláken.

Bavlněná textilie je málo reaktivní, což je dáno přítomností pouze OH skupin. Proto se pro získání kvalitního potisku s kvalitní fixací musí podpořit reakce mezi celulóзовými vlákny a reaktivní barvou. [3]

### 2.6.1 Postup úpravy textilie před tiskem

- Požehování – bavlněná textilie má na sobě hrubší nečistoty (odstávající vlákna apod.), které se musí odstranit. Požehováním dojde k jejich odstranění a bavlněná textilie tak získá lepší vzhled. Požehování může být jednostranné, nebo oboustranné.
- Peroxidové bělení – látka prochází přes lázeň, která obsahuje peroxid vodíku. Vzhledem k vysokému obsahu alkálií a vyšší teplotě dochází při bělení k odstranění nečistot, které zůstaly v textilií. Po lázni následuje vál, kterým se musí otáčet, aby se peroxid vodíku dostal do celé tkaniny. Cílem bělení je odstranění veškeré barevnosti z textilie, zejména její přírodní barvy.
- Praní – dochází k odstranění veškerých chemikálií z textilního materiálu.
- Sušení
- Louhování – krátkodobé působení při nízké teplotě koncentrovaného hydroxidu sodného na bavlněnou tkaninu pro získání vyššího lesku, pevnosti, vyšší afinity k barvě.
- Lázeň s močovinou – reaktivní barviva mají různou afinitu k textilnímu materiálu, proto se textilie máčí v močovině, která jejich afinitu snižuje, přidáním elektrolytu se afinita u většiny barev zvyšuje. Po lázni s močovinou se textilie musí zabalit do černé folie, protože by vlivem slunečního záření mohlo dojít k jejímu zežloutnutí.
- Na textilní materiál lze také aplikovat alginát sodný. Vlivu alginátu sodného se věnuje kapitola 2.6.2. [19] [20]

### 2.6.2 Vliv alginátu sodného na kvalitu tisku

Na neupravené textílii je absorpce barvy velice rychlá a úhel smáčení menší, tudíž dochází k většímu rozptí barvy a tím i ke snížení ostrosti obrazu.

Algináty jsou lineární, nerozvětvené, amorfní kopolymery strukturou podobné celulóze, s vysokou absorpcí vody. Ošetřením textilií roztokem alginátu sodného dojde k vytvoření filmu na povrchu vláken. Vlivem vytvořeného filmu dojde ke zlepšení absorpčních vlastností textílie, protože dojde ke zvýšené absorpci vody vytvořeným filmem, kdy film alginátu sodného částečně zaplní póry na povrchu textílie a zároveň selepší smáčení.

Pokud by byl roztok alginátu sodného obohacen o derivát vyšší mastné kyseliny, byla by hydrofilita textílie výrazně snížena. Snížení hydrofility textilního materiálu je v důsledku přítomnosti hydrofobního řetězce vyšší mastné kyseliny na povrchu.

Úhel smáčení je dán povrchovou energií potiskovaného materiálu a barvy. Povrchová energie a povrchové napětí (přilnavost) textilního materiálu jsou rozděleny do disperzní a polární složky. Disperzní složka vzniká z poruch elektronových orbitalů a z interakce sousedních druhů fluktuálních elektronových a indukovaných dipólů. Polární složka zahrnuje různé dipólové interakce a vodíkové vazby. Těmito typy mezimolekulárních interakcí je zaručena dobrá přilnavost alginátu sodného k vláknu. [3]

## 2.7 Úprava textilie po tisku

- Fixace tisku párou – barva se musí zafixovat párou v pařícím stroji, pokud by fixace byla vynechána, barva by se při kontaktu s vodou smyla.
- Praní
- Sušení
- Sanforizace – provádí se proto, aby u zákazníka nedocházelo ke srážení tkaniny při praní v pračce. Textilie je od počátku výroby (předení, tkání, barvení apod.) vystavena vysokému napětí v podélném tahu. Při praní vlivem pracího prášku a vody dojde k uvolnění tohoto napětí a vlákna textilie se vrátí do původního stavu. [21]
- Kalandrování – za účelem zvýšení lesku textilního materiálu.
- Adjustace
- Před sušením lze aplikovat úpravu potištěného textilního materiálu pro lepší optické vlastnosti a zvýšení světlostálosti.

## 2.8 Světlostálost a odolnost vůči praní

### Světlostálost

Barvy podléhají různým fyzikálně-chemickým vlivům. Tyto fyzikálně chemické vlivy způsobují degradaci barvy.

Blednutí barvy na potištěných materiálech je důsledek jejího fotolytického stárnutí (resp. stárnutí/degradaci organických barviv a pigmentů), na které působí sluneční záření. Potištěný materiál část slunečního záření absorbuje a část odrazí. Odražené světlo pak dopadá na sítnici lidského oka, a to vyhodnotí jeho barevnost.

Absorbovaná část slunečního záření způsobí zvýšení teploty barvy, což vede k excitaci molekul na vyšší energetickou hladinu. Molekula se následně vrátí zpět na základní hladinu bez změny v její struktuře. Nicméně s prodlužujícím se působením slunečního záření dochází k degradaci.

Ke zkoumání a určení světlostálosti barev existují dva typy testů: dlouhodobý a urychlený. Dlouhodobé testy probíhají v reálných podmínkách a přináší skutečné poznatky stárnutí, ale jsou časově náročné, poněvadž testování probíhá v řádu několika let. Urychlené testování se provádí mnohem častěji. Urychlené testy světlostálosti probíhají ve speciálních klimatických komorách.

Vyhodnocení se provádí v souladu s normou ISO ČSN EN ISO 105-B02. Pro vyhodnocení barev se měří barvová odchylka, kterou použijeme k odhadnutí životnosti barvy.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1)$$

*kde  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  jsou rozdíly příslušných hodnot pro porovnávané barvy.*

Tabulka 1: Hodnocení barvové odchylky

Hodnota $\Delta E_{ab}^*$	Hodnocení barevného vjemu
0–1	Nepostřehnutelná odchylka
1–2	Malá odchylka, postřehnutelná zkušeným okem
2–3	Malá odchylka, nepostřehnutelná i nezkušeným okem
3–6	Střední odchylka
> 6	Velká odchylka

Odolnost barvy vůči slunečnímu záření je důležitá všude tam, kde je potisknutý materiál vystavován slunečnímu záření. Nízká světlostálost způsobuje blednutí a změnu barevného odstínu. Pro vyhodnocení světlostálosti barvy se využívá stupnice 1–8 (viz tabulka 2). Čím je číslo na stupnici větší, tím má barva vyšší světlostálost. [22] [23] [24]

Tabulka 2: Hodnocení světlostálosti barev

<b>Hodnoty světlostálosti</b>	<b>Hodnocení světlostálosti</b>
8	Výjimečný – 2 roky
7	Výborný – 7 až 12 měsíců
6	Velmi dobrý – 3 až 6 měsíců
5	Dobrý – 2 až 3 měsíce
4	Docela dobrý – 1 měsíc
3	Průměrný – 2 týdny
2	Špatný – 4 až 7 dnů
1	Velmi špatný – 1 až 2 dny

### **Odolnost vůči praní**

Stálost textilního materiálu vůči praní se provádí nejčastěji při třech teplotách (40, 60 a 95 °C). K praní se používá roztok mýdla s přídavkem uhličitanu sodného a rotující patronový aparát s ocelovými kuličkami. Testované vzorky rotují v prací lázni společně s nerezovými patrony. Celý proces trvá 30 minut a hodnotí se stupeň zapouštění barvy. Testované vzorky musí splňovat požadavky normy ČSN EN ISO 105-C06. [25]



## 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 3.1 Experimentální materiály

V této bakalářské práci byly použity textilní materiály potištěné reaktivním inkoustem. Tyto materiály byly poskytnuty firmou CNM textil a.s., zabývající se digitálním potiskem textilií.

Textilní materiály se skládají z bavlny, bavlny s příměsí elastanu, saténu, lnu a hedvábí. Tyto materiály byly potištěny reaktivními inkousty NOVACRON® XKS HD od výrobce Huntsman. V rámci práce nebylo možné vytisknout speciální obrazec, kde by byla jednotlivá barvová políčka definována, a proto byly z poskytnutých vzorku vystřiženy vzorková pole s vybraným odstínem. Danými inkousty byly vytištěny vzorky obsahující žluté, oranžové, červené, purpurové, modré, tyrkysové, šedé a černé vzorkové pole. Vzorková pole vytištěná na textiliích se získala subtraktivním mícháním barev C, M a Y (azurová, purpurová a žlutá). Barvy C, M a Y jsou při subtraktivním míchání barev označovány jako primární a jako sekundární barvy se označují R, G a B (červená, zelená a modrá), které jsou získány mícháním primárních barev. Ve vzorcích nebyly zastoupeny primární barvy samostatně.

### 3.2 Experimentální zařízení

#### 3.2.1 Klimatická komora Q-SUN Xenon Test Chamber, Model Xe-1-B

V této klimatické komoře od firmy Q-Lab s xenonovou výbojkou se provádějí urychlené světelné testy pro hodnocení světlostálosti. Pro napodobení podmínek reálného prostředí jsou zde používány filtry simulující například denní světlo, světlo v interiéru za oknem. Dále je možné regulovat teplotu černého panelu v rozmezí 45–95 °C.

#### 3.2.2 Reflexní spektrofotometr iliO

Spektrofotometr i1Publish Pro 2 od firmy X-Rite organizuje a spravuje ICC profily na základě nejnovějších ISO norem. Používá se pro měření kolorimetrických veličin (trichromatické hodnoty X, Y, Z, CIE L\* a\* b\*, ...) a reflexní spektrum.

Spektrofotometr slouží k měření a vyhodnocování odraženého světla od barevné plochy na základě nastavených parametrů (standardní 2° nebo 10° pozorovatel, standardní zdroj osvětlení pro denní světlo D<sub>50</sub>, D<sub>65</sub>).

### 3.3 Světlostálost

Textilní materiály potištěné reaktivními inkousty byly vystaveny záření v klimatické komoře Q-SUN Xenon Test Chamber, Model Xe-1-B. Podmínky v klimatické komoře odpovídaly dennímu záření v exteriéru. U textilních materiálů byla sledována degradace inkoustů vlivem světelného záření. Vzorčky byly vystavovány záření od 1 hodiny do 100 hodin (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 16, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 80, 100 hodin). Prvních 6 hodin byly vzorky měřeny reflexním spektrofotometrem i1Publish Pro 2 každou hodinu, dále každé 2, 4, 8 a 20 hodin. Spektrofotometr byl nastaven na 10° pozorovatele a osvětlení D<sub>65</sub>. Spektrofotometrem byly snímány hodnoty L\* a\* b\*, ze kterých byla následně vypočítána barvová odchylka ΔE\*<sub>ab</sub>. Vypočet barvové odchylky je popsán v kapitole 2.8 Světlostálost a odolnost vůči praní.

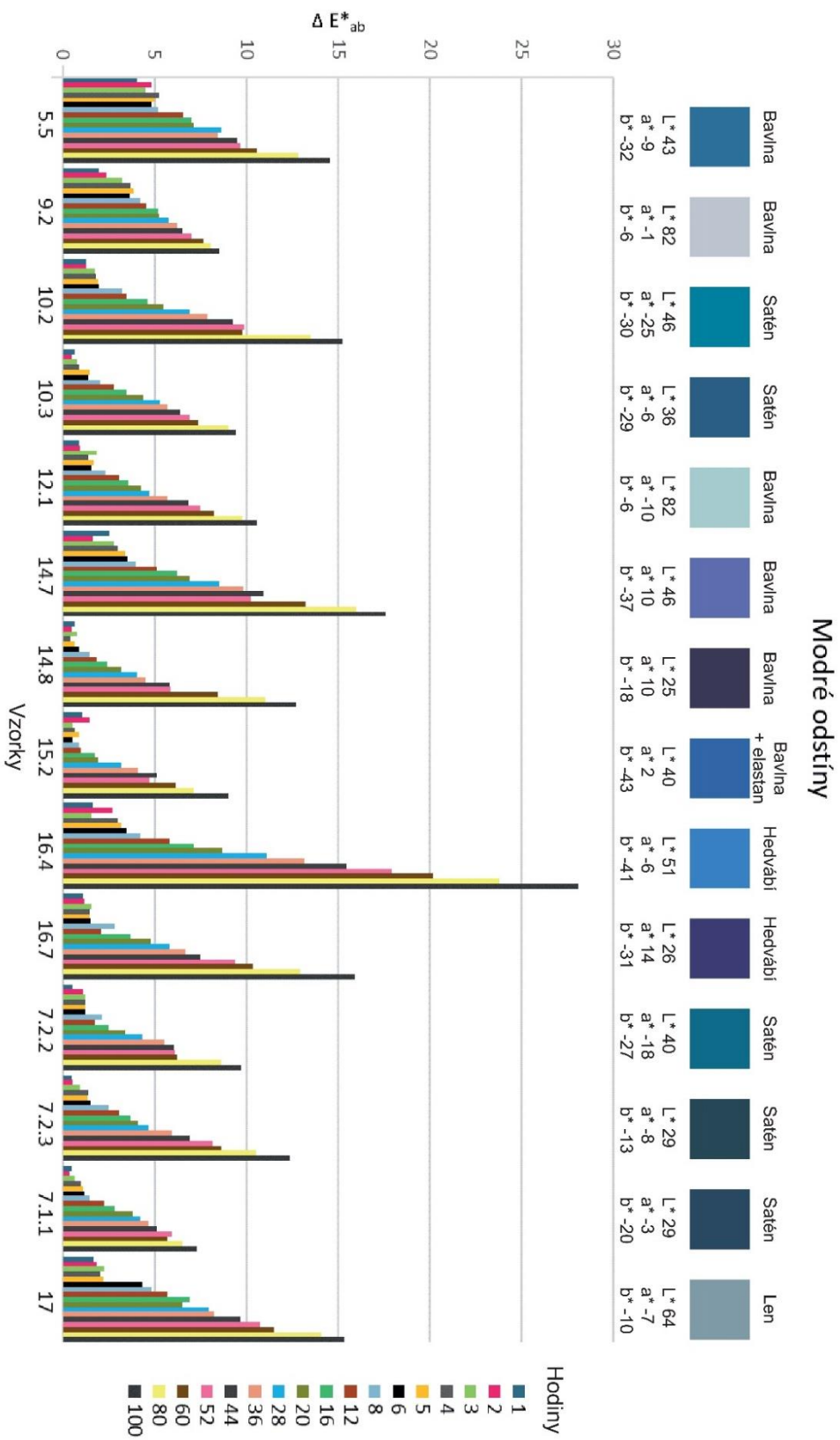
Naměřené hodnoty byly zaneseny do grafu podle barevných odstínů. Následně byl vybrán nejstabilnější a nejméně stabilní vzorek pro každou barvu a u těchto vzorků vypočítány hodnoty L\*, C\*<sub>ab</sub>, h<sub>ab</sub>, kde hodnota C\*<sub>ab</sub> určuje sytost barvy a hodnota h<sub>ab</sub> odstín barvy. Hodnoty C\*<sub>ab</sub>, h<sub>ab</sub> se získají dosazením hodnot a\* a b\* do rovnic 2 a 3.

$$C_{ab}^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (2)$$

$$h_{ab} = \arctg (b^*/a^*) \quad (3)$$

### 3.3.1 Modré odstíny

Na obrázku 4 je zobrazeno, jak se mění barvová odchylka pro modré odstíny při expozici v Q-Sun v časovém intervalu od 1 do 100 hodin. Z obrázku je patrné, že z hlediska materiálu je barevná změna největší na hedvábí u vzorku č. 16.4 a 16.7, kde barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  nabývá hodnot 16 a 28 po 100 hodinách. Nejmenší barevnou změnu lze pozorovat u saténu, což jsou vzorky č. 10.2, 10.3, 7.2.2, 7.2.3 a 7.1.1. V případě saténu to může být způsobeno tím, že se potištěná textilie kalandruje, tím dojde k vyrovnání povrchu a zhutnění struktury textilie, a tudíž je barvivo uvnitř více fixováno. Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  u těchto vzorků narůstá a po 100 hodinách v klimatické komoře dosahuje následujících hodnot, u vzorku č. 10.2 hodnoty 15, u vzorku č. 10.3 hodnoty 9, u vzorku č. 7.2.2 hodnoty 10, u vzorku č. 7.2.3 hodnoty 12 a u vzorku č. 7.1.1 hodnoty 7. U vzorku č. 15.2, který je z bavlny s příměsí elastanu dochází k výraznější barevné změně až kolem 28 hodiny, a i celková barevná změna není příliš velká ve srovnání s bavlněnými vzorky. U modrých odstínů dochází k nejmenší barevné změně. Při porovnání barvových odchylek  $\Delta E^*_{ab}$  s ostatními barevnými odstíny, dosahuje barvová odchylka modrých odstínů převážně hodnot v rozmezí 7 až 15. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze A1.



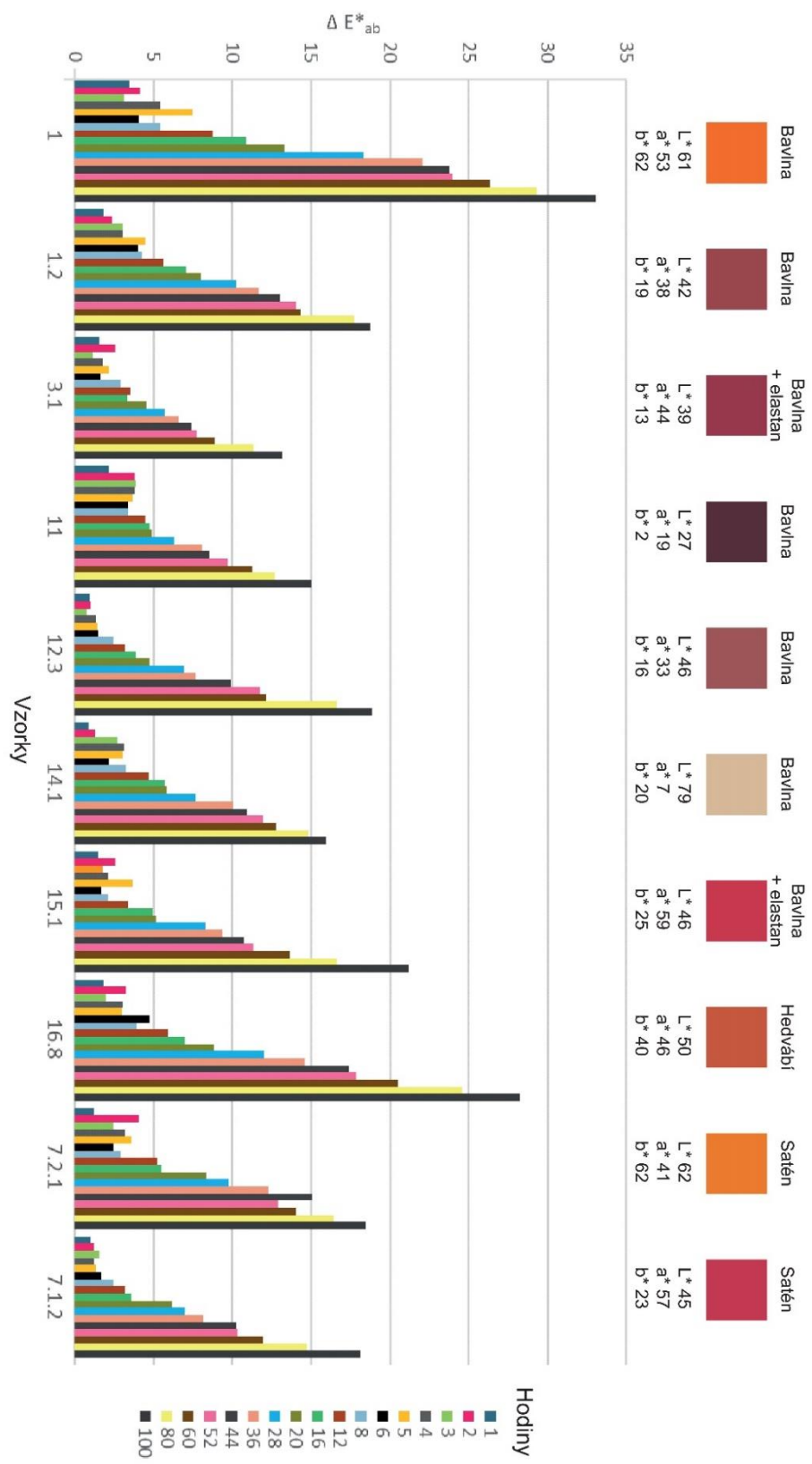
Obrázek 4: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro modré odstíny

### 3.3.2 Oranžové a červené odstíny

Oranžové a červené odstíny vystavované zařetí v klimatické komoře od 1 do 100 hodin, které jsou zobrazeny na obrázku 5, vykazují lehce zhoršenou světlostálost ve srovnání s modrými odstíny. Při porovnání oranžových a červených odstínů vycházejí horší hodnoty u těch oranžových. Při porovnání odstínu lze pozorovat, že k menší barevné změně dochází u méně sytějších odstínů. U těchto odstínů se barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  po 100 hodinách pohybuje v rozmezí od 13 do 19.

Z hlediska materiálů má nejnižší stabilitu opět hedvábí, což je patrné z naměřených hodnot u vzorku č. 16.8, jehož barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  je po 100 hodinách v klimatické komoře 28. Mezi nejstabilnější patří saténové textilie, jejichž barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  má hodnotu 18. U vzorku č. 3.1 potištěného na bavlněné textili v kombinaci s elastanem hodnotu 13, výjimkou je vzorek 15.1, který dosahuje vyšší hodnoty barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  21. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze A2.

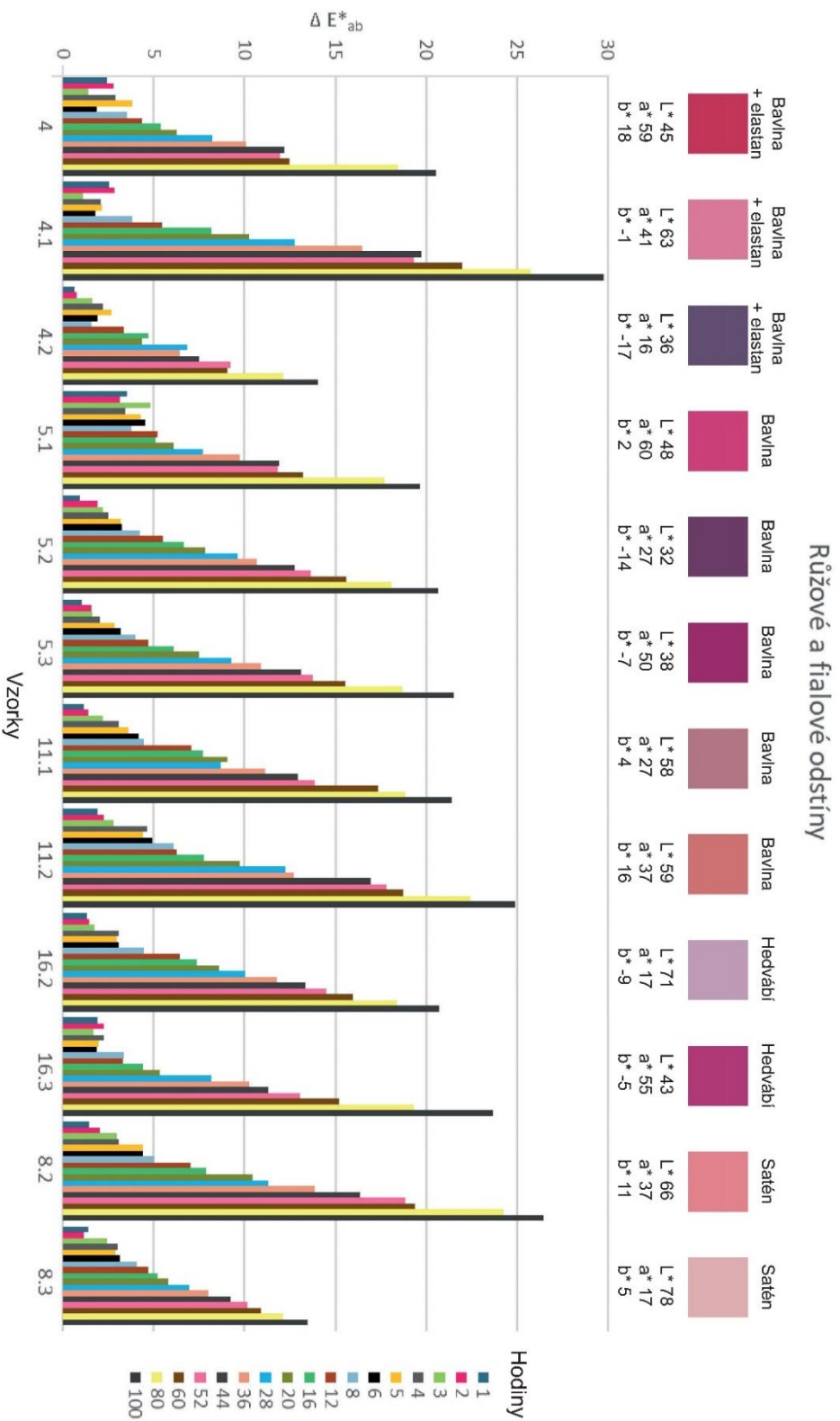
### Oranžové a červené odstíny



Obrázek 5: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro oranžové a červené odstíny

### 3.3.3 Růžové a fialové odstíny

Na obrázku 6 jsou zobrazeny barvové odchylky pro 1–100 hodin růžových a fialových odstínů. Z grafu je patrné, že z hlediska použitého odstínu vykazují lepší světlostálost světlé odstíny a odstíny fialové. V případě použitého materiálu potištěného růžovými a fialovými odstíny nevykazují bavlněné materiály s příměsí elastanu tak dobré vlastnosti ve srovnání s červenými a modrými odstíny. Výjimkou je v tomto případě fialový odstín, vzorek č. 4.2 s maximální hodnotou barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  14. Stejně tak vzorek č. 8.2, kde je potisknut satén má v porovnání s předchozími saténovými materiály vysokou hodnotu barvové odchylky. Vzorek č. 8.3 vykazuje stejně dobré hodnoty jako jiné měřené odstíny potisknuté na saténových materiálech, barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  po 100 hodinách má hodnotu 13. Potištěné hedvábné a bavlněné materiály mají maximální barvovou odchylku v průměru okolo 20, což je v případě hedvábí menší barevná změna než u ostatních hedvábných textilií. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze B1.

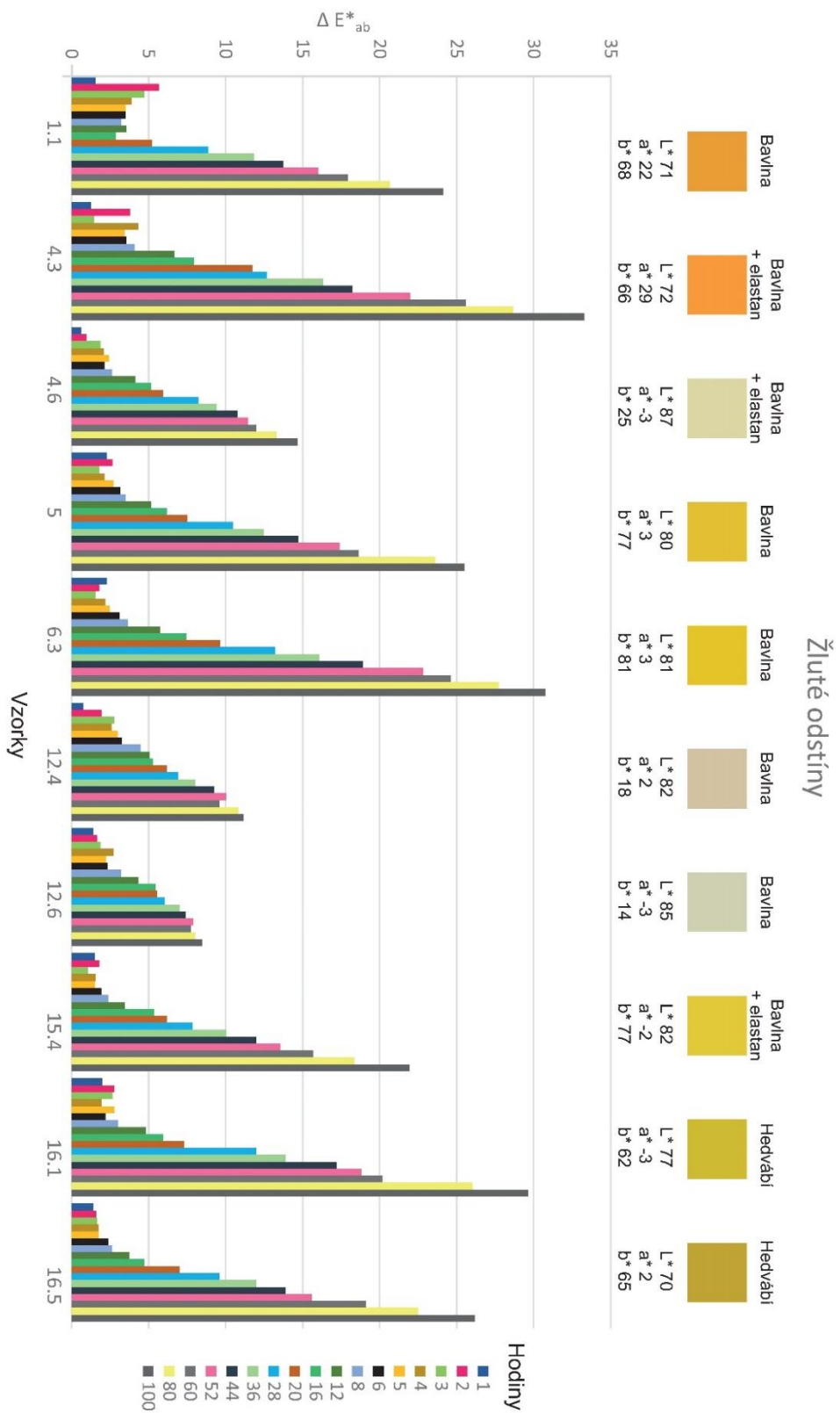


Obrázek 6: Svědlostalost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro růžové a fialové odstíny



### 3.3.4 Žluté odstíny

U žlutých odstínů zobrazených na obrázku 7 dosahují barvové odchylky nejvyšších hodnot v porovnání s ostatními měřenými odstíny. U vzorku č. 4.3 je hodnota barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  po 100 hodinách 33, což je největší naměřená odchylka ze všech testovaných vzorků. U vzorků č. 4.6, 12.4 a 12.6 nabývá barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  nízkých hodnot, jelikož se jedná o odstíny s nízkou sytostí. Hodnoty těchto vzorků jsou po 100 hodinách 15, 11 a 8. Při porovnání sytějších odstínů je s ohledem na použitý materiál barevná změna menší u bavlny s příměsí elastanu než u čistě bavlněných textilií. Hodnota barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  u hedvábných materiálů narůstá až od 12 hodiny, prvních 12 hodin dochází u hodnot barvové odchylky pouze k nepatrnými změnám. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze B2.

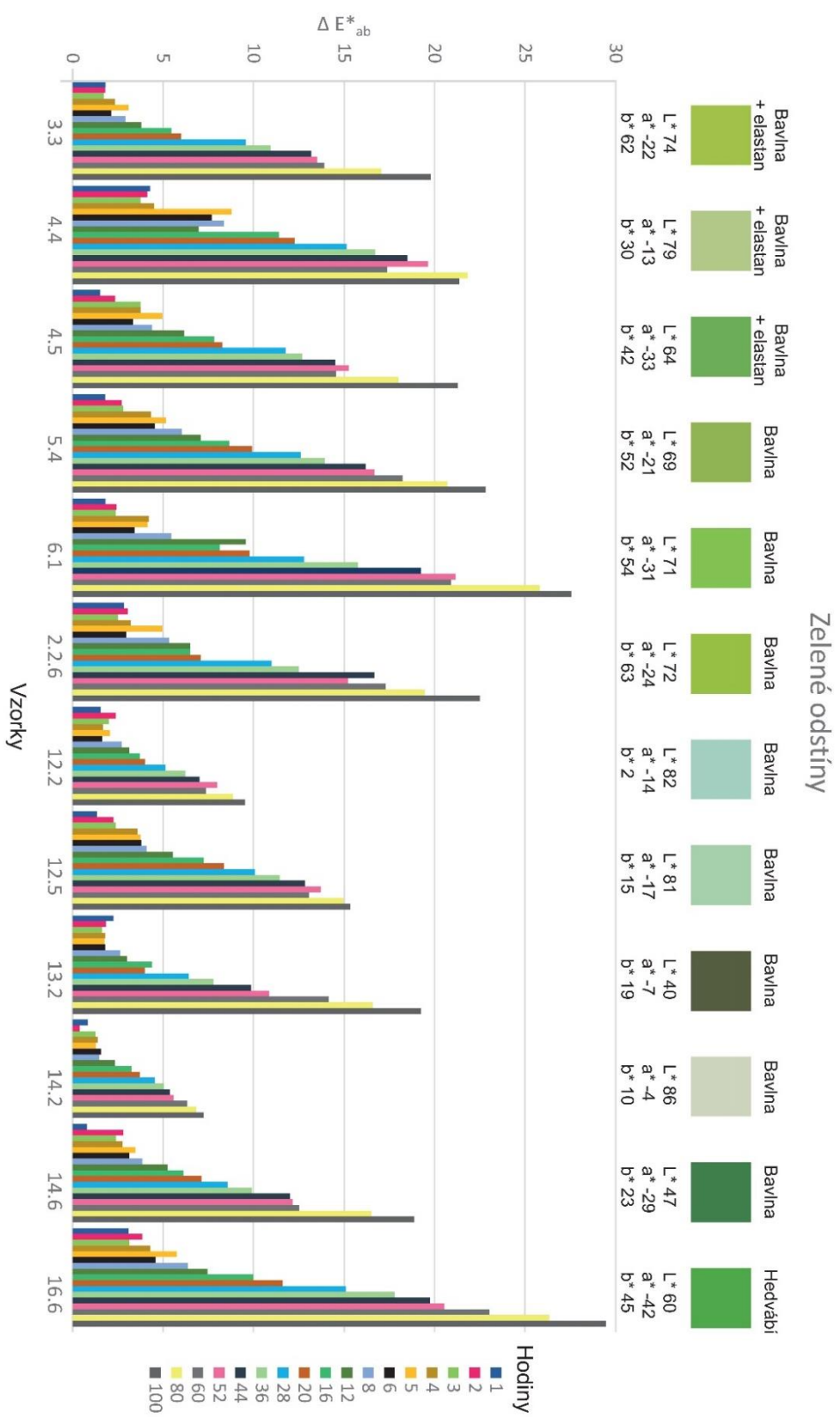


Obrázek 7: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro žluté odstíny

### 3.3.5 Zelené odstíny

Na obrázku 8 je zobrazena barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro zelené odstíny, které byly stejně jako ostatní vzorky v klimatické komoře od 1 do 100 hodin. Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro světlé odstíny nabývá hodnot od 7 do 15, z čehož vyplývá, že světlejší odstíny vykazují vyšší odolnost vůči světelnému záření. Sytější odstíny mají po 100 hodinách hodnotu barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  v průměru okolo 20.

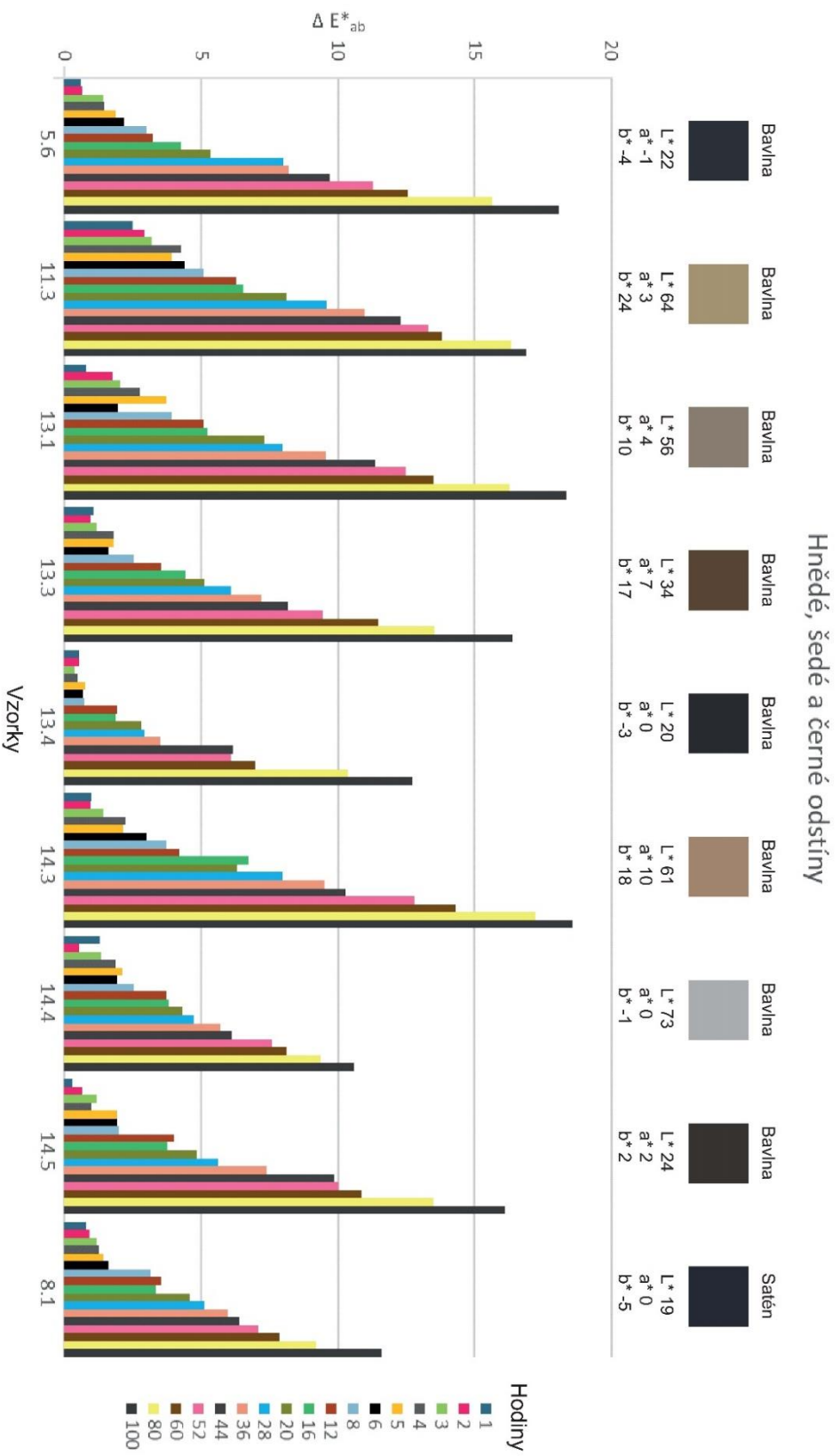
Z hlediska materiálů se u zelených odstínů nedá určit, zda vykazují lepší odolnost vůči světlu čistě bavlněné materiály či materiály v kombinaci bavlny a elastanu, jelikož hodnoty barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  dosahují podobných hodnot. V případě zeleného odstínu na hedvábí dochází k barevné změně a barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  dosahuje po 100 hodinách v klimatické komoře hodnoty 29. U zelených odstínů má na světlostálost vliv přítomnost žlutého odstínu ze soutisku. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze C1.



Obrázek 8: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro zelené odstíny

### 3.3.6 Hnědé, šedé a černé odstíny

Vzorky s hnědými, šedými a černými odstíny byly taktéž vystaveny záření v klimatické komoře od 1 do 100 hodin. Výsledky měření jsou graficky znázorněné na obrázku 9. Společně s modrými odstíny vykazují nejlepší stabilitu vůči světlu v porovnání s ostatními měřenými vzorky. Barvová odchylka dosahuje lepších hodnot u šedých a černých odstínů. V případě vzorku č. 13.4, což je bavlna potištěná černým odstínem dosahuje barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  po 100 hodinách v klimatické komoře hodnoty 13, vzorku č. 14.4, bavlna potištěná šedým odstínem, hodnoty 11 a u vzorku č. 8.1, satén s černým odstínem, hodnoty 12. Výjimkou je vzorek č. 5.6., bavlněná textilie s černým odstínem, jehož barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  dosahuje maximální hodnoty 18, což je ve srovnání s přechozími vzorky šedých a černých odstínů nejvyšší hodnota. U hnědých odstínů se barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pohybuje v rozmezí hodnot 15–20. Z hlediska materiálu dochází k menší degradaci barvy vlivem světelného záření u saténu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze C2.



Obrázek 9: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro hnědé, šedé a černé odstíny

### **3.3.7 Porovnání měřených odstínů a materiálů**

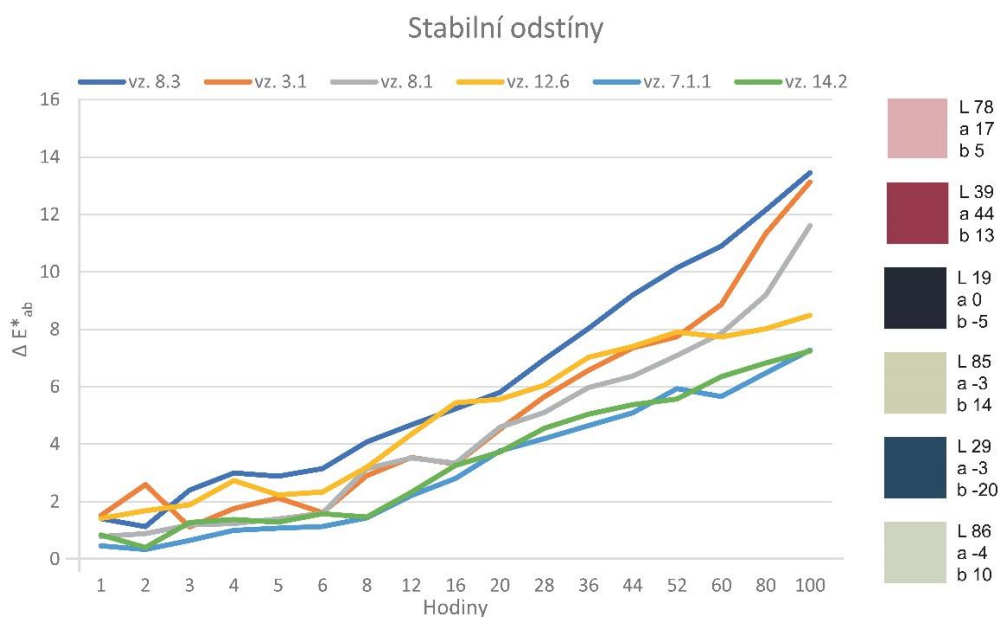
Při porovnání hodnot barvových odchylek  $\Delta E^*_{ab}$  je patrné, že nejvyšších hodnot nabývají žluté a oranžové odstíny, tj. jsou nejméně stabilní. Naopak nejnižších hodnot barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  dosahují modré odstíny s hnědými, šedými a černými odstíny.

Při srovnávání s ohledem na sytost odstínu dosahují vyšší odolnosti vůči degradaci barvy vlivem světelného záření méně syté odstíny. Při srovnání s ohledem na použitý textilní materiál vykazují nejlepší světlostálost barvy tištěné na saténu. Oproti tomu je nejméně stabilní potisk na hedvábném materiálu. Odolnost tisku vůči vlivu záření, lze zvýšit aplikováním úpravy pro zlepšení světlostálosti před sušením textilního materiálu.

### 3.3.8 Analýza změny barvových souřadnic $L^*$ , $C^*_{ab}$ , $h_{ab}$ při testech světlostálosti.

U měřených vzorků pro každý odstín byl vybrán vzorek, jež vykazuje nejmenší barevnou změnu, je stabilní, a také vzorek, který vykazuje největší barevnou změnu, je nestabilní. U těchto vybraných vzorků byla barвовá odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  zpracována do spojnicového grafu, ve kterém je znázorněno, jak se mění barвовá odchylka v závislosti na expozici. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce v příloze D1.

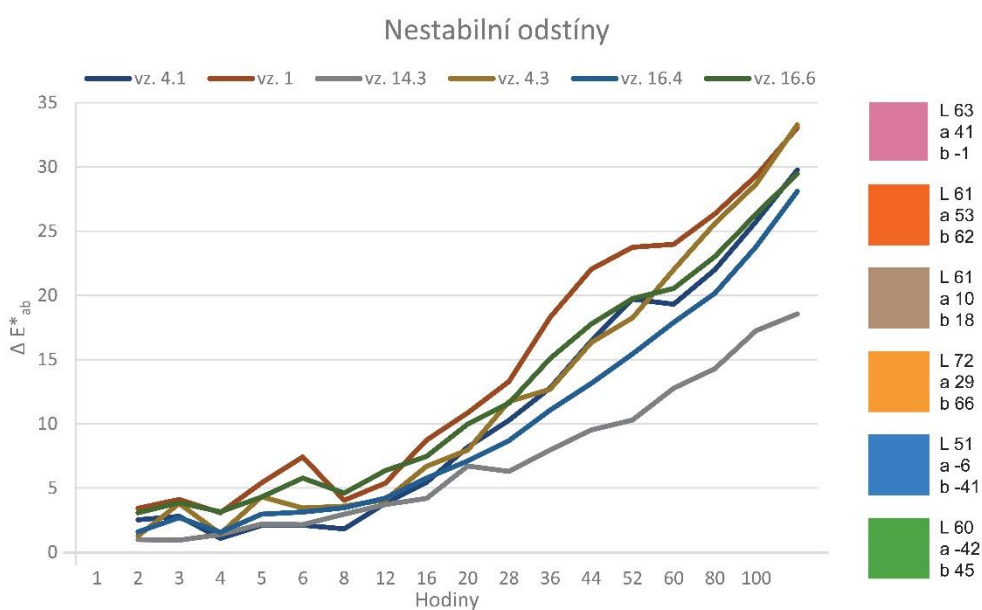
Mezi stabilní vzorky patří vzorek č. 8.3 (saténový materiál potištěný růžovým odstínem), vzorek č. 3.1 (bavlněný materiál s příměsí elastanu potištěný červeným odstínem), vzorek č. 8.1 (saténový materiál potištěný černým odstínem), vzorek č. 12.6 (bavlněný materiál potištěný žlutým odstínem), vzorek č. 7.1.1 (saténový materiál potištěný modrým odstínem) a vzorek č. 14.2 (bavlněný materiál potištěný zeleným odstínem). Průběh změny barвовé odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  pro stabilní vzorky je zobrazen na obrázku 10, kde jsou čísla vzorků, zobrazeny zleva doprava a pro každý vzorek je políčko s příslušným odstínem zobrazeno shora dolů. U vzorku č. 8.3 je patrná největší degradace odstínu způsobená vlivem světelného záření, hodnota barвовé odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  má stoupající průběh a nabývá hodnot od 1 do 13. Barвовá odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  vzorku č. 3.1 během prvních 8 hodin nevykazuje výrazné změny, narůstá až od 8 hodiny. Pohybuje se v rozmezí hodnot od 2 do 13. Vzorek č. 8.1 má stoupající průběh změny barвовé odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  po celou dobu měření. Její hodnoty jsou v rozmezí 1–12. Vzorek č. 12.6 vykazuje vyšší světlostálost než předchozí vzorky. Jeho barвовá odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  je v rozmezí hodnot 1–8. Nejlepších hodnot barвовé odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  dosahují vzorky č. 7.1.1 a vzorek č. 14.2. U vzorku č. 7.1.1 vycházejí hodnoty 0–7 a u vzorku č. 14.2 hodnoty 1–7.



Obrázek 10: Světlostálost: barвовá odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro stabilní odstíny

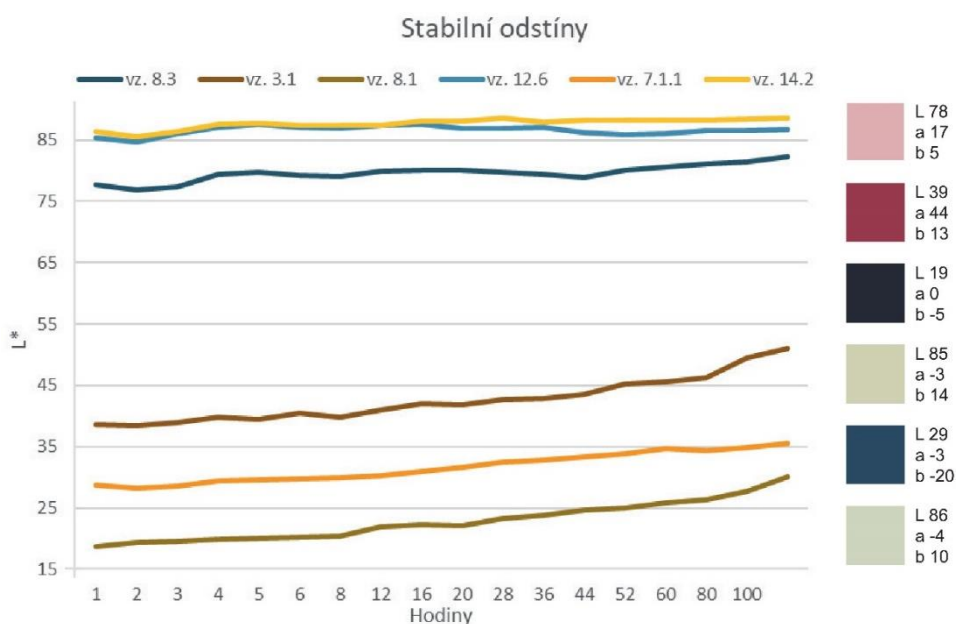


Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro nestabilní vzorky je znázorněna na obrázku 11. Z obrázku je patrné, že nestabilní vzorky mají ve srovnání s těmi stabilními strmější nárůst barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ . Mezi nestabilní vzorky patří vzorek č. 4.1 (bavlněný materiál s příměsí elastanu potištěný růžovým odstínem), vzorek č. 1 (bavlněný materiál potištěný oranžovým odstínem), vzorek č. 14.3 (bavlněný materiál potištěný hnědým odstínem), vzorek č. 4.3 (bavlněný materiál s příměsí elastanu potištěný žlutým odstínem), vzorek č. 16.4 (hedvábný materiál potištěný modrým odstínem) a vzorek č. 16.6 (hedvábný materiál potištěný zeleným odstínem). Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro vzorek 4.1 se během prvních 8 hodin měření v klimatické komoře příliš nemění. K většímu nárůstu dochází po 8 hodinách záření. Hodnoty vzorku jsou 3–30. U vzorku č. 1 a 4.3 dochází k největšímu nárůstu barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ , u obou vzorků dosahuje po 100 hodinách měření hodnoty 33. Nejlepší hodnoty mezi nestabilními vzorky vykazuje vzorek č. 14.3, jehož barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  se pohybuje v rozmezí 1–19. Vzorky č. 16.4 a 16.6 mají podobný průběh barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ , která se pro oba měřené vzorky pohybuje v rozmezí hodnot 2–28 pro vzorek 16.4 a hodnot 3–29 pro vzorek 16.6.



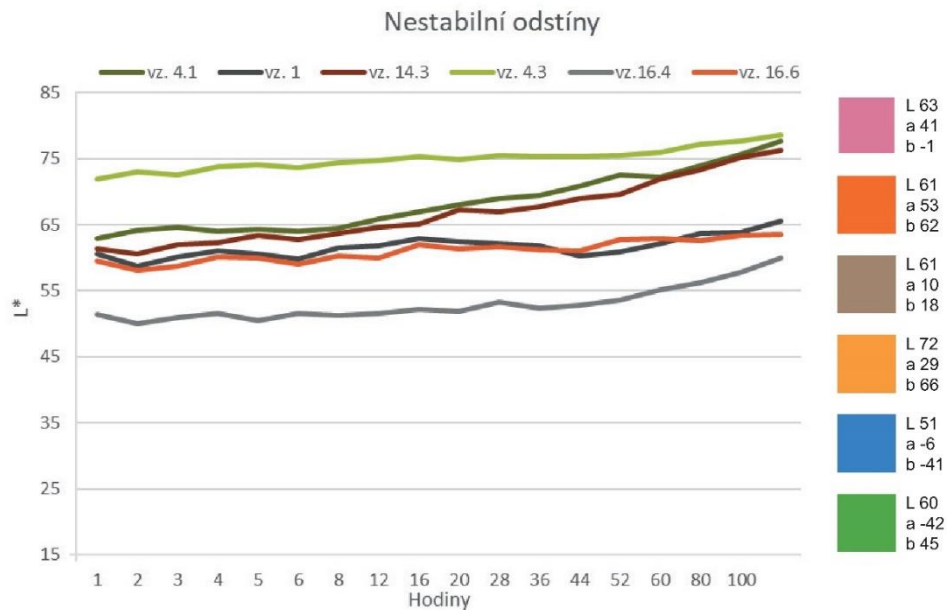
Obrázek 11: Světlostálost: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro nestabilní odstíny

Pro stabilní a nestabilní vzorky byly naměřeny hodnoty světlosti  $L^*$  a vypočítány hodnoty pro sytost  $C^*_{ab}$  a odstín  $h_{ab}$ . Vypočítané hodnoty jsou v příloze D2. Světlost  $L^*$ , jak je patrné z obrázku 12 pro stabilní odstíny, se v závislosti na čase mění pouze nepatrně. Naměřené hodnoty se pro vzorek č. 8.3 pohybují v rozmezí 78–82, pro vzorek č. 3.1 39–51, pro vzorek č. 8.1 19–30, což představuje již významnější změnu. Pro vzorek č. 12.6 85–87, pro vzorek 7.1.1 29–35 a pro vzorek č. 14.2 86–89. Z těchto hodnot vyplývá, že k největšímu nárůstu světlosti dochází u vzorku č. 3.1, což je tmavě červený odstín a vzorku č. 8.1, což je černý odstín.



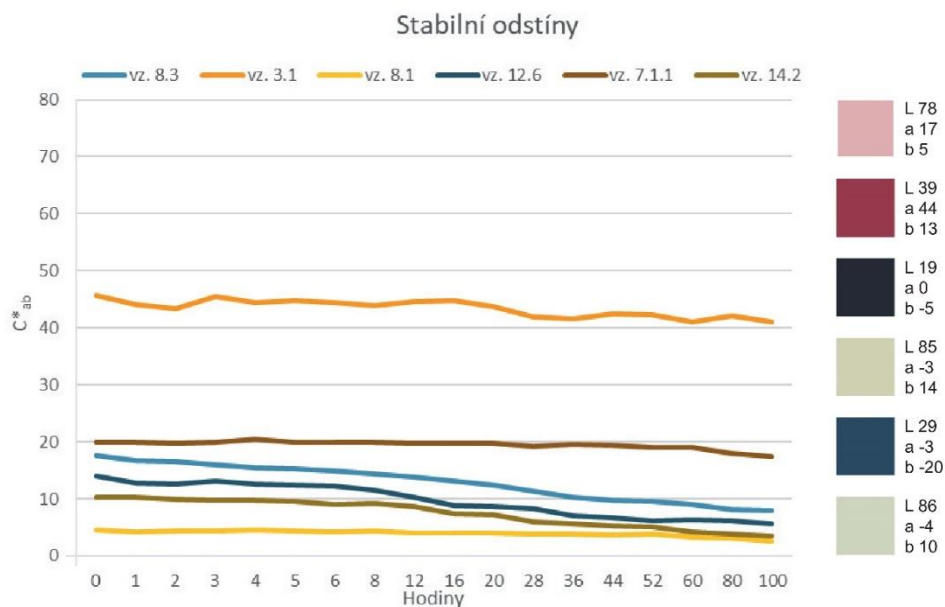
Obrázek 12: Světlostálost: hodnota světlosti  $L^*$  pro stabilní odstíny

Hodnoty  $L^*$  pro nestabilní odstíny zobrazené na obrázku 13 v závislosti na čase nabývají vyšších hodnot ve srovnání s hodnotou  $L^*$  pro stabilní odstíny. Hodnoty u vzorku č. 4.1 jsou 63–78, u vzorku č. 1 61–66, u vzorku č. 14.3 61–78, u vzorku č. 4.3 72–79, u vzorku č. 16.4 51–66 a u vzorku č. 16.6 60–64. Z těchto hodnot vyplývá, že k největšímu nárůstu světlosti dochází u vzorku č. 4.1, růžový odstín, u vzorku č. 14.3, hnědý odstín a u vzorku č. 16.4, což je modrý odstín. Z měření je patrné, že k největším rozdílům v hodnotách  $L^*$  dochází u sytých odstínů, kde dojde k jejich zesvětlení.



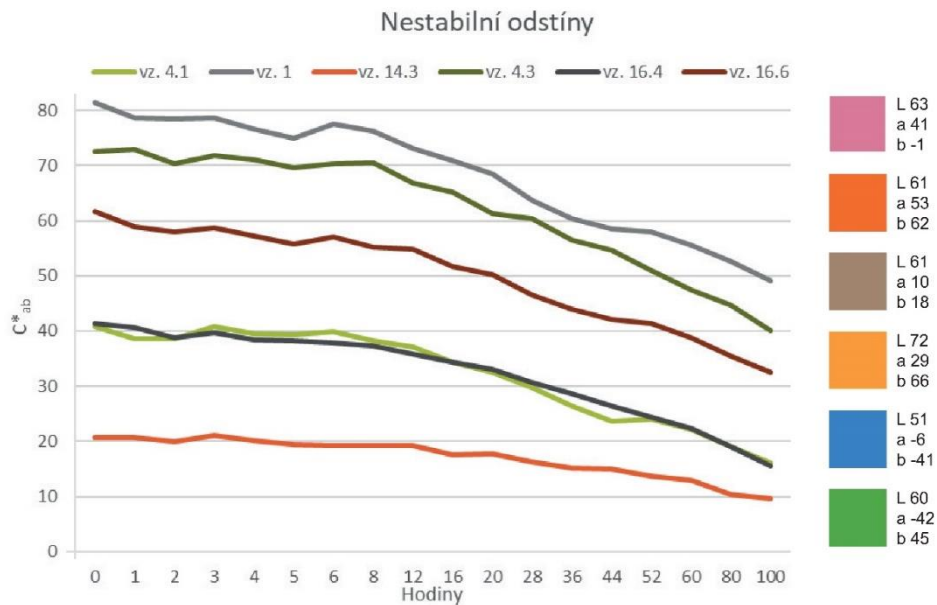
Obrázek 13: Světlostálost: hodnota světlosti  $L^*$  pro nestabilní odstíny

Hodnoty  $C^*_{ab}$  pro stabilní odstíny, které jsou zobrazeny na obrázku 14 lehce klesají v závislosti na čase. Pro vzorek č. 8.3 byly vypočítány hodnoty  $C^*_{ab}$  18–8, pro vzorek č. 3.1 hodnoty 46–41, pro vzorek č. 8.1 hodnoty 5–3, pro vzorek č. 12.6 hodnoty 14–6, pro vzorek č. 7.1.1 hodnoty 20–17 a pro vzorek č. 14.2 hodnoty 10–3. Největší pokles sytosti je tedy patrný u vzorku č. 8.3, dále pak u vzorku č. 12.6 a vzorku č. 14.2.



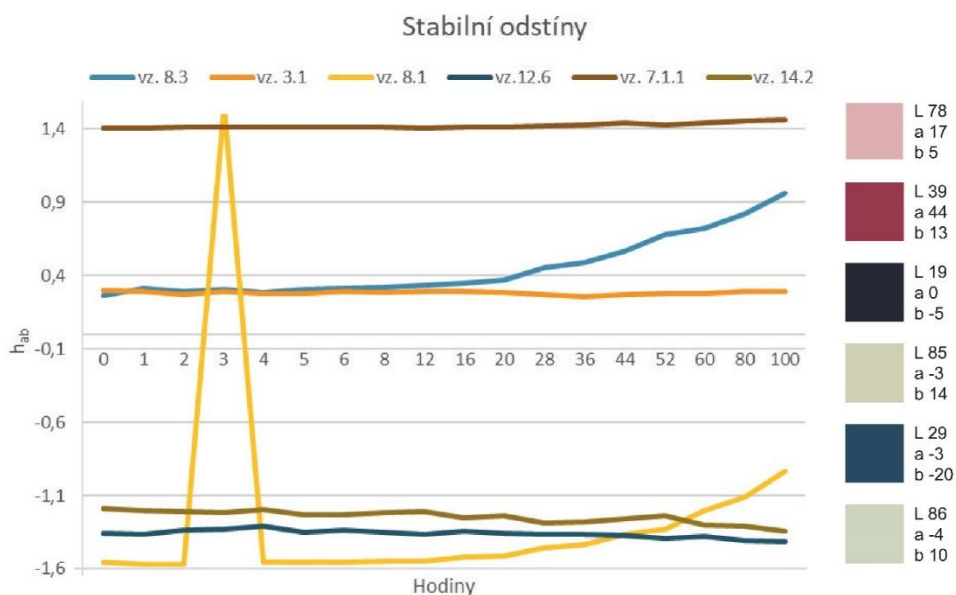
Obrázek 14: Světlostálost: hodnoty sytosti  $C^*_{ab}$  pro stabilní odstíny

Pro nestabilní odstíny jsou hodnoty  $C^*_{ab}$  znázorněny na obrázku 15. Z vypočítaných hodnot je zřejmé, že pokles sytosti je u nestabilních odstínů větší ve srovnání se stabilními. U vzorku č. 4.1 jsou hodnoty 41–16, u vzorku č. 1 jsou 81–49, u vzorku č. 14.3 jsou 21–9, u vzorku č. 4.3 jsou 73–40, u vzorku č. 16.4 jsou 41–15 a u vzorku č. 16.6 jsou 62–32. Největší pokles sytosti je zaznamenán u žlutých a oranžových odstínů a na hedvábí, tedy u vzorku č. 1, 4.1 a 16.6.

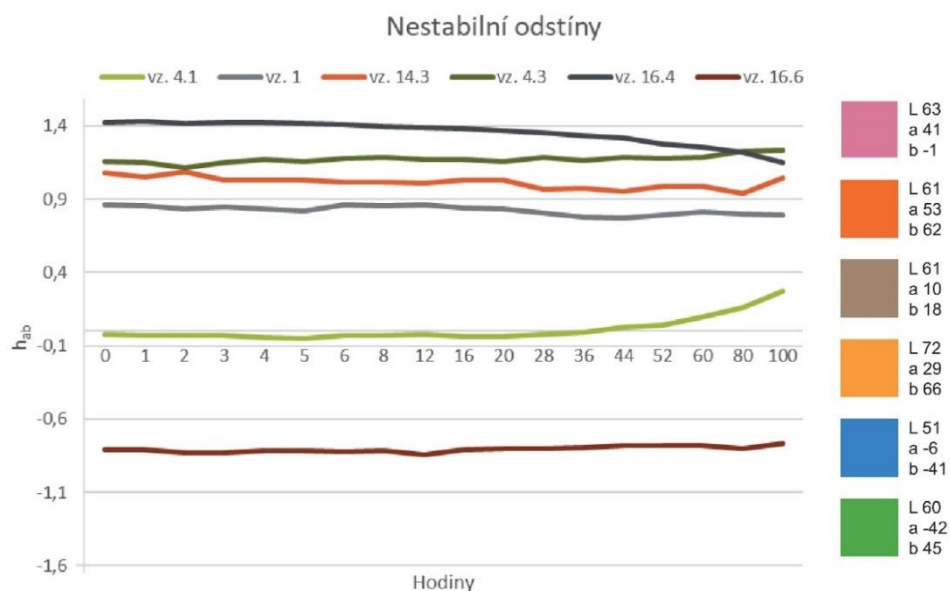


Obrázek 15: Světlostálost: hodnoty sytosti  $C^*_{ab}$  pro nestabilní odstíny

Vypočítané hodnoty  $h_{ab}$  určující změnu odstínu pro stabilní i nestabilní odstíny jsou zobrazeny na obrázku 16 a 17. Z obrázků je patrné, že se změna odstínu v závislosti na čase u většiny měřených vzorků nemění. Výjimkou je vzorek č. 8.3 potištěný růžovým odstínem a vzorek č. 8.1 potištěný černým odstínem. U obou vzorků je zřejmá změna odstínu kolem 20 hodiny, také pro oba vzorky byla použita saténová textilie.



Obrázek 16: Světlostálost: hodnoty odstínu  $h_{ab}$  pro stabilní odstíny



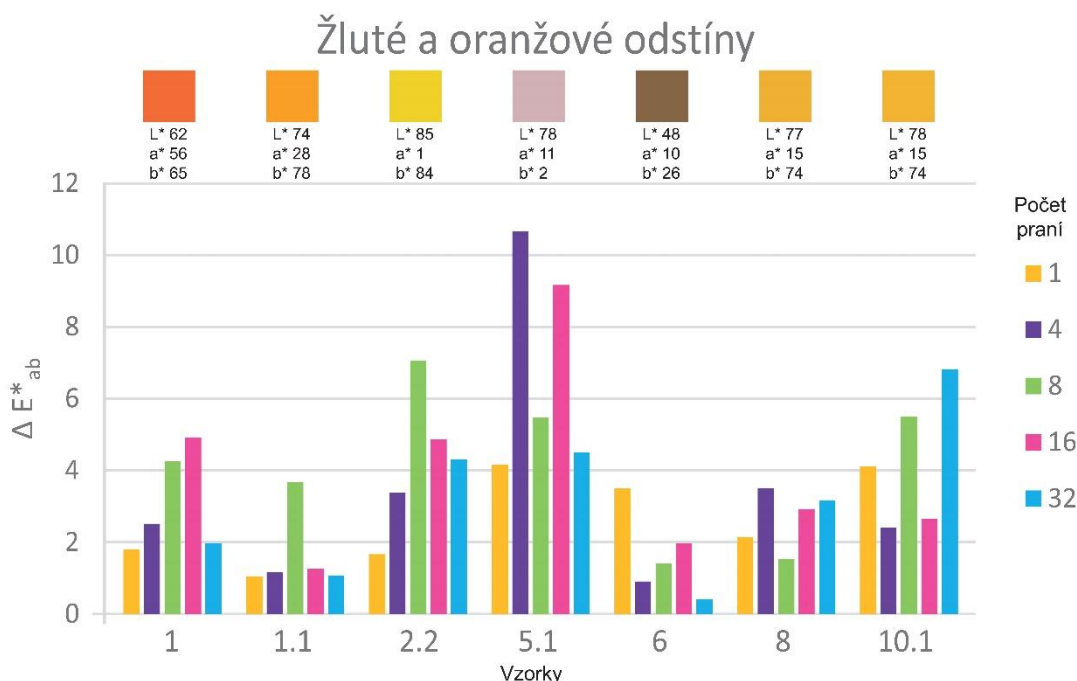
Obrázek 17: Světlostálost: hodnoty odstínu  $h_{ab}$  pro nestabilní odstíny

### 3.4 Prací testy

Vybrané potišťené textilie byly podrobeny pracím testům za účelem zjištění odolnosti vůči praní. Praní probíhalo při teplotě vody 40 °C. Po vyprání byly u vzorků měřeny hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ , ze kterých byla následně počítána barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$ . Vzorky byly měřeny po 1, 4, 6, 8, 16 a 32 pracích cyklech. Zprůměrované naměřené hodnoty byly zpracovány do tabulek a jsou součástí přílohy E1. Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  byla zanesena do grafů podle odstínů. Z měření bylo zjištěno, že barvová odchylka se v závislosti na počtu cyklů praní příliš nemění. Důvodem může být to, že reaktivní barvy vykazují vyšší odolnost vůči praní než vůči vlivu světelného záření.

#### 3.4.1 Žluté a oranžové odstíny

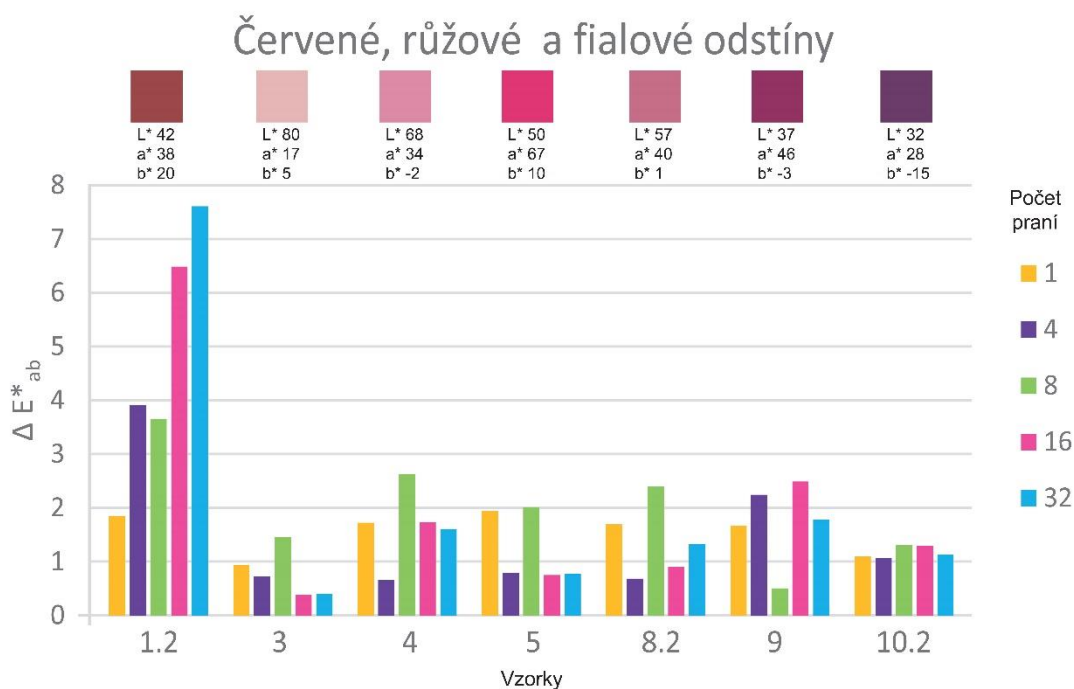
Výsledky pracích testů pro žluté a oranžové odstíny jsou zobrazeny na obrázku 18. Barvová odchylka nepřesáhla hodnotu 5. Výkyvy v hodnotách barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  mohly být způsobeny strukturou textilního materiálu, kdy se světlo spektrofotometru mohlo různě odrážet vlivem uspořádání vláken textilního materiálu po jednotlivých pracích testech. V rámci měření po jednotlivých pracích testech byl každý vzorek proměřen 3krát a zde byly rozdíly minimální – směrodatná odchylka měření byla menší jak 1,3.



Obrázek 18: Prací testy: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro žluté a oranžové odstíny

### 3.4.2 Červené, růžové a fialové materiály

Pro červené, růžové a fialové odstíny jsou výsledky barvové odchylky zobrazeny na obrázku 19. Hodnoty barvových odchylek  $\Delta E^*_{ab}$  nedosahují hodnoty 3, výjimkou je vzorek č. 1.2, kde barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  vzrůstá s počtem prání a dosahuje hodnoty 7,6. Z výsledků je patrná vyšší odolnost vůči prání ve srovnání se žlutými odstíny.

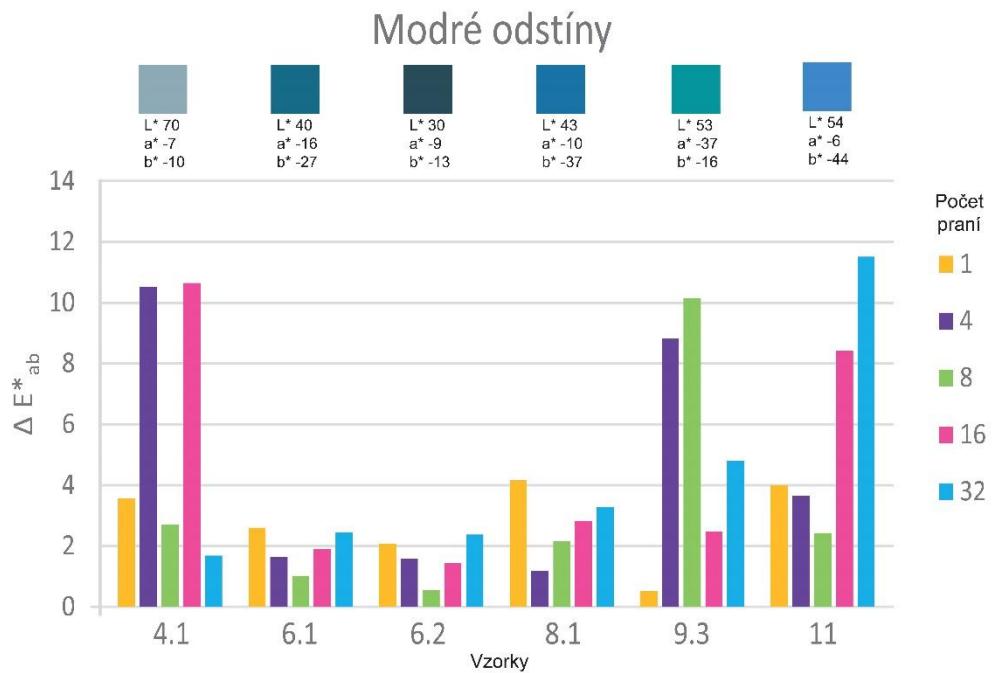


Obrázek 19: Prací testy: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro červené, růžové a fialové odstíny



### 3.4.3 Modré odstíny

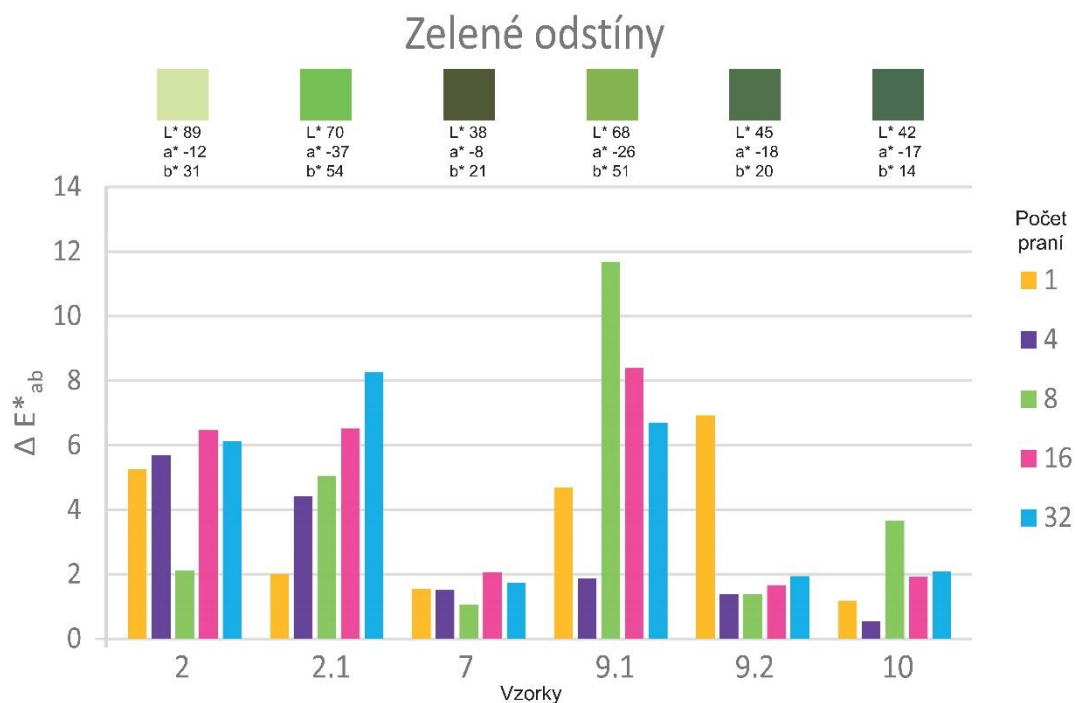
Modré odstíny jsou zobrazeny na obrázku 20. Barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  dosahuje maximální hodnoty 4,8, kromě vzorku č. 11, kde barvová odchylka s počtem prání narůstá do hodnoty 11,5. Vzorek č. 11 je potištěn na hedvábném materiálu. Pro vyhodnocení pracích testů na hedvábí byl použit pouze daný modrý odstín.



Obrázek 20: Prací testy: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro modré odstíny

### 3.4.4 Zelené odstíny

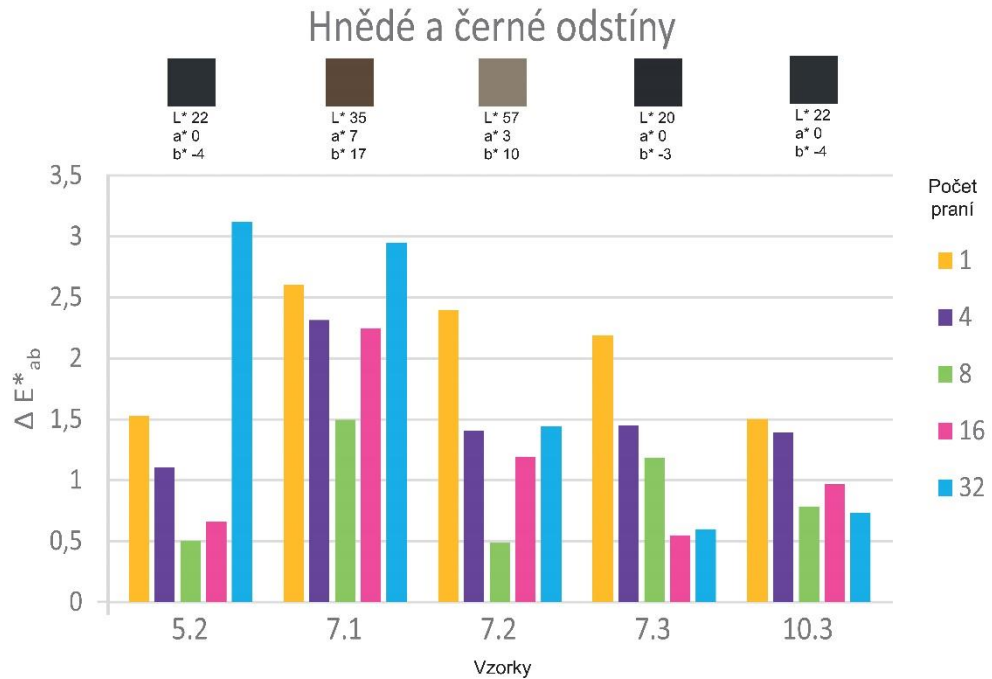
Na obrázku 21 jsou zobrazeny vypočítané barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  pro zelené odstíny. U méně sytějších odstínů je patrný vyšší nárůst barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ . Sytější odstíny nepřesahují hodnotu 2.



Obrázek 21: Prací testy: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro zelené odstíny

### 3.4.5 Hnědé a černé odstíny

Výsledné hodnoty barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  pro hnědé a černé odstíny jsou zobrazeny na obrázku 22. Hodnoty barvových odchylek  $\Delta E^*_{ab}$  se u hnědých a černých odstínů v závislosti na počtu prání příliš nemění. Skokové změny u vzorku č. 7.1 a 7.2 mohou být způsobeny strukturou textilie, kde je použita keprová vazba.



Obrázek 22: Prací testy: barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  pro hnědé a černé odstíny

## 4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit světlostálost a odolnost vůči praní u reaktivních barev na textilním materiálu tištěných tiskovou technikou inkjet. Textilní materiály z bavlny, saténu, bavlny s příměsí elastanu, lnu a hedvábí byly potištěny reaktivními inkousty NOVACRON® XKS HD od výrobce Huntsman. Odstíny použité pro potisk textilií se získaly subtraktivním mícháním barev. Potištěné textilie obsahovaly jak plné plochy, tak pestré vzory. Z nich byly vybrány některé odstíny k posouzení, neboť nebylo možné nechat vytisknout vlastní testovací obrazec s definovanými tónovými hodnotami.

Pro vyhodnocení světlostálosti byly naměřeny hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , ze kterých byla vypočítána barvová odchylka  $\Delta E^*_{ab}$ . Výrazně horší světlostálost vykazovaly odstíny natištěné na hedvábí, naopak nejlepší hodnoty byly u saténových textilií. V případě bavlny a bavlny s příměsí elastanu byly hodnoty barvových odchylek různé v závislosti na odstínu. Z hlediska použitého odstínu byly stálejší na světle méně sytější odstíny. Při porovnání všech odstínů dosahovaly nejmenších barevných změn modré, hnědé, šedé a černé odstíny. Nejhorší světlostálost dosahovaly obecně žluté vzorky a vzorky obsahující žlutou barvu ze soutisku, tj. vybrané zelené odstíny.

Odolnost reaktivních barev vůči praní byla vyhodnocena na základě pracích testů a následného spektrofotometrického měření a vypočítané barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ . Z vypočítaných hodnot vyplývá, že odstíny reaktivních barev se po 32 cyklech praní příliš nezměnily. Výjimkou je pouze hedvábí, u kterého došlo k výraznější změně barvové odchylky  $\Delta E^*_{ab}$ . Podle výsledného porovnání lze dojít k závěru, že reaktivní barvy použité v rámci dané inkjetové technologie mají nízkou světlostálost, ale dobré vlastnosti vůči praní.

## CITOVANÁ LITERATURA

1. **UJIIE, H.** *Digital printing of textiles*. Cambridge, England: Woodhead Pub, 2006. ISBN: 184569158X
2. **Cie, Christina.** *Ink Jet Textile Printing*. Amsterdam: Elsevier, 2015. ISBN: 978-0-85709-230-4.
3. **Zundong, Liu a kolektiv.** Effect of cotton fabric pretreatment on drop spreading and colour performance of. *Coloration Technology*. 11. červen 2016, 132.
4. **Kaplanová, Marie a kolektiv.** *Moderní polygrafie*. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009. ISBN 978-80-254-4230-2.
5. **Thoma, Patrik.** Je budoucnost tisku inkjetová? *Svět tisku*. [Online] [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=7017](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7017).
6. **Eccles, Simon.** What you should know about digital textile inks. *FESPA*. [Online] 23. květen 2016. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: <https://www.fespa.com/item/5467-what-you-should-know-about-digital-textile-inks.html>.
7. **Doležal, Ivan.** Potisk textilních materiálů. *Svět tisku*. [Online] 2016. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=7756](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7756).
8. **Liyana.** Difference Between Dyes Ink, Sublimation Ink and Pigment Ink. *Diy Printing Supply*. [Online] 13. květen 2014. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: <https://www.diyprintingsupply.com/blog/2014/05/13/difference-between-dyes-ink-sublimation-ink-and-pigment-ink/>.
9. **Hunter, Lily.** 3 Things You Should Know About Dye-Sublimation. *Roland*. [Online] 13. květen 2015. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: <https://www.rolanddga.com/blog/2016/06/02/22/42/3-things-you-should-know-about-dye-sublimation>.
10. Dye-based nebo Pigment - Co je lepší? *Grafika*. [Online] 1. únor 2007. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: <http://www.grafika.cz/rubriky/stolni-tiskarny/dye-based-nebo-pigment-co-je-lepsi--134917cz>.
11. **Mahmoud Elgammala, Reinhold Schneiderb, Michael Gradzielski.** Development of self-curable hybrid pigment inks by miniemulsion polymerization for inkjet printing of cotton fabrics. *Dyes and Pigments*. 2016, 133.

12. **HP Graphic Arts.** HP Latex Optimizer: What role it plays in printing. [Online] 6. únor 2017. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=vvDZOhkC7u4>.
13. **Angelis, Marek.** Evropská premiéra u HSW na veletrhu Reklama-Polygraf 2014. *HSW info - časopis o velkoplošném digitálním tisku a signmaking.* květen 2014, 86.
14. **Doležal, Ivan.** Velkoformátový digitální tiskový stroj HP Designjet L65500. *Svět tisku.* [Online] únor 2009. [Citace: 29. květen 2017.] Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=4885](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=4885).
15. **Hrdina, Radim.** Reaktivní barvy. [Online] [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: <http://www.upce.cz/fcht/uocht/spektrum/ktol-reaktivnib.pdf>.
16. **Křivánková, Dana.** Využití plazmatu pro barvení textilních materiálů. Brno, 2010. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta přírodovědecká. Vedoucí práce RNDr. Milan Alberti, CSc.
17. **Militký, Jiří.** *Textilní vlákna.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083-644-X.
18. **Březinová, Lenka.** Barvení bavlny reaktivními barvivy. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická. Vedoucí práce Mgr. Naděžda Fasurová, Ph.D.
19. **Burdych L., a kolektiv.** Příručka pro textilní barvíře a tiskaře. Praha : Sdružení pro odbyt dehtových barviv, 1976.
20. **Chavan, R. B.** Digital printing of textiles. [Online] [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: <https://www.slideshare.net/nega2002/lecture-8-digital-printing-of-textiles>.
21. **Atron, s.r.o.** Sanforizace. *Atron.* [Online] [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: <http://atron.cz/sanfordt.cz.htm>.
22. Texty k předmětu: Laboratoře z oboru IV – Světlostálost barev. *Univerzita Pardubice, KPF FCHT.*
23. **Kačerová, Silvia.** Dlouhodobé testování digitálních fotografií. *Chempoint.* [Online] 23. květen 2011. [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/dlouhodobetestovani-digitalnich-fotografi>.
24. Rozdělení tiskových barev. *ELUC.* [Online] [Citace: 2. červen 2017.] Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1781>.

25. **Vaňková, Barbora.** Barviva přírodního původu. Pardubice, 2012. Bakalářská práce.  
Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická.  
Vedoucí práce prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.





## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Příprava Ostazinové červeně S-5B (Reactive Red 2) .....	19
Obrázek 2: Vinylsulfonové reaktivní barvivo – Ostazinová čern V-B (Reactive Black 5).....	19
Obrázek 3: Příprava vinylsulfonového reaktivního barviva .....	19
Obrázek 4: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro modré odstíny .....	28
Obrázek 5: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro oranžové a červené odstíny .....	30
Obrázek 6: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro růžové a fialové odstíny .....	32
Obrázek 7: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro žluté odstíny .....	34
Obrázek 8: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro zelené odstíny .....	36
Obrázek 9: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro hnědé, šedé a černé odstíny .....	38
Obrázek 10: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro stabilní odstíny .....	40
Obrázek 11: Světlostálost: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro nestabilní odstíny.....	41
Obrázek 12: Světlostálost: hodnota světlosti $L^*$ pro stabilní odstíny.....	42
Obrázek 13: Světlostálost: hodnota světlosti $L^*$ pro nestabilní odstíny .....	43
Obrázek 14: Světlostálost: hodnoty sytosti $C^*_{ab}$ pro stabilní odstíny.....	44
Obrázek 15: Světlostálost: hodnoty sytosti $C^*_{ab}$ pro nestabilní odstíny.....	45
Obrázek 16: Světlostálost: hodnoty odstínu $h_{ab}$ pro stabilní odstíny .....	46
Obrázek 17: Světlostálost: hodnoty odstínu $h_{ab}$ pro nestabilní odstíny .....	46
Obrázek 18: Prací testy: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro žluté a oranžové odstíny.....	47
Obrázek 19: Prací testy: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro červené, růžové a fialové odstíny .....	48
Obrázek 20: Prací testy: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro modré odstíny.....	49
Obrázek 21: Prací testy: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro zelené odstíny.....	50
Obrázek 22: Prací testy: barvová odchylka $\Delta E^*_{ab}$ pro hnědé a černé odstíny .....	51

