



TEXTILIE S VYSOKOU ABSORPČNÍ SCHOPNOSTÍ VŮČI BARVIVŮM

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Olena Velikanda**
Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.





FABRICS WITH HIGH ABSORBENCY OF DYES

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing
Author: **Olena Velikanda**
Supervisor: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Olena Velikanda**
Osobní číslo: **T12000350**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Textilie s vysokou absorpční schopností vůči barvivům**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

- 1) Vypracujte rešerši zaměřenou na textilie cíleně absorbující desorbovaná barviva v pracím procesu.
- 2) Shromážděte komerčně dostupné vzorky textilních materiálů s cílenou absorpcí.
- 3) Navrhněte vlastní textilie se zvýšenou absorpcí.
- 4) Otestujte absorpční schopnost všech vzorků v laboratorních podmínkách, sledujte selektivitu sorpce vůči barvivům.
- 5) Výsledky diskutujte.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- 1) **Kryštůfek J., Wiener J.: Barvení textilií 1, skripta TUL, Liberec, 2008**
- 2) **Kryštůfek J., Wiener J., Machaňová D.: Barvení textilií 2, skripta TUL, Liberec, 2012**

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.**

Katedra materiálového inženýrství

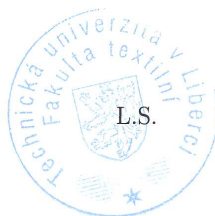
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Marie Štěpánková**


Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **16. června 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2015**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. října 2014

PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Liberec dne 14. 5. 2015

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce prof. Jakubu Wienerovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky při psaní této práce. Moc děkuji také Ing. Marii Kašparové (Štěpankové) za konzultace během laboratorních prací. Velký dík také patří Ing. Martině Vikové, Ph.D. a Doc. Ing. Michalovi Viku, Ph.D. za pomoc a konzultací při práci na přístroji Data Color, Ing. Martinu Stuchlikovi, Ing. Janě Müllerové, Ing. Janě Grabmüllerové a Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při rozboru složení a způsobu výroby vzorků.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá vysoce absorpčními textilními materiály. V teoretické části této práce je uvedena stručná charakteristika vláken a jejich barvitelnost. Je zde uvedena teorie barevnosti, popsány postupy barvení textilií, stálosti vybarvení a stálostní zkoušky. Krátce popsán proces praní a problémy s ním související.

V experimentální části jsou tabulkově uspořádány použité materiály a chemikálie. Jsou zde popsány experimentální postupy barvení vzorků, kationizace, laboratorní praní, metody hodnocení stálobarevností a zapouštění na doprovodné tkaniny a měření barevnosti textilií. Nakonec jsou uvedeny výsledky a vyhodnocení laboratorních prací provedených s komerčně dostupnými vysoce absorpčními textiliemi.

V závěru jsou prodiskutovány výsledky laboratorních pokusů a navržena textilní vlákna, ze kterých by eventuálně bylo možné vytvořit novou textilií vysoce absorpční vůči barvivům uvolňovaným v průběhu pracího procesu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Textilní vlákna, barvivo, barvitelnost textilních vláken, praní, stálosti vybarvení, kationizace, druhotné suroviny, netkané textilie.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with highly absorbent textile materials. In the theoretical part of this paper gives a brief description of fibers and their dyeability. Insights into color theory, described procedures textile dyeing, color fastness and survivor tests. Briefly describe the process of washing and problems associated with it.

In the experimental part shown in tables materials and chemicals. The experimental procedures staining samples cationization, washing laboratory methods for assessing and measuring the color fastness of textiles. Finally, the results and evaluation laboratory work performed with commercially available highly absorbent fabrics.

In conclusion, discussed the results of laboratory experiments designed and textile fibers from which he would eventually be able to create a new highly absorbent fabric to dyes.

KEY WORDS

Textile fibers, dye, dyeability of textile fibers, washing, dyeing fastness, cationization, secondary raw materials, nonwovens

Obsah

str. č.:

PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
ANOTACE	7
ABSTRACT	7
OBSAH	8
POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY	10
ÚVOD	11
TEORETICKÁ ČÁST	12
1. ZÁKLADNÍ JEDNOTKY TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ (VLÁKNA)	12
1.1. <i>Vlastnosti vláken</i>	13
1.2. <i>Vlákenná struktura</i>	13
1.3. <i>Charakteristika vláken</i>	14
2. ÚVOD DO TEORIE BAREV	15
2.1. <i>Barviva</i>	16
2.2. <i>Barvení textilií</i>	18
2.3. <i>Barvitelnost vláken</i>	19
2.4. <i>Barvitelnost celulózových vláken</i>	21
2.5. <i>Barvitelnost bavlněných vláken</i>	21
2.6. <i>Barvitelnost viskózových vláken</i>	22
2.7. <i>Barvitelnost jiných rostlinných vláken</i>	22
2.8. <i>Barvitelnost polyamidových vláken</i>	22
3. STÁLOSTI VYBARVENÍ	23
3.1. <i>Teorie stálostních zkoušek</i>	23
3.2. <i>Princip zkoušky mokrých stálostí</i>	24
4. PROCES PRANÍ	25
4.1. <i>Praní v domácnosti</i>	26
5. UBROUSKY ZACHYCUJÍCÍ BARVIVA	27
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	29
1. POUŽITÉ MATERIÁLY	29
2. POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	29
3. POUŽITÉ LABORATORNÍ VYBAVENÍ, PŘÍSTROJE	30

3.1.	<i>IR spektrometr</i>	30
3.2.	<i>Rastrovací elektronový mikroskop</i>	30
3.3.	<i>Analytické váhy</i>	31
3.4.	<i>Přístroj pro laboratorní praní</i>	31
3.5.	<i>Sušicí zařízení</i>	32
3.6.	<i>Spektrofotometr</i>	32
4.	EXPERIMENTÁLNÍ POSTUPY	33
4.1.	<i>Analýzy složení ubrousků (IR spektroskopie, SEM analýza)</i>	33
4.2.	<i>Infračervená spektroskopie</i>	33
4.3.	<i>SEM analýza</i>	34
4.4.	<i>Kationizování</i>	35
4.5.	<i>Barvení vzorků</i>	36
4.6.	<i>Laboratorní praní</i>	37
4.7.	<i>Metoda hodnocení vzorků - 1 - Šedá stupnice</i>	38
4.8.	<i>Metoda hodnocení vzorků - 2 – remisní měření</i>	39
	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ	41
1.	ZJIŠTĚNÉ INFORMACE O UBROUSCÍCH DO PRAČKY	41
1.1.	<i>Způsoby výroby ubrousků</i>	41
1.2.	<i>Znázornění výsledků IR analýzy</i>	43
1.3.	<i>Znázornění výsledků SEM analýzy</i>	45
2.	VÝSLEDKY POKUSŮ PRANÍ – MODIFIKOVANÉ STÁLOSTNÍ ZKOUŠKY	46
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK	57
	SEZNAM PŘÍLOH	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	62
	PŘÍLOHOVÁ ČÁST	65
	PŘÍLOHA 1 – GRAFY (K/S HODNOTY)	66

Použité zkratky a symboly

ATR	Attenuated Total Reflectance (oslabená úplná reflektance)
°C	stupeň Celsiův
CO	bavlna
cm	centimetr
dtex	gram na 10 kilometru
EDX	energiová disperzní analýza Roentgenových paprsků
g	gram
g l ⁻¹	gram na litr
g m ⁻²	gram na metr čtverečný
IR	infračervené záření
l	litr
m ²	metr čtverečný
ml	mililitr
mm	milimetr
NT	netkaná textilie
nm	nanometr
OZP	optický zjasňující prostředky
%	procento
PA	polyamid
PA 6.6.	polyamid 6.6
PAN	polyakrylonitril
PA 6.	polyamid 6
SE	sekundární elektron
SEM	skenovací elektronová mikroskopie
TGA	Termogravimetrie
WO	vlna
X-rays	Roentgenové záření (paprsky)

Úvod

Praní odjakživa patří do lidského života, protože v procesu praní se z textilií odstraňují nečistoty, skvrny a zápach. Praní má funkci čisticí a zároveň hygienickou. Proto praní je nezbytnou součástí života lidí.

Prvním způsobem praní bylo praní v řekách a potocích, kde se prádlo máčelo, máchalo a špína se vytloukala dřevěnou holí nebo kameny. Během času se vystřídali různé pomůcky při praní od tlouků a plácaček přes valchy do pracích strojů. V dnešní době se používají modernizované prací stroje, které nepotřebují zásah člověka do pracího procesu a tím velmi usnadňují lidem život.

Základem praní je voda. Ale samotná je málo účinná. A proto se vždy pomáhalo různými pracími prostředky. Na začátku se pro praní používali různé látky jako prací prostředky, například lidská moč, dřevěný popel a zvířecí tuk, soda, hlína (například hora Sapun), některé rostliny (jako Mydlice lékařská – „Saponaria“, bílý ořešák – „Carya ovata“, ořechy ze stromu mýdelníku – „Sapindus“). Většina pracích prostředků používaných dříve byly docela nešetrné a velmi poškozovaly textilní materiály.

V současnosti existuje spousta pracích prostředků na různé druhy textilních materiálů. Dnešní prací prostředky jsou účinné a zároveň šetrné k textiliím. Některé prostředky slibují, že během praní nedojde ke vzájemnému obarvení textilních materiálů, ale bohužel občas se to stává. Proto byly vynalezeny ubrousky do pračky zachycující barviva, které zabraňují náhodnému přenosu barvy mezi textiliemi. Ubrousky z netkaných materiálů jsou malé, účinné a velmi snadno použitelné.

Cílem této práce je zjistit složení komerčně dostupných vysoce absorpčních textilií vůči barvivům a v laboratorních podmínkách, ověřit jejich schopnost absorbovat barviva z prací lázně a dále navrhnout vlákna vhodná pro výrobu vysoce absorpčních textilií vůči barvivům.

Teoretická část

1. Základní jednotky textilních materiálů (vlákna)

Textilie (z latinského textilis, tkaný) je souhrnný název pro výrobky z vláken, které obsahují nejméně 80 % váhového množství textilních vláken.

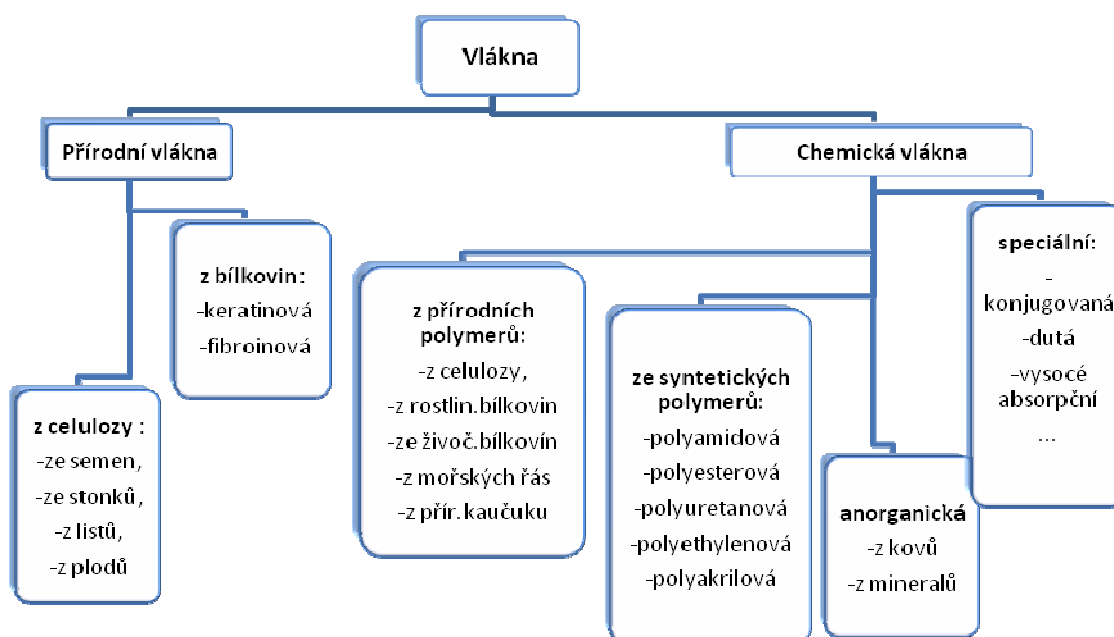
Vlákno – délková textilie, látkově homogenní, jemná, tenká, ohebná, pružná, může mít různý původ, profily a délky. Vlákno je základní stavební jednotkou všech textilií. Jemnost vláken se udává v jednotkách dtex.

Vlákna se dělí na:

- spřadatelná,
- nespřadatelná (vlákna kratší než 10 mm),
- nekonečná (hedvábí, syntetická vlákna).

Textilní vlákna jsou výchozí surovinou, které dalším technologickým zpracováním přechází v příze a dále ve tkaniny, pleteniny a jiné plošné textilií. Nespřadatelná vlákna jsou používána jako výplňkový materiál a také pro výrobu netkaných textilií.

Vlákna se rozdělují do skupin:



Obrázek 1 Rozdělení vláken

1.1. Vlastnosti vláken

Vlastnosti vláken závisí na technologii výroby. Projevují se ve vlastnostech textilií přímo (chemické vlastnosti) nebo nepřímo. Vlastnosti vláken souvisejí s chemickým složením a způsobem výroby. Popisují jejich zpracovatelnost, užitnost a trvanlivost.

Vlastnosti související s použitím technických vláken se dělí na několik skupin:

- geometrické (délka, průměr, tvar příčného řezu),
- mechanické (pevnost, tažnost, modul, tuhost, zotavení atd.),
- termické a termomechanické (bod tání, zesklnění, přechodové teploty),
- elektrické (statický náboj, izolační schopnosti),
- povrchové (adheze, transportní chování),
- oděr a stárnutí,
- chemická odolnost.

Sráživost vláken je jejich zkracování působením tepla. Tento jev je nevratný a nežádoucí, protože vede ke změně rozměru výrobku. Ale na druhé straně se může příměsí vysoce sráživých vláken využít ke zpevnění vlákenných vrstev.

Podle sorpčních schopností se dají vlákna rozdělit na dvě skupiny, hydrofilní a hydrofobní. Hydrofilní vlákna jsou porézní (mají k vodě afinitu), schopná vázat a transportovat vodu. Mezi hydrofilní vlákna patří všechna vlákna přírodní a chemická obsahující hydrofilní skupiny. Hydrofobní vlákna jsou neporézní, což neumožňuje vázání vody specifickými vazbami a nedochází ke smáčení povrchu vláken. Voda se ve svazku těchto vláken šíří kapilárními silami.

1.2. Vlákenná struktura

Vlákenná struktura je tvořena orientací makromolekul podél osy vláken a částečnou krystalizací (třírozměrným uspořádáním). Elementem je mikrofibrila, která je charakterizována pravidelným střídáním amorfních a krystalických oblastí. Mikrofibrily se shlukují do fibril, kde jsou vzájemně propojeny. Vlákenná struktura je typická jak pro přírodní, tak i pro syntetická vlákna. Některé vlastnosti jsou ovlivněny částečně krystalickou strukturou. A některé vlastnosti jsou závislé na množství vazných řetězců a jejich částí. Vlákenná struktura přírodních vláken závisí na přírodních podmínkách a způsobu zpracování. A vlákenná struktura syntetických vláken vychází z technologie výroby.

1.3. Charakteristika vláken

Nejvíce používaná vlákna mají z hlediska použití v netkaných textiliích následující obecné vlastnosti:

- celulózová vlákna mají vysokou sorpční schopnost a s tím spojené dobré hygienické vlastnosti výrobků, jsou dobře barvitelné a zpracovatelné, mají nízkou pevnost za mokra, nízkou odolnost vůči otěru, vlhkosti a hydrolýze,
- polyamidová vlákna mají dobrou barvitelnost, dobrou stálost na světle, dobrou pevnost za mokra, nižší odolnost vůči kyselinám, nižší objemnost,
- polypropylenová vlákna mají výbornou odolnost vůči chemikáliím s výjimkou dlouhodobého působení olejů, minimální navlhavost, nižší tepelnou odolnost, nemožnost povrchového barvení, nižší schopnost zotavení po deformaci, nízkou odolnost vůči ultrafialovému záření,
- polyesterová vlákna mají dobrou schopnost zotavení, vysokou pružnost a objemnost, dobrá odolnost vůči chemikáliím včetně dlouhodobého působení s výjimkou silných kyselin a zásad, náročnější barvení.

Běžné vlákenné materiály mají lineární hmotnost 1,3 – 20 dtex, pro speciální účely se vyrábí i vlákna jemné 0,5 dtex a hrubá 200 dtex. Textilie z jemnějších vláken mají příjemnější omak, ale větší stlačitelnost, nižší izolační schopnosti. Ale mají větší separační schopnosti při filtraci.

Speciální vlákna se vyrábí z běžných vláknitvorných polymerů. Vlákna jádro – plášť a bok po boku používají při výrobě pojených textilií jako pojiva. Skládají se z výše a níže tajících složek. Nejčastěji je v roli výše tající složky polyester a níže tající složky kopolyester nebo polypropylen. Vlákna typu ostrovy v moři se používají k výrobě velmi jemných vlákenných struktur extrakcí matrice (výroba vysoce kvalitních syntetických usní). Vlákna ze štěpené fólie mají vysokou sorpční schopnost vůči organickým, zvláště ropným produktům. Výrobky z těchto vláken se využívají k čištění povrchových a spodních vod po ropných haváriích.

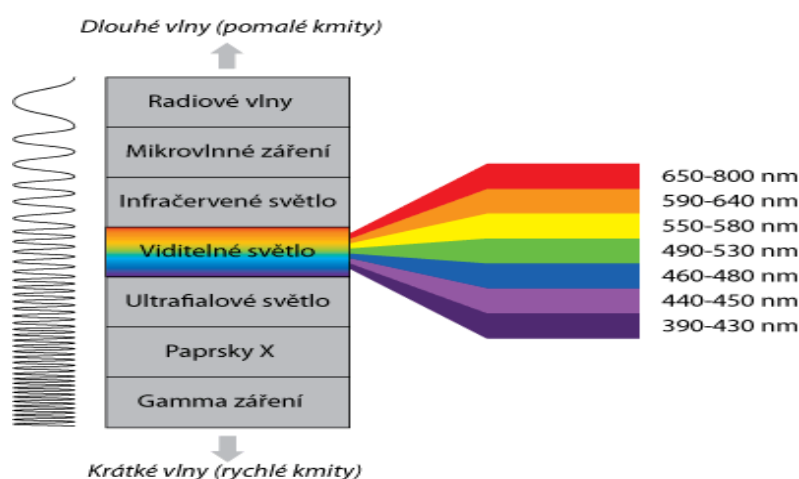
2. Úvod do teorie barev

Světlo a barva - jsou dva základní pojmy spojené s naším životem:

- ovlivňují naše bytí, myšlení, city,
- zabarvují naši náladu i životní energii,
- jsou zdrojem obrovské energie, která může ovlivňovat naši celou bytost.

Zdrojem elektromagnetického záření viditelného světla je Slunce, vyzařuje celou škálu elektromagnetických vlnění. Lidské oko je schopné vnímat jen viditelné záření (světlo), a pomoci něho vnímat a poznávat okolní svět.

Viditelné světlo je část elektromagnetického spektra, které se také označuje jako světelné spektrum (obr. 2). Jednotlivé barvy v tomto spektru se nazývají spektrálními barvami a odpovídají jim určité intervaly vlnových délek. Sluneční světlo je složeno z celého spektra záření o vlnových délkách v rozmezí 390 nm až 800 nm.



Obrázek 2 Elektromagnetické záření [zdroj: 21]

Z fyzikálního hlediska je barva určena délkou elektromagnetických vln, jimiž se šíří světlo /tj. 390 -800 milimikronů/.

Rozkladem bílého denního světla získáme široké barevné spektrum (obr. 3):

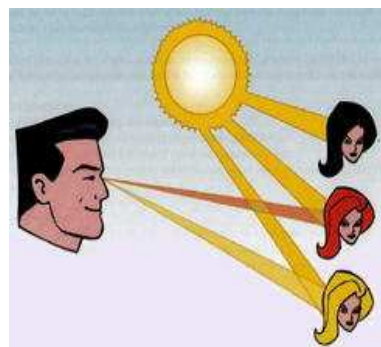
Barva	Vlnová délka	Frekvence
červená	~ 625 až 740 nm	~ 480 až 405 THz
oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 480 THz
žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
azurová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz

Obrázek 3 Vlnové délky barev [zdroj: 21]

Z fyziologického hlediska dochází k mísení barev na sítnici oka. Sítnice lidského oka se skládá z nervových buněk dvojího typu, a to z tyčinek a čípků. Tyčinky reagují na světlo nebo tmu, zajišťují černobílé vidění – achromatické. Čípky zajišťují vidění barevné – chromatické. Lidské oko je schopné rozeznat 180 čistých barevných tónů, 20 přechodů sytosti, 00 přechodů světlosti od černé k bílé.

Při dopadu světla na předmět může dojít ke třem případům (obr. 4) :

- veškeré dopadající světlo se odráží – remituje, předmět se jeví jako bílý,
- veškeré dopadající světlo je pohlcováno – absorbuje, předmět se jeví jako černý,
- část dopadajícího světla se pohltí a část se odráží – předmět se jeví barevným.



Obrázek 4 Vnímání barevnosti
[zdroj: 22]

Světlo kolem nás se neustále mění a je různými povrchy různě odráženo. Přes složitost problematiky světla, můžeme definovat tři znaky proměn světla:

- barva světla - odstín (modrá obloha, zelená tráva, rudé červánky),
- světlost a tmavost barev (zelený trávník na slunci se zdá světlejší než ve stínu korun stromů a keřů),
- sytost barev (červená tvář proti vlčím mákům je to intenzita barvy).

Odstín je základní, čistá barva ze spektra s vlastním názvem (červená, zelená,..).

Jas je postavení barvy vzhledem ke stupnici šedé – od světlé po tmavou.

Sytost je intenzita barvy, je to barevná intenzita odstínu (modrá, tmavě modrá, temná modrá).

2.1. Barviva

Barvivem nazýváme látku, která je silně zabarvená a má schopnost se rozmanitým způsobem vázat na různé hmoty. Aby mohla být organická sloučenina barvivem, musí mít její molekula takovou strukturu, která umožňuje absorpci světla ve viditelné části světla a zároveň umožňuje mechanickou nebo chemickou vazbu barevné sloučeniny s vybarvovaným materiálem. Během barvicího procesu se barviva na textiliích aplikují z kapalného prostředí, ve kterém jsou částečně nebo úplně rozpustná.

Barviva se rozdělují do mnoha skupin (tříd). Z chemického hlediska, tj. podle chemické struktury barviv (typický je chromofor – nenasycená chemická skupina, při přidání do bezbarvé molekuly vznikne barevná sloučenina), jejich chemických vlastností a způsobu aplikace barviva. U jednotlivých tříd jsou společné nebo velmi podobné způsoby výroby a pak i jejich vlastnosti.

Barvivo se skládá z chromoforu, chromogenu a auxochromu. *Chromofor* – část molekuly způsobující absorpci světla (skupina tvořící barevnost). *Chromogen* nese chromofor (nosná část molekuly barviva). *Auxochromy* – substituenty přispívající k prohloubení barevnosti a vyvíjení požadovaných vlastností barviv (skupiny umožňující vazbu na textilním materiálu).

Je-li do bezbarvé organické sloučeniny zavedená nenasycená skupina, vznikne barevná sloučenina *chromogen* (např.: azoskupina {-N=N-}, nitro {-NO₂}, nitrozo {-N=O}), která ještě není barvivem. Každá sloučenina, do které se chce zavést barvivo, musí mít konjugovanou dvojnou vazbu (pravidelné střídání dvojných a jednoduchých vazeb {-C=C-}). Pak zavedením *auxochromu* (hydroxy skupina {-OH}, amino {-NH₂}, sulfidická skupina {-SH}) barvivo zintenzivní a molekula se stává barvivem.

Z koloristického hlediska rozdělujeme textilní barviva do těchto technologických tříd:

- substantivní (přímá) barviva, barviva se drží na molekule celulózy, ale sepírají se, pro celulózová vlákna,
- kypová barviva, disperzní barviva, kationaktivní (bazická) barviva,
- kyselá barviva, kyselá kovokomplexní barviva,
- reaktivní barviva, vážou se na látku reakčními vlastnostmi, lépe drží, jsou dražší,
- barviva vyvíjená na vlákně,
- barviva se speciálními účely (barviva rozpustná v tucích a voscích, barviva pro barvení usní a kožešin, potravin, kovů, dřeva), lze aplikovat i na textil.

Pro uživatele barviv mají velký význam koloristické, tj. technologické a aplikační vlastnosti barviv, jako jsou: rozpustnost, chování v roztocích a v procesech barvení. Proto se v praxi daleko více používá klasifikace do koloristických tříd podle použití barviv. Což dává dobrý přehled a usnadňuje orientaci při použití barviv na barvení textilních materiálů.

K vybarvování textilních vláken se používá hlavně barviv rozpustných ve vodě (buď přímo, nebo tím, že se převedou na rozpustné deriváty), a které mají schopnost se fixovat (mají afinitu) na vybarvovaném materiálu. Pro barvení chemických hydrofobních vláken (vlákna acetátová, polyesterová) se používá ve vodě málo rozpustných barviv ve formě disperze (disperzní barviva).

Rozlišujeme barviva:

- vodorozpustná,
- disperzní (ve vodě nepatrně rozpustná),
- rozpustná v organických rozpouštědlech,
- kypová, sirná – nerozpustná na vlákno se aplikuje ve formě vodorozpustných redukovaných forem (leukoformy).

2.2. Barvení textilií

Barvení textilií – je to schopnost textilního materiálu se obarvit určitými třídami barviv za vhodných podmínek. Proces barvení textilních materiálů se provádí v barvicí lázni, která obsahuje všechny přísady dle barvicího procesu – receptury. Lázeň obsahuje barvivo, podpůrnou látku k natahování a chemikálií na úpravu kyselosti či alkality lázně.

Barvicí lázeň – roztok vody obsahující všechny přísady podle předpisu včetně barviva. *Slepá lázeň* – barvicí lázeň obsahující všechny přísady podle předpisu kromě barviva. Poměr lázně nebo délka lázně – je poměr hmotnosti obarvovaného textilního materiálu k objemu barvicí lázně, např. při délce lázně 1:100 připadá na každý 1 g textilního materiálu 100 ml lázně. Množství barviva použitého v barvicí lázni se vyjadřuje jako sytost vybarvení, je to množství barviva použitého v barvicí lázni vyjádřené v procentech z hmotnosti vybarvovaného textilního materiálu, např. při 1 %-ním vybarvení 1 g textilního materiálu je navážka barviva 0,01 g.

Příprava roztoku barviva většinou začíná „natěštěním“, což znamená rozmícháním naváženého barviva v malém množství vody. Děláme pastu, těsto. Někdy se musí přidat smáčedlo – tenzid. Až potom barvivo se rozpouští přilitím menšího množství vlažné vody (podle návodu). Při dobrém rozpouštění barviva roztok je čirý. Pak vychladlý roztok se přelije do odměrné baňky, trochu se zředí a doplní se na požadovaný objem. Tento roztok barviva je připraven k použití.

Průběh barvení se dá rozdělit na několik fází:

- příprava barvicí lázně, do které se vkládá textilní materiál,
- barvivo z barvicí lázně se natahuje na barvený materiál, který barvu adsorbuje na svém povrchu,
- barva začíná pronikat dovnitř materiálu (probíhá difúze barviva),
- nakonec jde o upevnění barviva uvnitř materiálu (fixace).

Barvení začíná při teplotě 40° C, roztok s rozpuštěným barvivem se přidá do barvicí lázně asi po 10 min. Poté se asi 50 min zvolna zahřívá k varu a barví se 60 min. Na závěr se vyčerpaná lázeň ochladí a vypustí. Zboží se nakonec dobře opláchně.

Dobrý průběh vybarvení se odráží ve stálostech vybarvení, které mohou být technologické a spotřebitelské. Technologické stálosti zajímají technology v závodě (jestli obarvený materiál nepráší při výrobě niti barvivo). Nejdůležitější jsou stálosti spotřebitelské, jako jsou stálosti za mokra, na světle, v chemickém čištění a potu.

2.3. Barvitelnost vláken

O barvitelnosti vláken rozhodují různé faktory, druh a obsah vazných míst. Vazná místa jsou atomy nebo skupiny v polymeru vlákna, které mohou mít chemické nebo fyzikální interakce s molekulami barviv. Hodně záleží na snadné a rychlé dosažitelnosti těchto míst.

Mezi molekulami barviv a makromolekulami polymerů vlákna se mohou vyskytovat různé interakce. Hovoříme o dvou základních skupinách sil, a to o silách chemických a fyzikálních.

Nejpevnější chemické vazby jsou kovalentní a koordinační (komplexotvorné). Při kovalentní chemické vazbě dochází sdílením elektronového páru (prostoupení elektronových obalů atomu z molekuly barviva a polymeru). Při koordinační vazbě jde o sdílení elektronových párů mezi atomy slučujících se látek, ale v tomto případě vazebný elektron poskytuje jen jeden "partner" - donor. S kovalencí se setkáváme jen u reaktivních barviv, která obsahují speciální reaktivní systém. Koordinační vazby jsou u kovokomplexných (komplexotvorné kovy jsou: chrom, kobalt, měď, železo, hliník) a kyselých barviv.

Fyzikální síly jsou slabé mezimolekulární síly charakterizující nevazebné interakce. Jsou snadno zrušitelné a příslušné děje jsou zvrtné (migrace barviva do vnitra vlákna a z vlákna ven). Fyzikálními silami se také navzájem ovlivňují částice barviv v roztocích a disperzích (dochází k jejich agregaci). Značnou roli hrají síly Van der Waalsovy (disperzní, indukční, coulombické). Vodíková vazba je důležitou fyzikální vazbou mezi hydrofilními úseky molekul. Tato vazba má rozhodující význam při barvení celulózových vláken (substantivní mechanismus) a také při sorpci disperzních barviv na syntetická vlákna. Také sorpce molekul vody při bobtnání vláken vodou probíhá prostřednictvím těchto vodíkových můstků.

Obecně o uplatnění nevazebných interakcí mezi barvivem a vláknem platí, že:

- čím větší molekula, tím víc interakcí fyzikálního charakteru,
- čím víc iontových vazných bodů v molekule, tím těžší je nalézt vhodné konfigurace sorpčních míst v polymeru,
- u kulovitých molekul většina vazeb působí mezi vlastními segmenty molekuly barviva (intramolekulárně),
- u plochých a lineárních molekul barviva většina vazeb působí na segmenty cizích molekul v okolí molekuly barviva (intermolekulárně),
- často zároveň působí několik typů interakcí (polární úseky se adsorbují polárními vazbami, u nepolárních úseků téže molekuly se při adsorpci uplatní disperzní síly, a i hydrofobní interakce, ionizovaná sulfoskupina se současně váže na vlákno iontově).

Barvitelnost vláken je velmi závislá na viskoelastickém stavu polymeru. Difúze do nitra vlákna je možná při volné pohyblivosti řetězců polymeru vlákna. Přístupnost vazných míst je značně ovlivněna krystalinitou vlákna. Difúze barviva ve vláknech je většinou nejpomalejší proces při barvení, a je tedy pro rychlost barvení velmi důležitá. Difúze barviva představuje samovolné vyrovnání rozdílů koncentrací vlivem tepelného pohybu molekul – agregátů a aglomerátů molekul. Difúze probíhá jen v amorfní fázi, která je zaplněná krystalitami a spojovacími “tie” - makromolekulami. Obsah a tvary krystalitů určují difúzní dráhu a snadnost difúzního prostupu. O celkové pevnosti poutání molekuly barviva s molekulou vlákna spolurozhodují chemické i fyzikální síly.

2.4. Barvitelnost celulózových vláken

Vlastnosti celulózových vláken jsou ovlivňované mikro- a makrostrukturou celulózy. Každé vlákno se skládá z lineárních makromolekul uspořádaných určitým způsobem. Vlákna se skládají ze dvou nepravidelně se střídajících oblastí: krystalických (uspořádaných, pravidelných, pevných) a amorfních (neuspořádaných).

Celulózová vlákna jsou značně hydrofilní a snadno barvitelná. Stavebními jednotkami jsou lineární makromolekuly celulózy, kde každá glukopyranózová jednotka má tři volné {-OH} skupiny. Tyto skupiny vytvářejí vodíkové vazby s vhodnými polárními skupinami v aniontech substantivně natahujících barviv, což tvoří základ afinity k barvivům.

Barvitelnost se značně mění podle podmínek a intenzity oxidace. Afinita k substantivním barvivům se vždy snižuje v důsledku zvýšeného obsahu skupin: {-COOOH}, nebo {-COONa}, a tím rostoucího záporného náboje celulózy a odpuzování aniontů barviv.

Na barvitelnost vláken má velký vliv krystalinita celulózových vláken. V místech s hustějším naplněním vodíkovými vazbami, kde řetězce celulózy leží těsně vedle sebe, kam molekuly barviva nemohou proniknout, krystalické úseky bobtnají nepatrně. Ale to není až takový problém, jako nárůst krystalinity, který je ovlivněn intenzivním sušením, nejčastěji přesušením. Návrat struktury do stavu s běžným obsahem molekulární vody už není možný. U viskózních, modalových a bavlněných vláken dochází k zrohovatění. Do narušených míst se barvivo dostává jen málo, a tak vznikají světlejší skvrny, neboli "mrakovité vybarvení".

Barvitelnost celulózových vláken substantivně natahujícími barvivy klesá v tomto pořadí: viskózní vlákno, bavlna mercerovaná bez napětí (louhovaná), bavlna mercerovaná pod napětím, vlákna Lyocell, bavlna nemercerovaná, len, konopí, oxycelulóza.

2.5. Barvitelnost bavlněných vláken

Barvitelnost bavlny je ovlivněna původem, klimatickými podmínkami při jejím růstu, sklizni, jemnosti, zralosti a předúpravou. Zralá vlákna mají dobře vyvinutou sekundární celulózovou stěnu, takže se dobře barví. Polozralá a nezralá vlákna mají sekundární stěnu slabší, a tak mají sníženou barvitelnost. U mrtvých bavlněných vláken sekundární stěna je velmi málo vyvinuta nebo chybí, a proto vlákno se téměř nebarví.

Problémy s nerovnoměrným obarvením mrtvých a nezralých vláken v bavlně je možné zmírnit mercerací nebo louhováním. Mercerace bavlněných tkanin se provádí úpravou 22% – 25% -ním roztokem NaOH za studena za napětí. Díky merceraci se změni tvar průřezu vláken z ledvinovitého na téměř kruhový. Tím se velmi zlepšuje egalizace vybarvení.

2.6. Barvitelnost viskóзовých vláken

Viskózová vlákna se vyrábějí z dřevěné celulózy. Mají nízkou krystalinitu a vysoký stupeň bobtnání. Barvení se téměř neliší od barvení bavlny. *Skin* efekt může způsobovat zpomalení sorpce barviva do vlákna. U těchto vláken jde zpomalená desorpce barviva z vlákna.

2.7. Barvitelnost jiných rostlinných vláken

Barvitelnost lnu je velmi podobna bavlněným vláknům. Přičemž len natahuje více barviva než bavlna. Ale hodně barviva neproniká do nitra vlákna. Barvivo lpí na povrchu vlákna. Lněná vlákna obsahují kromě krystalické celulózy více doprovodných látek než bavlna. Jsou to různé druhy hemicelulóz, tuků, popelínů, vosků a lignin, což ztěžuje průchod barviva do hloubky vlákna.

Barvitelnost konopí je podobné lnu. Juta se barví všemi barvivy pro bavlnu a navíc kationickými a kyselými barvivy. Kokosová vlákna se barví podobně jutě. Bambusová vlákna se můžou barvit stejně jako bavlna, ale toto vlákno nesnáší teploty nad 40 °C a hodně se sráží.

2.8. Barvitelnost polyamidových vláken

Polyamidová vlákna jsou syntetická vlákna vyráběná převážně ve formě nekonečných vláken několika způsoby:

- polykondenzací diaminu a dikarboxylových kyselin (PA 6.6 – Nylon),
- polykondenzací ω – aminokarboxylových kyselin a polymerací jejich laktamů (PA 6 z ϵ – kaprolaktamu – Nylon 6, Perlon).

Kromě toho se vyrábí mnoho modifikací se specifickými vlastnostmi – i různě barvitelná. Koloristické vlastnosti jednotlivých vláken jsou ovlivněny podmínkami zvláknování, a tedy orientací a krystalinitou vlákna, předfixací a také porózitou.

Polyamidová vlákna stojí na jakémisi přechodu hydrofilie – hydrofobie a jsou obarvitelná doslova univerzálně, tedy všemi koloristickými skupinami barviv. Přímá barviva projevují substantivitu k PA vláknům v neutrální a slabě alkalické lázni. Propaření PA 6.6 zvýší rychlost barvení až 500 krát vlivem vzniklé pórovité struktury.

3. Stálosti vybarvení

Stálosti a odolnosti textilních materiálů jsou odezvou textilií na chemické a fyzikální namáhání. Rozlišují se stálosti a odolnosti, jako:

- stálosti tvaru (srážlivost, mačkovost, splývavost),
- stálosti vybarvení (v praní, v otěru, na světle),
- odolnosti (oděr, žmolkování).

Stálobarevnosti jsou velmi důležitým ukazatelem kvality textilních výrobků. Stálosti vybarvení jsou pro spotřebitele jedním ze základních kritérií pro hodnocení a výběr textilií.

Pro hodnocení barevné změny se používají barevné etalony – stupnice:

1) na mokré stálosti:

- šedá stupnice – 5 stupňů (nejlepší stálobarevnost – standard 5, nejhorší standard 1 šedé stupnice),
- hodnocení změny odstínu,
- hodnocení stupně zapouštění,

2) na suché stálosti:

- modrá stupnice – 8 stupňů (nejlepší stálobarevnost – standard 8, nejhorší – standard 1 modré stupnice),
- pouze k hodnocení stálobarevnosti na světle – porovnáním vzorků s modrými etalony světlovanými spolu se vzorky.

3.1. Teorie stálostních zkoušek

Stálostní zkoušky se provádí na stálosti:

- mokré stálosti v praní (přechod barviva na doprovodnou textilii),
- mokré stálosti v potu (přechod barviva na doprovodnou textilii),
- suché stálosti na světle (rozklad barviva vlivem světla),
- suché stálosti v otěru (přechod barviva na otěrací textilii).

Princip zkoušek je založen na simulace skutečného jevu na vzorku a následnému sledování změn barevnosti vzorku a případně i zapouštění do doprovodných textilií. Nízká stálost znamená, že barvivo „špatně drží“ na textilií.

Stálosti závisí na sytosti vybarvení. Proto byla zavedena řada typových vybarvení, která umožňuje srovnávat stálosti textilií v odpovídající sytosti. Stálost vybarvení na světle roste s koncentrací barvy na vlákne. A naopak, mokré (sublimační) stálosti i ořer se s rostoucí koncentrací barviva na vlákne zhoršují. Pro srovnatelné a reprodukovatelné posuzování vlastností barviv byla mezinárodně definována síla typu (základní 1/1 – standardní sytost), a to konkrétními kolekcemi vzorků ve všech odstínových oblastech.

3.2. Princip zkoušky mokrých stálostí

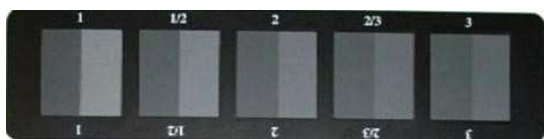
Pro provedení zkoušky na mokré stálosti se připravuje sdružený vzorek. Sdružený vzorek, který vypadá jako sendvič, má velikost 10 x 4 cm a skládá se ze třech vrstev.

Vrstvy se spojují v pořadí:

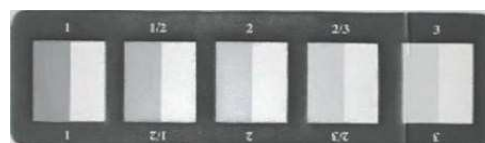
- doprovodná neobarvená tkanina (ze stejných vláken jako zkoušené vybarvení),
- zkoušené vybarvení (obarvený vzorek),
- doprovodná neobarvená tkanina definována normou (vybraná tak, aby co nejkritičtěji absorbovala barviva desorbovaná z vybarvení do působící lázně).

Všechny vrstvy se sešijí dohromady po okrajích bavlněnou nití volným stehem. V normě je doporučeno používat anionického pracího prostředků ECE s obsahem perboritanu sodného bez OZP. Praní se provádí na rotačním patronovém aparátu, kde nerezové patrony s prací lázní a vzorky rotují v termostatované lázni, mechanický vliv je zajištěn 10 až 100 ocelovými kuličkami.

Po zkoušce se sdružený vzorek rozpárá a usuší (všechny části se suší odděleně, aby nedošlo k dalšímu zapouštění při sušení). Vizualním srovnáváním se hodnotí změna barevnosti původního vybarvení (změna odstínu) a také změna barevnosti doprovodné textilii (zapouštění). Pro hodnocení se používá šedá stupnice (etalon barevné odchylky). Existují dvě odlišné šedé stupnice: jedna pro změnu odstínu, a druhá pro zapouštění na doprovodnou tkaninu.



Obrázek 6 Šedá stupnice pro odstín [zdroj: 23]



Obrázek 5 Šedá stupnice pro zapouštění [zdroj: 23]

4. Proces praní

Technologie praní tvoří jednu ze základních zušlechťovacích operací, ale také samostatnou technologii. Prát lze volný materiál a to: vložky, česance, přízi v různých formách zpracování a také hotové textilie.

Praní má zároveň funkci čistící a hygienickou. Textilie se celkově uvolní, stabilizuje, někdy se sráží nebo naopak se roztahuje. Proces praní může textilii značně ovlivnit, a to tím příjemným způsobem, že je čistá a v pořádku, nebo naopak může být poničená, a to změnou odstínu, tvaru a dalšími poškozeními, která jsou nevratná.

Proces praní se dá rozdělit do několika fází:

- příprava k praní (třídění prádla),
- smočení,
- namáčení (předpírka),
- vlastní praní,
- oplachování,
- sušení.

Při fázi smočení prací lázeň pokrývá povrch textilních materiálů. Tenzidy snižují povrchové napětí mezi ovzduším, pracím roztokem a textilním materiálem. Během namáčení dochází k rozrušení nečistot. Při vlastním praní jde uvolnění nečistot z textilie do prací lázně. Odstranění uvolněných nečistot pracích prostředků se docílí oplachováním.

Zvyšováním teploty se prací proces podporuje, zároveň zabíjí bakterie v textiliích a dezinfikuje pračku. Ale existují omezení kvůli složení textilního materiálu (CO – 98° C, syntetická vlákna – 40° C, WO – 30° C). Zvyšuje se také usazování vodního kamene.

Faktory ovlivňující prací proces:

- kvalita prací vody,
- koncentrace pracího prostředku a dalších přísad podle technologického postupu,
- stupeň znečištění materiálu praní, a typ nečistot,
- teplotní průběh celého procesu,
- doba smáčení a vlastního praní,
- konstrukce pracího stroje – druh mechanického namáhání, způsob oplachování a další podmínky.

4.1. Praní v domácnosti

V dnešní době automatických praček a šetrných pracích prostředků vůči textiliím, se očekává bezproblémový průběh pracího procesu. Ale i v současnosti se setkáváme s různými problémy, jako tvrdá voda, drahá elektřina, náhodné obarvení textilií různých barev.



Obrázek 7 Náhodné přenos barev, zapouštění [zdroj: 24]

Vyšší teploty kvalitu praní nezlepšují, protože základem pracích prostředků jsou enzymy, které se v teplotách nad 60° C neprojevují, tam už fungují jen bělidla. Teplota 60° C (90° C) se udrží v bubnu pračky při nastaveném programu na tuto teplotu jen osm minut. Takže je otázkou, jestli opravdu je prádlo lépe vypráno, než při teplotě 50° C, a to při větším riziku srážení textilií. Zároveň se prodraží ohřev vody, protože při praní představuje 80 % z celkové spotřeby elektřiny, zatímco otáčení bubnu jen 20 %.

Kvalita praní se zhoršuje v tvrdé vodě, poněvadž ve tvrdé vodě se mýdlo nepění a vznikají sraženiny nečistot. Na jednu stranu tvrdá voda nerozežírání železné a pozinkované části strojů, ale na druhou stranu způsobuje vznik vodního kamene. Při větším množství železa a manganu může dojít ke zbarvování prádla a oxidativnímu poškození textilií. Špatná kvalita vody ovlivňuje i barvicí procesy. Může docházet k nestejnému odstínu, skvrnám, špatným stálým vybarvením.

Tvrdost vody je způsobena přítomností síranů, chloridů, dusičnanu, vápníku a hořčíku. Tvrdost vody může být přechodná a stálá. Přechodná tvrdost vody se dá odstranit varem. Stálou tvrdost vody lze odstranit metodami srážecími, použitím iontoměníčů, anebo komplexonů.

5. Ubrousky zachycující barviva

V dnešní době existuje spousta pracích prostředků nejen šetrných k textiliím, ale také schopných i po několika pracích cyklech zachovat původní barvu oblečení. Každý prací prostředek má doporučení na jaké druhy textilií se má používat, a to na: bílé, černé nebo barevné. Většinou se nesmí prát dohromady oblečení mající velmi tmnou barvu se světlým oblečením, poněvadž vzniká nebezpečí obarvení světlých textilií. Spousta textilních výrobků jak se říká “krvácí“, nebolí pouští barvu. Proto byly vytvořeny ubrousky zachycující barviva, které se dají zakoupit v obchodě i na internetu.



Obrázek 9 Obchodní značky ubrousků do pračky



Obrázek 8 Návod na požití ubrousků

Používání ubrousků je velmi snadné. Do bubnu pračky spolu s věcmi se umístí, jedna utěrka (ubrousek). Praní se může provádět při různých teplotách, podle potřeby. Používá se na všechny typy textilních materiálů. Utěrka je na jedno použití.

Na internetu lze prohlednout reklamu a zároveň návod: <https://www.youtube.com/watch?v=7bk6gRfJWWc&feature=youtu.be>.



Obrázek 10 Praní věcí různých barev [zdroj: 24]

Vysoce absorpční textilie vůči barvivům zachycují částice barviva uvolněné z barevného textilního materiálu do prací lázně. Vyprané barvivo zůstává v ubrousku. Zabraňuje náhodnému přenosu barev. S ubrousky je možné prát dohromady textilie různých barev. Nedochozí ke vzájemnému obarvení textilií během praní, je možné prát různobarevné oblečení dohromady bez obav. Spousta lidí používá takové ubrousky téměř při každém praní.

Ale přece se musí dávat pozor při přípravě textilií k procesu praní, protože barvy u některých barevných oděvů nejsou dobře ustáleny a jsou málo stálobarevné. Při praním se uvolňuje velké množství barviva, které by mohlo oděvy zbarvit, ještě než utěrka začne působit. Proto se doporučuje při prvních praních prát odděleně nové tmavě barevné textilní materiály nebo textilie s intenzivními barvami.

V experimentální části této práce jde o pokus zjistit, jestli tyto ubrousky ve skutečnosti zachycují barvivo a v jakém množství.

Experimentální část

1. Použité materiály

Při experimentálních pracích byly použity tyto materiály:

Tabulka 1 Experimentální textilní materiály

Textilní materiál (název)	Složení	Plošná hmotnost ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)
Bavlna „Sara Licolor“	100 % bavlněná vlákna	140
Polyamid „Picasso“	100 % polyamidová vlákna	310
Nanovlákna na bavlněném podkladu	polyamid/bavlna	53,8
Ubrousek do pračky Protect Iberia	celulóza (viskóza), polyester, polyakrylat	218
Ubrousek do pračky Denk mit	celulóza, polyetylen	58,4
Ubrousek do pračky Colour Magnet	celulóza (bavlna) polyvinylacetat (<5 %),	70,4

2. Použité chemikálie

Při experimentálních pracích byly použity tyto chemikálie:

Tabulka 2 Experimentální chemikálie

Chemikálie	Název
Kationizační prostředek	Texamin ECE 10 % roztok
NaOH	Hydroxid sodný pevný
NaCl	Chlorid sodný pevný
Barviva substantivní (Direct Dyes)	Žlutá - saturnová žluť L4G (C.I. Direct Yellow 44), (150) / (EG153)
	Modrá – saturnová modř L3R (C.I. Direct Blue 67), (300) / (41550)
	Červená – saturnová červeň L4B (C.I. Direct Red 79), (200) / (A1109)
Prací prášek	ECE Non Phosphate normovaný 2408

3. Použité laboratorní vybavení, přístroje

Během laboratorních prací v laboratořích TUL byly použité různé přístroje pro analýzu, praní a sušení vzorků, odměřování chemikálií, indukční vařič pro barvení textilií. Bylo také použito laboratorní vybavení, jako odměrné válce, míchací tyčky, kádinky, teploměr apod.

3.1. IR spektrometr



Obrázek 11 Přístroj Nicolet iS 10 [zdroj: 25]

Přístroj Nicolet iS 10 je spektrometr pro spektrální analýzu organických a některých neorganických látek a jejich kvalitativní identifikaci (infračervená spektroskopie), identifikaci materiálového složení. Přístroj pracuje ve střední

oblasti IR záření $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$.

K měření vzorků se používají techniky měření na průchod paprsku, prostou reflexi nebo ATR (Ge krystal – krystal germania). Spektrometr Nicolet iS 10 FT - IR je kompletní infračervený spektroskopický systém pro běžné potřeby analytické chemie. Přístroj poskytuje exaktní informace při ověřování a identifikaci látek. Rychlé a snadné charakterizování materiálů pomocí TGA / IR rozhraní instalovaným v Nicolet iZ10 FT-IR modulem. Pomocí „Search programů“ a digitalizovaných knihoven infračervených spekter je možno identifikovat neznámou analyzovanou látku.

3.2. Rastrovací elektronový mikroskop



Obrázek 12 Přístroj VEGA TS [26]

elektronů, má čisté a rychlé dosažitelné vakuum.

Přístroj VEGA TS 5130 je rastrovací elektronový mikroskop s motorizovaným manipulátorem, má čtyřočkový elektronově optický tubus - zorné pole od nanometru do několika centimetru, upraven pro detekci pomalých

Mikroskop je vybaven celou řadou detektorů, ale pro studium mikrokryсталických materiálů jsou důležité detektory SE (secondary electrons) a EDX (energy – dispersive analysis of X – rays). Detektor SE umožňuje sledovat morfologii (tvary a velikost se shora), zatímco detektor EDX umožňuje mikroprvkovou analýzu vzorků (elementární analýzu prvků).

3.3. Analytické váhy



Obrázek 13 Analytické váhy

Analytické váhy KERN 770. Analytické váhy používané pro přesné vážení (přesnost do 0,0001 g). Na těchto vahách byly váženy chemikálie a prací prostředek, používané pro přípravu roztoků, pro provedení experimentů.

3.4. Přístroj pro laboratorní praní



Obrázek 14 Přístroj AHIBA ECO

Přístroj AHIBA NUANCE ECO (Sample Machine) – stroj pro praní textilních materiálů v laboratorních podmínkách. Stroj pracuje automaticky v přednastavených programech, které se dají měnit podle požadavků. V tomto přístroji byly provedeny modifikované zkoušky vzorků na mokré stálosti v praní.

3.5. Sušicí zařízení



Obrázek 15 Příklad přístroje HS 62 A

Pro vysušení vzorků po pracích procesech bylo použito sušicí zařízení HS 62 A. Sušení je zajištěno prouděním horkého vzduchu. Pro různé materiály se používají různé teploty. V provedených experimentech teplota sušicího vzduchu nepřesahovala 100° C.

3.6. Spektrofotometr



Obrázek 16 Příklad přístroje DataColor [zdroj: vlastní]

Příklad přístroje Data Flash 100. Spektrofotometr DataColor – počítačem řízený systém pro měření barevných vlastností materiálu. Příklad měří *remisní* charakteristiky materiálu (spektrální činitel odrazu a prostupu světla).

Je stolní, kompaktní, stabilní, snadno ovladatelný, měření probíhá rychle (během 3 sekund), spolehlivé reflexní měření.

Ideální pro měření široké škály barev a barevných odchylek, kontroly kvality aplikace barviva. Spektrofotometr DataColor umožňuje přesné změření množství barviva na základě určitých vlnových délek.

4. Experimentální postupy

Během laboratorních prací bylo provedeno kationizování vzorků textilií bílé barvy ze 100 % bavlněných a 100 % polyamidových vláken.

Další vzorky bílé textilie z bavlněných vláken byly obarveny přímými (substantivními) barvivy. Pro experiment byla vybrána přímá barviva, protože mají nejhorší stálosti za mokra při praní. Navíc po barvení nebylo provedeno ustalování barviva na textilií. Bylo analyzováno množství barviva, které jsou zkoumané ubrousky schopny absorbovat.

4.1. Analýzy složení ubrousků (IR spektroskopie, SEM analýza)

Pro experiment byly použité komerčně dostupné, vysoce absorpční ubrousky do pračky zabraňující náhodnému přenosu barviv, běžně používané v domácnostech při praní (obr. 17).

Byly použité ubrousky obchodních značek:

- Protect „Iberia“, vyrobené ve Španělsku,
- Denk mit, vyrobené v Německu,
- Colour magnet, vyrobené v Anglii.

Pro zjištění materiálového složení zkoumaných ubrousků byly provedeny: IR spektroskopie a *SEM analýza*. Zjištěné materiálové složení ubrousků je uvedeno v tabulce (viz. **Tabulka 1**).



Obrázek 17 Ubrousky

4.2. Infračervená spektroskopie

IR spektroskopie byla provedena na přístroji Nicolet iS 10. Principem metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem, při níž dochází ke změnám rotačně-vibračních energetických stavů molekuly v závislosti na změnách dipólového momentu molekuly. Infračervená spektroskopie je analytická technika určená pro identifikaci a strukturní charakterizaci organických sloučenin a anorganických látek. Tato technika měří pohlcení infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovaným materiálem.

Infračerveným zářením je elektromagnetické záření v rozsahu vlnových délek 0.78 – 1000 mm, což odpovídá rozsahu vlnočtů 12800 – 10 cm⁻¹. Celá oblast bývá rozdělena na blízkou (13000 – 4000 cm⁻¹), střední (4000 - 200 cm⁻¹) a vzdálenou infračervenou oblast (200 - 10 cm⁻¹), přičemž nepoužívanější je střední oblast.

Pro analýzu ubrousků byla použita střední oblast (spektrum 4000 – 700 cm⁻¹). Byla použita technika zeslabené úplné reflektance (ATR), protože je rychlá a vyžadovala minimální přípravu vzorků pro analýzu. Technika je založena na principu násobného úplného odrazu záření na fázovém rozhraní měřeného vzorku a měřícího krystalu. V experimentu byl použit krystal germania (Ge). Vzorky o velikosti 1x1 cm byly na krystal přitlačeny, díky čemuž byli v dokonalém kontaktu s ATR krystalem a záření mohlo částečně proniknout do analyzovaného materiálu. Polární krystal, ve tvaru lichoběžníkového hranolu. Svazek paprsků se přiváděl do krystalu soustavou zrcadel tak, aby úhel dopadu na fázové rozhraní vyhověl podmínce totálního odrazu. Měření bylo provedeno na všech vzorcích po 6 scanech s rozlišením 6. Počet scanů znamená počet spekter kumulovaných v rámci jednoho stanovení. Identifikace materiálového složení byla provedena na základě výsledků měření porovnaných s knihovnou (databází) infračervených spekter standardně měřených látek.

4.3. SEM analýza

Byla provedená SEM analýza vzorků identifikaci pevných látek, na přístroji VEGA TS 5130, který je plně počítačem řízený rastrovací elektronový mikroskop. Je určen k pozorování povrchů při velkém zvětšení s velkou hloubkou ostrosti, k zaznamenávání a archivování zvětšených obrázků ve standardním obrazovém formátu na počítačová záznamová média. Obrazy pak mohou být vytištěny nebo předány k dalšímu počítačovému zpracování a vyhodnocování obrázků. Mikroskop může být vybaven pro analýzu obrázků, zařízení pro analýzu materiálů zkoumaných vzorků na základě interakce povrchu vzorku s elektronovým paprskem.

SEM – rastrovací elektronový mikroskop standardně pracuje v režimu vysokého vakua, ale dokáže pracovat i v nízkovakuovém a environmentálním režimu. Z hlediska anorganických materiálů to znamená, že nevodivé anorganické vzorky se nemusí pokrývat tenkou vodivou vrstvou kovu, neboť plyn přítomný v komoře mikroskopu odvádí náboj ze vzorku k (uzemněným) stěnám komory. Pro analýzu složení ubrousku ale každý vzorek byl pokryt molekulární vrstvou zlata.

SE – sekundární elektrony, emitované elektronovými obaly atomů z velmi tenké povrchové vrstvy vzorků. Vzorek se před analýzou musí pokovit jedním z těchto kovů: Cu, Au, Ag, aby se odváděl povrchový náboj generovaný měřícím elektronovým paprskem.

4.4. Kationizování

Kationizace – způsob úpravy textilních vláken (zejména celulózových) s podílem vláken s rozdílnou afinitou k barvivům za použití kationizačního prostředku. Kationizování textilií se provádí před barvicím procesem pro zlepšení následků afinitních rozdílů po vybarvení (stejněměnější vybarvení) a zároveň zvýšení využití barviva. Kationizovaný textilní materiál více natahuje barvivo, než nekationizovaný.

Princip kationizace je v tom, že na celulózový řetězec se kovalentní vazbou v alkalickém prostředí naváže sloučenina s kationickými skupinami.

Pro experiment byl zvolen kationizační prostředek TEXAMIN ECE. TEXAMIN ECE – polyheterocyklická sloučenina, tekutá, kationaktivní.

Kationizace přípravkem Texamin ECE probíhá nejlépe při teplotě 40 – 50 °C. K reakci přípravku je nutná přítomnost alkálie. Hodí se jen hydroxid sodný. Nejsou vhodná soda, trinatriumfosfát, vodní sklo. Čas pro reakci je 30 - 40 minut. Na začátku textilní materiál se zpracovává v lázni s Texaminem ECE za studena, postupně se přidává roztok hydroxidu sodného a následně pozvolná se zvyšuje teplota roztoku na 40 -50 °C.

Dávkování Texaminu ECE provádí se v rozmezí 2 – 7 % z hmotnosti materiálu. Dávkování hydroxidu sodného se řídí pravidlem, že jeho množství činí 0,8 dílů pevného NaOH na 1 díl Texaminu ECE. Ale minimální dávka hydroxidu sodného má být 2,4 % z hmotnosti materiálu.

Stupeň kationizace se volí úměrně požadované sytosti vybarvení. Příliš nízká úroveň kationizace má za následek nižší využití barviva a naopak příliš vysoký stupeň kationizace může přivést k rychlému vyčerpání barviva z lázně a tím neegálnimu vybarvení.

Po kationizaci se materiál musí vyprat, důkladně opláchnout, po případě neutralizovat. Počet pracích vod závisí na „sytosti“ kationizace a na druhu barvicího zařízení. Přesný postup praní by měl být součástí konkrétního technologického postupu. Nedostatečné vyprání před barvením může způsobit snížení využití barviva, neegální vybarvení, zhoršení stálosti v otěru.

Pro kationizování vzorků byl použit 10 % tekutý Texamin ECE a 8 % pevný NaOH. Celkový objem roztoku 200 ml pro 5 g textilního materiálu (1:40).

0,5 g Texaminu ECE bylo rozpuštěno v 150 ml vody; 0,4 g NaOH bylo rozpuštěno v 50 ml vody. Pak byl vložen vzorek látky hmotnosti 5 g do 150 ml roztoku Texaminu ECE. Po 10 min přililo 50 ml roztoku NaOH zahřáto do 50 °C, pak na této teplotě roztok byl udržován po dobu 30 min.

Po ukončení kationizace byl materiál dobře opláchnut. A následně usušen. Čímž byl připraven pro další použití v experimentech.

4.5. Barvení vzorků

Pro barvení vzorků byla použita přímá barviva (Direct Dyes). Přímá barviva – běžně substantivní barviva, které barví „přímo“, jsou to většinou sodné nebo jiné rozpustné soli sulfokyselin azobarviv, vybarvující z neutrální lázně nativní a regenerované celulózové materiály, pravé hedvábí, vlnu a polyamid. Jsou ve vodě rozpustná, rozpustnost zajišťují sulfokupiny v molekule. Mají afinitu k celulózovým vláknům a jsou schopna se vázat fyzikálně chemickou vazbou na celulózu z vodných roztoků, zvláště za přítomnosti elektrolytu. Saturnová barviva jsou snadno rozpustná ve vodě a vybarvují vlákna v neutrální lázni za laboratorní teploty.



Obrázek 18 Obarvené vzorky bavlny

Mokré stálosti těchto barviv jsou nízké. Vadí zejména zapouštění ve vodě, v potu a v praní na bílý bavlněný a jiný materiál. Například již při namáčení – odležení před praním může dojít během 10 – 20 min k zapouštění barviva do ostatních textilií. V praxi je to velkou nevýhodou, která velmi omezuje používání barviv této třídy, při tom, že mají dobrou egalizační schopnost a jednoduchou technologii. Ale pro tento experiment (pro zjištění absorpčních schopností vůči barvivům zkoumaných ubrousků) je to výhoda.

Byla připravená 5 % barvicí lázeň, poměr 1:30 přibližně na 1 m², s přidáním 10 g·l⁻¹ NaCl. Navážená barviva byla natěsněná dvojnásobkem teplé vody, pak vlitá do požadovaného množství vody a přidán roztok NaCl. Krátce se povařila pro lepší rozpouštění barviva. Nakonec byl do barvicí lázně přidán vzorek bavlněného materiálu a samotné barvení probíhalo za varu 60 min. Všechny vzorky byly barveny vytahovacím způsobem.

4.6. Laboratorní praní

Velikost vzorků pro zkoušky stálosti za mokra jsou 10 x 4 cm a jsou sešívány na konci kratší strany. Byl použit speciální prací prášek – Normovaný 2408 ECE NON PHOSPHATE, v objemu 5 g·l⁻¹. Prací procesy byly prováděny při různých teplotách. Vzorek byl prán v patroně ve 100 ml prací lázni. Jako doprovodná textilie byla použita bavlněná textilie.

Praní vzorků se provádělo v přístroji AHIBA NUANCE ECO (Sample Machine) – stroj pro praní textilních materiálů.

Přístroj obsahuje 13 kovových patron. Jedna patrona má uvnitř senzor pro zjištění teploty uvnitř patrony, i v komoře. Zkoumané vzorky byly vloženy do patron s roztokem pracího prostředku, pevně se uzavřely a upevnily se na „kolotoči“ uvnitř přístroje.

Nastavil se program pro praní a pak následoval proces praní. „Kolotoč“ s patrony se otáčel ve směru hodinových ručiček 1 min a potom se směr měnil. Proto během pracího procesu docházelo k rovnoměrnému ohřevu všech patron a rovnoměrnému mechanickému namáhání textilního materiálu. Je to aparát s infračerveným ohřevem.

Prášek se nechal rozpustit ve vlažné vodě a pak prací roztok byl nalit do patronek po 100 ml do každé. Každý prací cyklus trval 60 min a byl prováděn při teplotách 40° C, 50° C, 60° C. Po praní bylo provedeno oplachování zkoumaných textilních vzorků ve vodě při teplotě 15 °C během 5 min. Před sušením byly sešity vzorky rozpáraný, aby nedošlo k zapouštění při teplotě sušení, rozloženy odděleně na papír a vysušený v sušicím zařízení HS 62 A. Sušárna byla používána do teploty 100° C.

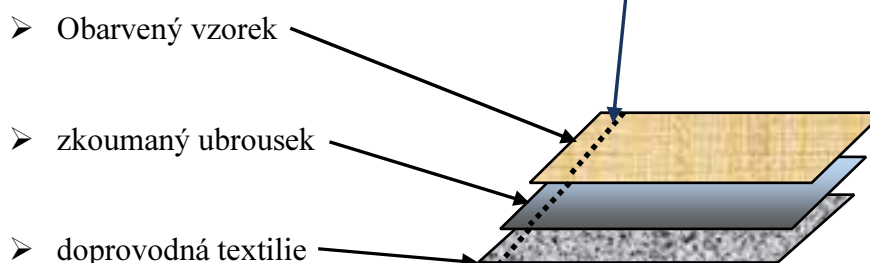
4.7. Metoda hodnocení vzorků - 1 - Šedá stupnice.

Šedá stupnice – etalon pro vizuální hodnocení změny odstínu, je sestavená z pěti párů matných destiček šedé barvy, znázorňujících pozorovanou barevnou odchylku, odpovídající stupňům stálosti 5, 4, 3, 2, 1. První část každého páru je neutrálně šedá, druhá část představuje světlejší šedé stupně od 5 do 1.

U šedé stupnice pro vizuální hodnocení zapouštění je první část páru proužků bílá, druhé části představují vzrůstající barevný rozdíl.

Cílem zkoušky bylo zjistit stupeň zapouštění do doprovodných textilií a ubrousků.

Obarvené vzorky a doprovodné textilie byly připraveny podle pravidla o rozměrech 10 x 4 cm v podobě sendviče. Klasické složení „sendviče“ bylo ale změněno tím, že obarvený vzorek se nekládal mezi doprovodné textilie. Mezi obarvený vzorek a doprovodnou textilií se vkládala jiná textilie. Vzorky byly sešity na kratší straně volným stehem pro snadné páření po vyprání.



Obrázek 19 Sdružený vzorek („sendvič“)

Vzorky pro hodnocení zapouštění byly připraveny (sešity) v tomto sledu:

- a) obarvený vzorek/ubrousek (absorber)/doprovodná textilie,
- b) obarvený vzorek/doprovodná textilie,
- c) obarvený vzorek/PA/doprovodná textilie,
- d) obarvený vzorek/kationizovaný PA/doprovodná textilie,
- e) obarvený vzorek/kationizovaná bavlna/doprovodná textilie,
- f) obarvený vzorek/nánovlákná (CO/PA)/doprovodná textilie.

Předloha a standard se pokládají těsně vedle sebe se shodnou orientací. Hodnotíme velikost rozdílu mezi obarveným vzorkem a doprovodnou textilií z vytvořených dvojic odstínu s různým stupněm rozdílu mezi nimi.

4.8. Metoda hodnocení vzorků - 2 – remisní měření

Základním cílem kolorimetrické analýzy bylo zjistit, jak velké množství barviva absorbovaly zkoumané ubrousky z prací lázně, nanovlákná, kationizovaná a nekationizovaná bavlněná a polyamidová textilií a doprovodná textilie.

Kolorimetrická analýza byla provedena na přístroji Data Flash 100. Spektrofotometer DataColor – počítačem řízený systém pro měření barevných vlastností materiálu. Přístroj měří *remisní* charakteristiky materiálu (spektrální činitel odrazu a prostupu světla).

Před zahájením práce na přístroji DataColor byla provedena kalibrace na černý, bílý a zelený standard. Vzorek byl uchycen do odklopného ramene. Každý vzorek byl proměřen na třech různých místech. Vlnová délka měření byla v rozmezí 400 – 700 nm. Naměřené hodnoty byly zaznamenávány do speciálního programu v počítači. Takto získaná data byla převedena do Microsoft Excel a dále v tomto programu zpracována.

Pro tento experiment byly zvoleny jako standardy neprané obarvené vzorky bavlněné tkaniny. Pak byly proměřeny ubrousky, vyprané vzorky a doprovodné textilie.

Pro popis remise, naměřené hodnoty byly přepočítány (dle rovnice 1) na lineární funkci, základní vztah mezi koncentrací barviva a optickým projevem, podle Kubelkova – Munkové závislosti:

$$K/S = (1-R)^2/R,$$

(Rovnice 1)

kde:

R – je remisní stupeň

K/S – je parametr lineárně závislý na koncentraci barviva ve vlákne,

K – je absorpční koeficient

S – je zdánlivý rozptylový koeficient

V programu Microsoft Excel byly vytvořeny K/S křivky zkoumaných textilií.

K. M. analýza se vztahuje na monochromatické záření, proto hodnoty K/S jsou funkcí vlnové délky.

Pro porovnání barevnosti (intenzity) vzorků byla naměřená data přepočítána podle vzorce:

$$I = \sum_{(\lambda)} K/S * 10 \quad (\text{Rovnice 2})$$

kde:

I – je intenzita /barevnost) vzorku

$\sum_{(\lambda)}$ – je suma vlnových délek (spektrum vlnových délek)

K/S – je parametr lineárně závislý na koncentraci barviva ve vlákne

10 – je rozmezí vlnových délek (interval měření)

Výsledky a vyhodnocení

1. Zjištěné informace o ubrouscích do pračky

Shromážděné komerčně dostupné ubrousky byly zkoumány pomocí IR a SEM analýzy a vizuálním hodnocením na katedře netkaných textilií. Výsledkem IR a SEM analýz bylo zjištění materiálového složení ubrousků. A výsledkem vizuálního hodnocení na katedře netkaných textilií byl stanoven předpokládaný způsob výroby.

1.1. Způsoby výroby ubrousků

Všechny uvedené absorpční ubrousky pro praní byly vyrobené s využitím netkaných technologií. Jsou to tedy netkané textilie. *Netkaná textilie* – je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením nebo kohezí (soudružnosti) anebo adhezí (přilnavosti) s výjimkou, papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením a plstěním.

Vláknenné suroviny a pojiva jsou většinou polymery. Na výrobu netkaných textilií se používají různá vlákna jako polypropylenová, polyesterová, polyamidová, celulózová. A také hodně se používají druhotné suroviny.

V každé textilní výrobě počínaje čištěním přírodních vláken vzniká určité množství technologického odpadu (10 % - 20 % ze vstupujících surovin), které pro vyšší obsah nečistot, malou délku vláken, či z jiných důvodů nelze znovu využít k výrobě nití. Snaha zpracovat tyto materiály přivedla k rozvoji nových technologií výroby textilních materiálů bez tkání a pletení. Z textilních odpadů je možné vyrábět textilie s vlastnostmi podobnými vlastnostem plstí. Zpracováním technologických odpadů (druhotných surovin) se vyrábí netkané textilie. *Druhotné suroviny* – jsou to textilní vlákna v jakékoliv formě. Vlákna mohou pocházet z:

- vláknenných odpadů přádelen,
- plošných textilií rozvolněných trháním,
- (částečně) rozvolněných plošných textilií a nití krácených sekáním,
- roztavených odpadů z umělých vláken.

Výroba netkaných textilií novými metodami přivádí k efektivnějším a levnějším způsobům výroby plošných textilních útvarů, v porovnání s poměrně komplikovanými postupy výroby textilií klasickými technologiemi tkaní nebo pletení.

Všechny zkoumané ubrousky jsou netkané textilie lišící se mezi sebou způsobem výroby, ale mají však i něco společného, a to, že jsou kalandrované.

Kalandrování – je zušlechťovací proces, při kterém na plošné textilie působí tlak otáčejících se válců. Účelem kalandrování je dodání textilním materiálům určitého vzhledu, nebo používá se pro termofixaci textilií z termoplastických vláken.

Předpokládané způsoby výroby ubrousků uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3 Způsoby výroby ubrousků do pračky

Název ubrousku do pračky	Způsob výroby
Protect Iberia	Mechanický způsob přípravy vlákenné vrstvy (příprava vlákenné pavučiny – mykáním), vrstvení vlákenné pavučiny – kladením, chemické pojení postříkem nebo impregnací, kalandrování. Použité druhotné suroviny.
Dekn mit	Technologie Spunlaced – technologie zpevňování vlákenných vrstev paprsky vody (je využito proudu vody k provázání jednotlivých vláken rouna, následné odvodnění a sušení), kalandrování.
Colour magnet	Mechanický způsob přípravy vlákenné vrstvy (příprava vlákenné pavučiny – mykáním), vrstvení vlákenné pavučiny – kladením, chemické pojení postříkem nebo impregnací, kalandrování.

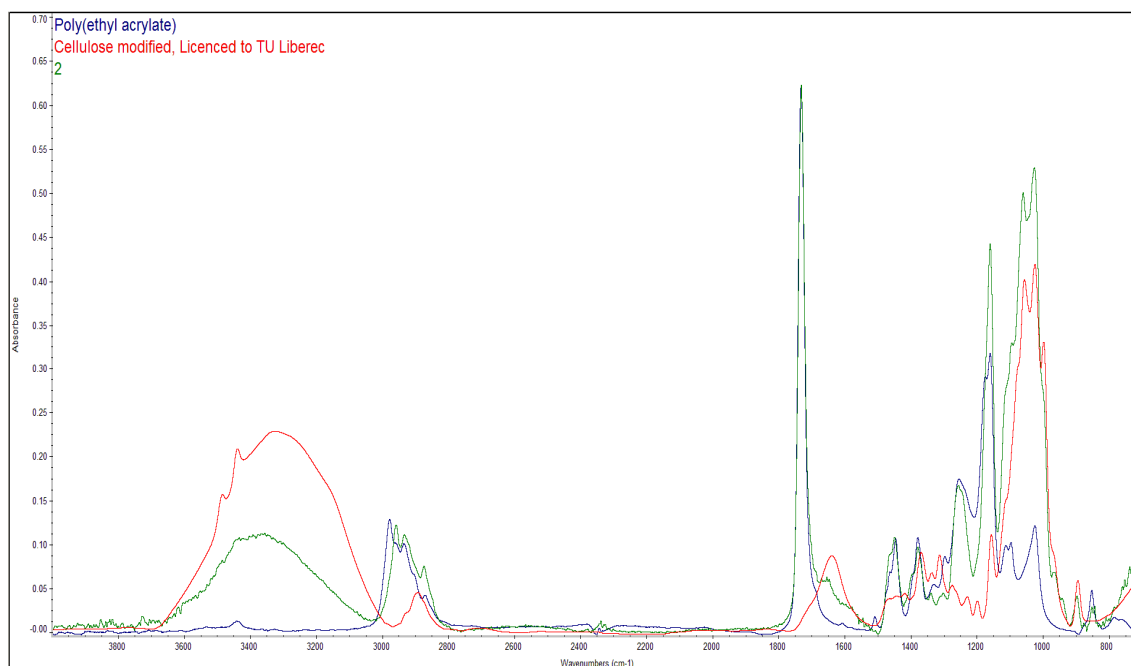
1.2. Znázornění výsledků IR analýzy

Infračervená spektrometrie (IR) je nedestruktivní analytická technika používaná k identifikaci a strukturní charakterizaci organických sloučenin a anorganických látek. Tato technika zaznamenává pohlcení nebo reflektanci infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovaným materiálem.

Difúzní reflektance a zeslabená úplná reflektance (ATR) jsou reflektančními technikami měření vzorků. Zeslabená úplná reflektance je založena na principu násobného úplného odrazu záření na fázovém rozhraní měřeného vzorku a měřicího krystalu z materiálu o vysokém indexu lomu. Analytickým výstupem je infračervené spektrum, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie dopadajícího záření.

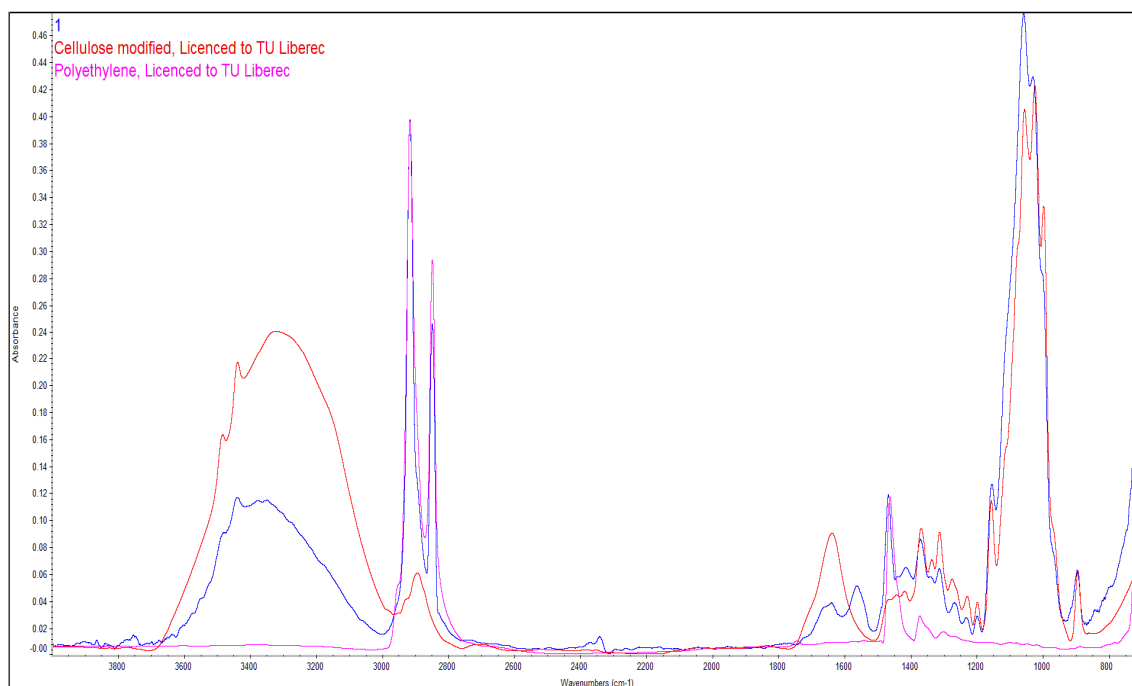
Výsledky IR analýzy ukázaly, že zkoumané ubrousky se skládají z těchto vlákněných směsí:

- Ubrousek Protect Iberia – celuloza, poly (ethyl acrylate)



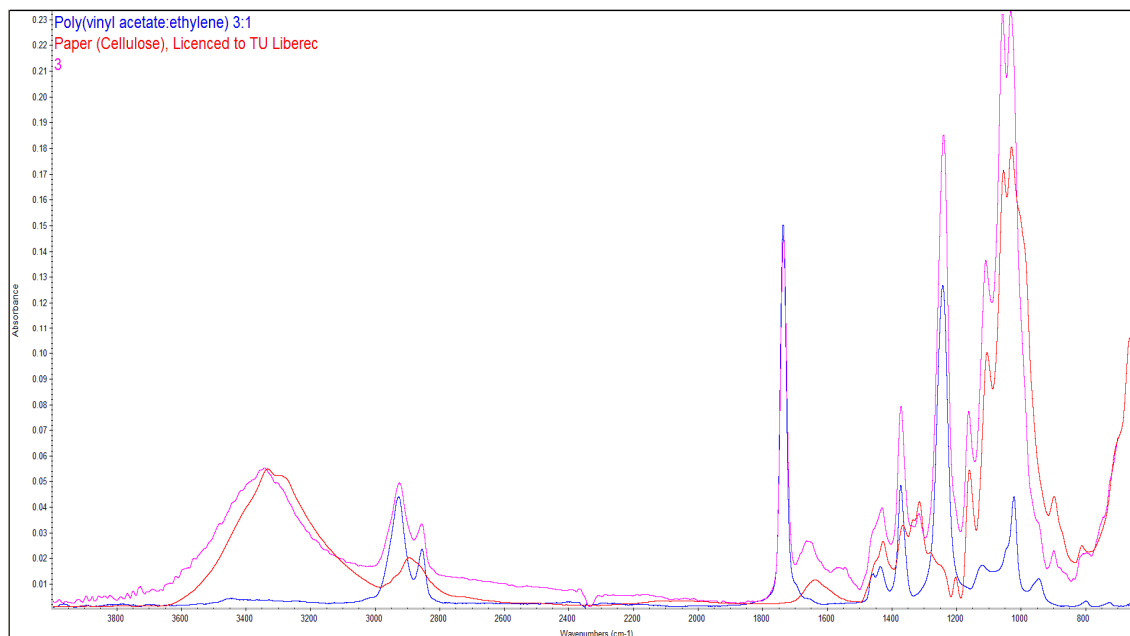
Obrázek 20 IR spektrum ubrousku Protect Iberia [zdroj: Ing Müllerová]

- Ubrousek Denk mit – celulóza, polyethylene



Obrázek 21 IR spektrum ubrousku Denk mit [zdroj: Ing. Müllerová]

- Ubrousek Colour magnet – celuloza (paper), poly (vinyl acetate ethylene)



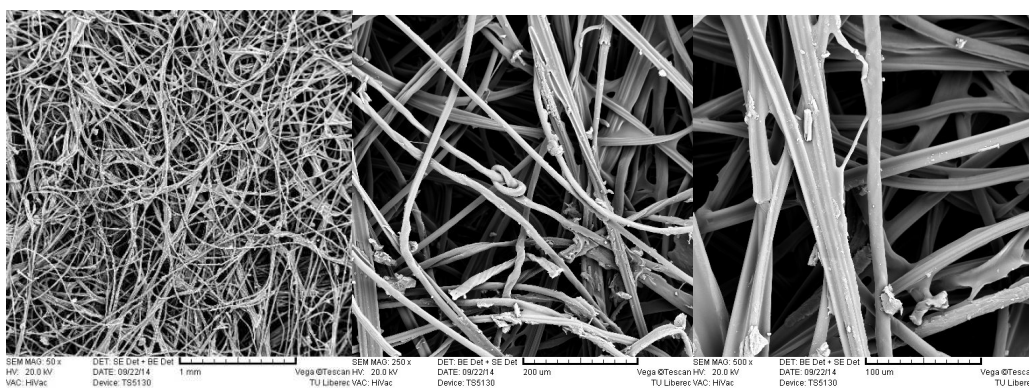
Obrázek 22 IR spektrum ubrousku Colour magnet [zdroj: Ing. Müllerová]

1.3. Znázornění výsledků SEM analýzy

SEM – skenovací elektronová mikroskopie určená k pozorování povrchu různých objektů nepřímou metodou, kde obraz se tvoří sekundárním signálem odražených sekundárních elektronů. Přístroj nabízí vysokou ostrost, možnost trojrozměrného pohledu z dvojrozměrných fotografií. Další předností tohoto mikroskopu je možnost získání více informací o zkoumaném vzorku. V komoře preparátu vzniká při interakci urychlených elektronů s hmotou více signálů, které umožní získat další informace, jako jsou prvkové složení vzorků a velikostní zastoupení jednotlivých prvků.

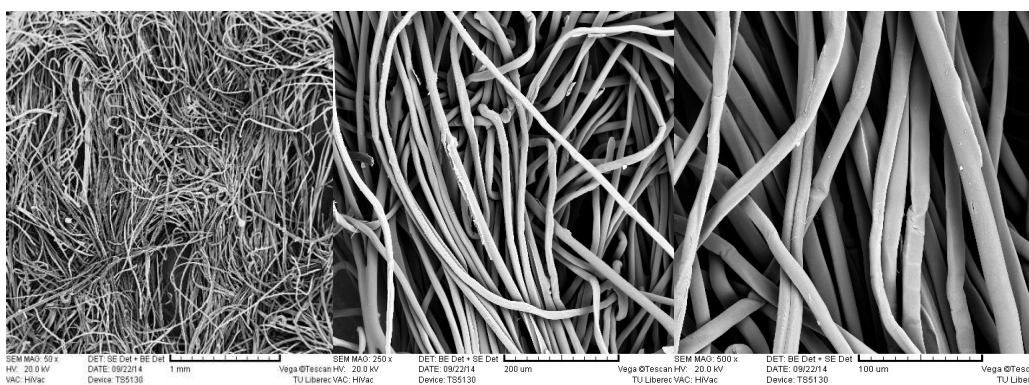
Výsledky SEM analýzy ukázaly, že ubrousky se skládají z těchto vláknenných směsí:

- Protect „Iberia“ – polyester, celulóza (viskóza), polyakrylátu



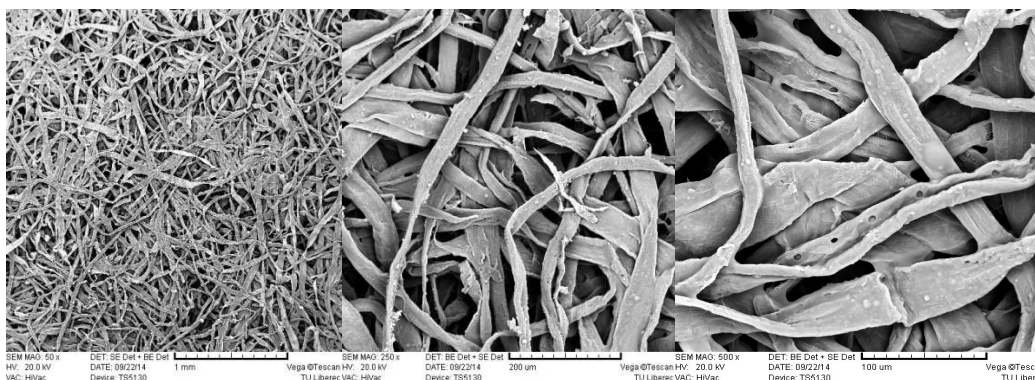
Obrázek 23 Vláčna v mikroskopu ubrousku Protect [zdroj: Ing. Grabmüllerová]

- Denk mit – polyetylen, celulóza



Obrázek 24 Vláčna v mikroskopu ubrousku Denk mit [zdroj: Ing. Grabmüllerová]

- Colour magnet – polyvinylacetát (<5 %), celulóza (bavlna)



Obrázek 25 Vlákna v mikroskopu ubrousku Colour magnet [zdroj: Ing.Grabmüllerová]

2. Výsledky pokusů praní – modifikované stálostní zkoušky

Při klasických stálostních zkouškách pro mokré stálosti v praní se zkoumá přechod barviva z obarveného vzorku na doprovodnou textilii, kterou je zkoumaný vzorek obložen a vypadá jako sendvič.

Klasická příprava textilních materiálů pro stálostní zkoušky byla změněná tímto způsobem – mezi obarvený vzorek a doprovodnou textilií se vkládal jiný materiál, jako vysoce absorpční ubrousky do pračky, kationizované bavlněné a polyamidové látky, nanovlákna na bavlněném podkladu.

Výsledky experimentu ukázali, že zkoumané ubrousky skutečně absorbují velkou část barviva z prací lázně, což je dobře vidět při porovnání grafů hodnot K/S jednotlivých vzorků (viz. Příloha 1 – grafy).

Pokus s obarveným vzorkem a bílou doprovodnou textilií bez jiné látky byl proveden pro předvedení schopnosti čisté doprovodné textilie natahovat barvivo z prací lázně.

Po porovnání intenzity (barevnosti) vzorků v následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty barevnosti textilních materiálů používaných při pokusech spočítané na základě naměřených dat, podle rovnice (viz. $I = \sum_{(\lambda)} K/S * 10$ (Rovnice 2)). Čím větší hodnota intenzity, tím vzorek je tmavší, což znamená, že absorboval více barviva z prací lázně.

Tabulka 4 Pokus s nanovlákný na bavlněném podkladu

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Nanovlákná (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1466	3	91
Modrá	40	3595	2154	9	175
Žlutá	40	1314	839	27	392

Z tabulky 4 je vidět, že hodnoty intenzity u nanovláken na bavlněném podkladu jsou velmi malé v porovnání s ostatními textiliemi. Dá se říct, že nanovlákná neabsorbují barvivo z prací lázně. Málo množství absorboval bavlněný podklad.

Tabulka 5 Pokus s ubrouskem Colour magnet

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Ubrousek (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1482	38	37
	50	1784	1331	141	86
	60	1784	1168	144	142
Modrá	40	3595	2663	90	92
	50	3595	2049	148	239
	60	3595	1518	180	282
Žlutá	40	1314	950	302	194
	50	1314	799	463	429
	60	1314	604	343	427

Z tabulky 5 je vidět, že ubrousek Colour magnet při teplotě 40°C a 60°C absorboval téměř stejné množství červeného barviva, jako doprovodná textilie, ale při 50°C dvakrát více. Modré barvivo absorboval ubrousek podobně jako doprovodná textilie při 40°C, méně, než dvakrát při 50°C a 60°C. Žluté barvivo absorboval ubrousek téměř stejně, jako doprovodná textilie při 50°C, při 40°C o třetinu více a při 60°C naopak skoro o třetinu méně, než doprovodná textilie.

Tabulka 6 Pokus s ubrouskem Denk mit

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Ubrousek (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1406	234	37
	50	1784	1188	331	56
	60	1784	1198	552	75
Modrá	40	3595	2406	1173	112
	50	3595	1773	1774	178
	60	3595	1626	1568	186
Žlutá	40	1314	794	429	94
	50	1314	631	814	295
	60	1314	597	921	298

Z tabulky 6 je vidět, že ubrousek Denk mit při teplotě 40°C absorboval: červené barvivo šestkrát, modré desetkrát a žluté sedmkrát více než doprovodná textilie. Při teplotě 50°C: červené barvivo šestkrát, modré desetkrát, žluté třikrát více než doprovodná textilie. Při teplotě 60°C: červené barvivo sedmkrát, modré osmkrát a žluté třikrát více, než doprovodná textilie.

Tabulka 7 Pokus s ubrouskem Protect Iberia

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Ubrousek (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1436	158	33
	50	1784	1405	241	38
	60	1784	1183	306	47
Modrá	40	3595	2256	579	85
	50	3595	2056	758	108
	60	3595	1632	1399	108
Žlutá	40	1314	769	641	175
	50	1314	711	739	169
	60	1314	529	866	149

Z tabulky 7 je vidět, že ubrousek Protect Iberia absorboval při teplotě 40°C: červené barvivo pětkrát, modré šestkrát, žluté pětkrát více než doprovodná textilie. Při teplotě 50°C bylo absorbováno ubrouskem: červeného barviva osmkrát, modrého šestkrát, žlutého pětkrát více než doprovodná textilie. Při teplotě 60°C ubrousek absorboval: červené barvivo sedmkrát, modré dvanáctkrát, žluté šestkrát více, než doprovodná textilie.

Tabulka 8 Pokus s kationizovanou bavlnou

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Kationizovaná bavlna (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1438	92	70
	50	1784	1048	175	116
	60	1784	1238	151	100
Modrá	40	3595	2337	306	171
	50	3595	1737	653	298
	60	3595	1884	407	218
Žlutá	40	1314	825	477	351
	50	1314	692	738	458
	60	1314	699	711	357

Z tabulky 8 je vidět, že kationizovaná bavlna při teplotě 40°C absorbovala: červené a žluté barviva jen o trochu více než doprovodná textilie, modré skoro dvakrát více. Při 50°C do ubrousku bylo absorbováno: červeného barviva o něco málo více, modrého dvakrát více a žlutého jeden a půl krát více, než do doprovodné textilie. Při 60°C ubrousek absorboval: červené barvivo něco málo, modré a žluté dvakrát více než doprovodná textilie.

Tabulka 9 Pokus s kationizovaný polyamidem

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Kationizovaný PA (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1362	34	95
	50	1784	1295	37	126
	60	1784	1328	36	193
Modrá	40	3595	2349	42	312
	50	3595	2020	41	247
	60	3595	2019	51	537
Žlutá	40	1314	901	94	499
	50	1314	792	123	532
	60	1314	749	158	760

Z tabulky 9 je patrné, že kationizovaný polyamid absorbuje malé množství barviva.

Tabulka 10 Pokus s nekationizovaný polyamidem

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků			
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Nekationizovaný PA (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1448	30	74
	50	1784	1288	34	161
	60	1784	1142	34	177
Modrá	40	3595	2607	36	158
	50	3595	2009	41	452
	60	3595	2488	48	469
Žlutá	40	1314	936	63	369
	50	1314	792	92	532
	60	1314	658	99	480

Z tabulky 10 je vidět, že nekationizovaný polyamid absorbuje barvivo nepatrně.

Tabulka 11 Slepý pokus

Barva	Teplota praní (°C)	Barevnost (intenzita) vzorků		
		Obarvený (před praním)	Obarvený (po praní)	Doprovodná textilie (po praní)
Červená	40	1784	1376	88
	50	1784	1251	163
	60	1784	1335	147
Modrá	40	3595	2420	169
	50	3595	2039	237
	60	3595	1517	724
Žlutá	40	1314	827	436
	50	1314	816	513
	60	1314	641	701

V tabulce 11 uvedené hodnoty ukazují na schopnost neupravené bavlněné tkaniny absorbovat barviva z prací lázně. Pro porovnání s doprovodnými textiliemi vypranými při různých experimentech.

Tabulka 12 Porovnání vypraných doprovodných textilií

Barva	Teplota praní (°C)	Intenzita (barevnost) doprovodné textilií vyprané s:						
		Ubrous. Colour magnet	Ubrous. Denk mit	Ubrous. Protect Iberia	Nano-vlákna	Kationi -zovaná CO	Kationi -zovaný PA	Ne-kationi zovaný PA
Červená	40	37	37	33	92	70	95	74
	50	86	56	38		116	126	161
	60	142	75	47		100	193	177
Modrá	40	92	112	85	175	171	312	158
	50	239	178	108		298	247	452
	60	282	186	108		218	537	469
Žlutá	40	194	94	175	391	351	499	369
	50	429	295	169		458	532	532
	60	426	298	149		357	760	480

Z tabulky 12 je zřejmé, že zapouštění na doprovodné textilie u pokusů s vysoce absorpčními ubrousky je mnohem menší, než na doprovodné textilie z pokusů s nanovláknem, kationizovanou bavlněnou a polyamidovou textilií.

Kationizovaná bavlněná a polyamidová textilie natahuje více barviva, než nekationizovaný materiál, ale o hodně méně než speciální ubrousky. Nekationizovaný polyamid barvivo absorboval nepatrně.

Nanovláknem na bavlněném podkladu barvivo prakticky neabsorbovala. A navíc, po praní část nanovláken zůstala na doprovodné textilií.

Závěr

Cílem této práce bylo prozkoumat vysoce absorpční komerčně dostupné textilie. Zjistit jejich materiálové složení experimentálními postupy v laboratorních podmínkách, ověřit jejich schopnost absorbovat barvivo z prací lázně při různých teplotách (40°C, 50°C, 60°C), navrhnout vlákna pro vytvoření nových vysoce absorpčních textilií vůči barvivům.

Teoretická část této práce byla zaměřena na seznámení se základní jednotkou textilních materiálů – vláknem, popsáním jeho charakteristiky a vlastností souvisejících s barvením textilních materiálů, jako je uvedení do teorie barevnosti, barviv a postup barvení textilií. Byla popsána teorie a principy stálostních zkoušek za mokra při praní. Práce je zaměřená na analýzu absorpčních ubrousků používaných v domácnosti při praní uvedená charakteristika procesu praní a problémy vznikající v domácnosti při praní. Následuje možné řešení problému vznikajících při praní a seznámení s vysoce absorpčními ubrousky do pračky zachycující barviva, které zabraňují náhodnému přenosu barviva.

V praktické části v přehledné formě tabulek byly zobrazeny použité materiály a chemikálie pro experimenty. Také byla uvedena stručná charakteristika použitých přístrojů a metod pro práci na těchto přístrojích. Dále jsou popsány: pracovní postupy při zjištění materiálového složení zkoumaných ubrousků, pokusy zvýšení absorpčních schopností vůči barvivu bavlněné a polyamidové textilie. Poté byl popsán proces barvení vzorků a následně provedené modifikované stálostní zkoušky za mokra při praní. Jsou uvedeny metody: hodnocení vzorků podle šedé stupnice (zapuštění při praní) a hodnocení vzorků pomocí hodnot K/S (vypočteno z remisních dat zjištěných měřením na datacoloru).

Z provedených experimentů a analýz vyplývá, že hlavní složkou všech vysoce absorpčních textilií vůči barvivům (komerčně dostupných ubrousků zachycujících barviva) jsou celulósová vlákna. Nejvíce absorbovaly barvivo ubrousky z viskózových vláken a s větší plošnou hmotností. Chemická vlákna byla použita jako pojivo. Analýza složení také ukázala, že byly použity druhotné suroviny.

Při experimentu byly také použity velmi populární textilie současnosti, které čeká velká budoucnost, a to nanovlákna (na bavlněném podkladu).

Výsledky experimentu ukázaly, že nanovlákná téměř neabsorbují barvivo z prací lázně a po praní část nanovláken ulpívá na povrchu doprovodné textilie. Když vezmeme v úvahu, že potřebujeme vysoce absorpční textilie vůči barvivům používané při praní, tak nanovlákná nejsou vhodnou surovinou pro výrobu takové textilie.

Živočišná (proteinová) vlákna jsou značně hydrofilní a dobře barvitelná. Vlna jako absorpční vlákno „dýchá“ tím, že odvádí vlhkost od těla. Může pojmout až 40 % své váhy, ale je velmi choulostivá, nesnáší vysoké teploty (praní do 30 °C) a alkalické prostředí. Proto vlněná vlákna nejsou vhodnou surovinou pro výrobu textilií absorbujících barviva z prací lázni.

Pro výrobu textilních materiálů s vysokou absorpční schopností jsou druhotné suroviny skvělou volbou, protože jsou výhodnější z ekonomického hlediska a zároveň mají lepší absorpční schopnosti než původní textilie, poněvadž vlákna ze starých textilií, které prošla spoustou pracích cyklů (mnohonásobným praním) se stávají měkčí a otevřenější. Především suroviny z bavlněných a viskózových vláken.

Absorpční proces předpokládá nejprve vznik vlhkosti či kapaliny do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následně navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je podmíněn použitím textilie alespoň částečně obsahujících sorpční vlákna.

A tak pro výrobu vysoce absorpčních netkaných textilií by se dala použít tato vlákna:

- buničina z celulózových vláken,
- sisalová vlákna (vlákno z listů Agave sisalana),
- abaková vlákna (Abaca – manilské konopí),
- ramia (Rhea – čínská tráva),
- uhlíková vlákna s mikroporézní strukturou,
- alginátová vlákna (textilní materiál chemický vyrobený z hnědých mořských řas, schopné absorbovat látky až s dvacetinásobkem své hmotnosti),
- modalová vlákna,
- permanentně hydrofilní polypropylen,
- CO – linters (velmi krátká nespřadatelná vlákna bavlny),
- hydrolyzované roubované kopolymery polyakrylonitrilu s celulózou,
- vlákna na bázi karboxymethylcelulózy (její sodné soli).

Pro zvýšení absorpce barviva na celulózová vlákna bylo by dobré nanést přísady NaCl nebo $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.

Absorpční textilie je možné vyrábět netkanými technologiemi:

- spunlaced,
- mechanickým způsobem (mykání/kladení).

Žijeme v době, kdy se nejrůznější odpady stávají významnou komoditou. Vzhledem ke značným objemům těchto odpadů je jejich další zpracování a využití nejen ekologickým, ale i ekonomickým přínosem. Recyklace textilií je systémem sloužícím k racionálnímu využití odložených textilií a textilních odpadů. Průmyslové odpady z textilní výroby se zpracovávají na druhotné suroviny.

Druhotné suroviny dostávají druhý život znovuzrozením ve formě netkaných textilií. V dnešní době textilní materiály s vysokou absorpční schopností pro zdravotnické a technické účely se vyrábí většinou s použitím druhotných surovin. Podíl druhotných surovin ve směsi může v netkaných textiliích dosahovat 30 % až 100 %.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Rozdělení vláken	12
Obrázek 2 Elektromagnetické záření [zdroj: 21]	15
Obrázek 3 Vlnové délky barev [zdroj: 21].....	15
Obrázek 4 Vnímání barevnosti [zdroj: 22].....	16
Obrázek 5 Šedá stupnice pro zapouštění [zdroj: 23].....	25
Obrázek 6 Šedá stupnice pro odstín [zdroj: 23]	25
Obrázek 7 Náhodné přenos barev, zapouštění [zdroj: 24]	26
Obrázek 8 Návod na požití ubrousků.....	27
Obrázek 9 Obchodní značky ubrousků do pračky	27
Obrázek 10 Praní věcí různých barev [zdroj: 24]	28
Obrázek 11 Přístroj Nicolet iS 10 [zdroj: 25]	30
Obrázek 12 Přístroj VEGA TS [26]	30
Obrázek 13 Analytické váhy	31
Obrázek 14 Přístroj AHIBA ECO.....	31
Obrázek 15 Přístroj HS 62 A	32
Obrázek 16 Přístroj DataColor [zdroj: vlastní]	32
Obrázek 17 Ubrousky	33
Obrázek 18 Obarvené vzorky bavlny.....	36
Obrázek 19 Sdružený vzorek („sendvič“).....	38
Obrázek 20 IR spektrum ubrousku Protect Iberia [zdroj: Ing Müllerová].....	43
Obrázek 21 IR spektrum ubrousku Denk mit [zdroj: Ing. Müllerová].....	44
Obrázek 22 IR spektrum ubrousku Colour magnet [zdroj: Ing. Müllerová].....	44
Obrázek 23 Vlákna v mikroskopu ubrousku Protect [zdroj: Ing. Grabmüllerová]	45
Obrázek 24 Vlákna v mikroskopu ubrousku Denk mit [zdroj: Ing. Grabmüllerová].....	45
Obrázek 25 Vlákna v mikroskopu ubrousku Colour magnet [zdroj: Ing. Grabmüllerová].....	46

Seznam tabulek

Tabulka 1 Experimentální textilní materiály.....	29
Tabulka 2 Experimentální chemikálie.....	29
Tabulka 3 Způsoby výroby ubrousků do pračky.....	42
Tabulka 4 Pokus s nanovlákný na bavlněném podkladu.....	47
Tabulka 5 Pokus s ubrouskem Colour magnet.....	47
Tabulka 6 Pokus s ubrouskem Denk mit.....	48
Tabulka 7 Pokus s ubrouskem Protect Iberia.....	48
Tabulka 8 Pokus s kationizovanou bavlnou.....	49
Tabulka 9 Pokus s kationizovaný polyamidem.....	50
Tabulka 10 Pokus s nekationizovaným polyamidem.....	50
Tabulka 11 Slepý pokus	51
Tabulka 12 Porovnání vypraných doprovodných textilií.....	51

Seznam příloh

Graf 1 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet.....	66
Graf 2 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet.....	66
Graf 3 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet.....	66
Graf 4 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet.....	67
Graf 5 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet.....	67
Graf 6 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet.....	67
Graf 7 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Colour magnet.....	68
Graf 8 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Colour magnet.....	68
Graf 9 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, Colour magnet.....	68
Graf 10 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit	69
Graf 11 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit	69
Graf 12 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit	69
Graf 13 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit	70
Graf 14 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit	70
Graf 15 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit	70

Graf 16 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit	71
Graf 17 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit	71
Graf 18 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit	71
Graf 19 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	72
Graf 20 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	72
Graf 21 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	72
Graf 22 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	73
Graf 23 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	73
Graf 24 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	73
Graf 25 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	74
Graf 26 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	74
Graf 27 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia.....	74
Graf 28 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nanovláknina na bavlněném podkladu.....	75
Graf 29 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nanovláknina na bavlněném podkladu.....	75
Graf 30 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, nanovláknina na bavlněném podkladu	75
Graf 31 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna	76
Graf 32 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna	76

Graf 33 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna	76
Graf 34 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna	77
Graf 35 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna	77
Graf 36 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna	77
Graf 37 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna	78
Graf 38 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna	78
Graf 39 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna	78
Graf 40 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna.....	79
Graf 41 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna.....	79
Graf 42 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna.....	79
Graf 43 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	80
Graf 44 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	80
Graf 45 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	80
Graf 46 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	81
Graf 47 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	81
Graf 48 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna.....	81
Graf 49 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, kanonizovaný PA.....	82

Graf 50 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, kationizovaný PA.....	82
Graf 51 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, kationizovaný PA.....	82
Graf 52 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, kationizovaný PA.....	83
Graf 53 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, kationizovaný PA.....	83
Graf 54 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, kationizovaný PA.....	83
Graf 55 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA.....	84
Graf 56 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA.....	84
Graf 57 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA.....	84
Graf 58 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nekationizovaný PA.....	85
Graf 59 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, nekationizovaný PA.....	85
Graf 60 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, nekationizovaný PA.....	85
Graf 61 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA.....	86
Graf 62 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA.....	86
Graf 63 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA.....	86
Graf 64 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA.....	87
Graf 65 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA.....	87
Graf 66 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA.....	87

Seznam použité literatury a zdrojů

[1] **Prof. Ing. Jiří Krytůfek, CSc., Doc. Ing. Jakub Wiener, Ph. D.** *Barvení textilií 1*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 987-80-7372-328-6.

[2] **Prof. Ing. Jiří Krytůfek, CSc., Doc. Ing. Jakub Wiener, Ph. D., Ing. Dagmar Macháňová.** *Barvení textilií 2*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-796-3.

[3] **Prof. RNDr. Oldřich Jirsák, CSc., Ing. Klara Kalinová, PhD.** *Netkaní textílie*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2009.

[4] **Ing. Vik, Michal.** *Základy měření barevnosti 1 díl*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 1995. ISBN 80-7083-162-6.

[5] Hanibal Outdoor Academy. *Web Redie*. [Online] Newsletter, 2000. [Citace: 29. duben 2015.] <http://www.hanibal.cz/academy/poradna/slovník-pojmu/125-tencel/>.

[6] Infračervená spektroskopie. *Web Infrared*. [Online] [Citace: 30. duben 2015.] <http://old.vscht.cz/lms/Zverze/Infrared.htm>.

[7] TREVOS Košťálov s.r.o. *Web Trevos Košťálov*. [Online] 2005. [Citace: 29. duben 2015.] http://www.trevos-kostalov.cz/php_cz/pop_upr.php.

[8] VELKÝ LÉKAŘSKÝ SLOVNÍK online. *Web Lékařské slovníky*. [Online] Copyright © Maxdorf, 2008. [Citace: 29. duben 2015.] <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/vata>.

[9] **iDnes, MF.** *iDnes.cz/Ekonomika*. *Web iDnes.cz*. [Online] 21. 1. 2005. [Citace: 29. duben 2015.] <http://ekonomika.idnes.cz/na-savem-jadru-zalezi-nejvice-djr-/test.aspx?c=2005M017t07B>.

[10] **J. Szadowski, Z. Niewiadomski.** Direct dyes containing two urea groups. *ELSEVIER*, <http://www.journals.elsevier.com/>. *Dyes and Pigments* 40 (1999) 193±198, June 1998, Institute of Dyestuff, Technical University of Lodz 90-924 Lodz, Poland.

[11] **K. Sawada(a), M. Ueda(b).** Adsorption behavior of direct dye on cotton in non-aqueous media. *ELSEVIER*, www.elsevier.com/locate/dyepig. *Dyes and Pigments* 58 (2003) 37–40, January 2003, (a)Department of Chemistry and Material Technology, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan. (b)Department of Design Engineering and Management, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan.

[12] **M.M. Kamel, M.M. El Zawahry, N.S.E. Ahmed, F. Abdelghaffar.** Ultrasonic dyeing of cationized cotton fabric with natural dye. Part 1: Cationization of cotton using Solfix E. *ELSEVIER, journal homepage: www.elsevier.com/locate/ultsonch*. Ultrasonics Sonochemistry 16 (2009) 243–249, August 2008, Sv. 1, National Research Centre, Textile Research Division, El-Behoos Street, Dokki, P.O. Box 12622 Cairo, Egypt.

[13] **P.K. Chatterjee (a), B.S. Gupta (b).** *Absorbent Technology*. (a) Nutech International Co., 331 McDowell Drive, East Brunswick, NJ 08816, USA. (b) North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-8301, USA : Elsevier, March 2002. ISBN: 978-0-444-50000-7.

[14] **R. Chapman.** *Applications of Nonwovens in Technical Textiles*. UK : Woodhead Publishing, June 2010. ISBN: 978-1-84569-437-1.

[15] **R. Zarzycki, A. Chacuk,.** *Absorption. Fundamentals & Applications*. Faculty of Process & Environmental Engineering, Technical University of Lodz : Pergamon, April 1993. ISBN: 978-0-08-040263-5.

[16] **S.M. Burkinshaw, A. Gotsopoulos.** Pretreatment of cotton to enhance its dyeability. Part 2. Direct dyes. *ELSEVIER, journal homepage: www.elsevier.com/locate/ultsonch*. Dyes and Pigments 42 (1999) 179±195, January 1999, Sv. 2, Specialty Chemical Group, Department of Colour Chemistry, The University, Leeds, LS2 9JT, UK.

[17] Bauermedical. *Web Bauermedical*. [Online] 27. 7. 2010. [Citace: 29. duben 2015.] http://www.bauermedical.cz/bauer_bandage.html.

[18] YouTube. *Web YouTube*. [Online] Colour Catcher video, 21. 3. 2007. [Citace: 29. duben 2015.] <https://www.youtube.com/watch?v=7bk6gRfJWWc&feature=youtu.be>.

[19] YouTube. *Web YouTube*. [Online] ColourCatcherVideo, 10. 6. 2010. [Citace: 29. duben 2015.] <https://www.youtube.com/watch?v=yg92BfHKw3c>.

[20] **prof. MUDr. Alena Pospíšilová, CSc.** Praktické lékárenství. www.praktickelekarenstvi.cz. [Online] 6. 6 2010. [Citace: 29. duben 2015.] http://www.bauermedical.cz/bauer_bandage.html.

[21] Elektromagnetické spektrum. *Google*. [Online] Obrázky. [Citace: 6. 5. 2015.] <https://www.google.cz/search?q=elektromagnetick%C3%A9+spektrum&espv=2&biw=>

1280&bih=666&site=webhp&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=pI02VdqaLYHVOMvngbgG&ved=0CCsQsAQ.

[22] Barevné vnímání. *Google*. [Online] Obrázky. [Citace: 6. 5. 2015.] <https://www.google.cz/search?q=barevn%C3%A9+vn%C3%ADm%C3%A1n%C3%AAD&espv=2&biw=1280&bih=666&site=webhp&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=gI82VbHjGImfsgHwsYGQDw&ved=0CEoQsAQ>.

[23] Šedá stupnice. *Google*. [Online] Obrázky. [Citace: 6. 5. 2015.] <https://www.google.cz/search?q=%C5%A1ed%C3%A1+stupnice+obr%C3%A1zky&espv=2&biw=1280&bih=666&site=webhp&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=Dog2VbigDIHbsgGtgIToBQ&ved=0CB8QsAQ>.

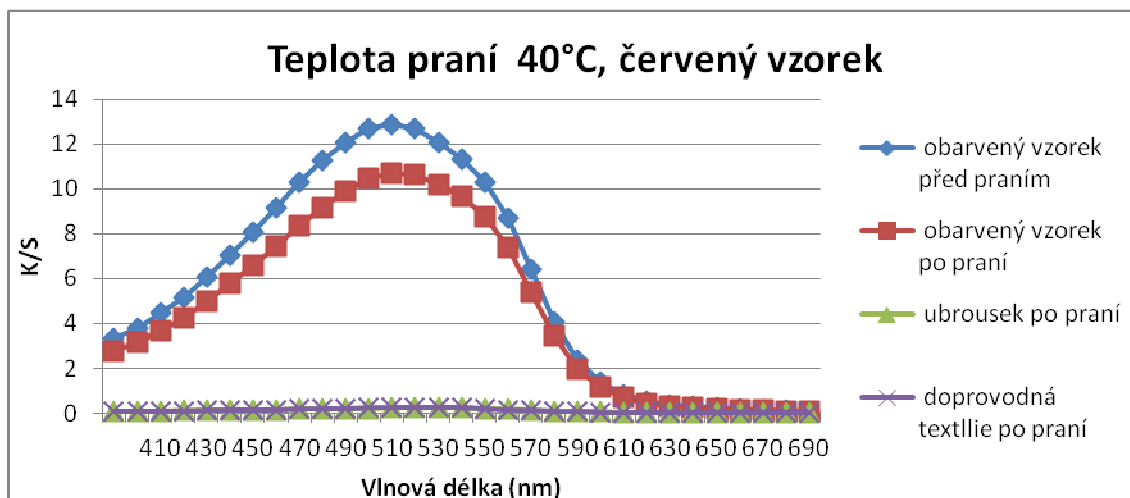
[24] Praní. *Google*. [Online] Obrázky. [Citace: 6. 5. 2015.] https://www.google.cz/search?q=pran%C3%AD+obr%C3%A1zky&es_sm=93&biw=1280&bih=709&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=p4M2VemFMMTuPIyxgbgO&ved=0CCoQsAQ.

[25] Thermo scientific. [Online] Thermo Fisher Scientific Inc, 2010. [Citace: 6. 5. 2015.] <http://www.thermoscientific.com/en/product/nicolet-is-10-ft-ir-spectrometer.html>.

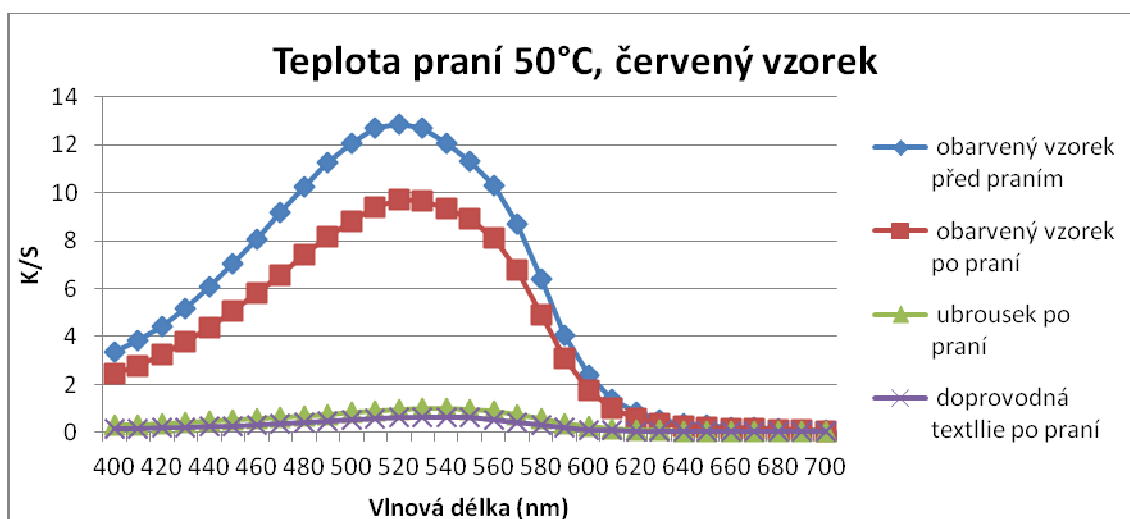
[26] Lem laboratoř elektronové mikroskopie. *ústav přístrojové techniky*. [Online] Akademie věd České republiky. [Citace: 6. 5. 2015.] http://www.lem.isibrno.cz/?page_id=75.

Přílohová část

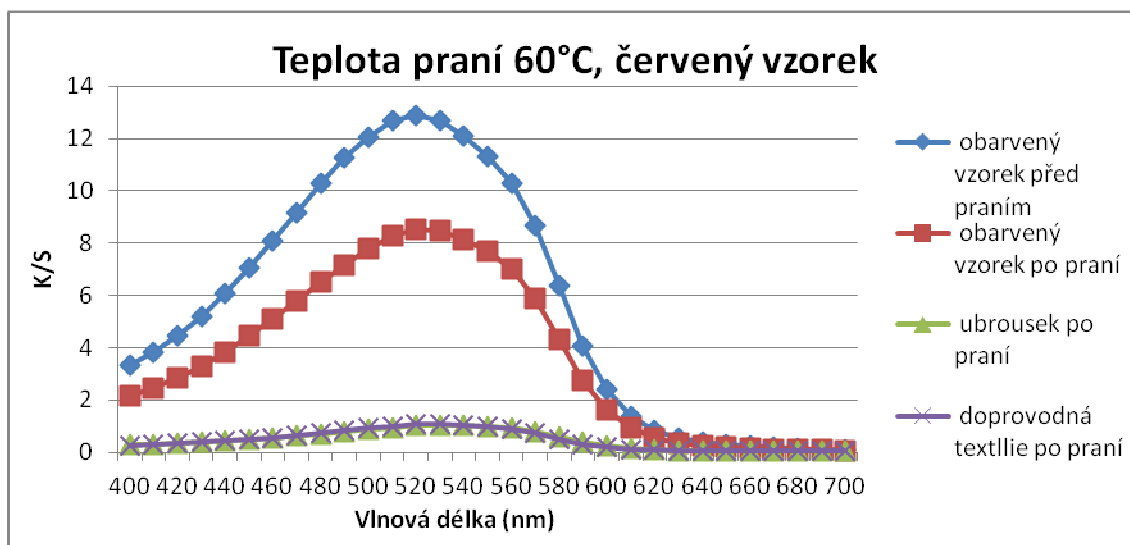
Příloha 1 – grafy (K/S hodnoty)



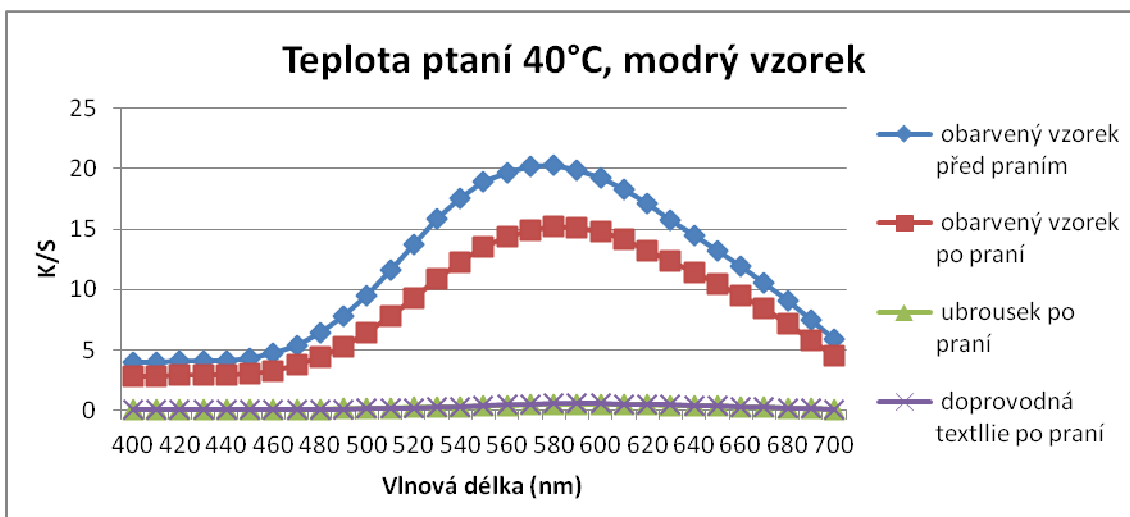
Graf 1 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet



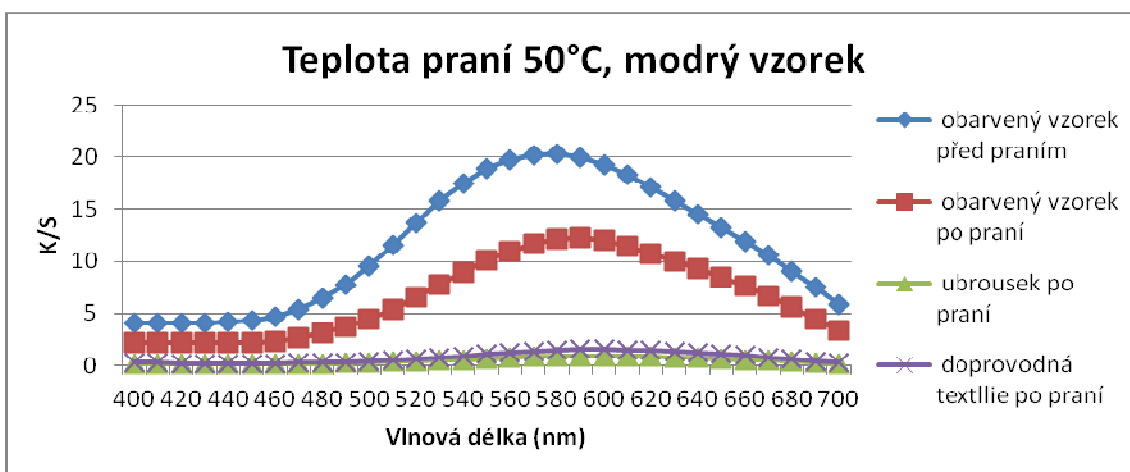
Graf 2 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet



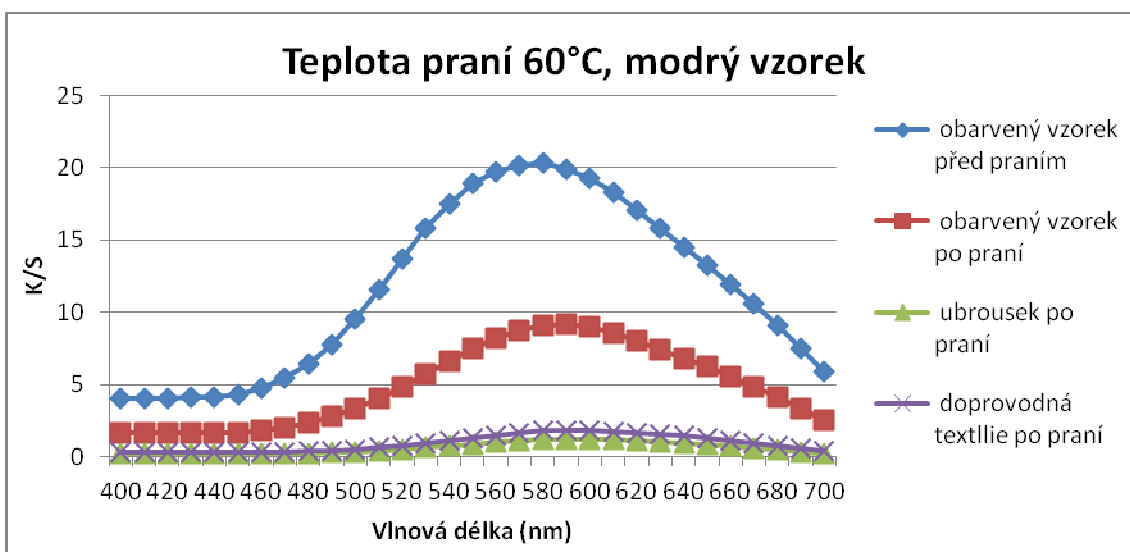
Graf 3 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Colour magnet



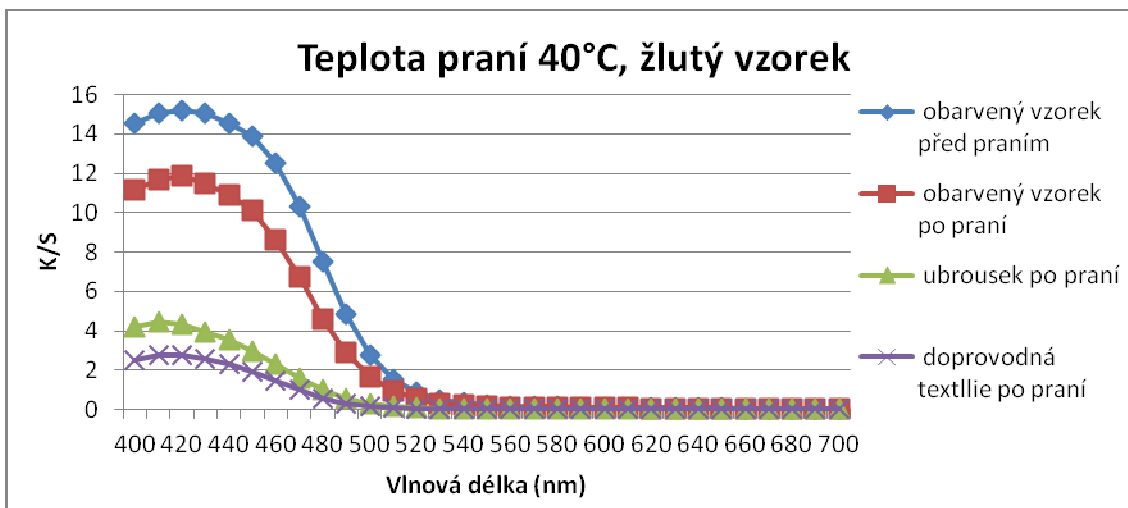
Graf 4 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet



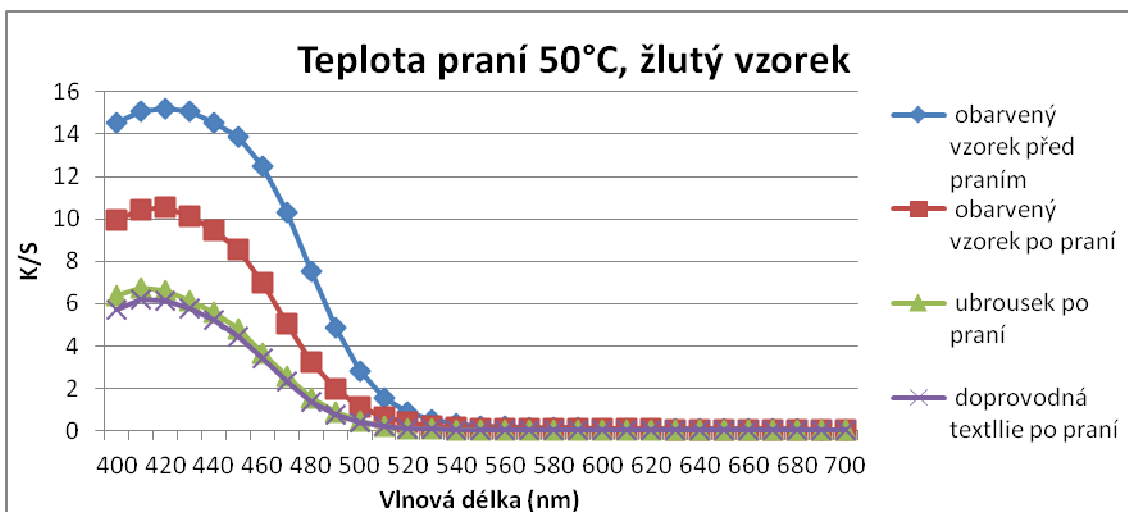
Graf 5 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet



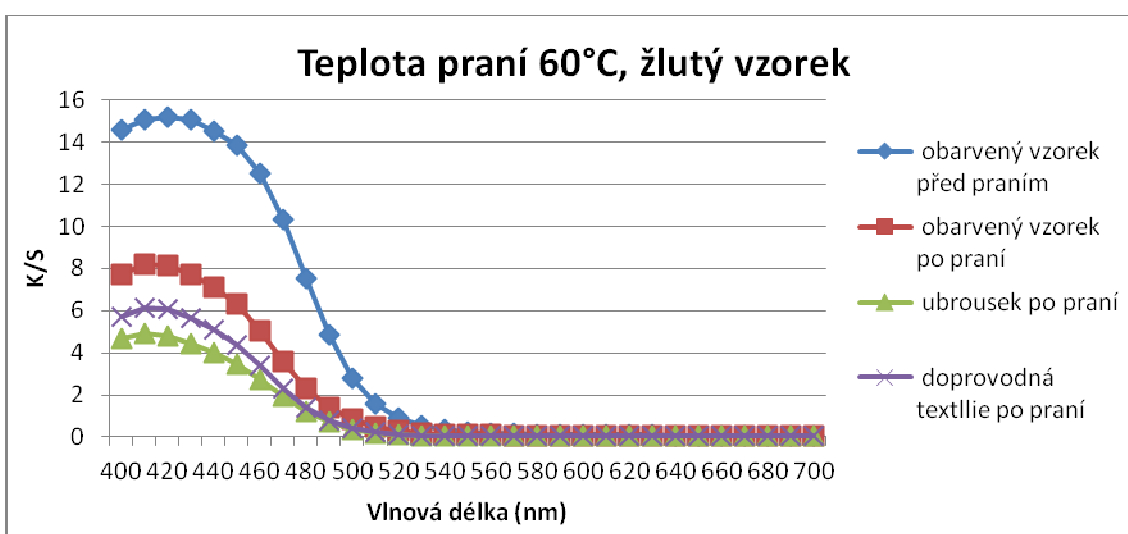
Graf 6 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Colour magnet



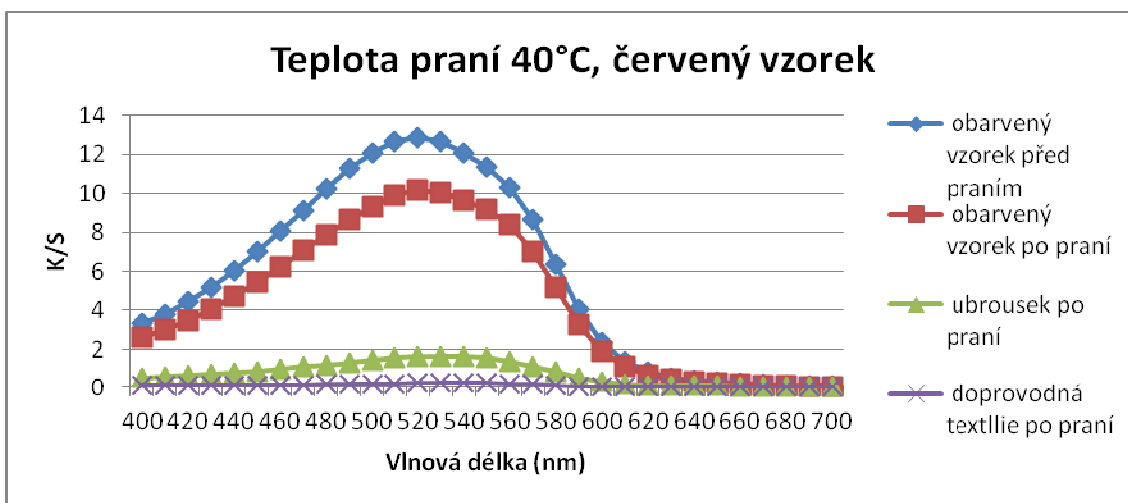
Graf 7 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Colour magnet



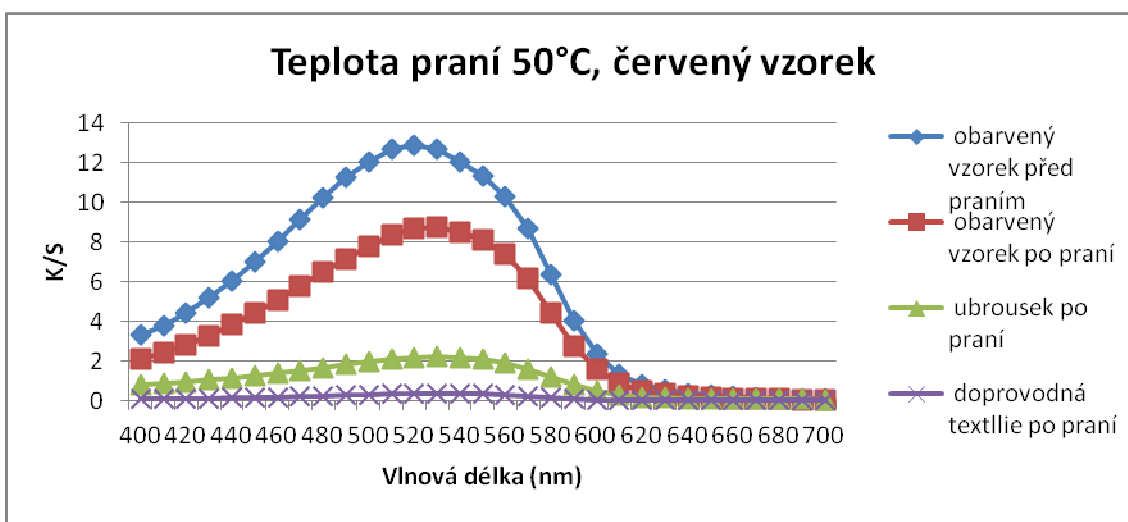
Graf 8 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Colour magnet



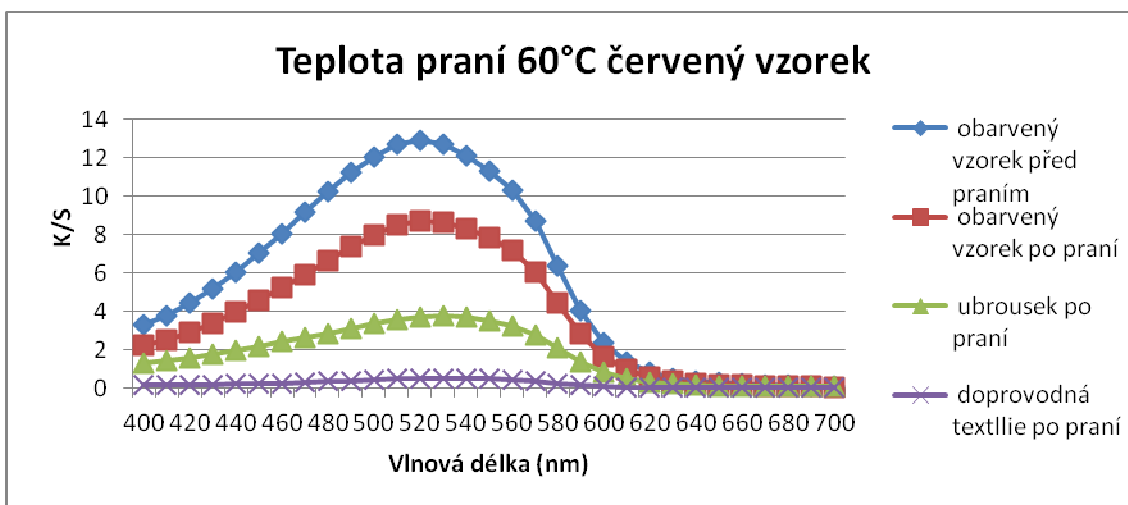
Graf 9 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, Colour magnet



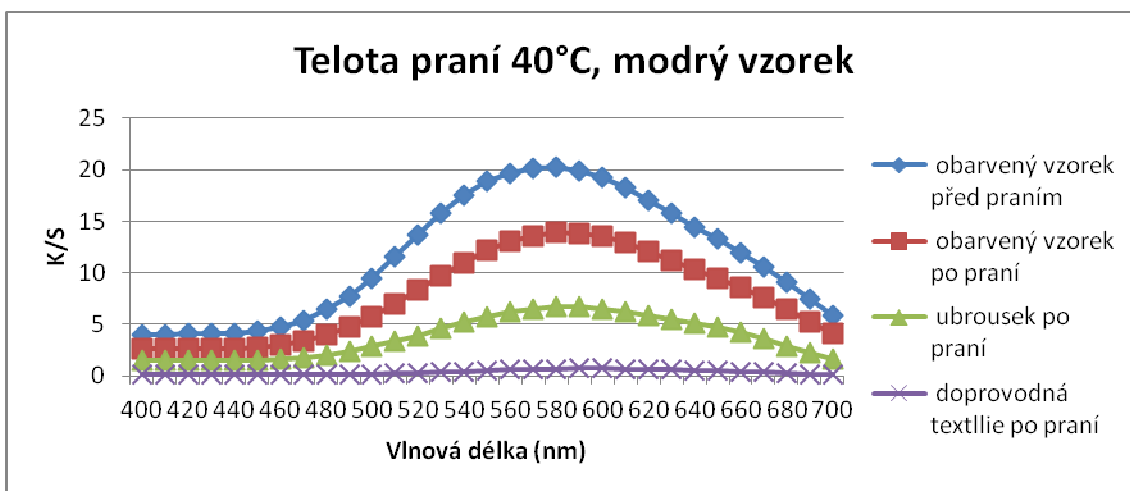
Graf 10 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit



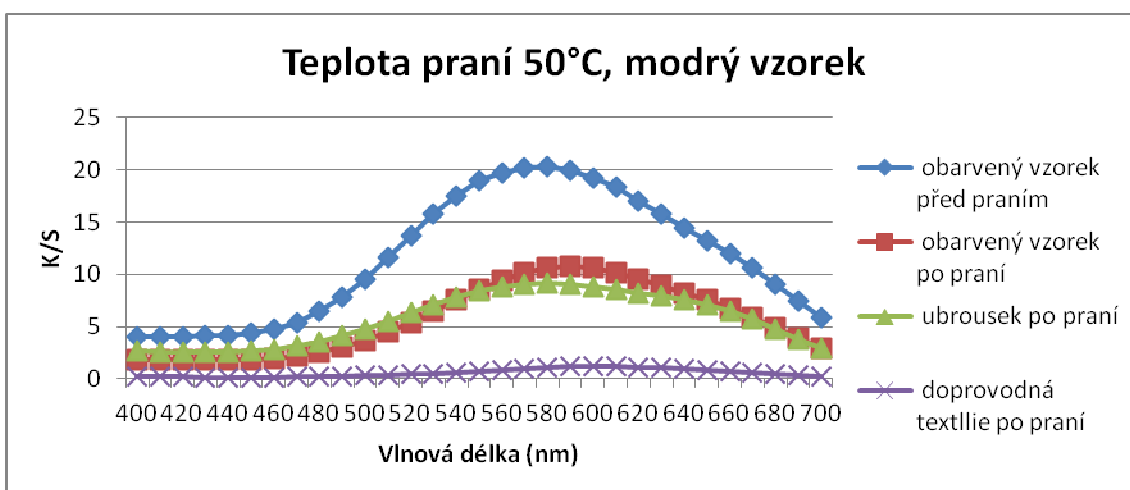
Graf 11 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit



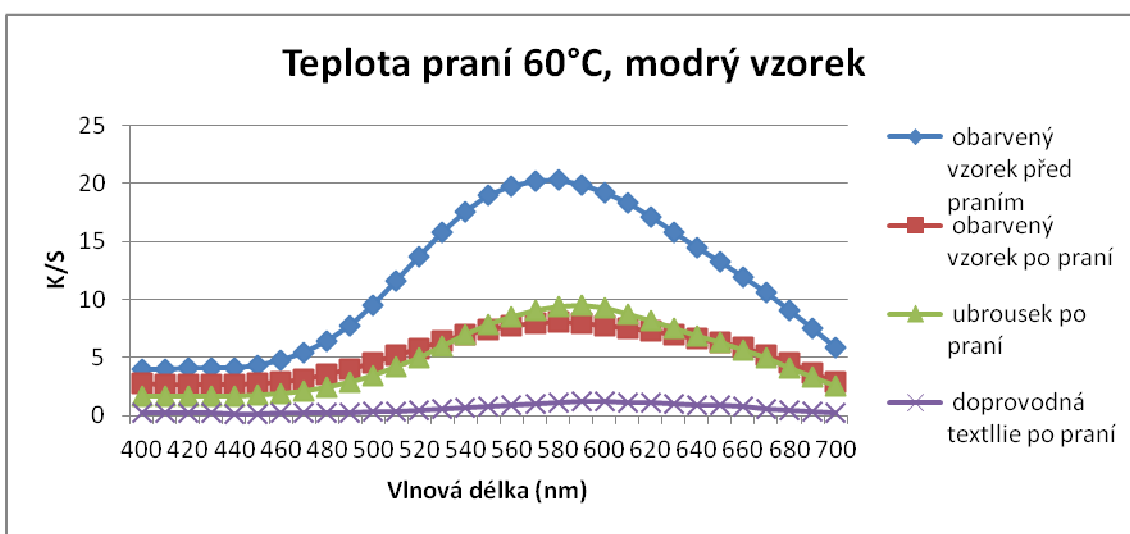
Graf 12 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Denk mit



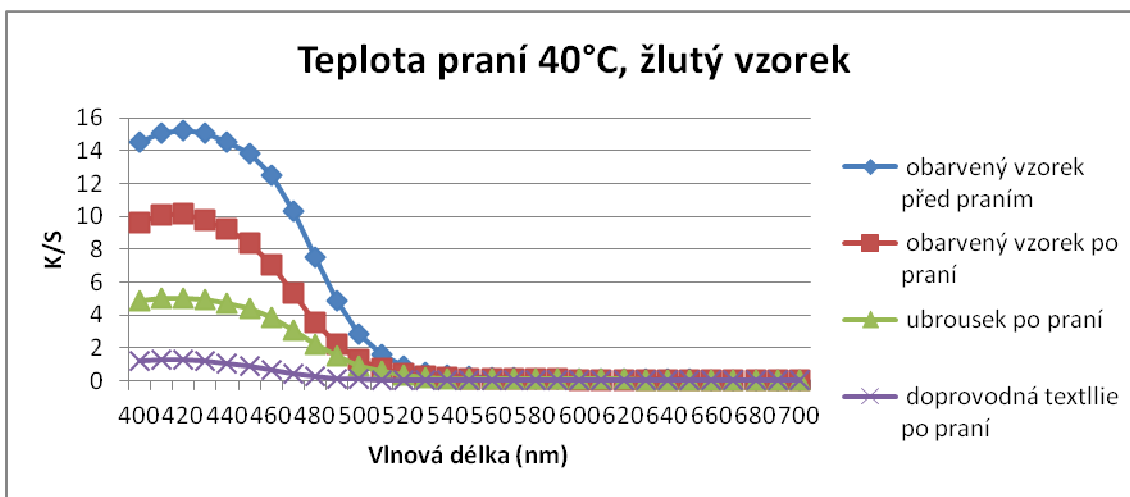
Graf 13 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit



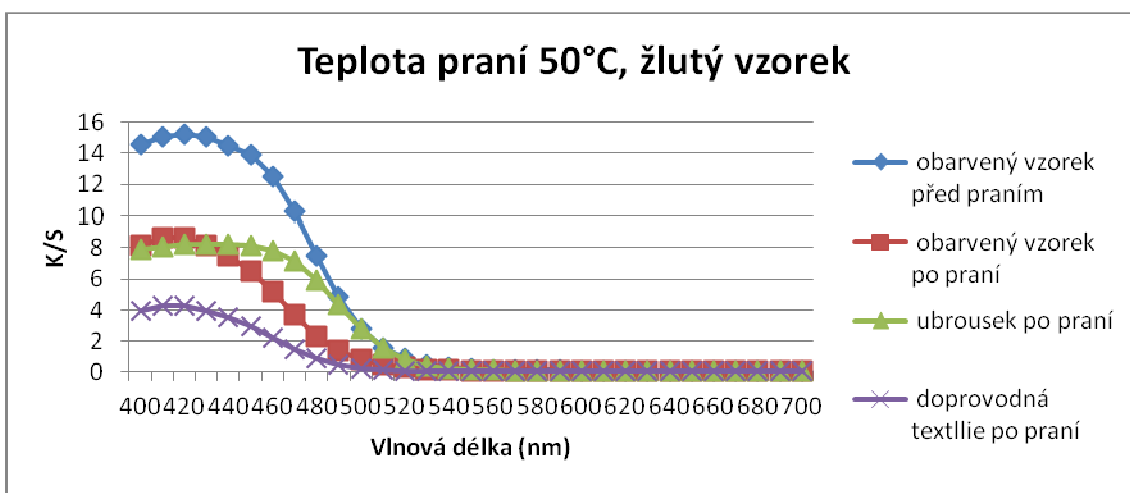
Graf 14 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit



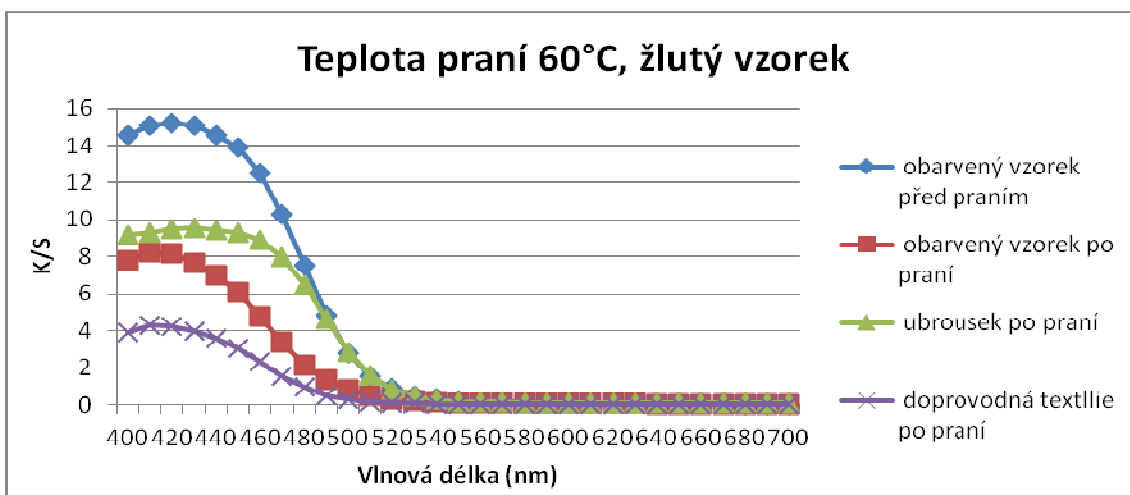
Graf 15 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Denk mit



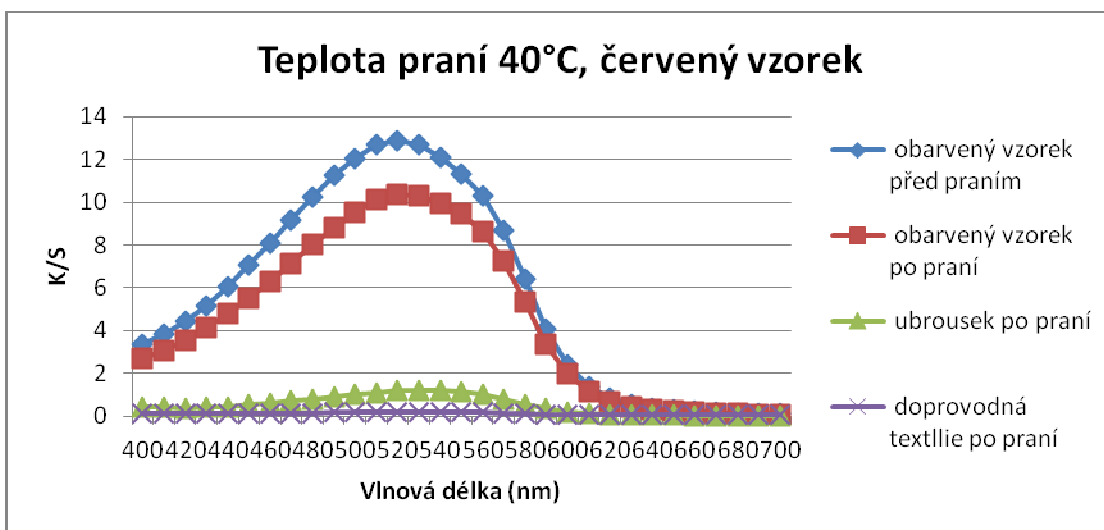
Graf 16 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit



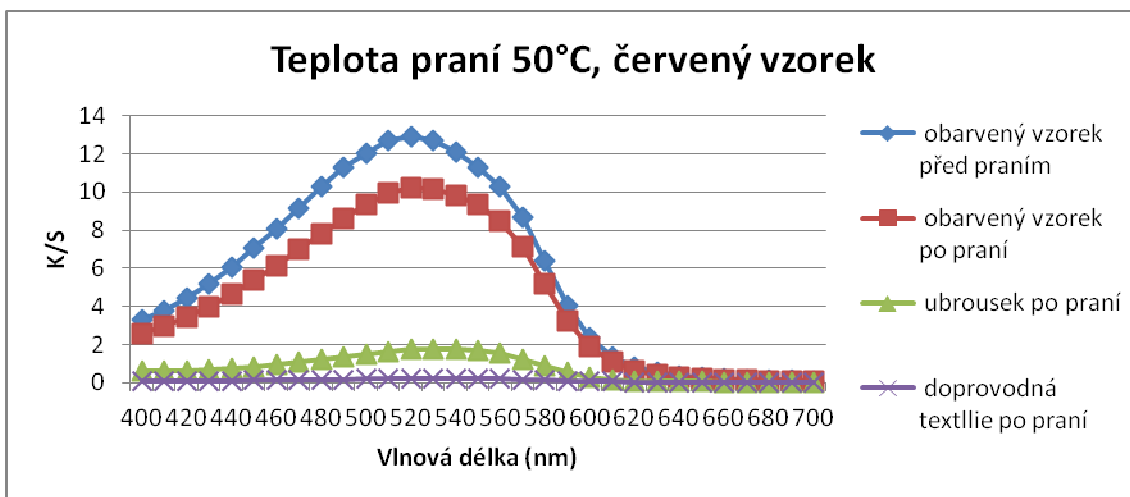
Graf 17 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit



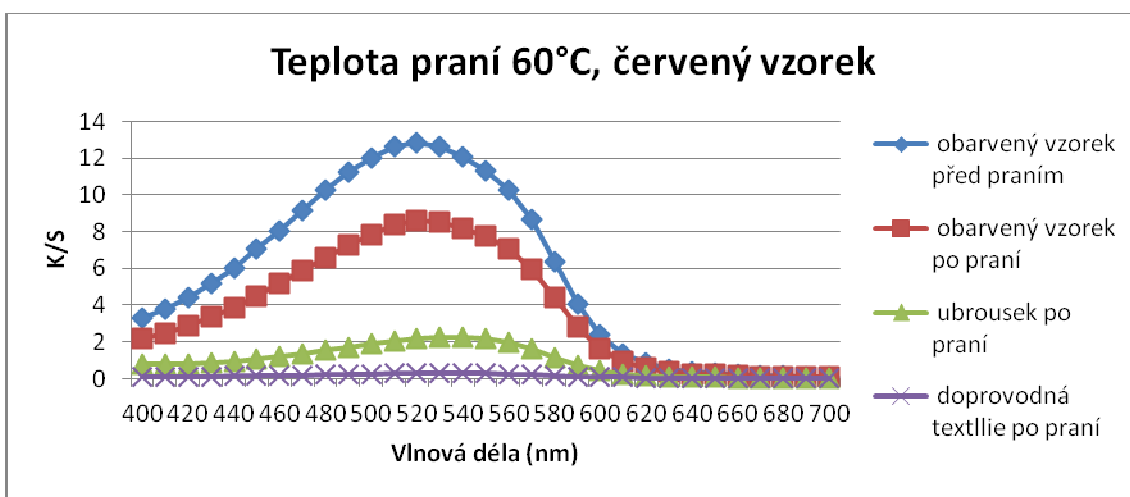
Graf 18 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, ubrousek Denk mit



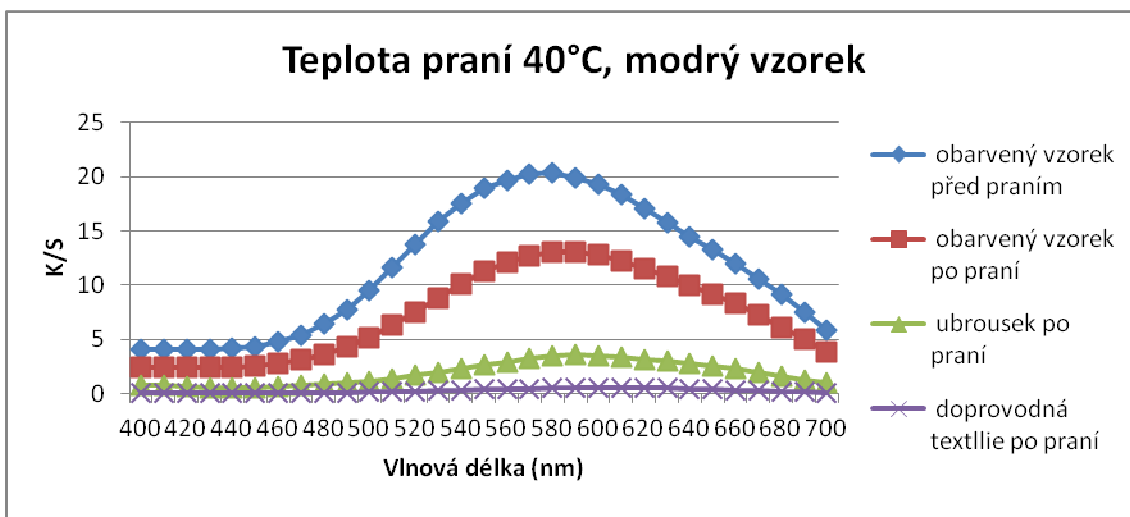
Graf 19 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia



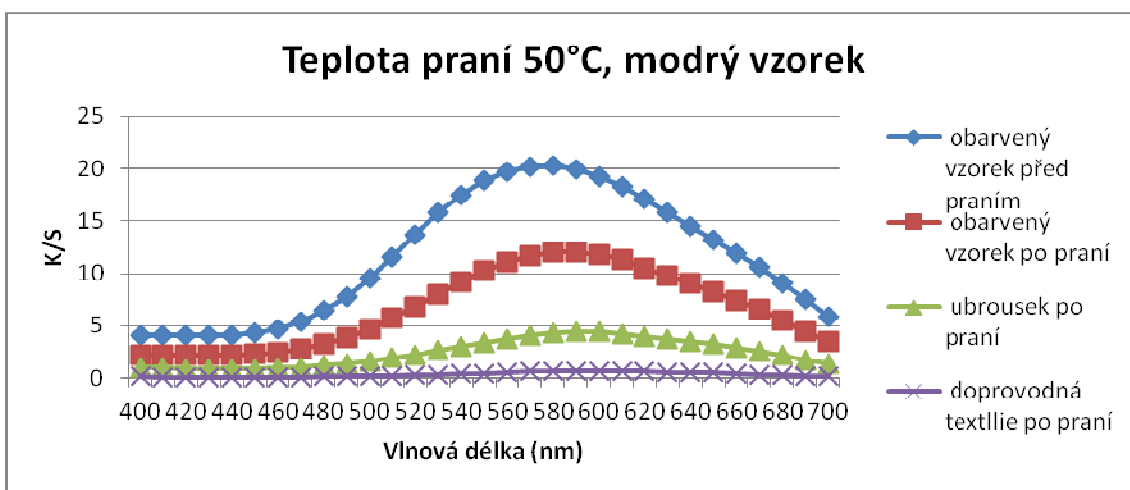
Graf 20 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia



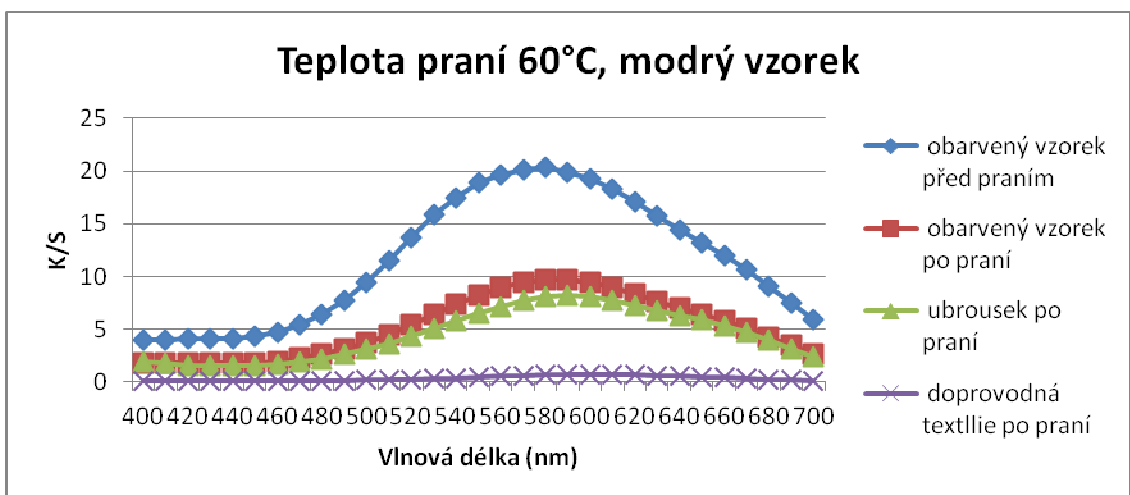
Graf 21 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, ubrousek Protect Iberia



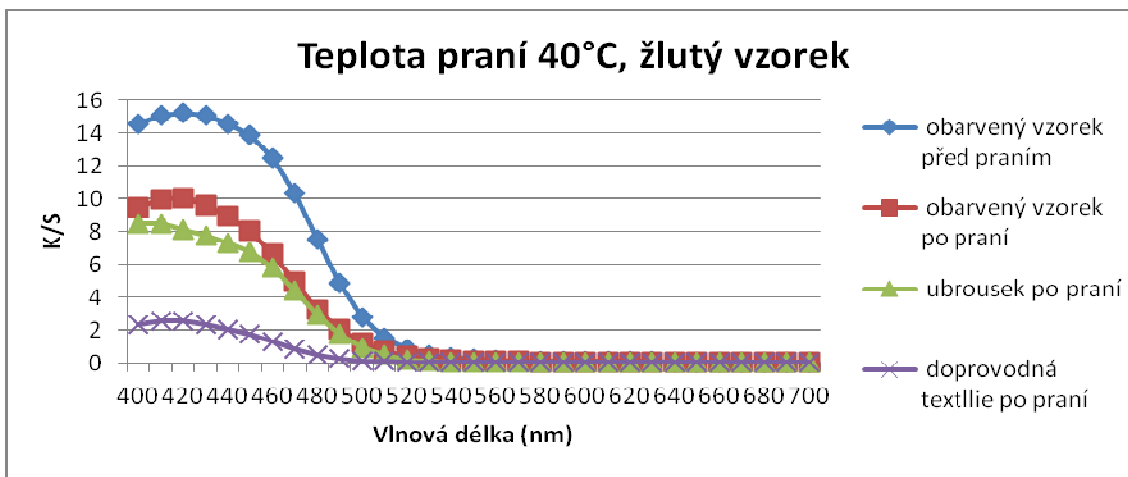
Graf 22 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia



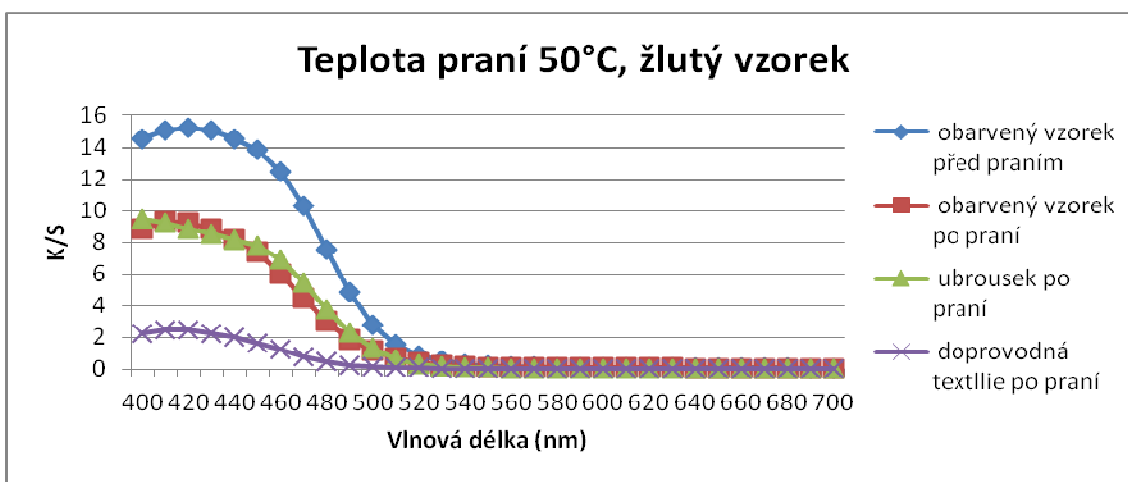
Graf 23 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia



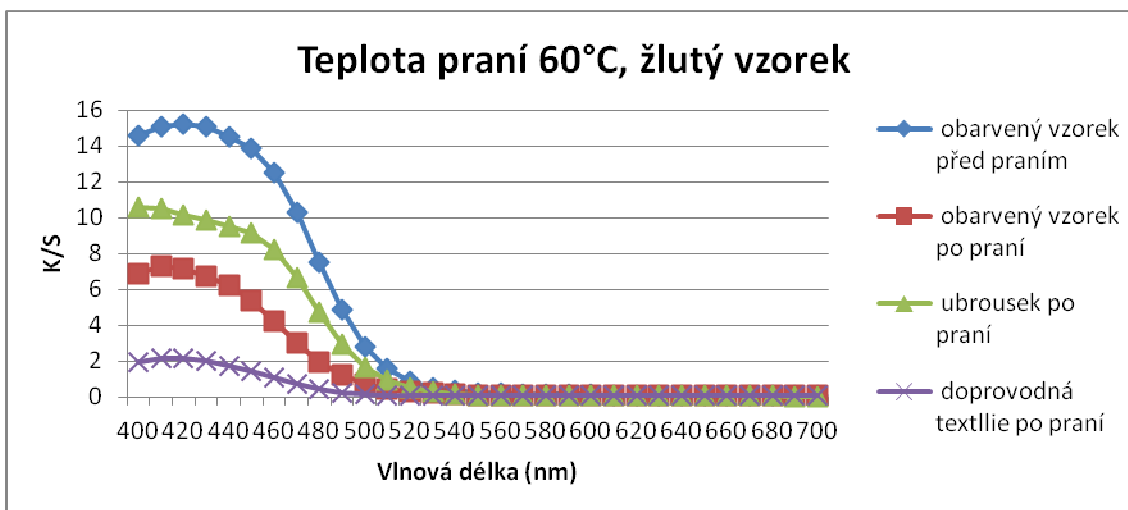
Graf 24 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, ubrousek Protect Iberia



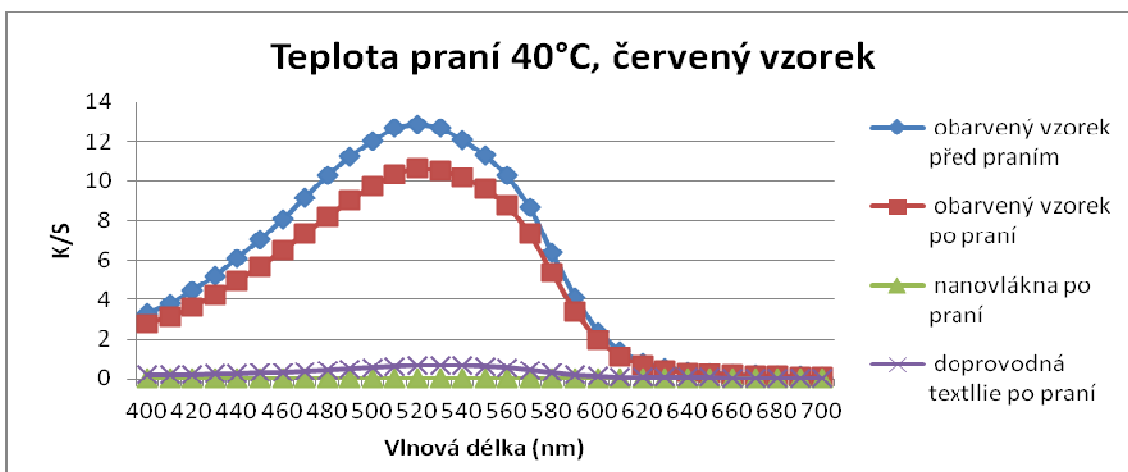
Graf 25 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia



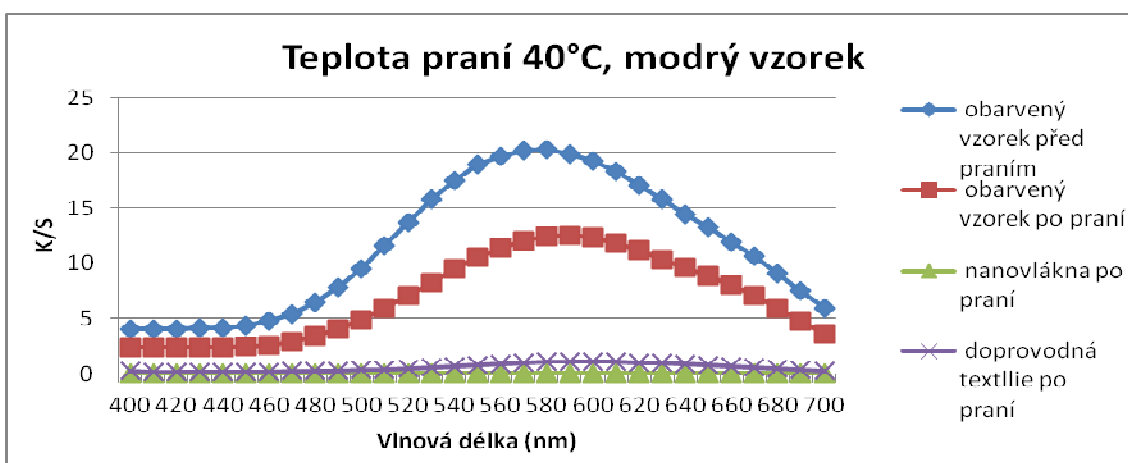
Graf 26 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia



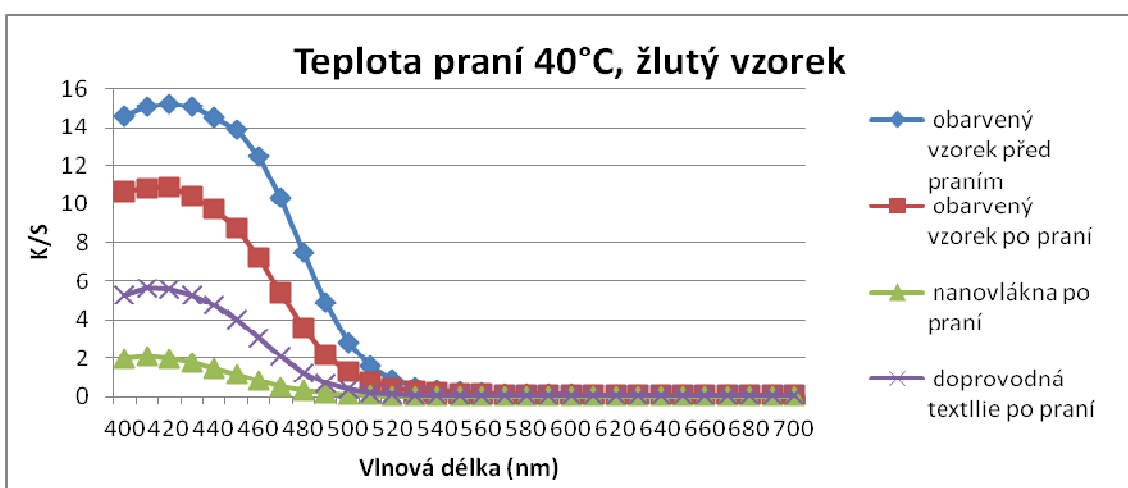
Graf 27 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, ubrousek Protect Iberia



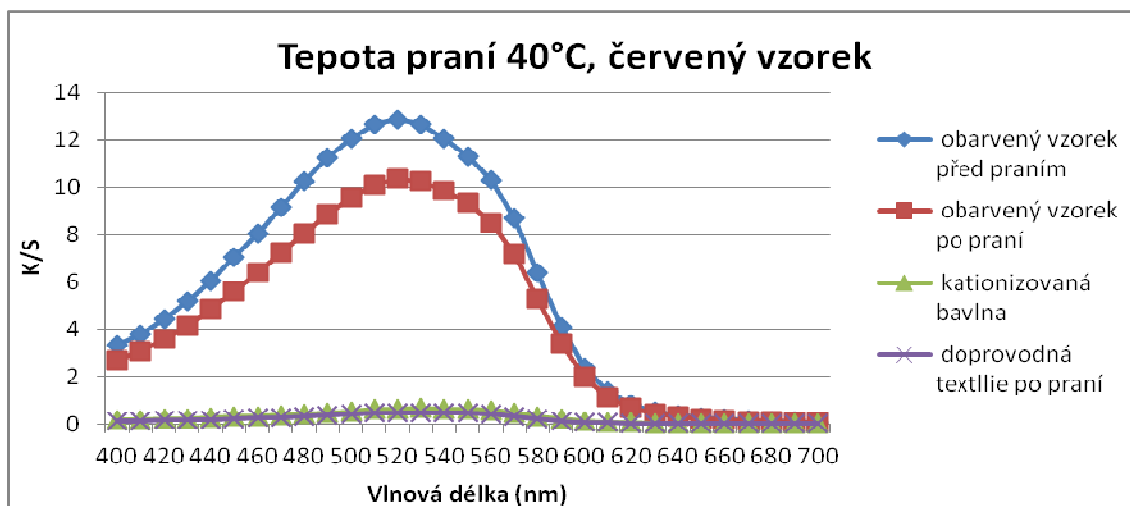
Graf 28 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nanovlákná na bavlněném podkladu



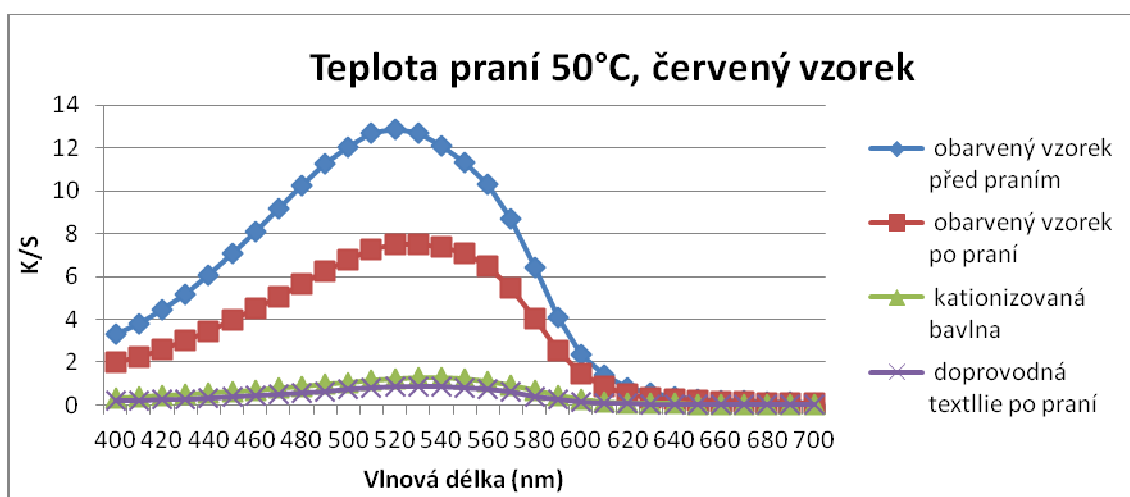
Graf 29 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nanovlákná na bavlněném podkladu



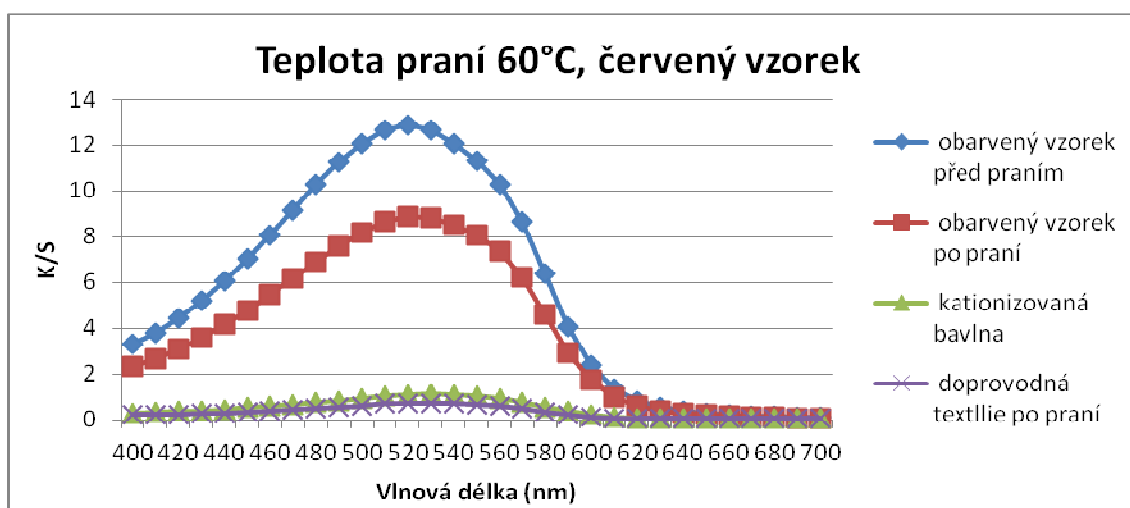
Graf 30 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, nanovlákná na bavlněném podkladu



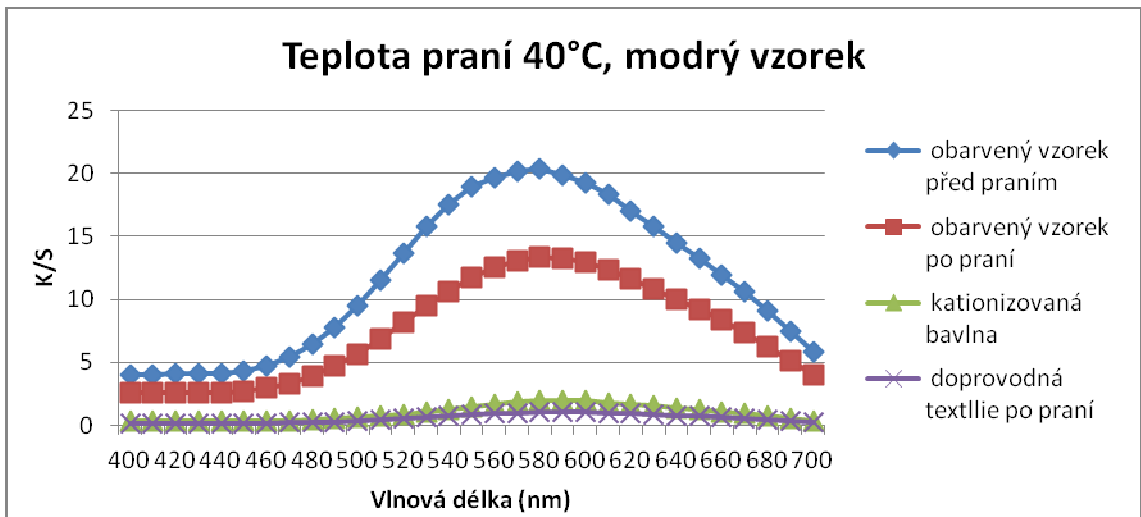
Graf 31 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna



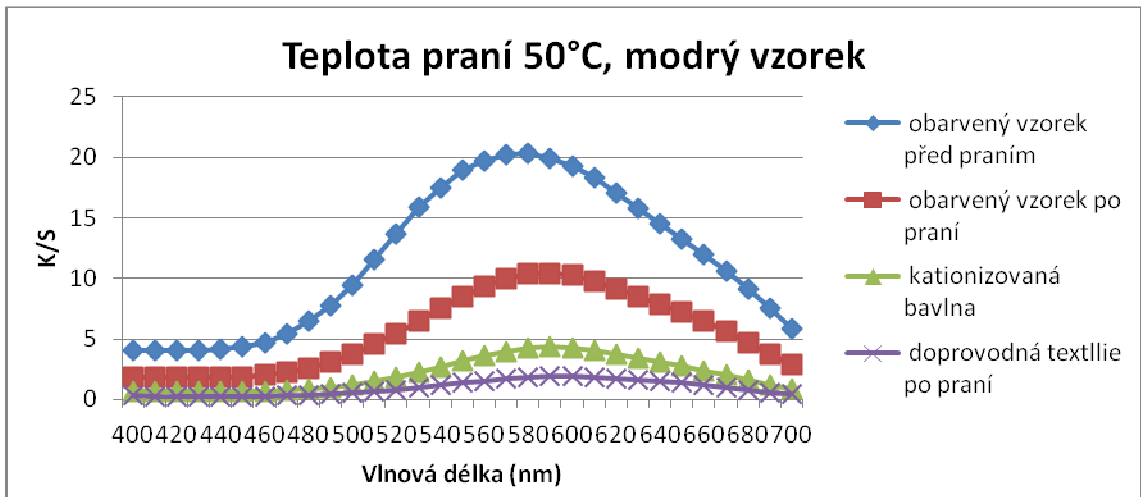
Graf 32 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna



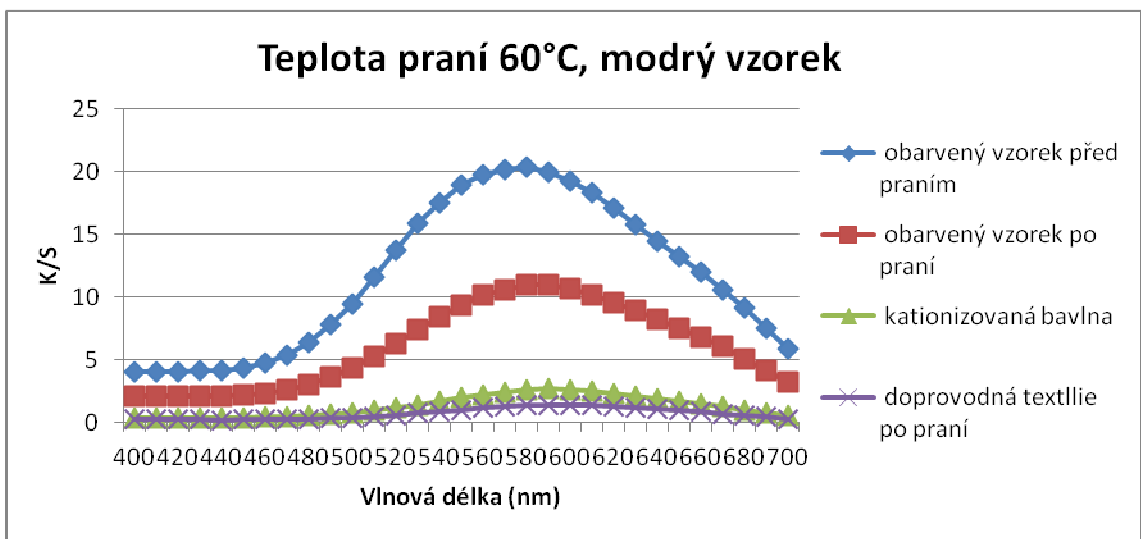
Graf 33 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, kationizovaná bavlna



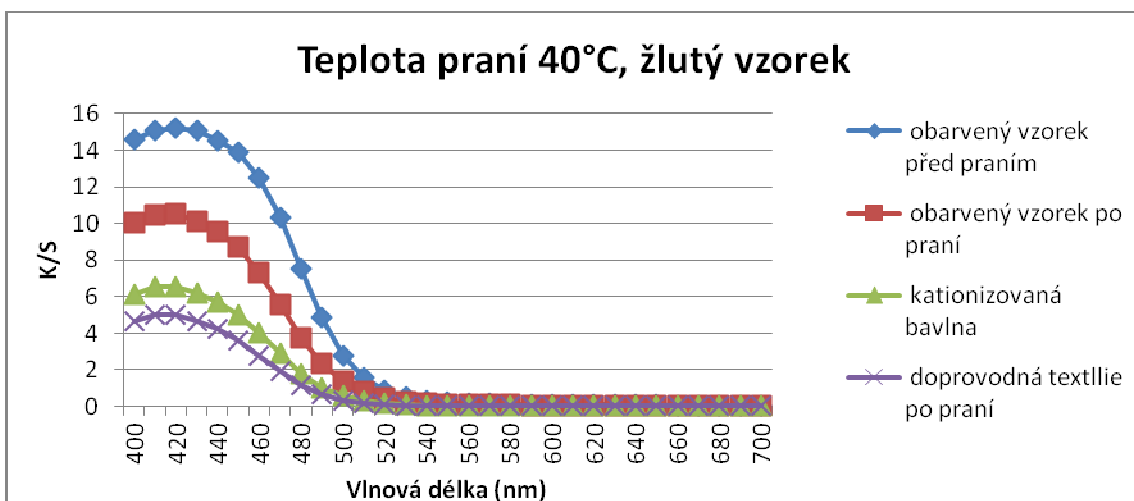
Graf 34 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna



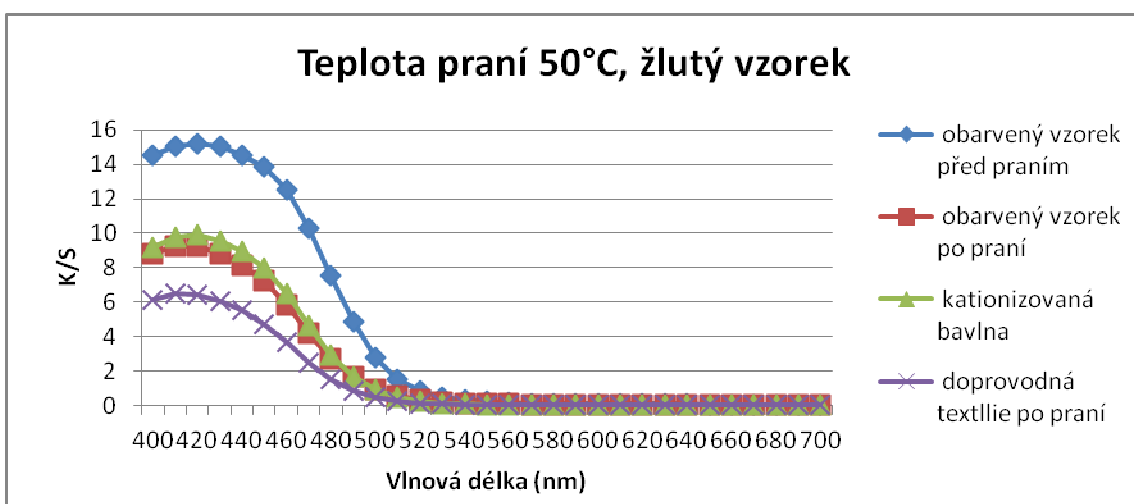
Graf 35 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna



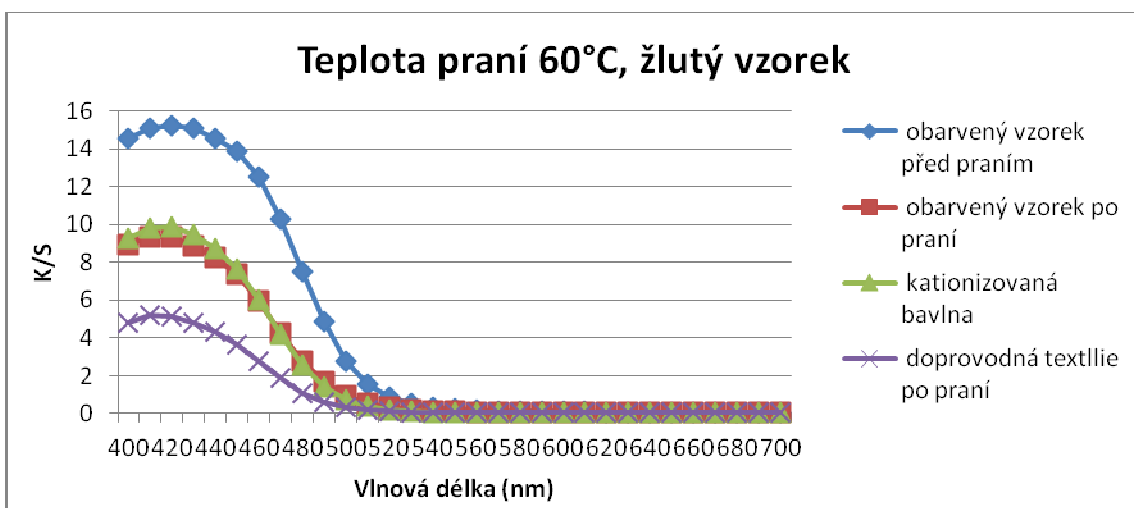
Graf 36 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, kationizovaná bavlna



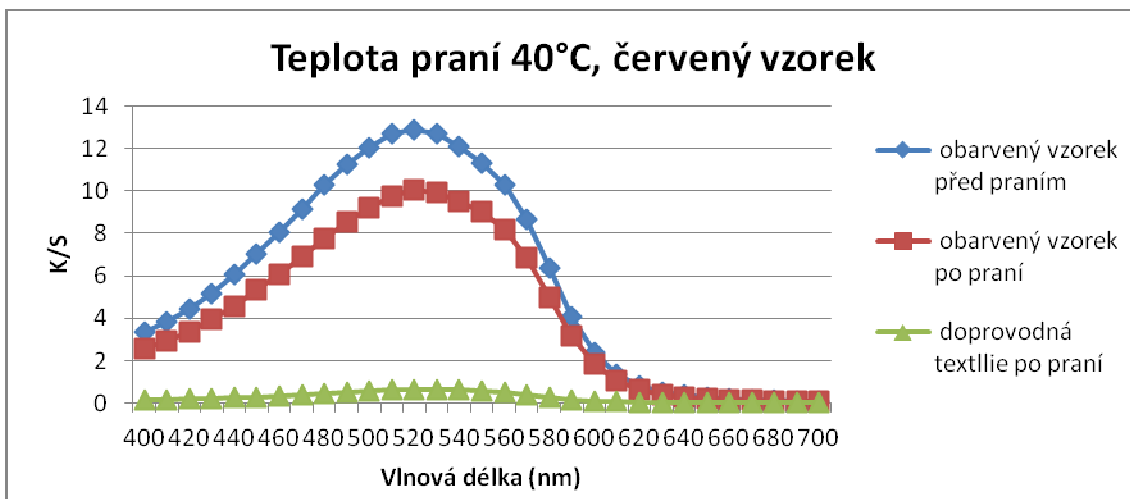
Graf 37 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna



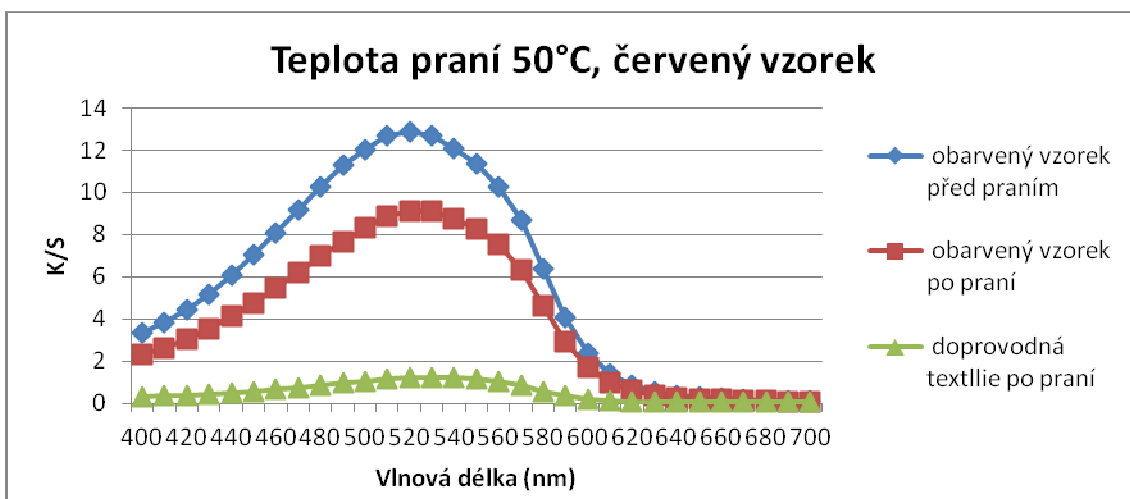
Graf 38 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna



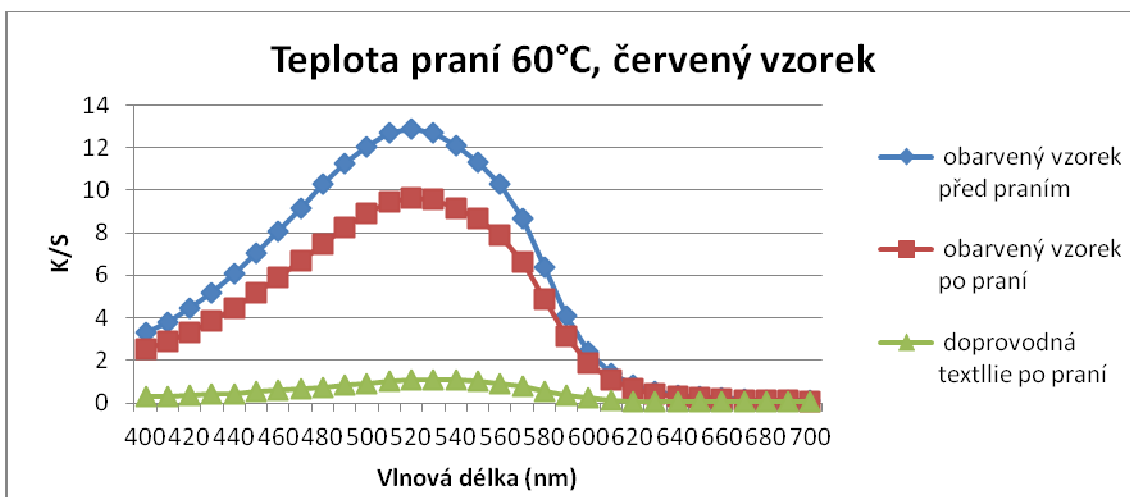
Graf 39 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, kationizovaná bavlna



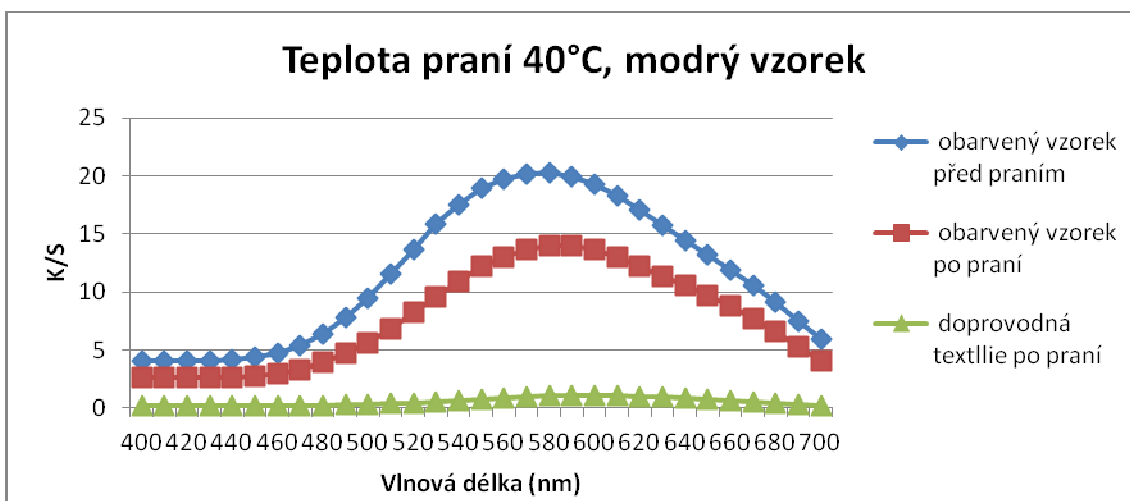
Graf 40 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna



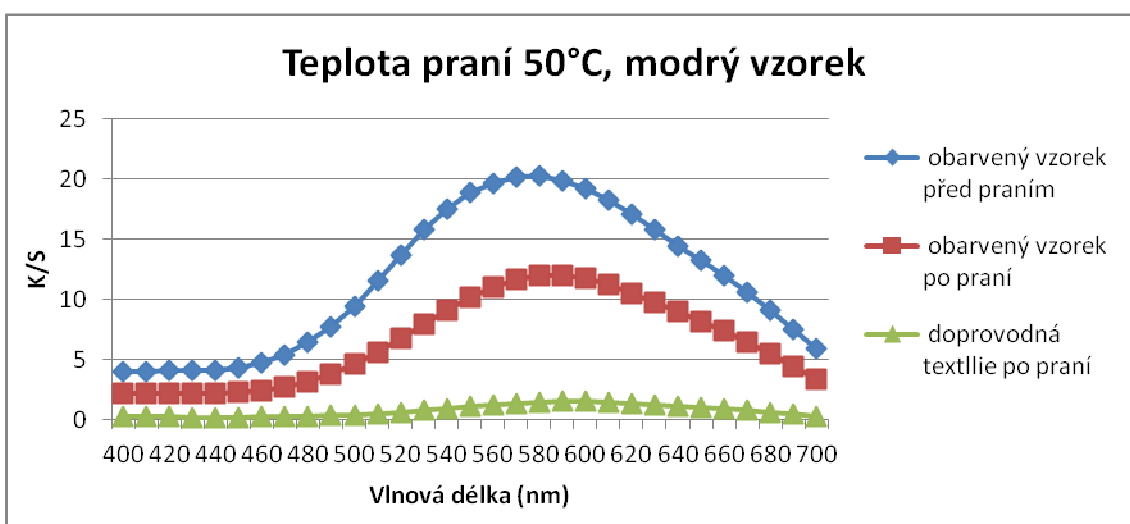
Graf 41 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna



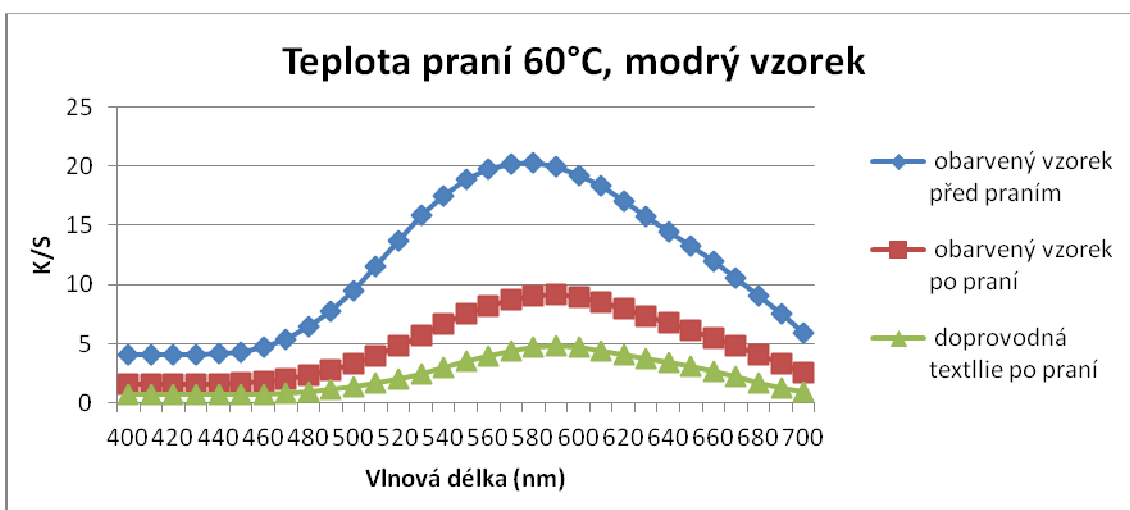
Graf 42 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, nekationizovaná bavlna



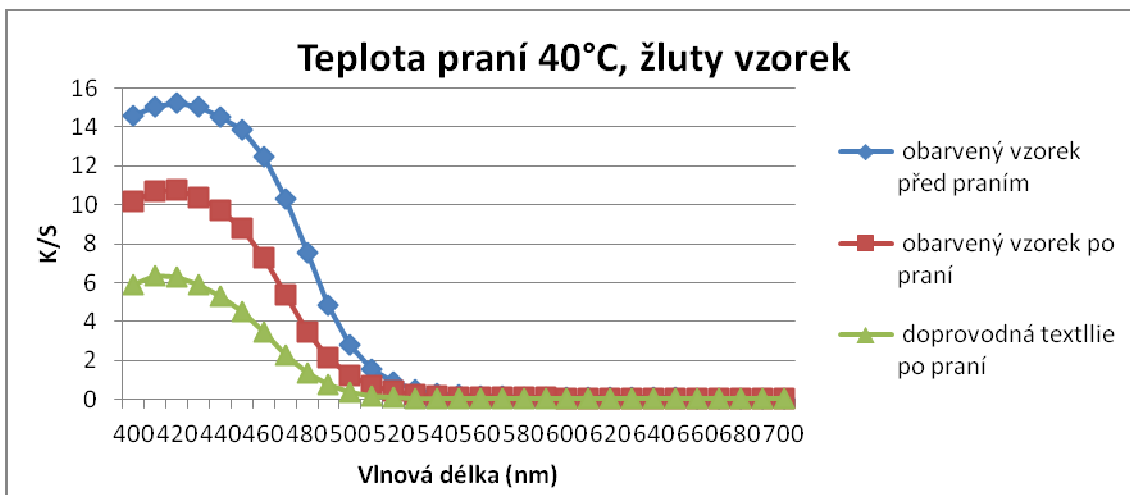
Graf 43 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna



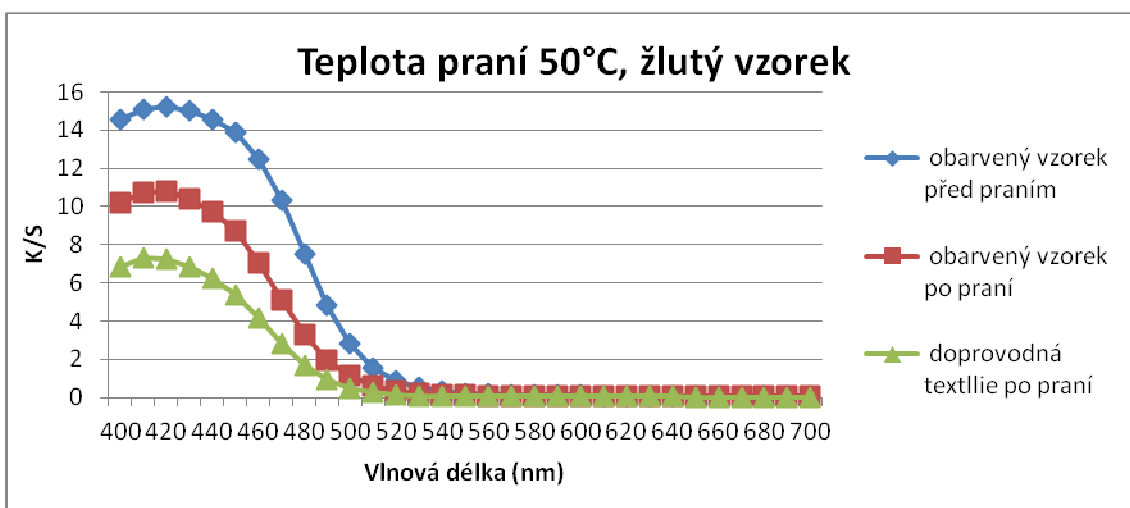
Graf 44 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna



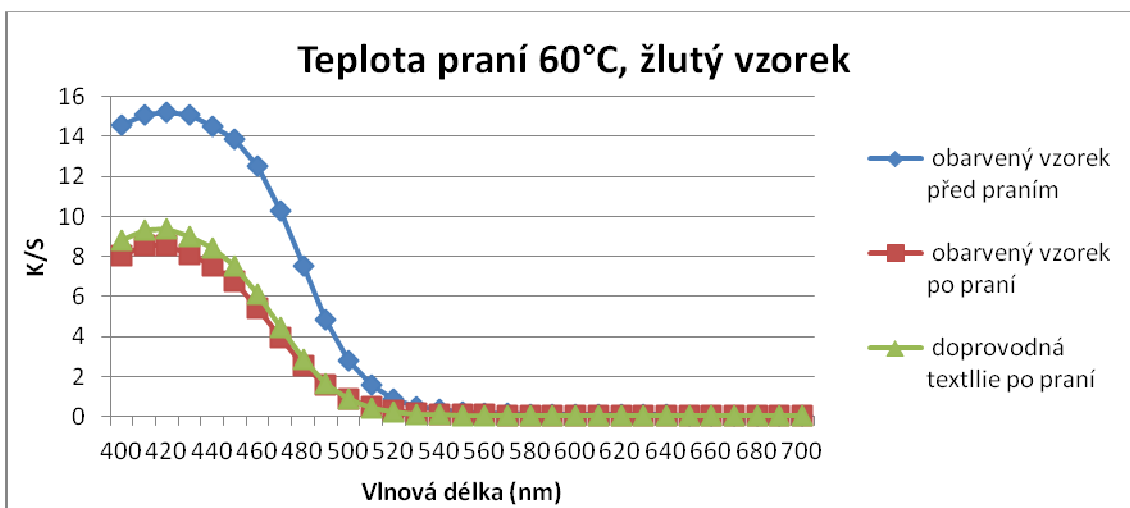
Graf 45 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, nekationizovaná bavlna



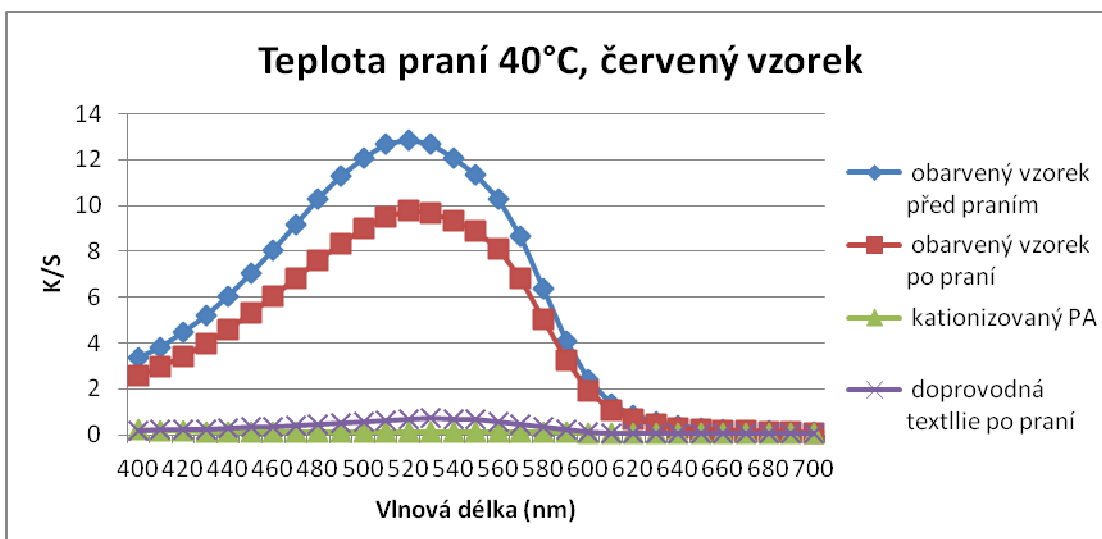
Graf 46 Změna barevnosti textilií při praní ($T=40^{\circ}\text{C}$), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna



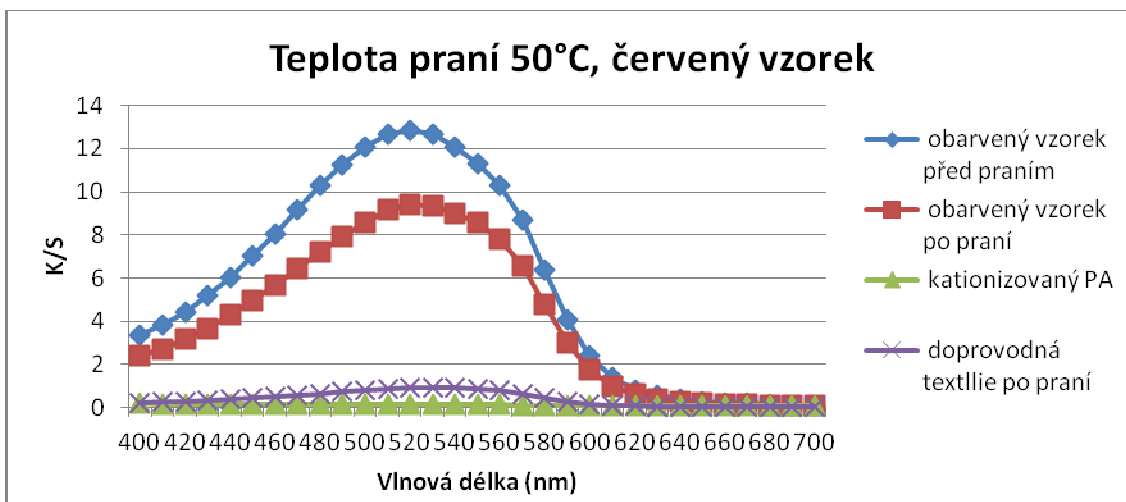
Graf 47 Změna barevnosti textilií při praní ($T=50^{\circ}\text{C}$), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna



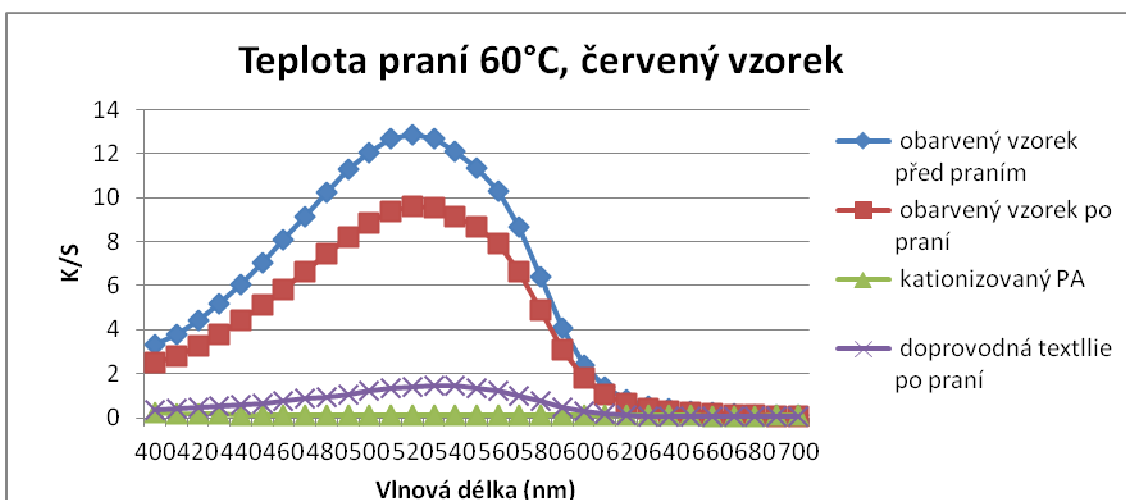
Graf 48 Změna barevnosti textilií při praní ($T=60^{\circ}\text{C}$), žlutý vzorek, nekationizovaná bavlna



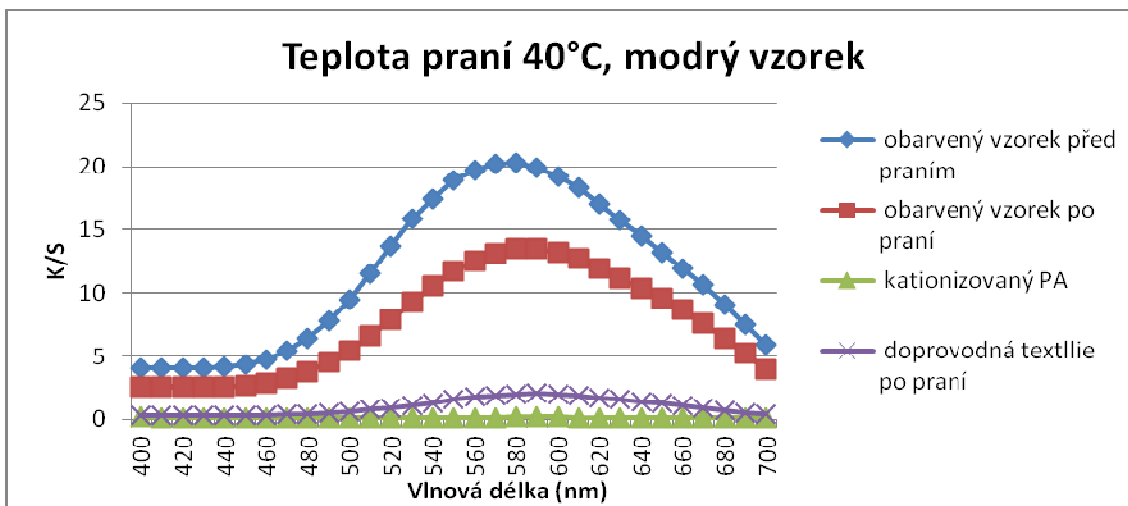
Graf 49 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, kanonizovaný PA



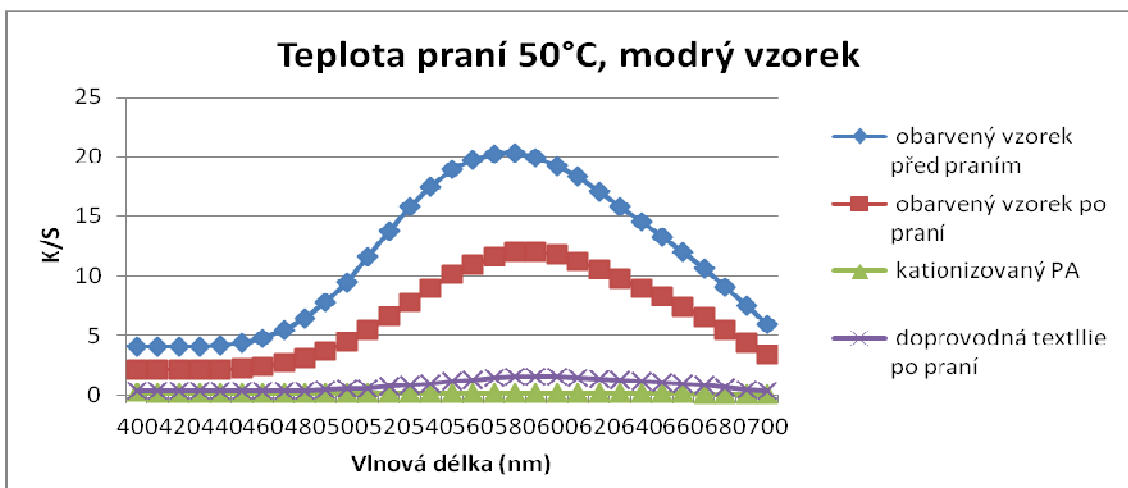
Graf 50 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, kationizovaný PA



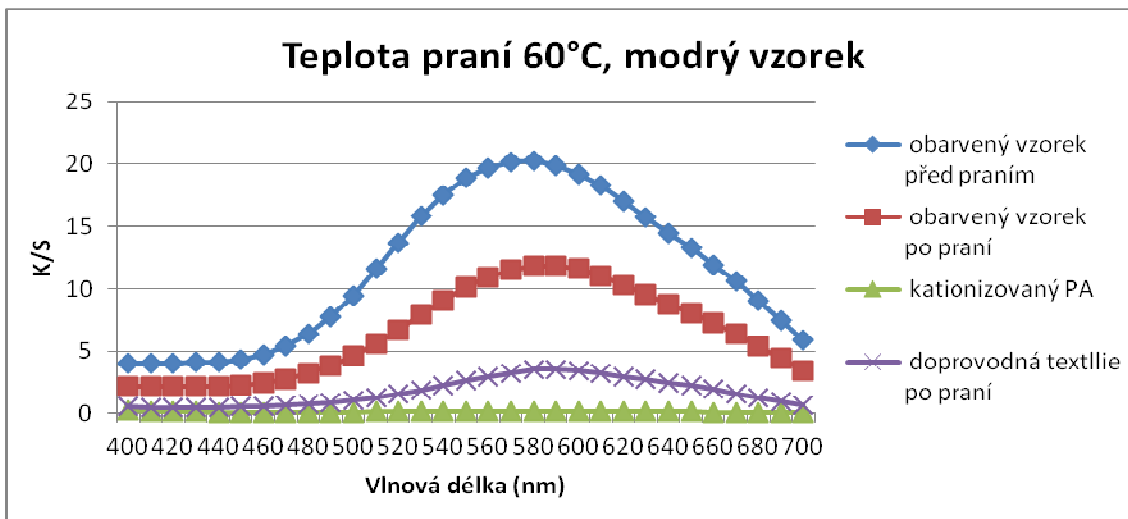
Graf 51 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, kationizovaný PA



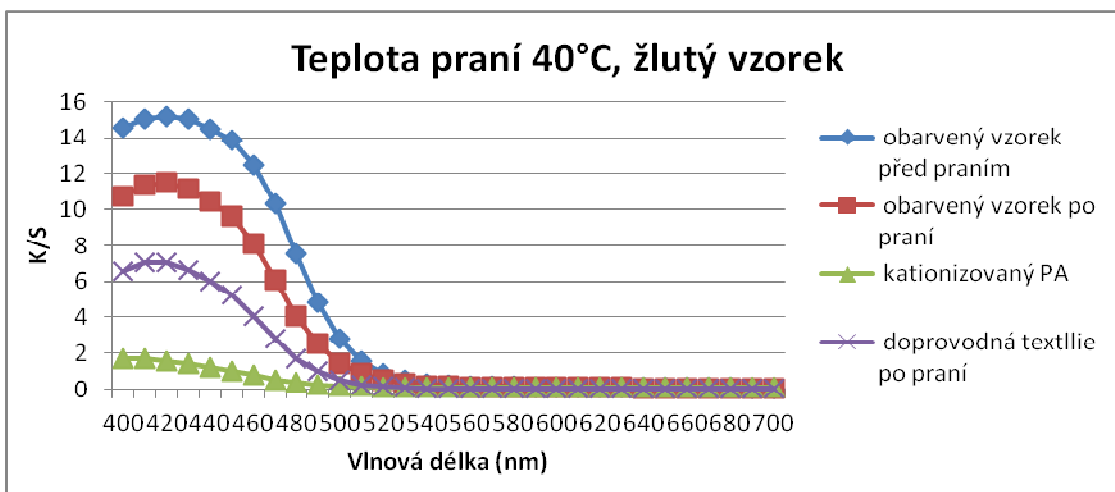
Graf 52 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, kationizovaný PA



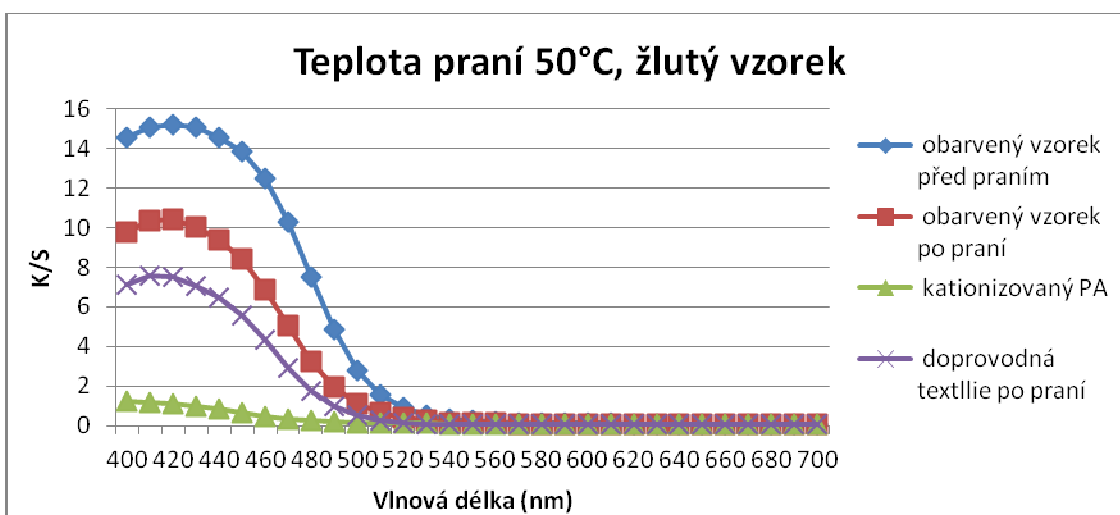
Graf 53 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, kationizovaný PA



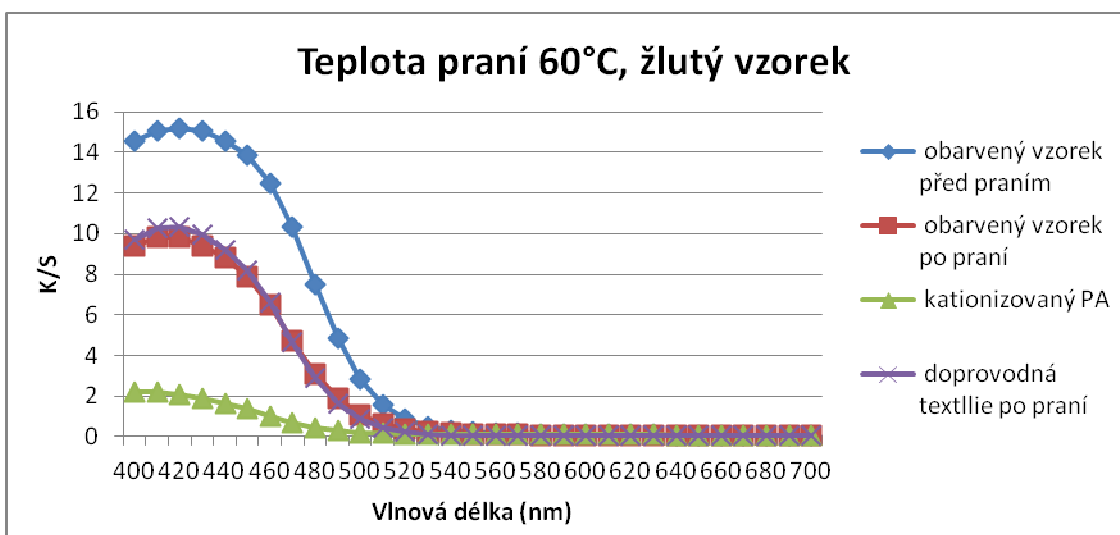
Graf 54 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, kationizovaný PA



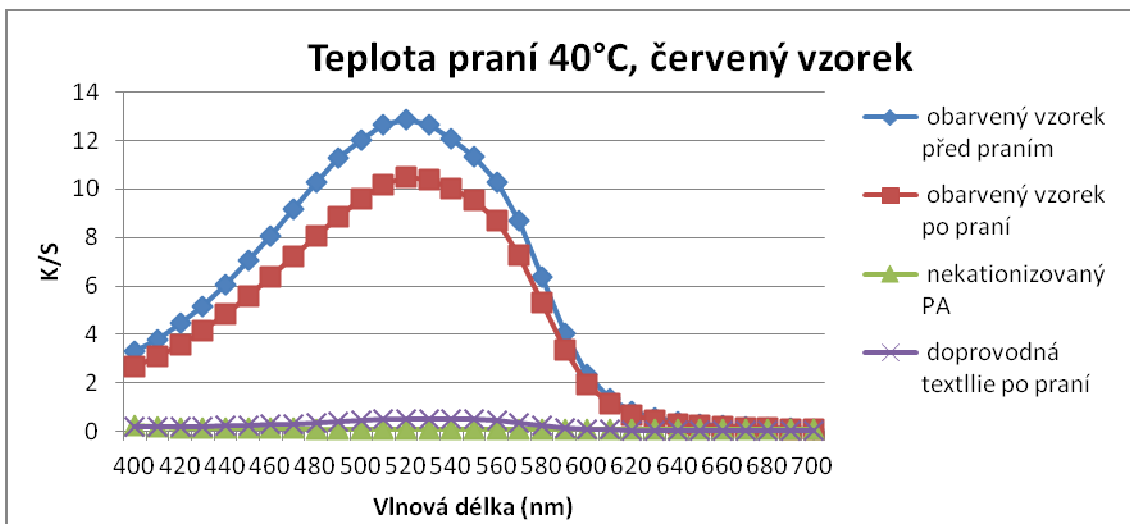
Graf 55 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA



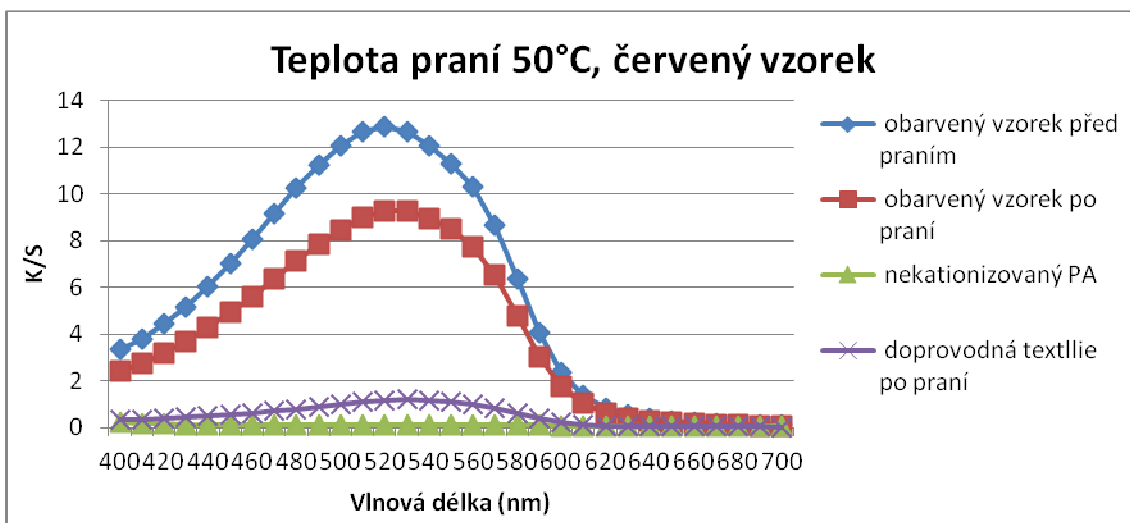
Graf 56 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA



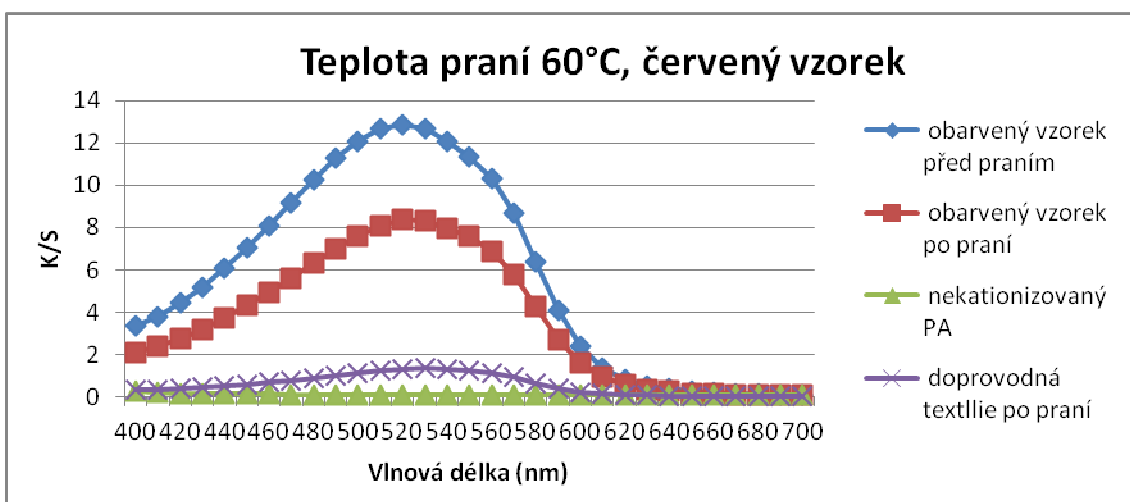
Graf 57 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, kationizovaný PA



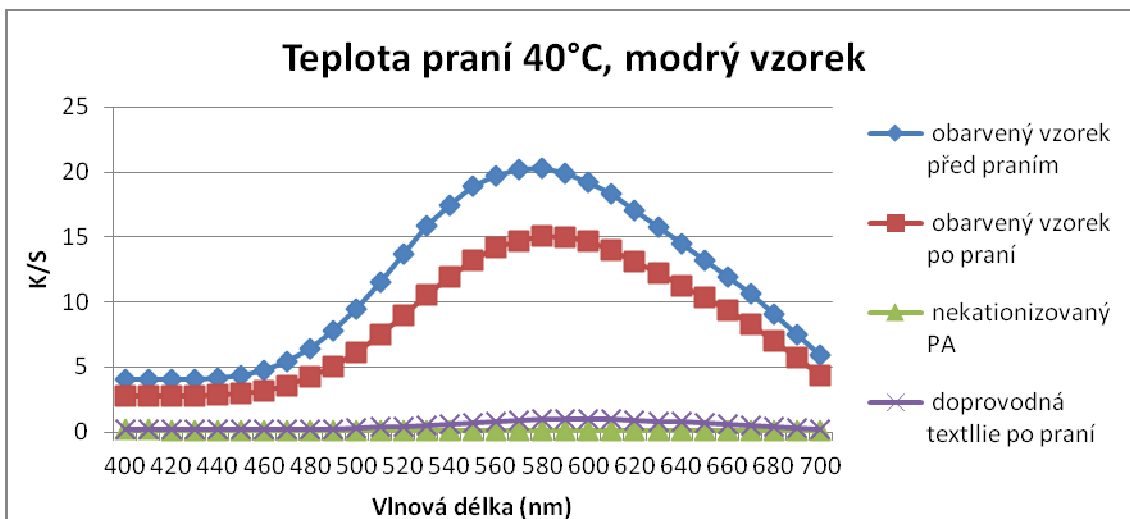
Graf 58 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), červený vzorek, nekationizovaný PA



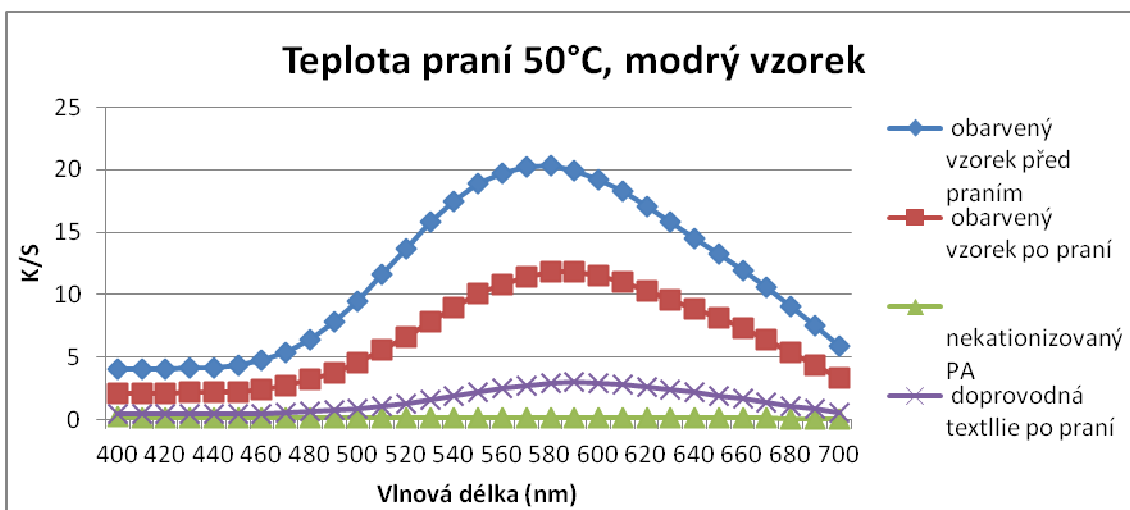
Graf 59 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), červený vzorek, nekationizovaný PA



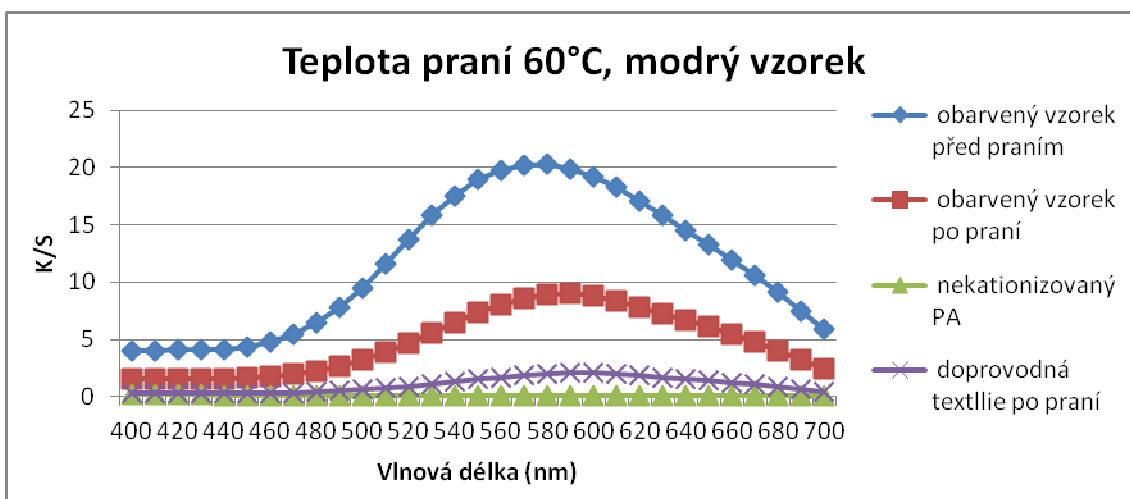
Graf 60 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), červený vzorek, nekationizovaný PA



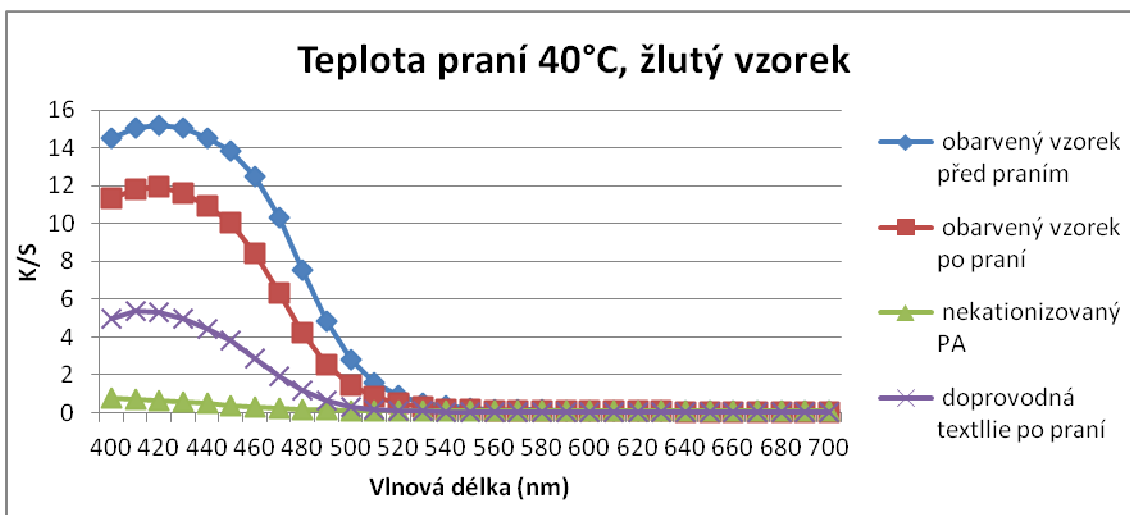
Graf 61 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA



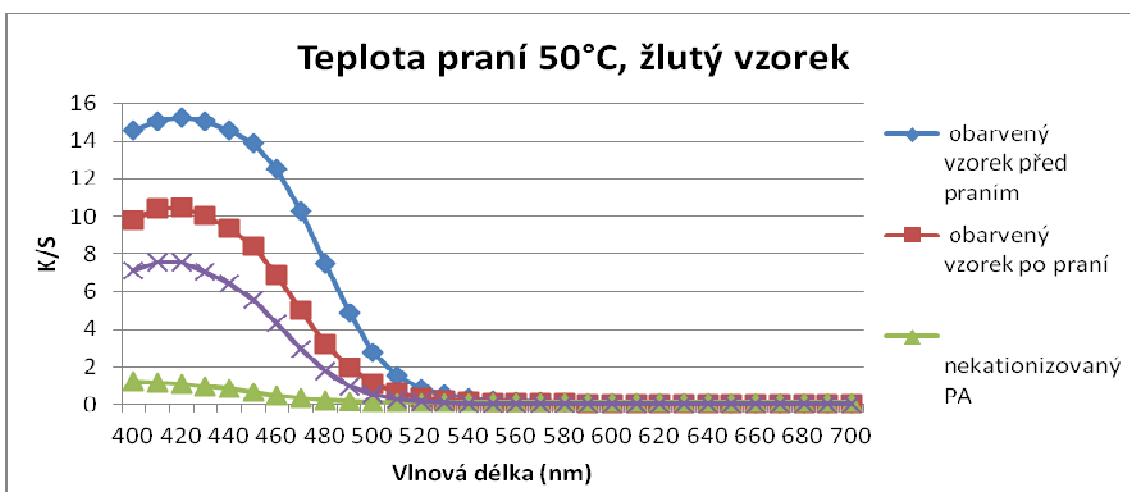
Graf 62 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA



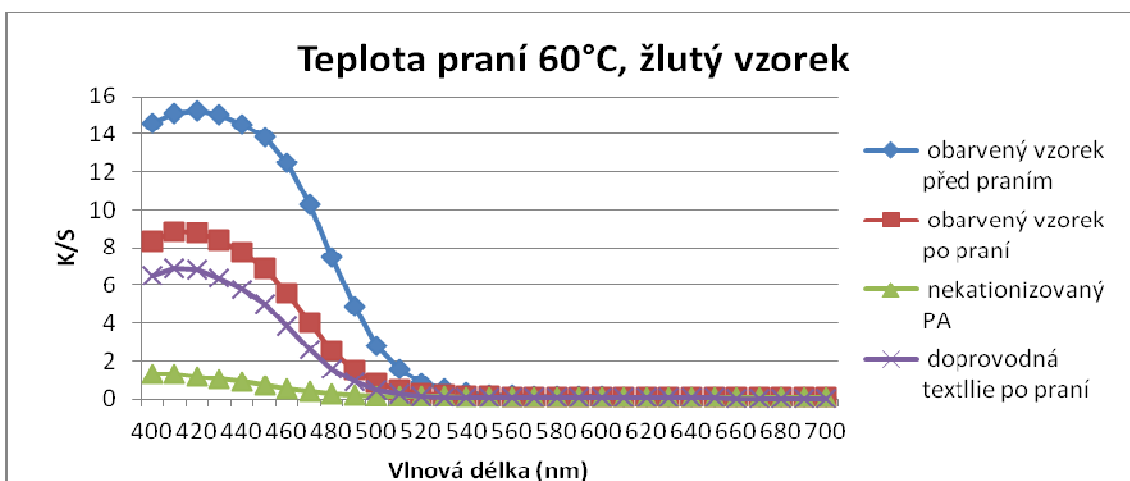
Graf 63 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), modrý vzorek, nekationizovaný PA



Graf 64 Změna barevnosti textilií při praní (T=40°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA



Graf 65 Změna barevnosti textilií při praní (T=50°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA



Graf 66 Změna barevnosti textilií při praní (T=60°C), žlutý vzorek, nekationizovaný PA