



Ozon v odstraňování skvrn z textilií

Bakalářská práce

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





Ozone in removing stains from textiles

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing
Author: **Tereza Panenková**
Supervisor: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza Panenková**

Osobní číslo: **T14000231**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní marketing**

Název tématu: **Ozon v odstraňování skvrn z textilií**

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 k tématu práce
- 2) Navrhněte a realizujte postup definovaného znečištění bavlněné a polyesterové tkaniny vybranými kontaminanty, které se mohou podílet na vzniku skvrn na textiliích
- 3) Připravené textilní vzorky vystavte působení ozonu za definovaných podmínek
- 4) Zjednodušeně sledujte změnu barevnosti vzorků působením ozonu a stabilitu získané běli v čase
- 5) Výsledky diskutujte z hlediska možného využití ozonu v odstraňování skvrn z textilií



Rozsah grafických prací:

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

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

Seznam odborné literatury:

- 1) Langlais, Bruno., David A. Reckhow a Deborah R. Brink. Ozone in water treatment: application and engineering : cooperative research report. Chelsea, Mich.: Lewis Publishers, 1991. ISBN 9780873714747
- 2) Boström, Magnus. a Mikael Klintman. Eco-standards, product labelling and green consumerism. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan, 2008. ISBN 9780230537378.

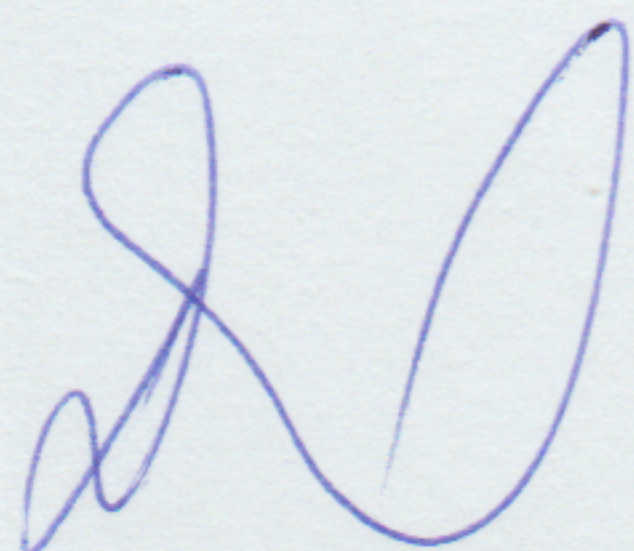
Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.

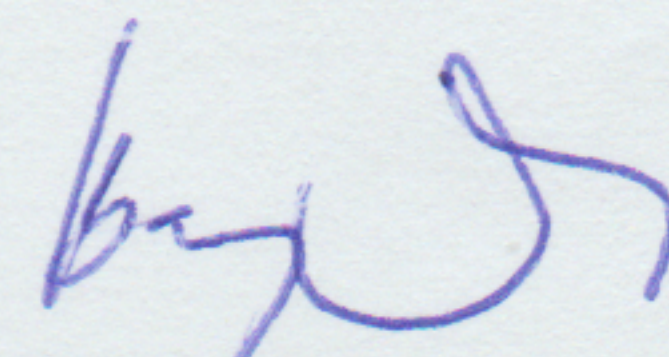
Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **27. března 2017**

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



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



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

V Liberci dne 29. listopadu 2017

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 mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych touto formou poděkovala vedoucímu práce a to panu profesorovi Jakubu Wienerovi, který mi v průběhu výzkumu i psaní této práce poskytoval cenné informace a rady. Také děkuji také za čas a trpělivost, jež věnoval konzultacím k mé bakalářské práci.

Také bych ráda poděkovala Ing. Marii Kašparové a Ing. Márii Průšové za pomoc a rady při práci v laboratoři dále pak dalším pracovníkům TUL za výpomoc s měřicím zařízením.

V neposlední řadě jsem vděčná své rodině a přátelům za psychickou podporu jak při psaní této práce, tak při studiu samotném.

Abstrakt

Obsahem této práce je studium ozonu a jeho schopnosti čistit nebo bělit textilie námi zvolenými kontaminanty. Je sledováno, jak ozon působí na tyto kontaminanty, a jak dokáže skvrny od kontaminantů z textilií vyčistit. Teoretická část se zabývá studiem ozonu a jeho využitím. Dále pojednává o bělení, praní, ekologickém vývoji, skvrnách a tyto témata jsou pak vztaženy k ozonu. V experimentální části se zabýváme definovaným znečištěním zvolených tkanin – 100% bavlna a 100% polyester. Zvolenými kontaminanty jsou rajčatový protlak, káva, čaj, oranž 2, mrkvová šťáva a mrkvová nať. Kontaminanty i textilie jsou vystaveny působení ozonu a je pozorována stabilita získané běli a odstranění barevnosti. Dále je pozorováno jejich chování v čase.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ekologie, bělení, ozon, ozonování, odstraňování skvrn, kontaminanty, praní

Abstract

The content of the work is the study of ozone and its ability to clean or bleach the fabrics with our selected contaminants. It is monitored how ozone affects these contaminants and how the pollution from contaminants from textiles can be cleaned. The theoretical part deals with the study of ozone and its use. It also deals with bleaching, washing, environmental development, staining, and these topics are related to ozone. In the experimental part, we deal with some contamination of selected textiles - 100% cotton and 100% polyester. The selected contaminants are tomato paste, coffee, tea, orange 2, carrot juice and carrot. Contaminants and textiles are exposed to ozone effects and stability is obtained from white and color removal. Their behavior over time is also observed.

KEYWORDS

Ecology, bleaching, ozone, ozone, stain removal, contaminants, washing

Obsah

1	Rešeršní část	15
1.1	Ozon	15
1.1.1	Objevení ozonu	16
1.1.2	Vznik ozonu	16
1.1.3	Výroba ozonu	17
1.1.4	Toxicita ozonu	18
1.1.5	Stratosférický a troposférický ozon	18
1.1.6	Ozonová vrstva	18
1.1.7	Využití ozonu	19
1.1.8	Využití ozonu k úpravě vody – historické hledisko	19
1.1.9	Použití ozonu v textilním průmyslu	21
1.2	Ekologie a její vývoj, ekologie ozonu	22
1.3	Vlákna a ozon	23
1.3.1	Bavlna	23
1.3.2	Polyester	24
1.3.3	Úprava bavlny a polyesteru - ozonování	25
1.4	Barviva	26
1.5	Skvrny na textiliích	26
1.6	Praní	27
	28
1.6.1	Praní textilií a ozon	28
1.6.2	Společnosti využívající ozonové technologie pro praní	29
1.7	Bělení	29
2	Experimentální část	31
2.1	Použité materiály	31

2.2	Použité chemikálie	31
2.2.1	Čaj	32
2.2.2	Káva	33
2.2.3	Mrkev	33
2.2.4	Oranž 2	34
2.2.5	Protlak	34
2.2.6	Zeleň	35
2.3	Ozonový generátor	35
2.4	Analýza barevnosti roztoků – spektrofotometrie	38
2.5	Nanášení kontaminantů na textilii	38
2.1	Stárnutí textilních vzorků	40
2.2	Postup praní textilních vzorků	40
2.2.1	Prací lázeň	41
2.3	Analýza barevnosti textilií – skener + ImageJ	41
3	Diskuze, výsledky	42
3.1	Absorbance roztoků	42
3.1.1	Graf absorbance čaj/ čaj ozon	43
3.1.2	Graf absorbance káva/ káva ozon	43
3.1.3	Graf absorbance mrkev/mrkev ozon	44
3.1.4	Graf absorbance oranž 2/ oranž 2 ozon	45
3.1.5	Graf absorbance protlak/ protlak ozon	45
3.1.6	Graf absorbance zeleň/ zeleň ozon	46
3.2	Změna barevnosti	47
	Grafy změny barevnosti	49
3.2.1	Grafy - čaj / bavlna	50
3.2.2	Grafy - čaj / polyester	51

3.2.3	Grafy - káva / bavlna	52
3.2.4	Grafy - káva / polyester/	53
3.2.5	Grafy - mrkev / bavlna.....	54
3.2.6	Grafy - mrkev / polyester.....	55
3.2.7	Grafy - oranž 2 / bavlna	56
3.2.8	Grafy - oranž 2/polyester	57
3.2.9	Grafy - protlak /bavlna.....	58
3.2.10	Grafy - protlak /polyester.....	59
3.2.11	Grafy - zeleň /bavlna.....	60
3.2.12	Grafy - zeleň /polyester.....	61
4	Závěr.....	62
	Seznam obrázků, tabulek.....	64
	Seznam literatury	67

Seznam použitých zkratk, jednotek

UV	ultra violet, ultrafialové záření
č.	číslo
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
ppm	parts per million, miliontina celku
%	procento, setina celku
°	stupeň (úhel)
°C	stupeň Celsia
Do	dostava osnovy materiálu (počet nití/1 cm)
Du	dostava útku materiálu (počet nití/1 cm)
nm	nanometr
μg, mg, g, kg	mikrogram, miligram, gram, kilogram
hod	hodina
l	litr
m ³	metr krychlový

Úvod

Cílem práce je navrhnout a realizovat definované znečištění bavlněné a polyesterové tkaniny vybranými kontaminanty, které se mohou podílet na vzniku skvrn na textiliích. Při údržbě textilie vznikají skvrny, které jsou většinou na bázi organických materiálů například zeleniny či jiných rostlin. Reálně se tyto skvrny snažíme odstranit při běžném praní, kde využíváme pracích prášků, které jsou ale ekologicky problematické. Při praní je potřeba veliké množství energie. V některých případech ale skvrny přesto nedokážeme odstranit a musíme využívat profesionálních služeb čistíren. Při profesionálním čištění se používají ještě drastičtější chemikálie a čistírenské rozpouštědla, které jsou často vysoce toxické a následně i neekologické. V některých případech je obtížné skvrny vyčistit i po praní. Skvrny pak zkracují životnost textilie a omezují její využití.

Chtěli bychom omezit ekologické dopady a využít ozon k dezinfekci, bělení a hlavně k odstraňování skvrn z textilií. Ozon je známý tím, že je to vysoce reaktivní forma kyslíku, která se využívá převážně v mokrých procesech.

Cílem této práce je ověřit zda proces funguje i bez kapalné vody. V případě pozitivních výsledku by tato technologie měla pozitivní ekologické dopady na životní prostředí. Může dokonce dojít k nahrazení čistírenských pracích procesů právě na působení ozonu v plynném prostředí.

1 Rešeršní část

Teoretická část práce se zabývá ozonem, jeho výrobou a využitím. Pojednává o barvivech a skvrnách, jejich praní a bělení obecně a s působením ozonu.

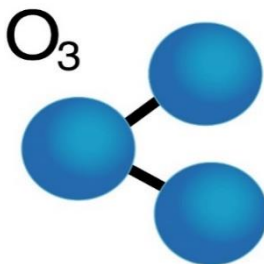
1.1 Ozon

Ozon je nestabilní triatomická forma kyslíku, proto jej značíme O_3 . Ozon je silné oxysličovadlo, které se vyrábí pro různé chemické a průmyslové účely. Jeho produkce je také katalyzována v atmosféře ultrafialovým paprskem a ozářením kyslíku nebo jiných prekurzorů ozonu, jako jsou těkavé organické sloučeniny a oxidy dusíku. Ve stratosféře dosahuje koncentrace ozonu kolem 90%. [1]

Ozon je označován jako bezbarvý až namodralý plyn, který kondenzuje na tmavě modrou kapalinu nebo modročerné krystaly. Má zápach, který je velmi specifický a to i v koncentracích nižších než 2 ppm. Ozon je používán jako dezinfekční prostředek pro vzduch i vodu. Je také používán:

- k bělení vosků, textilií a olejů,
- ozonolýze nenasycených mastných kyselin na kyseliny pelargonové a jiné kyseliny;
- výrobě inkoustu;
- úpravě vody pro kontrolu chuti a zápachu;
- jako forma a inhibitor bakterií v chladném skladování
- jako bělicí činidlo. [2]

Ozonové molekuly obsahují tři atomy kyslíku. Tato jedna molekula je lomená a úhel, který svírají vazby mezi atomy kyslíku je $116,8^\circ$. Mezoerní strukturní vzorce představují mezní elektronové konfigurace, kde prostřední atom má kladný náboj a oba krajní mají záporný, ale poloviční náboj. Díky tomuto složení má molekula jistý dipólový moment. [3]



Obrázek 1: ozon O_3 [4]

Rozkládá se na kyslík a nezanechává žádné vedlejší produkty svého působení. Je to vysoce účinný, ekologicky přijatelný prostředek pro dezinfekci vody, i pro odstranění stop železa a manganu z pitné vody. Je mnohem účinnější než chlor nebo brom - látky běžně používané pro úpravu vody. Ozón je mnohem účinnější než UV záření, běžně používané pro dezinfekci ovzduší. Ozón má navíc i tu vlastnost, že oplývá deodoracním efektem, což má za následek rozklad zapáchajících látek a tím redukci zápachu. [5]

1.1.1 Objevení ozonu

Neznámou látku poprvé zpozoroval Martinus van Marum (holandský lékař, vynálezce, vědec a učitel) jako zápach, který vznikal při pokusech s elektrickými jiskrami v roce 1785. Jeho objev byl ale na dalších pár let zapomenut a tato neznámá látka další roky zkoumána nebyla. [6]

Až v roce 1840 bylo ale německým chemikem C. F. Schonbeinem (německo-švýcarský chemik) zjištěno, že během jiskření vzniká jistý zápach, ten zkoumal dále a zjistil, že vzniká doposud neznámou sloučeninou. Tuto sloučeninu, kterou doposud nikdo jiný nezkoumal, pojmenoval ozon (z řeckého ozein – čichat).

Téměř o dvacet let později, v roce 1856 bylo Thomasem Andrewsem (irský chemik a fyzik) dokázáno, že je ozon tvořen kyslíkem a následně odhaleno že se jedná o tříatomový alotrop kyslíku.

Soret (švýcarský chemik) díky tomuto zjištění v roce 1856 prokázal vztah mezi kyslíkem a ozonem takový, že tři molekuly kyslíku tvoří dvě molekuly ozonu. [7]

1.1.2 Vznik ozonu

Aby mohl vzniknout ozon, je zapotřebí volný atom kyslíku, který je možné získat při rozštěpení kyslíkové molekuly s dvěma atomy. Musíme mít ale dostatečné množství energie. To lze například díky ultrafialovému záření nebo vysokonapěťovým výbojem, který běžně vzniká při bouřce.

Když se molekula kyslíku rozštěpí, dojde k rekombinačnímu procesu, kdy volné atomy kyslíku se seskupí zpět do dvouatomové formy kyslíkové molekuly. Některé atomy se ale uskupí i do volné vazby o třech atomech kyslíku – ozon. Tato molekula je ale nestabilní a rozkládá se zpátky na kyslík a následně na atom. [8]

1.1.3 Výroba ozonu

V dnešní době se k výrobě ozonu využívají tři metody:

- pomocí UV záření o vlnové délky okolo 185 nm - vyrobí se jen málo ozonu s nízkou koncentrací. Tento způsob výroby je vhodný pro jednoduché aplikace, jako je například úprava vzduchu
- elektrolyticky přímo ve vodě - způsob výroby, kdy se připravuje takzvaná „ozonizovaná“ (voda s rozpuštěným ozonem). Tu lze využívat například pro dezinfekci povrchů. Díky tomuto způsobu výroby lze připravovat ozon o vysoké koncentraci, ale celý proces je technologicky náročný.
- vysokonapěťový výboj - jde o nejpoužívanější způsob přípravy ozonu (tato technologie výroby je využita v této práci)

Ozon je téměř nemožné skladovat a je třeba ho vyrábět přímo na místě. Ozon má tendenci se rozkládat zpět na atomy kyslíku. [2]

1.1.3.1 Generátory pracují na principu vysokonapěťového výboje

Připravují ozon v tzv. výbojovém elementu, kterým prochází pracovní médium - vzduch nebo čistý kyslík a v tomto prostředí dochází k výboji. Energie výboje štěpí část molekul kyslíku na atomární kyslík, který se dále slučuje s molekulou kyslíku a tvoří trojmocnou molekulu ozonu O_3 . Výkon generátoru ozonu se udává většinou v g nebo kg O_3 /hod.

Dalším důležitým údajem je koncentrace ozonu v plynu vystupujícím z generátoru ozonu, obvykle udávaná ve váhových procentech. Koncentrace ozonu rozpuštěného v u roztoku kontaminantu se obvykle uvádí v ppm, mg/l nebo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vzduch) a pro různé aplikace je doporučena koncentrace a také reakční doba – čas (5, 10, 20, 30min, 1h), kdy je roztok s kontaminantem vystaven účinné dávce ozonu.

Generátor ozonu však tvoří jednu část celé ozonizační technologie, která se skládá z několika dalších součástí, které jsou pro správnou funkci ozonizace nezbytné a mají značný vliv na celkovou účinnost aplikace ozonu. [9]

1.1.4 Toxicita ozonu

Ozon má velmi nepříznivý vliv na lidský organismus. Při vyšších koncentracích je zdraví škodlivý a způsobuje zdravotní problémy. Při dlouhodobějším vdechování můžeme pozorovat problémy, jakou jsou časté bolení hlavy nebo pálení očí.

Přiměřený limit ozonu v životním prostředí je 0,05 ppm. Až do koncentrace 0,2 ppm neprobíhají žádné negativní reakce. První obtíže jsou pozorovány až při koncentraci 0,3 ppm, kdy se objevuje pocit suchosti sliznic, pálení očí a podráždění sliznic. Hodnota 0,5 ppm způsobuje bolest hlavy, nevolnost a zvyšuje se náchylnost k respiračním infekcím. Při delším trvání této koncentrace hrozí plicní edém. Při koncentraci 1,5 ppm se již po dvou hodinách dostavuje velmi velká bolest hlavy, pálení sliznic, bolest na hrudníku, kašel a značná únava. Při koncentraci 10 ppm upadá člověk do bezvědomí. Při pokusech s krysami bylo zjištěno, že v prostředí s hodnotou 12 ppm přežily max. 3 hodiny a při 25 ppm byly okamžitě usmrceny. [10]

1.1.5 Stratosférický a troposférický ozon

Ozon se v atmosféře rozděluje dle výskytu na stratosférický a troposférický. V atmosféře se nachází spousta stopových plynů (dusík, kyslík, helium a další) a jedním z těchto plynů je právě stratosférický ozon. Tento ozon působí jako pohlcovač škodlivých látek a chrání Zemi před UV zářením o vlnových délkách 280-320 nm. (UV- B složka). Troposférický ozon je hlavní složkou nízké atmosféry a je označován jako přízemní. Troposférickému ozonu je vystaveno vše nacházející se nad zemským povrchem. Tento ozon je naopak velice škodlivý. [11]

1.1.6 Ozonová vrstva

Ozonová vrstva je část stratosféry. Nachází se zde vysoký poměr ozonu oproti běžnému kyslíku s dvěma atomy. Ozónová vrstva ve stratosféře vzniká působením slunečního ultrafialového záření o vlnové délce kratší než 242 nm. Ozonová vrstva se nachází ve výšce 50 až 150 km nad zemským povrchem. Chrání nás proti UV záření, které je pro lidský organismus velice škodlivé. Ultrafialové záření je nebezpečné a může způsobit řadu onemocnění, jako jsou záněty očí či rakovina kůže a má veliký vliv na hospodářství a celkový průběh fotosyntézy.

Na základě objevu v roce 1974 bylo zjištěno, že ozonovou vrstvu poškozují chlor z některých chlorfluoruhlodíků- označovaných jako freony. Jelikož freony byly obsaženy ve spoustě běžně používaných zařízeních, mělo toto zjištění veliký význam pro budoucnost. P. Crutzen, M. J. Molina a F. S. Rowland (američtí chemičtí a vědci a fyzikové) za tento výzkum v roce 1975 získaly Nobelovu cenu za chemii – „za práce na chemii atmosféry, zejména ozónu“. [12]

1.1.7 Využití ozonu

Ozon se v dnešní době využívá v mnoha oblastech a to nejen v čištění vod a textilním průmyslu, na které se blíže zaměříme, ale díky ozonování se v dnešní době dá velice dobře čistit a dezinfikovat a eliminovat pachy, čehož je velmi dobře využíváno v mnoha aplikacích například:

- zdravotnictví
- bazény
- budovy
- automobily
- masokombináty
- stáčírny, plnárny
- následky po povodni
- obnova jezer a rybníků [15]

1.1.8 Využití ozonu k úpravě vody – historické hledisko

V této podkapitole se podíváme blíže na historii, kdy se po objevení ozonu začal ozon blíže zkoumat a rozvíjet. Ozon byl registrován již v roce 1856. ale až v roce 1886 De Meritens (francouzský elektroinženýr) prokázal, že je ozon schopný dezinfikovat znečištěné vody.

Po několika letech si této skutečnosti všimla i firma *Siemens & Halske*. Firma se dříve zabývala výrobou elektrických zařízení a začala se zajímat o testování ozonu v rámci dezinfekce pitné vody.

Studiem ozonu se poprvé začal zabývat v roce 1889 francouzský chemik Marius Paul Otto na Sorbonně v Paříži. Po obdržení doktorského titulu v roce 1897 založil první specializovanou společnost, která se zabývala výrobou a instalací ozonového vybavení.

Tuto společnost pojmenoval Compaignie Provencale de l'ozone (Ozonová společnost Provence) a chvíli na to byla tato společnost přejmenována na Compaignie Generable de l'ozone. (Generální ozonová společnost) Poté se v roce 1929 firma znovu přejmenovala a to na Compaignie des eaux et de l'ozone,(Vodní hospodářství a ozon a tím bylo zřetelně uvedeno, že jednou z hlavních aplikací ozonu je úprava vody. Ozon se poprvé využil k úpravě pitné vody v roce 1893 v Nizozemsku. Pár let nato se začaly stavět čistírny vod ve Francii, Německu, New Yorku či Rusku.

Do roku 1914 byl ve Francii zaznamenán velký nárůst čistíren vod. Kvůli výzkumu o jedovatých plynech v 1. světové válce byl ale nárůst využívání ozonu pozastaven. To vedlo k vývoji cenově levnější varianty – chloru. Chlor nahradil ozon jako dezinfekci. Pomalým tempem se ale čistírny vod s použitím ozonu stavěly dál, například v Belgii bylo před rokem 1939 postaveno 11 elektráren.

Do roku 1936 bylo postaveno téměř 100 elektráren ve Francii a 30-40 v ostatních částech světa. Koncem 2. světové války se ale rychlost výstavby ozónových zařízení se plně vrátila na svou dřívější úroveň. .

Před koncem 2. světové války se ozon používal i pro jiné účely než pro desinfekci vody a kontroly zápachu. Byl také použit pro snížení barevnosti a odstranění iontů železa a manganu. Tato schopnost ozonu byla dlouho zkoumána, ale rozsáhlejší aplikace byly zahájeny s velkou prodlevou. První zájem o využití ozonu pro tyto účely mělo Německo a to v roce 1957. Poté v dalších zemích Evropy jako je Švýcarsko a Francie. Vedle známého antibakteriálního účinku byl výzkum na čištění vod.

V této době byly zrealizovány stavby čistíren vod také ve Skotsku a Irsku. Tyto čistírny vod začaly používat ozon pro odstraňování barevnosti vod. Oblasti Skotska a Irsko se totiž vyznačují charakteristickým zabarvením vody a nízkým zákalem. O tuto aplikaci ozonu začaly projevovat zájem také čistírny vod v Norsku. Tyto čistírny se jako první začaly o tuto aplikaci blíže zajímat.

Vedle známého antibakteriálního účinku byl od 60. let výzkum v čištění vod především zaměřen na odstranění zákalu z vod. Výzkum byl zaměřen na odstraňování zákalu především pomocí oxidace železa a manganu. Tyto postupy se uplatnily celosvětově zejména tam, kde není voda znečištěna jinak než tímto zákalem.

Nejnovější aplikace ozonu jsou pro kontrolu dezinfekčního vedlejšího produktu a biologickou stabilizaci nebo minimalizaci mikrobiologického růstového potenciálu vody. V případě kontroly vedlejšího dezinfekčního produktu je většina aplikací ve Spojených státech.

Koncem 70. let bylo dokonce prokázáno, že působením chloru při dezinfekci vody vznikají trihalometany. Proto byly zkoumány organické látky jako prekurzory jejich tvorby a vlastnosti těchto organických látek testovány a sledovány. Zároveň byl hledán alternativní oxidant a dezinfekční činidlo jako náhrada chloru. [13] Při chloraci vody totiž mohou vznikat látky, které jsou karcinogenní. Z tohoto hlediska je ozon velice vhodná náhrada jelikož ozon neobsahuje žádný chlor. [6]

1.1.9 Použití ozonu v textilním průmyslu

Textilní průmysl je jeden z hlavních zdrojů znečišťujících látek v životním prostředí. Jeho celosvětová přítomnost znamená, že jde o globální problém. Hlavní zdroj emisí pochází z tkaninového tisku, kde se různými způsoby sítotisku uplatňuje dekorativní vzhled na textilní výrobky. Tento proces může vést k plynům, které obsahují těkavé organické látky. V mnoha zařízeních je většina textilií běžně bělena, aby se vytvořil "sepraný" vzhled. V textilním průmyslu lze tohoto dosáhnout ozonovou úpravou, která představuje účinný způsob snižování provozních nákladů a snížení emisí v prostředí v porovnání s ostatními technikami. [14]

Díky aplikaci čisté a studené vody s rozpuštěným ozonem má ozon velice dobrý čisticí efekt na jednobarevné textilie. Toho se dá využít nejvíce v prostředí, kde se mnohobarevné textilie téměř nepoužívají kvůli sterilitě například v nemocnicích, hotelech či věznicích. Při ozonování se odstraní většina bakterií a to bez přídavku pracích prostředků. Při běžném praní je potřeba k odstranění patogenních bakterií teploty nad 100°C. Při praní s ozonovou technologií tedy dochází i k úsporám na ohřev vody. [15]

1.2 Ekologie a její vývoj, ekologie ozonu

V historii byla spousta protestů, která hýbala s životním prostředím. První vlna environmentalismu se objevila koncem devatenáctého století, kdy vznikl zájem o ochranu přírody (Spojené státy a Evropa). Z historického hlediska dávaly velkou pozornost k takzvanému zelenému konzumu a strategii pro životní prostředí.

Šedesátá a sedmdesátá léta radikalizovala ekologické protesty. „Alternativní životní styl“ se objevil jako hlavní problém, který byl kontrastem dnešního ekologizmu. Alternativní vlivy ze sedmdesátých let byly zaměřené na menší konzumaci. To vedlo k obratu nadměrné spotřeby a soběstačnosti „zelené obce“. Tento styl zůstal ale jen okrajově a pro mnoho lidí to byl posun zpátky. Jevil se jim jako extrémní a směšný. Proto ekologové počátkem osmdesátých let nebyli s předchozími přístupy moc spokojeni. Vyžadovali spoustu změn v ekologickém přístupu a radikální změny pro organizaci společenského řádu. Rizika spojená s chemikáliemi, jadernými zdroji, potravinovými skandály vzrůstala a společnost to začalo velmi znepokojovat.

V osmdesátých a devadesátých letech bylo zaznamenáno, že o ekologii projevují zájem i vysoce postavená společnost jako jsou například politici nebo obchodní elity. Ti se začali podílet na rozvoji a modernizaci ekologie. Postupem času se vyvinul jistý přístup pro řešení životního prostředí, který měl za výsledek pokrok a řešení jistých problémů, které dříve způsobovala moderní technologie. Ze závěru jedné z několika diskuzí o ekologické modernizaci lze environmentální problémy vypočítat, vyřešit a dokonce i předpovídat. Je to možné i bez změny základů, na kterých jsou moderní instituce stavěné. Noví političtí tvůrci vyvinuly scénář zvaný win-win mezi ekonomikou a rozvojem životního prostředí. Tím vznikly ale jen další diskuze o jeho udržitelnosti a rozšířila se myšlenka vzniku třetího pilíře, který byl pro sociální rozvoj. Od té chvíle byla nová zaměření ne na zrušení kapitalismu nebo průmyslu ale na reformě konkrétních ekologických činností. [13]

Odpadní voda při praní s ozonovou technologií je velice čistá dokonce až tak, že se dá použít opakovaně a stále splňuje ekologické limity. Pereme-li ozonem v prostředí, kde je měkká voda, může se prací cyklus díky jeho propustnosti zkrátit až na 50%. Ozon je tedy velice ekologický a nenarušuje tolik strukturu textilie při praní jako běžné prací prostředky. [15]

1.3 Vlákna a ozon

Pro oděvní účely se používá celá řada textilií z různorodých vláken. V této práci jsou pro testování vlivu ozonu použity textilie z bavlněných a polyesterových vláken, která si nyní přiblížíme.

1.3.1 Bavlna

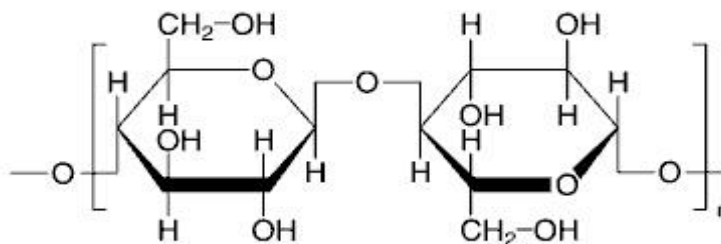
Bavlněné vlákno je nejpoužívanějším textilním vláknem na světě. Bavlněná vlákna jsou jednobuněčná vlákna obrůstající semena bavlníku. Sklizeň se provádí týden po zrání. Po sklizni následuje loupání kdy je vlákno odděleno od semen. Bavlna je poté mykána a česána, aby se veškeré nečistoty z bavlněných vláken odstranily. [16]

Kvalita bavlněného vlákna se odvíjí od jeho délky, barvy, tloušťky nebo původem. Bavlna se skládá z celulózy 80-90%, vody 6-8%, protoplazmy, pektinů 4-6%, vosků, mastných látek 0-1%, minerální soli až 0,20%. Bavlna je zdrojem nejčistší celulózy a používá se pro výrobu nitrocelulózy (nitratová vlákna). Vlákna se dělí na vlákna zralá, částečně zralá a nezralá. Pevnost vlákna je za sucha 2-4 cN/dtex. [17]

Nejstarší důkazy o užívání bavlny se objevily v Indii 3000 let před Kristem. Momentálně je největším pěstitelem bavlny Amerika, Čína a Indie. Bavlnu nejprve pěstovala Indie a poté se pěstování rozšířilo do Egypta, Číny a jižního Pacifiku. [18]

V silných alkáliích se bavlna merceruje. Mercerací se rozumí exotermní proces, při kterém je bavlna v koncentrovaném NaOH. Bavlna se napíná a ochlazuje a vytváří se alkalixeluloza a na bavlnu se tak navazují molekuly H₂O. Bavlna má vlivem mercerace lepší sorpční vlastnosti, je pevnější a lesklejší. [16]

Bavlna je vhodný a oblíbený typ textilního materiálu. Je příjemná na nošení a dobře se s ní pracuje i ve výrobě. Často se používá ke směsování vláken, jako jsou vlna, len, polyester atd. [18]



Obrázek 2: celulóza – chemický vzorec [19]

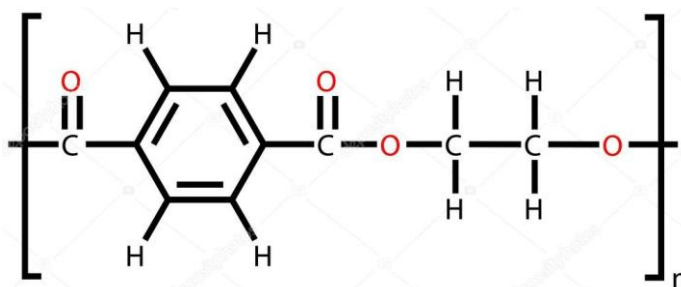
1.3.2 Polyester

Polyesterové vlákno je vlákno syntetické výroby. Na omak je vlákno podobné přírodnímu hedvábí. Je velmi používané v textilním průmyslu. Mezi jeho vlastnosti patří, odolnost vůči mikroorganismům, malá navlhavost, vysoká pevnost a lesk. Díky syntetické výrobě polyesterového vlákna se dají jeho vlastnosti chemicky upravit a vylepšit.

Polyester se vyrábí z ropy pomocí různých složitých technologických procesů a získáváním dimethyltereftalátu a glykolu. Polykondenzací těchto sloučenin vzniká polyethyltereftalát, který se následně zvlákňuje a zpracovává se diskontinuálně sušením, tavením a zvlákňováním. [20]

Polyester byl jedním z velkých objevů umělých vláken čtyřicátých let a byl vyráběn v průmyslovém měřítku od roku 1947. Polyesterová vlákna jsou první volbou pro výrobu materiálu na oblečení. Používají se na výrobu běžné konfekce a s velkým úspěchem také na výrobu sportovních oděvů a obuvi.

Polyesterové vlákno se také často používá ve směsi s vlnou nebo bavlnou nebo jinými přírodními vlákny. Směsi s bavlnou a ovčí vlnou jsou velmi oblíbené. [21]



Obrázek 3 : Polyethyltereftalát – chemický vzorec [22]

1.3.3 Úprava bavlny a polyesteru - ozonování

Jelikož bavlna není 100% bílá, je nutné bavlněné textilie bělit. Aby se odstranil všechn nežádoucí odstín, který je způsoben přírodními barvicími látkami, vystavujeme textilie procesu bělení. Tím se zvýší bělost a absorpční schopnost látky na barvení. Konvenční bělicí metodou zahrnujeme ale rozsáhlé použití chemikálií a vysokých teplot (100-130 °C), čímž je proces energeticky náročný. Díky ozonové bělicí technologii jde ale tyto nevýhody bělicích technik vyřešit. [23]

Ozónování je krátký proces, který probíhá při běžné teplotě. Tento proces používá minimální množství vody a nevykazuje téměř žádné zbytkové chemické látky, aby se dosáhlo požadované bělosti a kvality. Při ozónování tkanin se ale textilie mohou chovat různorodě.

U testování polyesterových tkanin a působením plynného ozonu textilie měnila své vlastnosti. V procesu smáčení se změnil stav smáčecího povrchu a byly zaznamenány i změny ve vnitřní jemné struktuře to jsou u polyesterových tkanin změny v krystalických a amorfních oblastech. Výsledkem bylo dokonce navýšení vlhkosti a absorpce vody. Navzdory zvýšené krystalinity byla zvýšena i vlastnost barvení. [24]

1.4 Barviva

Textilie použité pro tuto bakalářskou práci jsou barveny přírodními kontaminanty, které obsahují organická barviva (čaj – quercetin, káva- lucidin, mrkev – karoten, protlak – lykopen, zeleň – chlorofyl a oranž 2 což je organické azobarvivo). Kontaminanty zde chápeme jako „znečišťující látky“, které jsou vneseny do vody. Tato voda je specifická svým obarvením.

Pro čaj je zvolen Quercetin jako jednou z hlavních barvicích složek dle zvolené literatury. Flavonoid, který se nachází v potravinách, ovoci či zelenině. Je velmi dobrým antioxidantem, který je příznivý pro lidský organismus.

Pro kontaminant kávu byl dle literatury zvolen jako jedno z hlavních barvicích složek Lucidin, což je antrachinonové barvivo, které dává hnědožlutý odstín.

Pro mrkev jsme zvolili jako hlavní barvivo Karoten, které je obsaženo například v kořenu mrkve a existuje mnoho jeho modifikací. Rozpouští se v tucích a používá se jako žluto/červené barvivo.

Chlorofyl je barevný pigment, který je obsažen ve všech zelených rostlinách, proto byl stanoven jako hlavní barvicí složkou pro kontaminant s označením zeleň – mrkvovou nat'.

Pro kontaminant s označením protlak dle dané literatury byla zvolena hlavní barvicí složka Lykopen. Ten je známý jako červené rostlinné barvivo s antioxidačním účinkem ze skupiny karotenoidů, které neobsahují kyslík. Obsažen je například v rajčatech a rajčatovém protlaku.

Oranž II je kyselá azobarvivo, které se používá převážně pro barvení textilií. [25],[26]

1.5 Skvrny na textiliích

Skvrna na prádle může obsahovat všechny látky, s nimiž přichází prádlo do styku. Tyto skvrny je doporučeno čistit ihned poté, co vznikly a to nejvhodnějšími čisticími prostředky. Pro vyčištění těchto nečistot je velmi důležité znát jejich původ.

Typy skvrn:

- mastné skvrny
- rostlinné skvrny
- organické skvrn

Dle typu skvrny se pak vybírá způsob jejího odstranění. Dá se tak zvolit i čisticí prostředek, který je pro vyčištění nejvhodnější.

Na mastnoty, které se ve vodě nerozpouští např. tuky, oleje existují speciální přípravky, které se na tyto nečistoty dají použít. Typy postupů jsou různorodé ať už navlhčení postiženého místa teplou vodou a následná aplikace čisticího přípravku nebo aplikace těchto přípravků rovnou na textilii. Jako jeden z nejspolehlivějších čističů můžeme označit technický benzin. Technickým benzinem se tyto nečistoty čistí běžně.[27]

Skvrny, vznikající díky rostlinným barvivům jako jsou od např. skvrny od kávy, čaje, trávy, mrkve, protlaku (tyto příklady skvrn jsou vybrány v experimentální části) se dají čistit prolitím textilie octem a následné aplikaci žlučového mýdla a praní klasickým způsobem. Organické skvrny lze čistit také působením žlučového mýdla, studené vody a následného praní v pračce klasickým způsobem. [28]

Důležitý při čištění skvrn je i materiál, na kterém skvrna vznikla. Při špatně zvoleném čisticím postupu může totiž dojít k poškození čištěného materiálu a jeho vzhledu textilní vazby. V případě skvrn obtížně odstranitelných v domácím prostředí lze využít služeb profesionálních čistíren, které se specializují na čištění materiálu.

1.6 Praní

Praní je jedna z technologií, která tvoří jednu ze zušlechťovacích operací. Tato operace se může zařadit i do předúpravy textilií nebo do úprav textilií.

Praní je samostatná technologie. Touto technologií se dá prát volný materiál jako je vložka, česanec nebo příze v různých formách zpracování nebo hotové plošné zboží. Materiály, které můžeme prát, jsou různorodého charakteru. Praní je vhodné pro všechny druhy vláken ať už vlnu, bavlnu, syntetiku nebo směsi těchto vláken. Funkce praní jsou hlavně čisticí

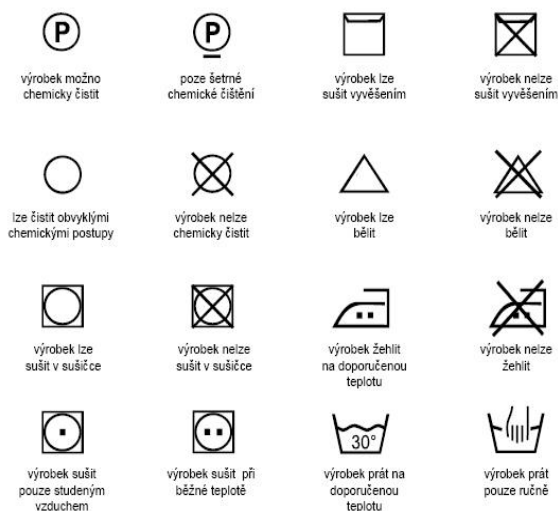
a hygienické. Praný materiál se rozvolní, a díky tomu se z něj odstraní všechny nečistoty a dle potřeby se následně vysráží a stabilizuje. Při správném praní materiálu navíc dochází i k zlepšení jeho vlastností jako jsou omak, vzhled, barevnost a životnost. Na pračkách se před praním vždy nastaví konkrétní parametry pro daný materiál, aby nedošlo k jeho poškození použitím nevhodných parametrů pro praní. [28],[29]

Na praní textilií mají značný vliv:

- složení vody popř. její tvrdost
- doba praní
- teplota vody pro praní
- použité čisticí prostředky [28]

Praní je proces, jehož hybnou silou je změna entropie soustavy. [30]

Pro efektivní praní je potřeba se řídit symboly údržby. Tyto symboly musí být vyznačeny na každém textilním výrobku. [31]



Obrázek 4 : Znaky údržby [31]

1.6.1 Praní textilií a ozon

Ozónování textilií je vhodné pro tyto činnosti::

- praní
- bělení
- dezinfekci

Praní s ozonovou technologií je daleko méně nákladné jak energeticky, tak i na spotřebu detergentů a recyklaci vody.

Využití ozonu k dezinfekci prádla a technologického zařízení prádelny naráželo v České republice na legislativní bariéru, která vyplývá z vyhlášky č.195/2005, protože ozon není schváleným dezinfekčním prostředkem. Tuto bariéru se však již i v České republice daří zásluhou společnosti Aplikace ozonových technologií, s.r.o. překonávat. [30]

1.6.2 Společnosti využívající ozonové technologie pro praní

- Francouzská společnost *Purotek* se zabývá praním v ozonových lázních. Bohužel ale neuvádí, jak toto praní z technologické stránky probíhá.
- Společnost *Azcozon Industrie Limited* se sídlem v Kanadě se zabývá prodejem generátorů ozonu, adsorpčních zařízení a další. Společnost uvádí, že od roku 1975 dodává technologie pro různé aplikace ozonu. Specializuje se na lokální i mezinárodní trh a spolupracuje s distributory po celém světě.

Další společnost využívající ozonové technologie je v oblasti hotelových prádel. Ozon se zde využívá pro praní ložního prádla.

- Holandská společnost *Lenntech Water & Luchtbeh Holding* – zabývá se ozonovou dezinfekcí, která je zde již v předešlých kapitolách zmíněna. [30]

1.7 Bělení

V současné době je bělení součástí praní. Bělení je postaveno na chemické reakci, jejímž důsledkem je eliminace chromoforu jeho oxidací. [30]

Bělení při praní je buď odstraňování zašednutí nebo odstraňování nežádoucích barevných skvrn či zbarvení prádla. Bělení má také úlohu dezinfekční. Pokud k bělení používáme oxidační bělicí prostředky, dochází během bělení i k ničení bakterií a tím je prádlo dezinfikováno.

Běžné bělení při praní obsahuje prací prostředek, který obsahuje spoustu škodlivých látek, které jsou nepříznivé pro životní prostředí jako např. hydroxid sodný, povrchově aktivní látky, chelatační činidla, stabilizátory, likvidátory peroxidu a další. Tyto chemikálie musí být ošetřeny předtím, než jsou vypouštěny do vodních útvarů, aby vyhověly přísným zákonům o životním prostředí. [14],[30]

Bělení prádla je chemický proces, při kterém se působením bělicích prostředků odstraňuje z prádla nežádoucí našedlý nebo nažloutlý odstín. Bělení je používáno k vyprání skvrn, které nelze jen tak odstranit. Mezi praním a bělením je tedy rozdíl.

Bělení můžeme rozdělit podle druhu použitého bělicího prostředku:

- bělení oxidačními prostředky
- bělení na bázi i chloru
- „bělení“ optickými zjasňovači [28]

Oxidační bělení je nejčastějším způsobem bělení prádla. Podstata tohoto bělení je v tom, že bělicí prostředky rozrušují barevné odstíny tkaniny a štěpí je na bezbarvé zplodiny. Ty se z prádla snadno vyperou. K oxidačnímu bělení používáme prostředky s aktivním kyslíkem. (peroxid vodíku, perboritan sodný)

Při bělení aktivním kyslíkem se uvolňuje kyslík, který působí jako bělicí prostředek. Rychlost uvolňování kyslíku má být taková, aby uvolněný kyslík stačil po dobu praní k oxidaci barevných nečistot na prádle. Není dobré, aby se velké množství kyslíku uvolnilo najednou, neboť takové bělení je neúčinné a škodlivé, protože kyslík nevyužitý k bělení prádla napadá textilní vlákna a chemicky je poškozují. Kyslík uvolněný při rozkladu bělicího prostředku se nazývá aktivní kyslík. [26], [27]

K bělení na bázi chloru používáme prostředky s aktivním chlorem (chlornan sodný, chloramin). Chlor se používá především jako dezinfekční prostředek, ale má i vlastnosti, které jsou schopné textilie bělit. Chemikálie je velice obtížné biologicky odbourat a obsahují plyny, které jsou velice dráždivé. Obsahují toxické látky na bázi chloraminu a tyto látky se mohou uvolňovat do ovzduší. [27]

Bělení optickými zjasňovači je klamný efekt, kterého se chce dosáhnout pro vzhled zářivě bílého prádla. Bělená textilie je potažena chemickou vrstvou, která lomí světlo. Díky lomu světla vyzařují složky této chemikálie modrý nádech, kvůli kterému se prádlo zdá bělejší a jasnější. [27]

Ozon, je alternativním bělicím prostředkem bezpečným z hlediska životního prostředí kvůli jeho vysokému oxidačnímu potenciálu. Obecně je vyroben za použití generátoru ozonu pod koronovým výbojem.

Ozonové bělení je daleko složitější než sloučeniny chloru ve vyšším oxidačním stupni anebo peroxidy. Aby ozonovým působením docházelo k požadovanému bělicímu účinku, jsou za potřeby vysoké koncentrace ozonu. [29]

2 Experimentální část

Cílem experimentální části je realizovat postup definovaného znečištění bavlněné a polyesterové tkaniny vybranými kontaminanty, které se mohou podílet na vzniku skvrn na textiliích. Tyto vzorky vystavit působení ozonu a průběžně sledovat jejich změnu barevnosti a jejich stabilitu v čase.

2.1 Použité materiály



Obrázek 6: 100% bavlna - vzorek



Obrázek 5: 100% polyester- vzorek

Bavlna 100%

Do bavlny: 23 nití/cm

Du bavlny: 23 nití/cm

Vazba bavlny: plátno

Plošná hmotnost bavlny: 130 g/m²

Polyester 100%

Do polyesteru: 27 nití/cm

Du polyesteru: 27 nití/cm

Vazba polyesteru: plátno

Plošná hmotnost polyesteru: 150 g/m²

2.2 Použité chemikálie

- kontaminanty: Oranž 2 (syntetické), čaj, káva, protlak, mrkev, zelen (přírodní)
- O₃
- mýdlo Jelen

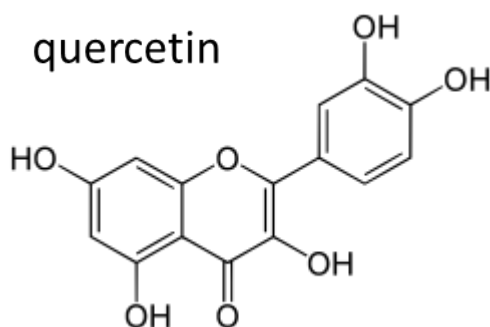
Jako kontaminanty byly vybrány představitelé, kteří jsou častou příčinou vzniku skvrn čaj, káva, protlak, mrkev, zeleň a jsou kontaminanty přírodními. Další byl vybrán kontaminant syntetický, který byl dostupný v laboratořích – oranž 2.

2.2.1 Čaj

Kontaminant byl připraven následovně: do kádinky s destilovanou vodou 150 ml byly přidány 3 sáčky čaje (PIGI – černý čaj, výrobce JEMČA - obrázek 7) a přivedeno k varu. Vařeno na vařiči po dobu 5 minut – odpařená voda byla doplněna destilovanou vodou zpět po rysku 150 ml. V balení PIGI čaje se nachází 25 sáčků - 1 sáček obsahuje 1,5 g černého čaje. Jedná se o český výrobek a tento čaj obsahuje 1 složku a to pravý černý čaj.

Na základě literatury bylo zjištěno, že jako hlavní barvicí složkou čaje je quercetin.

Quercetin je flavonoid, který se objevuje převážně v ovoci a zelenině. Je to složka, která se běžně nachází v čaji nebo víně. Označován bývá jako vitamin P a je to antioxidant. [32]



Obrázek 7 : quercetin – chemický vzorec [33]



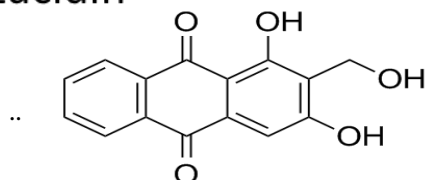
Obrázek 8 : PIGI čaj [34]

2.2.2 Káva

Kontaminant s označením káva byl připravován obdobně jako kontaminant s označením čaj s použitím instantní kávy (Nescafé azera – obrázek 8) kde se 150ml destilované vody uvedlo do varu po dobu 5 min a 1,5g této kávy přidáno a následně rozpuštěno mícháním. Na základě literatury bylo zjištěno, že jako hlavní barvicí složkou kávy je lucidin.

Nescafé azera americano je rozpustná sušená káva. Káva je jemně mletá pražená. Výrobce je Nestlé a země původu Česko. Složení: Rozpustná káva 95 %, Jemně mletá pražená káva 5%. Alergeny nejsou přítomny. [35]

Lucidin



Obrázek 9 : lucidin – chemický vzorec [36]

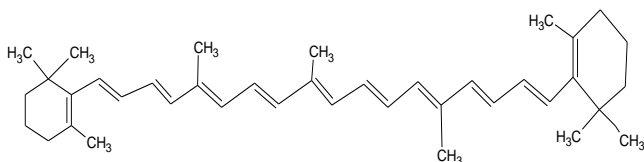


Obrázek 10: Nescafé azera [35]

2.2.3 Mrkev

Mrkev byla získána odšťavněním na odšťavňovači Sencor SJE 741 SS. Takto jsme získali 100% výtažek z mrkve. Na základě literatury bylo zjištěno, že jako hlavní barvicí složkou mrkvové šťávy je karoten. Mrkev byla nakoupena v maloobchodním řetězci Tesco pod názvem: *mrkev s natí, svazková (500g)*. Země původu: Itálie, jakost: I.

karoten



Obrázek 12 : karoten - chemický vzorec



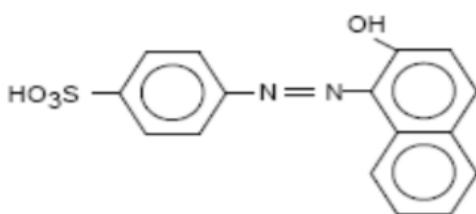
Obrázek 11 : mrkev

2.2.4 Oranž 2

Je to zde jediný představitel syntetického kontaminantu.

Oranž 2 (sodná sůl 4-[(2-hydroxy-1-naftenyl)azo]-benzensulfonové kyseliny) je kyselé azobarvivo, rozpustné ve vodě s jasnou žluto/oranžovou barvou. V laboratořích je dostupný jako oranžový vysoce barvivý prášek.

oranž 2



Obrázek 13 : Oranž 2 – chemický vzorec [37]



Obrázek 14 : Oranž 2 prášek

2.2.5 Protlak

Tento kontaminant s označením protlak je označení pro 100% rajčatový protlak (protlak Giana obrázek 15) který byl nejprve ředěn 1:1 s destilovanou vodou (3x 50 ml balení protlaku a 150ml vody). Následně byly odstraněny částice pomocí filtrace přes polyamidovou pleteninu. Na základě literatury bylo zjištěno, že jako hlavní barvicí složkou rajčatového protlaku je lykopen.

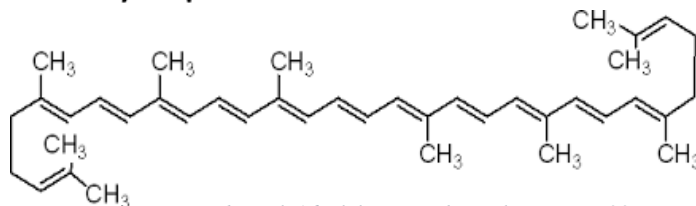
Giana rajčatový protlak,

Složení: rajčata 99 %, jedlá sůl, regulátor kyselosti: E 330

Země původu: Itálie

Dodavatel: GASTON, spol. s.r.o. [38]

Lykopen



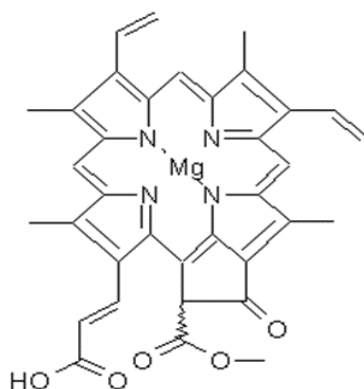
Obrázek 16 : lykopen - chemický vzorec [39]



Obrázek 15 : rajčatový protlak Giana [38]

2.2.6 Zeleně

Je označení kontaminantu, který byl připraven stejným způsobem kontaminant mrkev tj. odšťavněním na odšťavňovači Sencor SJE 741 SS a tím získán 100% výtazek. Jedná se přesněji o chlorofyl mrkvovou nať, která byla součástí nakoupené mrkve (kapitola 2.2.3 Mrkev). Na základě literatury bylo zjištěno, že jako hlavní barvicí složkou mrkvové natě je chlorofyl.

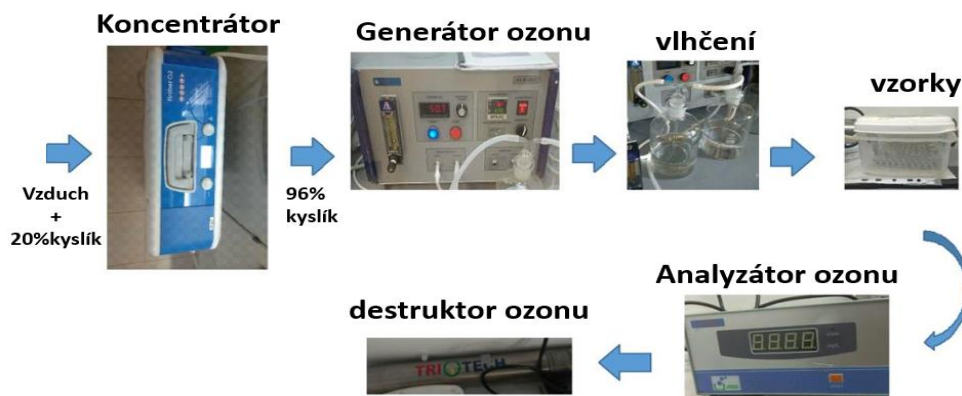


Obrázek 17 : mrkvová nať

Obrázek 18: chlorofyl - chemický vzorec [40]

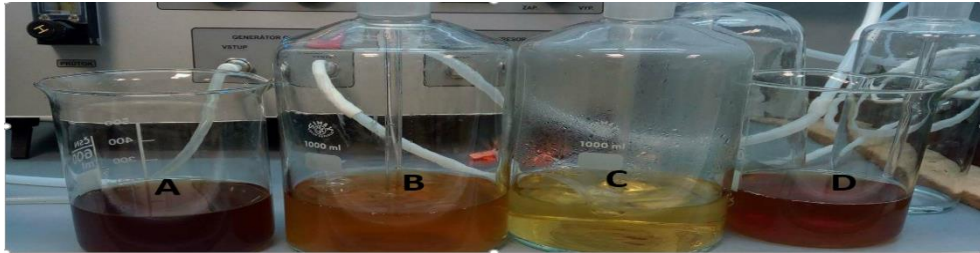
2.3 Ozonový generátor

Pro tento experiment byl použit ozonový generátor – TRIO TECH GO5LAB-K, který můžete vidět schématu (obrázek 19).



Obrázek 19: schéma ozonové soustavy

Roztoky byly ředěny 100ml připraveného kontaminantu a 400ml destilované vody. 300ml tohoto roztoku bylo nalito do promývačky s připojením na průtok ozonu (obrázek 20).



Obrázek 20: Roztoky kontaminantů kávy (A bez ozonu, B s ozonem) a čaje (C s ozonem a D bez ozonu)

Vzorky byly vystaveny a probublávány ozonem. Během tohoto působení byly zaznamenány hodnoty, které nám udával analyzátor ozonu. Tyto hodnoty byly následně zapisovány v 5-ti minutovém intervalu po dobu 1 hodiny v následující tabulce (tabulka 1).

Roztoky kontaminantů čaj a káva, protlak a oranž 2, mrkev a zeleň byly vystaveny ozonování najednou. Průtok ozonu byl 3 l/min. Hodnoty udávají koncentraci ozonu v daném mediu. Mediem se rozumí plynné prostředí, ve kterém byly roztoky ozonovány.

Tabulka 1: koncentrace ozonu při probublávání roztoků (káva a čaj, protlak a oranž 2, mrkev a zeleň)

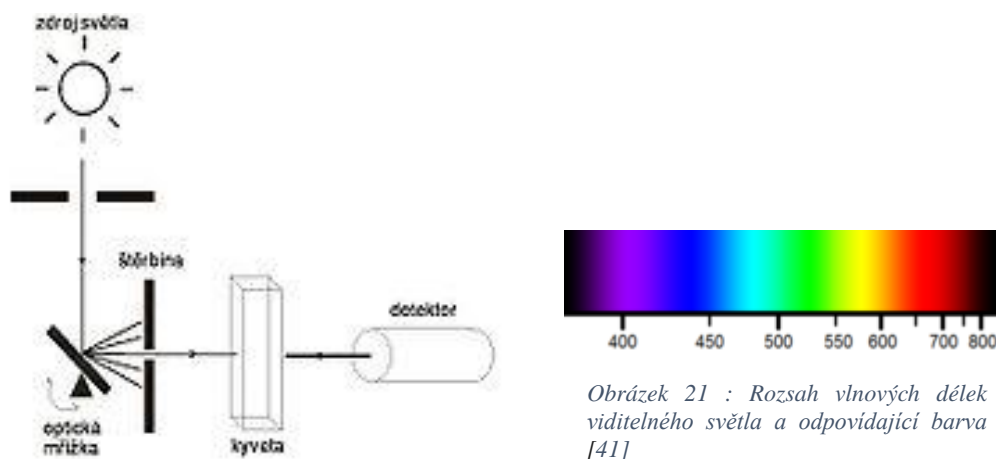
doba ozónování	Koncentrace ozonu (mg/l)		
	Čaj, káva	Protlak, oranž 2	Mrkev, zeleň
5minut	0,7	7,1	12,8
10minut	15,3	18,7	17,0
15minut	17,4	19,7	16,6
20minut	17,9	20,5	18,5
25minut	19,2	21,7	19,5
30minut	19,5	20,2	18,7
35minut	20,6	20,8	19,3
40minut	20,0	21,8	19,3
45minut	20,4	22,3	19,6
50minut	19,9	22,4	19,5
55minut	20,1	23,0	19,6
60 minut	21,0	22,9	19,4

2.4 Analýza barevnosti roztoků – spektrofotometrie

V experimentální části byl pro analýzu barevnosti roztoků využit spektrofotometr - UV/Vis, UV-6300PC, který v laboratořích slouží ke kontrole barvicích lázní, k analýze UV absorbérů a pro kontinuální analýzy filtračních a sorpčních postupů.

Roztoky, které byly vystaveny ozónování 60 minut a neozónované roztoky byly aplikovány pipetou do vyčištěné 1cm kyvety. Následně byly roztoky dány do spektrofotometru. Spektrofotometr ozařoval daný roztok monochromatickým světlem, kde vybraná oblast elektromagnetického spektra odpovídala vlnovým délkám 300 – 700 nm. Intenzivním světelným zářením dopadajícím na daný vzorek se změřilo neabsorbované světlo pomocí detektoru pro toto záření. [41]

Absorbance udává, kolik světla naměřený vzorek pohltí. Je to bezrozměrná veličina.



Obrázek 22: Uspořádání spektrofotometru [41]

2.5 Nanášení kontaminantů na textilii

Na předem připravené vzorky textilií (100% bavlna, 100% polyester) byly nanášeny kontaminanty, které byly popsány výše. Kontaminanty v kádinkách o objemu 150ml, které byly připraveny:

- Káva: 150ml destilované vody a 1,5g instantní kávy v prášku
- Čaj: 150 ml destilované vody a 3 čajové sáčky (1sáček = 1,5g čaje)
- Mrkev, zeleň: odšťavněním mrkve, mrkvové natě (100% výtazek)

- Rajčatový protlak: ředěn 1:1 s destilovanou vodou a poté filtrován polyamidovou pleteninou (kvůli odstranění větších částic)
- Oranž2: 150 ml destilované vody a 0,15g oranže 2 (dostupná jako prášek v laboratoři)

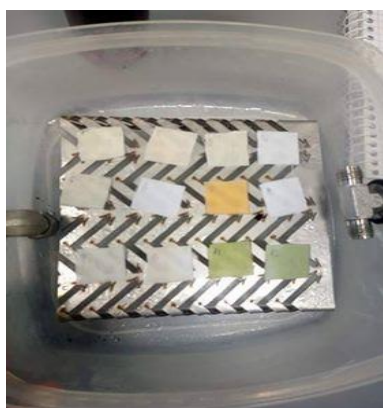
Takto připravené kontaminanty byly na dané textilie nanášeny klocováním. Vzorky byly napuštěny tzv. klocovací látkou (kontaminanty) a nanášeny pomocí válečku. Následně byly vzorky sušeny za běžné teploty v laboratoři.

Před i po nanesení kontaminantů na vzorky byly vzorky váženy na laboratorních vahách pro zjištění nánosu na textilii (vzorky s nánosem jsou váženy v zasušeném stavu).

Tabulka 2: váhy vzorků před a po klocováním a zasoušení

Vzorky	Bavlna [g]	Bavlna + kontaminant [g]	Polyester [g]	Polyester + kontaminant [g]
Protlak	8,62	9,21	12,18	12,96
Káva	9,0	9,3	12,04	12,10
Čaj	9,6	9,71	12,2	12,79
Oranž 2	10,32	10,6	11,62	11,86
Mrkev	8,93	9,2	11,3	11,67
Zeleň	8,55	9,85	12,23	12,5

Vzorky byly nastříhány na rozměr 2x2cm a vloženy do boxu, který umožňoval proudění ozonu. Díky jeho rozměrům se všech 12 vzorků ozonovalo ve stejné poloze. Vzorky byly vystaveny působením ozonu najednou – stejné podmínky pro všechny vzorky.



Obrázek 23 : vzorky před ozónováním

2.1 Stárnutí textilních vzorků

Během zkoušení vzorků s působením ozonu v rámci bělení bylo zaznamenáno stárnutí vzorků a změny barevnosti vlivem odpařování ozonu. U vzorků byla dále měřena jejich šed'. Ostatní vlastnosti měřeny nebyly. Byl navrhnut a testován proces praní po ozónování, který bělost vzorků stabilizoval. Prané vzorky byly také skenovány a také byla měřena šed'.

2.2 Postup praní textilních vzorků

Vzorky byly po vystavení ozonem vyprány v prací lázni. K praní byly použity vločky mýdla jelen, kterých se dosáhlo nastroháním mýdla. 2,5g vloček bylo po dobu 5 minut rozpouštěno v 500 ml destilované vody při 40°C. Mýdlo jelen je ekologické a šetrné k přírodě i pokožce. Dá se využít na bílé i barevné prádlo.

Složení mýdla:

Mastné kyseliny, lůj, sodné soli, voda, sodná sůl mastných kyselin kokosového oleje, glycerol, mastek, kyselina laurová, sodná sůl, chlorid sodný, parfém, tetrasodná sůl EDT [42]



Obrázek 24: mýdlo jelen [42]

2.2.1 Prací lázeň

Prací lázeň byla sestavena z 50ml kádinek s rozpuštěným mýdlem. Kádinek bylo 6 dle počtu kontaminantů. Znečištěné textilní vzorky byly po ozonování prány ponořeny do kádinky při 40°C za stálého míchání tyčinkou. Po 5 minutách byly vzorky vyndány a propláchnuty vodou. Následně byly vzorky usušeny a skenovány.

2.3 Analýza barevnosti textilií – skener + ImageJ

Stárnutí vzorků a změny barevnosti vlivem odpařování ozonu bylo zaznamenáno skenováním vzorků v určitých intervalech:

- 3 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 7,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 11,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 25,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 32,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 55,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 79,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 103,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 127,5 h po ozónování, neprané i prané vzorky
- 323,5 h po ozónování, prané vzorky již nebyly skenovány
- 391,5 h po ozónování, prané vzorky již nebyly skenovány
- 655,5 h po ozónování, prané vzorky již nebyly skenovány
- 3775,5 h po ozónování, prané vzorky již nebyly skenovány

Z těchto snímků se byl vyhodnocen odstín šedi na jednotlivých vzorcích textilie pomocí programu Image J, který data získal z obrazové analýzy.

3 Diskuze, výsledky

V této kapitole budou porovnány a vyhodnoceny naměřené výsledky.

3.1 Absorbance roztoků

Vzorky kontaminantů ředěných s vodou 1:4 byly vystaveny působením ozonu a byla sledována změna barevnosti u ozónovaných roztoků a u roztoků neozónovaných. Na většinu roztoků ozon působil velmi dobře a měl na barevnost roztoků značný vliv. Pro získání dat nám posloužilo měření roztoků v 1 cm kyvetách spektrofotometru.

Nepřekvapivější reakci měl kontaminant mrkev. Ostatní kontaminanty se v ozonu chovaly dle očekávání a například kontaminant s označením protlak měl příznivější výsledek, než bylo očekáváno. Oranž 2 změnila absorbanci nejvíce ve vlnových délkách při 450 – 550 nm. Procento barevnosti bylo vypočítáno následovně:

$$\% \text{ barevnosti} = 100 \times \frac{\sum A(\text{roztok bez ozonu}) - \sum A(\text{ozonovaný roztok})}{\sum A(\text{roztok bez ozonu})}$$

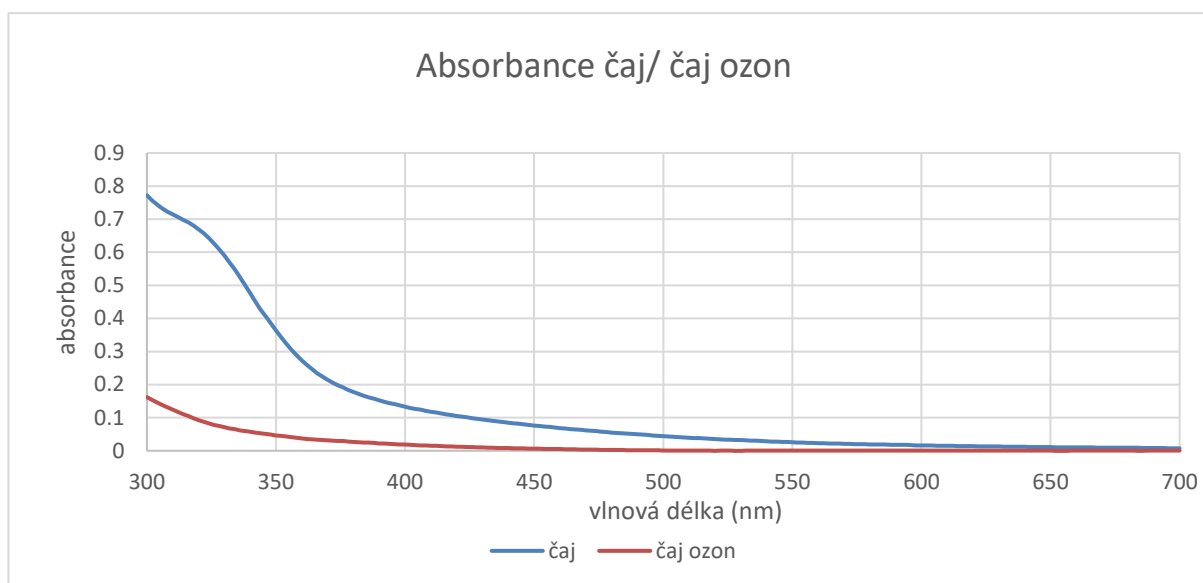
Obrázek 25: vzoreček pro výpočet barevnosti

A.....absorbance

Tento výpočet zahrnuje interval vlnových délek 400 až 700 nm (viditelná oblast).

Na následujících grafech lze vidět, jak vzorky roztoků s kontaminanty reagovaly na ozon. Je zde zaznamenaná hodnota absorbance (bezrozměrná) a vlnová délka (nm) kde je možno vidět rozdíl reakcí mezi jednotlivými kontaminanty.

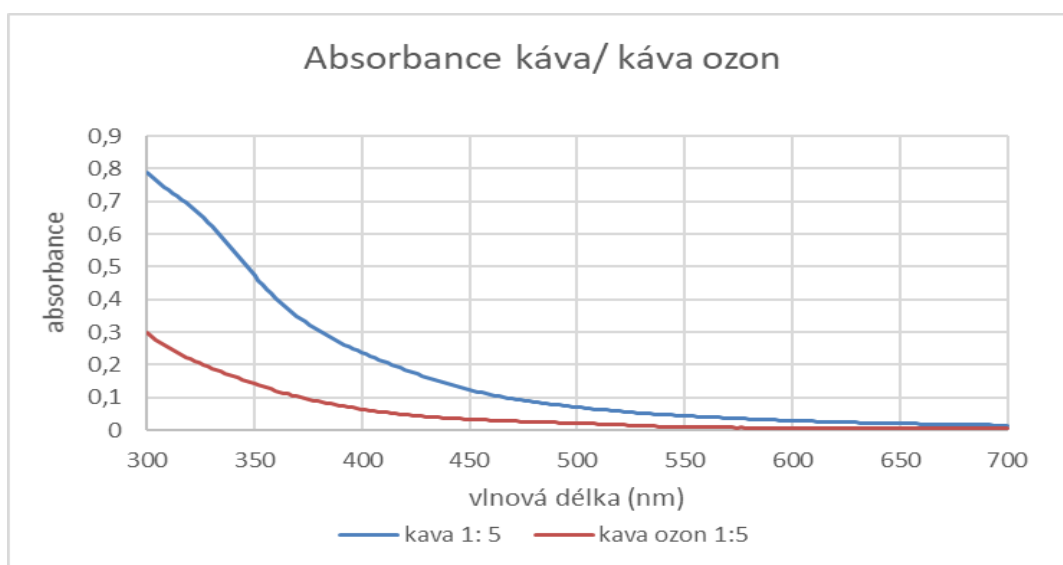
3.1.1 Graf absorbance čaj/ čaj ozon



Obrázek 26: graf absorbance - čaj

U grafu absorbance čaje a čaje s ozonem (obrázek: 26) si můžeme povšimnout, že ozónovaný roztok dosahoval hodnot absorbance až 0,15 ale neozónovaný roztok až 0,8 což znamená, že ozon eliminoval vysoké množství složek, bránících k prostupnosti světla. Ozónovaným bylo odstraněno až 92,9 % barevnosti z viditelné oblasti.

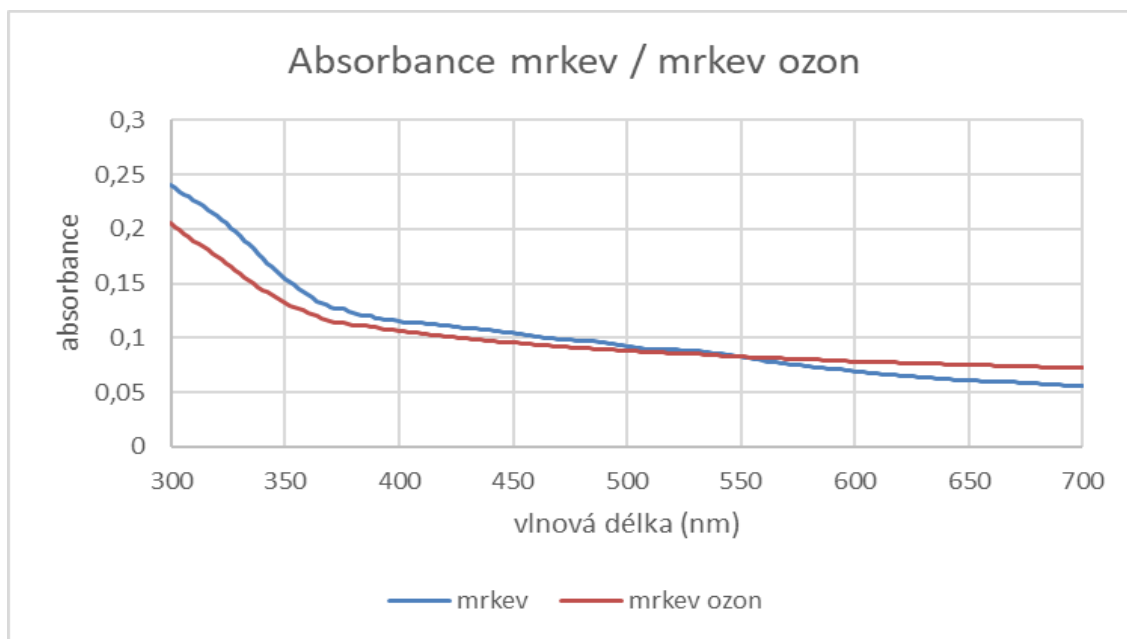
3.1.2 Graf absorbance káva/ káva ozon



Obrázek 27 : graf absorbance - káva

Na grafu s absorbancí kávy a kávy s ozónováním (obrázek: 27) ozon působil velmi podobně ale ne až tolik intenzivně jako u čaje. Zde bylo odstraněno 73,1% barevnosti z viditelné oblasti.

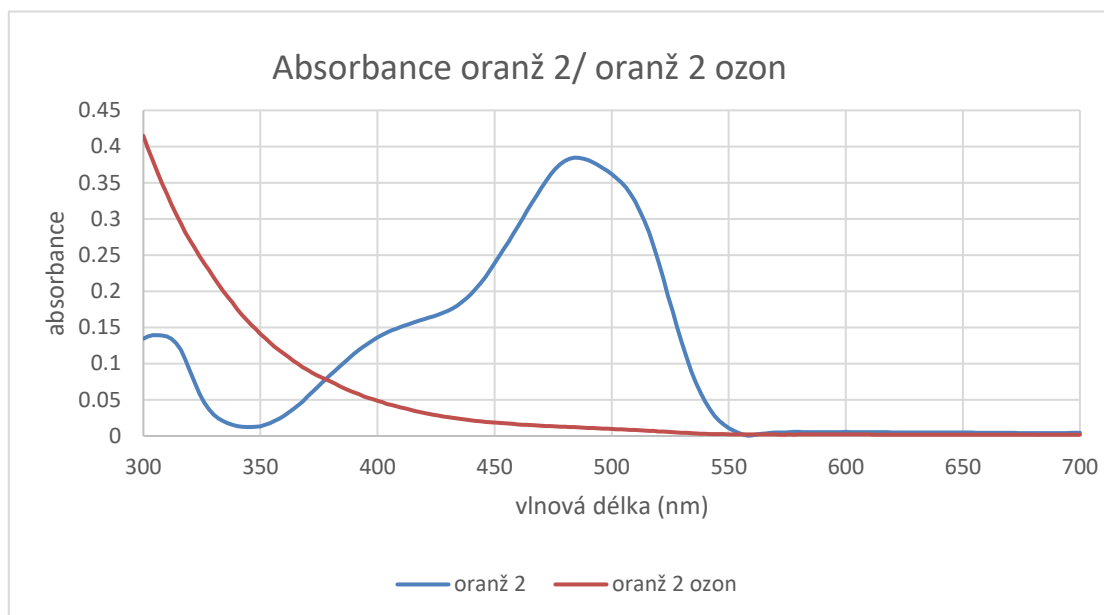
3.1.3 Graf absorpance mrkev/mrkev ozon



Obrázek 28 : graf absorpance - mrkev

Na grafu absorpance mrkve a mrkve s ozonem (obrázek: 28) byl vliv ozonu s překvapením nejméně znatelný – měl zápornou absorpaci, což může být zapříčiněno například vlivem odpaření. Bylo odstraněno působením ozonu 0 % barevnosti z viditelné oblasti (-2,8% tedy 0%). Oba dva roztoky se chovaly při měření velice podobně.

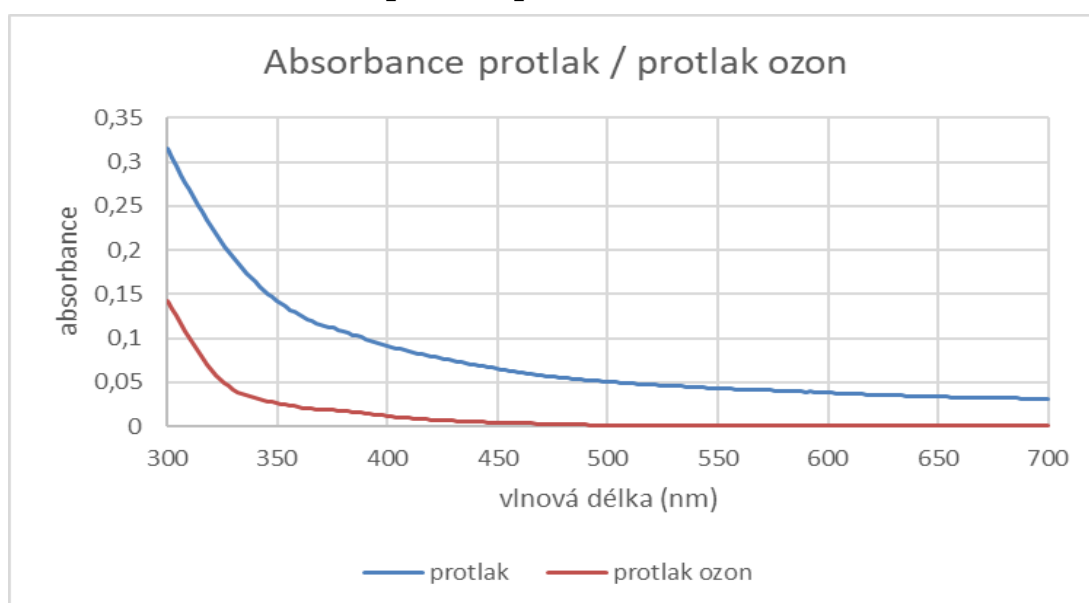
3.1.4 Graf absorbance oranž 2/ oranž 2 ozon



Obrázek 29: graf absorbance - oranž 2

Na grafu (obrázek: 29) můžeme vidět absorbanci oranže 2 bez i s ozónováním. Lze vidět, že kontaminant, na který ozon působil, se chová velice podobně jako kontaminant káva a čaj. Kontaminant, který ozónování vystaven nebyl, se v různých vlnových délkách chová různorodě nejvíce pak v intervalech. Vlivem ozonu a jeho působením po dobu 1h jsme schopni z viditelné oblasti odstranit až 92,2 % barevnosti.

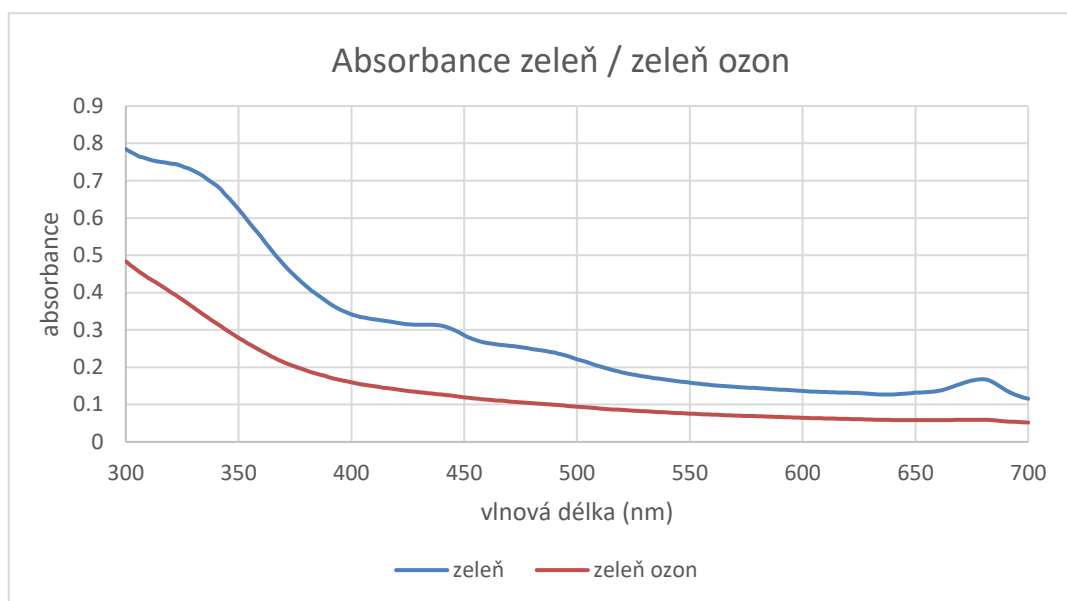
3.1.5 Graf absorbance protlak/ protlak ozon



Obrázek 30 : graf absorbance – rajčatový protlak

U Grafu s absorbancí roztoků protlak a protlak s působením ozonu (obrázek: 30) je zde vidět velmi dobrá reakce a z viditelné oblasti odbarvení 95,6 % (proto se osa protlaku s ozonem pohybuje v nižších oblastech) oba roztoky zde ukazují velmi podobné změny při odlišných vlnových délkách.

3.1.6 Graf absorbance zeleň/ zeleň ozon



Obrázek 31: graf absorbance - zeleň

Roztok zeleně se při působení ozonu choval očekávatelně. Na ozon přiměřeně reagoval a díky ozonu se dosáhlo odstranění barevnosti roztoku až 56,1 % ve viditelné oblasti.

U roztoků protlak a zeleň jsme předpokládali, že ozon bude mít menší reakci než u ostatních roztoků. Tyto dva roztoky po vizuální stránce působily velice zakaleně a obsahovaly mnoho částic, se kterými si musel ozon poradit. U protlaku jsme eliminovali překvapivě velikou část a u zeleně dopadlo měření dle očekávání. Mrkev byla na ozon velice citlivá a vykazovala nulové hodnoty

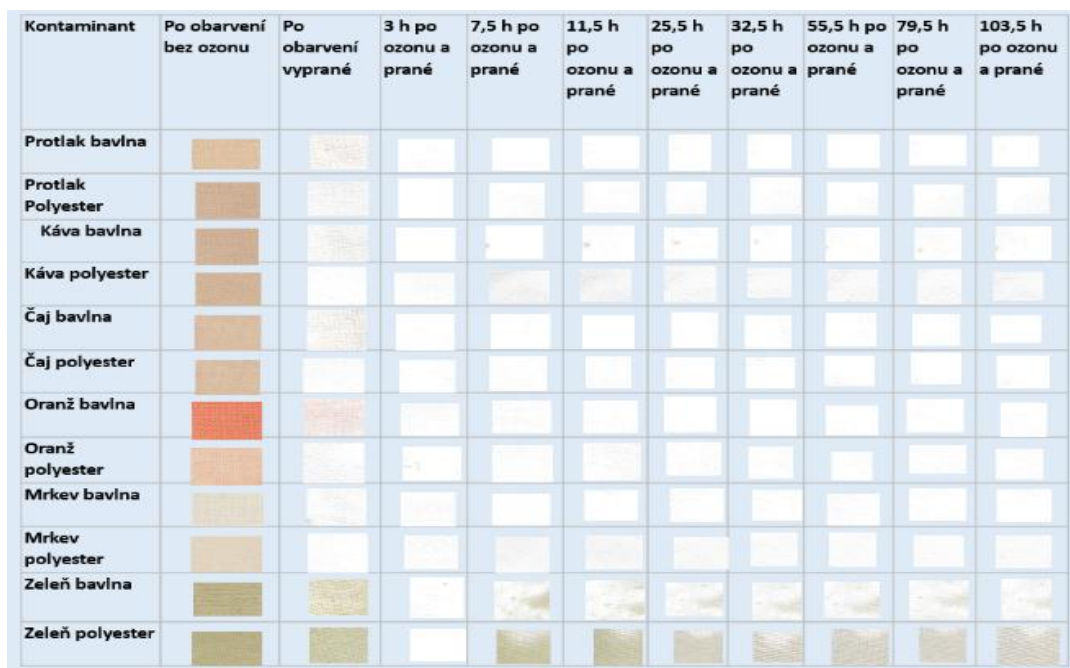
3.2 Změna barevnosti

Po vizuální stránce je vidět, že při pouhém ozonování vzorků, vzorky tmavnou a ozon není až tak dobrou alternativou pro praní těchto skvrn. Dobrou reakci na ozonové praní má pouze vzorek se znečištěním oranž 2 a to převážně na polyesteru. Pro tento vzorek je možno doporučit ozon jako účinnou ekologickou alternativu pro praní, a je možno zaručit i stálost běli.

Kontaminant	Vzorek po obarvení bez ozonu	3 h po ozonu	7,5 h po ozonu	11,5h po ozonu	25,5 h po ozonu	32,5 h po ozonu	55,5 h po ozonu	79,5 h po ozonu	103,5 h po ozonu	127,5 h po ozonu	323,5 h po ozonu	391,5 h po ozonu	655,5 h po ozonu	3775,5 h po ozonu
Protlak bavlna														
Protlak Polyester														
Káva bavlna														
Káva polyester														
Čaj bavlna														
Čaj polyester														
Oranž bavlna														
Oranž polyester														
Mrkev bavlna														
Mrkev polyester														
Zeleň bavlna														
Zeleň polyester														

Obrázek 32: vzorky bez praní, vystaveny hodinovému ozonování

Po vyprání ozonovaných vzorků lze po vizuální stránce vidět, že vyprání vzorků nám zaručuje dlouhodobější bělost. Bavlněné i polyesterové vzorky se chovají velice podobně. Pro vyšší bělost je doporučeno navýšit dobu praní a to déle jak 5 minut. Tím by se dalo dosáhnout ještě lepších výsledků, a mělo by to zastavit stárnutí vzorků. U kontaminantu zeleň hlavně na bavlněné textilií můžeme dokonce pozorovat jisté dobělení v čase.



Obrázek 33 : vzorky vystavené hodinu ozónování s následným praním

V následující tabulce (tabulka 3) jsou vygenerovány hodnoty šedi. Tyto hodnoty jsou získány ze vzorků skenovaných v nejdelším zvoleném intervalu (30 dní). Je zde možno vidět, že hodnoty jsou odlišné a díky praní lze dosáhnout velice příznivých výsledků. Při pouhém praní výsledky nejsou až tak příznivé, a to může být zapříčiněno zbytkem částic, které se praním vymyjí.

Tabulka 3: hodnoty šedi vzorků naměřené měsíc po ozónování, barvení, praní

Kontaminant - textilie	Hodnota šedi bez ozonu	Hodnota šedi s ozonem	Hodnota šedi s ozonem a praním
Čaj - bavlna	195,2	204,8	254,6
Čaj - polyester	166,1	219,3	254,8
Káva - bavlna	182,7	189,3	253,8
Káva - polyester	181	207,1	248,5
Mrkev - bavlna	219,3	162,1	253,6
Mrkev - polyester	212,1	163,5	251,5
Oranž 2 - bavlna	159,9	231,3	254,4
Oranž 2 - polyester	202,3	249,1	254
Protlak - bavlna	194,7	137,5	254,7
Protlak - polyester	166	219,3	253,9
Zeleň - bavlna	167,6	179,6	247,5
Zeleň - polyester	169,8	181,3	216,8

Grafy změny barevnosti

U všech těchto grafů je znázorněna změna barevnosti vzorků v čase. Na ose x je čas, po který byly vzorky skenovány (1 měsíc) a na ose y je hodnota, kterou jsme díky programu Image J a jeho obrazové analýze získali jako hodnot, která nám značí odstín šedi.

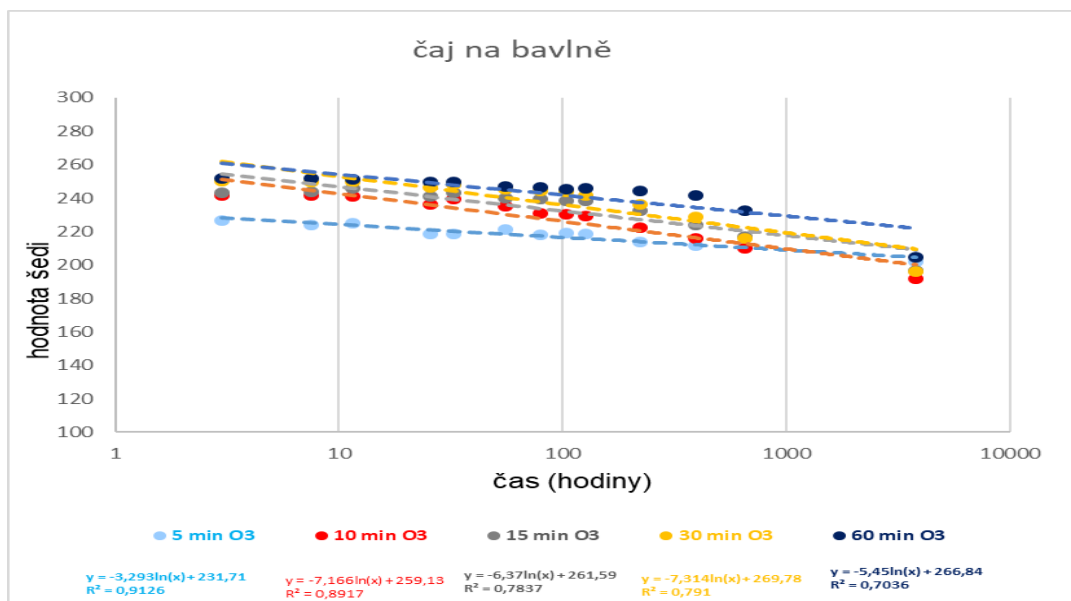
Graf je zde zvolen bodový a jednotlivé intervaly působení ozonu na vzorky je barevně odlišeno. Pro lepší přehlednost a orientaci je vybrána logaritmická škála. Díky ní lze dobře vidět pokles, který znázorňuje šedost – stárnutí vzorků.

Vzorky s nánosem kontaminantu (bavlněné i polyesterové tkaniny) mají po působení ozonu velice podobné chování v čase a vzorky tmavnou.

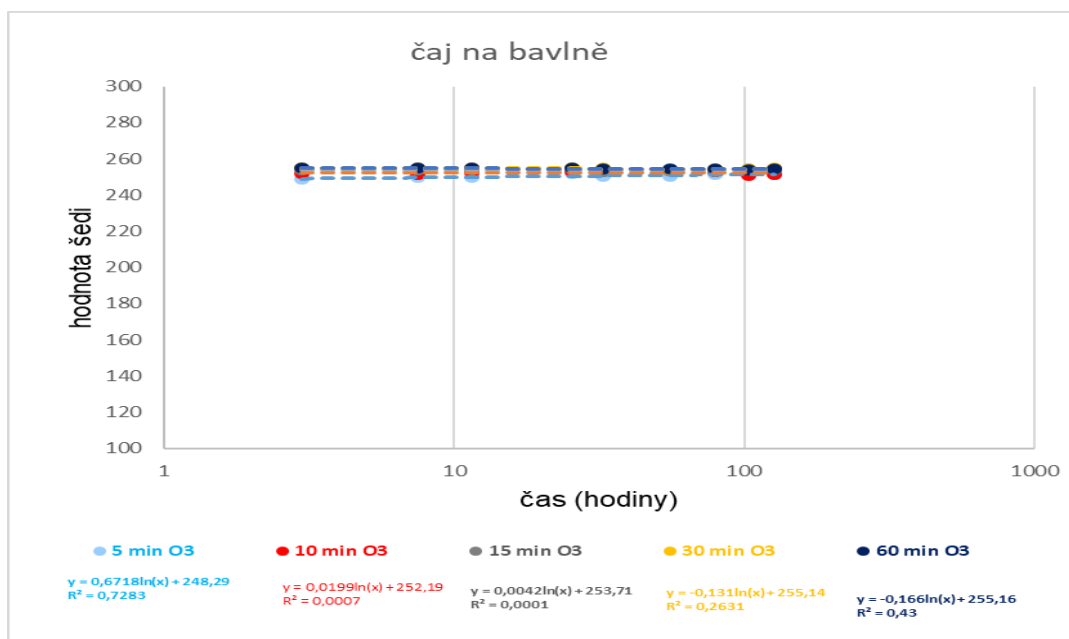
Vzorky, které byly po ozonování vyprány jsou znázorněny stejným způsobem na bodovém grafu s logaritmickou škálou. U těchto vzorků se hodnoty moc neliší.

U jednoho vzorku lze tvrdit, že stačí pouze proces ozónování a to u textilního vzorku s nánosem Oranže 2. U bavlněných i polyesterových tkanin lze pozorovat, že jsme dosáhli ustálení běli, u polyesteru je to dokonce více znatelné. U kontaminantu zeleň lze tvrdit, že vzorek by potřeboval pro vyčištění skvrny delší intervaly ať ozonování tak praní.

3.2.1 Grafy - čaj / bavlna



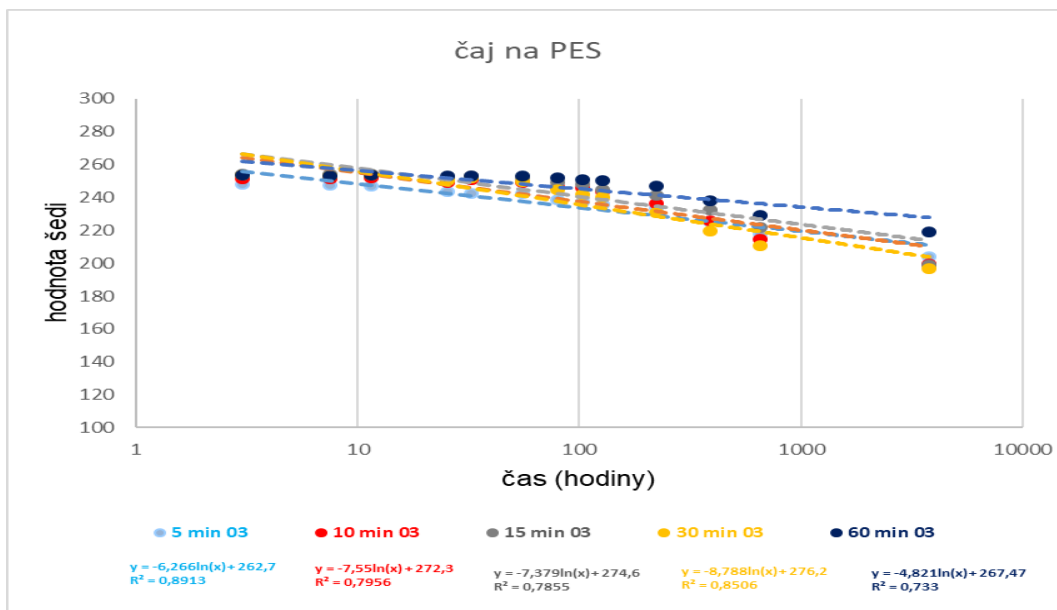
Obrázek 34: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu bez praní



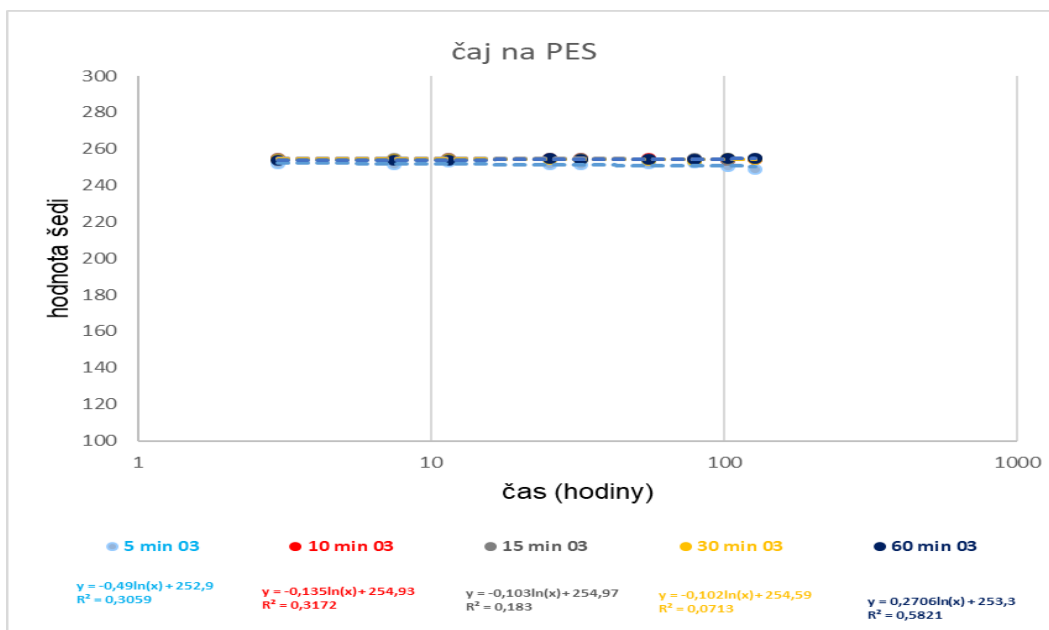
Obrázek 35: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu a po praní

Barevnost bavlněné textilie způsobená naneseným čajem působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 34). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praním vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ooónování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 35).

3.2.2 Grafy - čaj / polyester



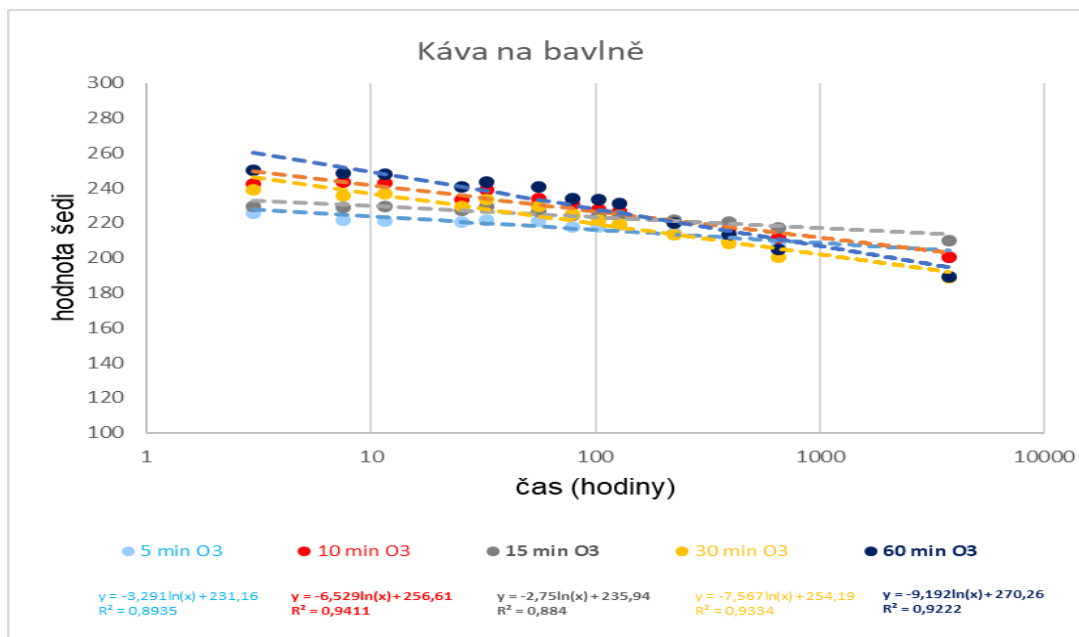
Obrázek 36: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu po praní



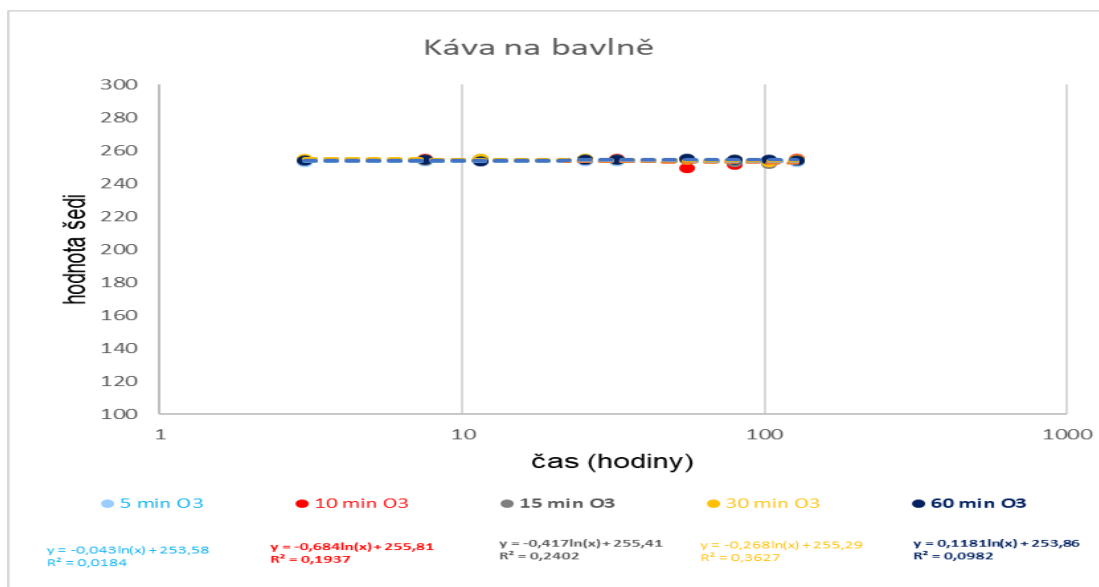
Obrázek 37: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená naneseným čajem působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 36). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 37).

3.2.3 Grafy - káva / bavlna



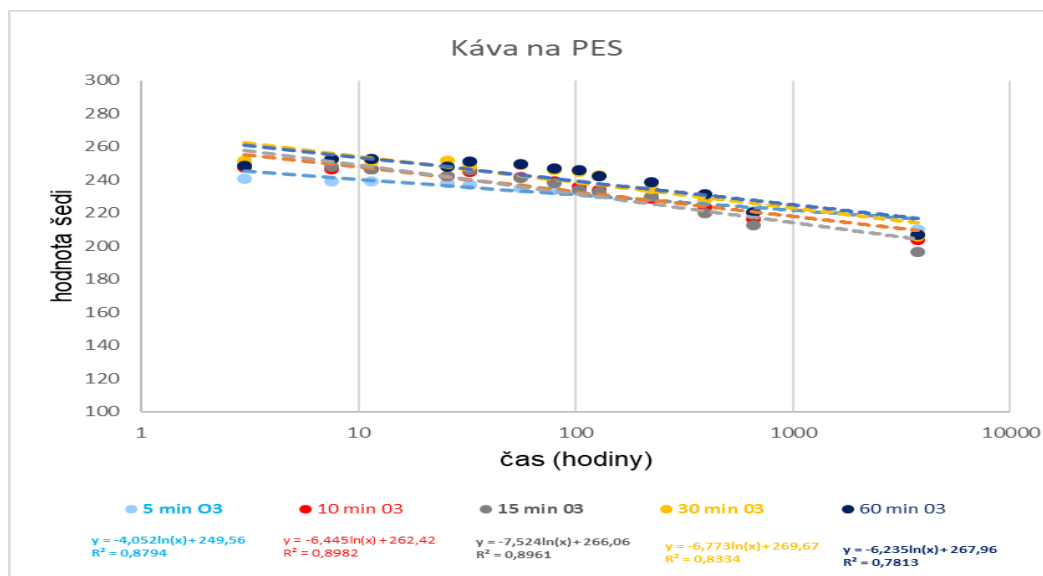
Obrázek 39: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu



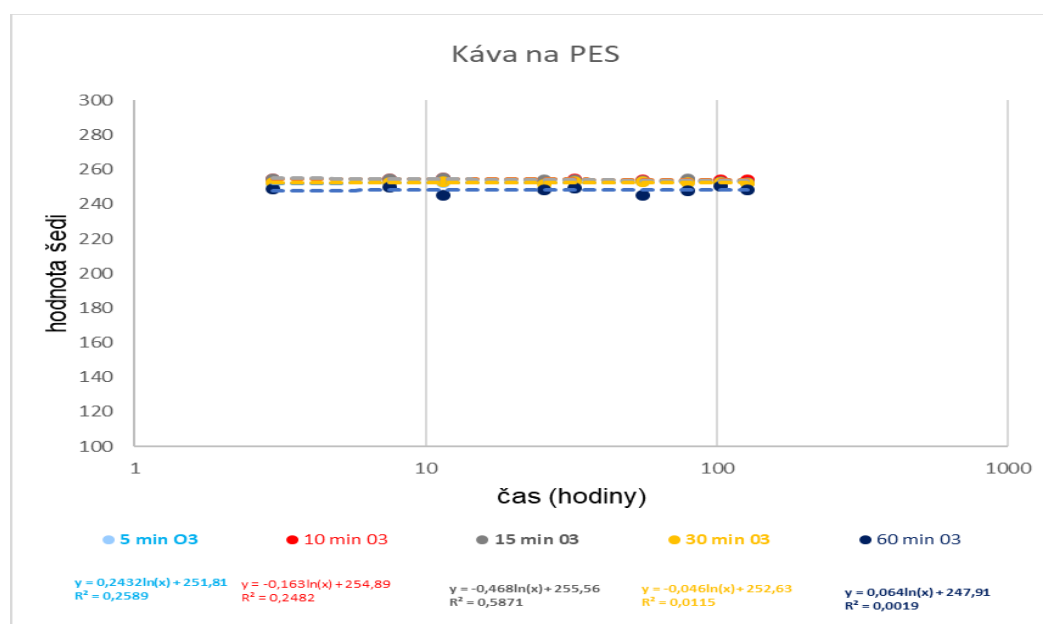
Obrázek 38: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu po praní

Barevnost bavlněné textilie způsobená nanesením kávy působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 38). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 39).

3.2.4 Grafy - káva / polyester/



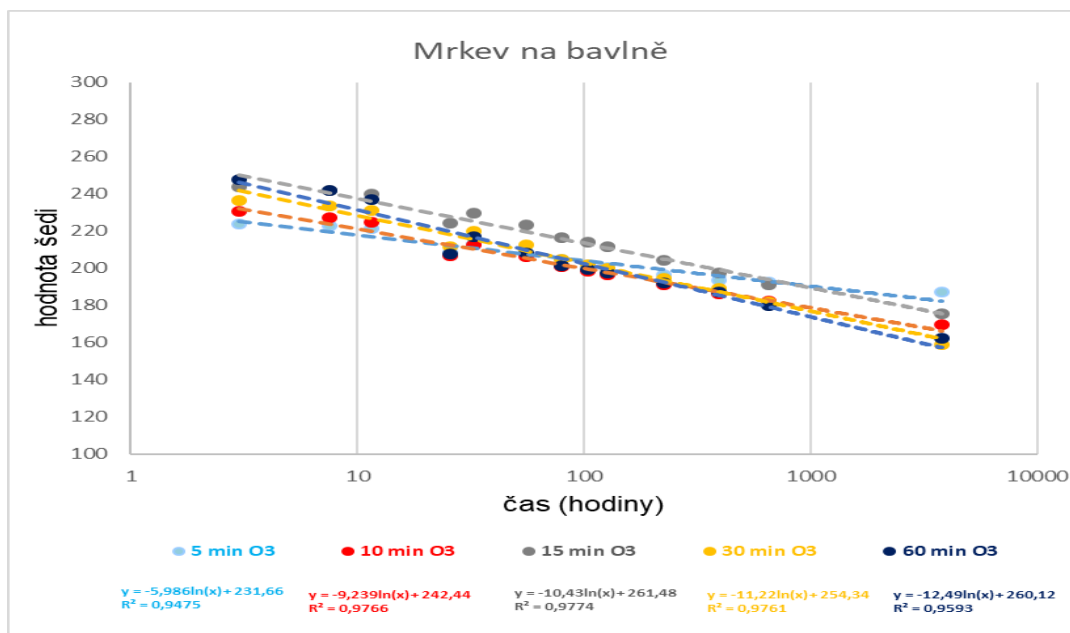
Obrázek 41: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu



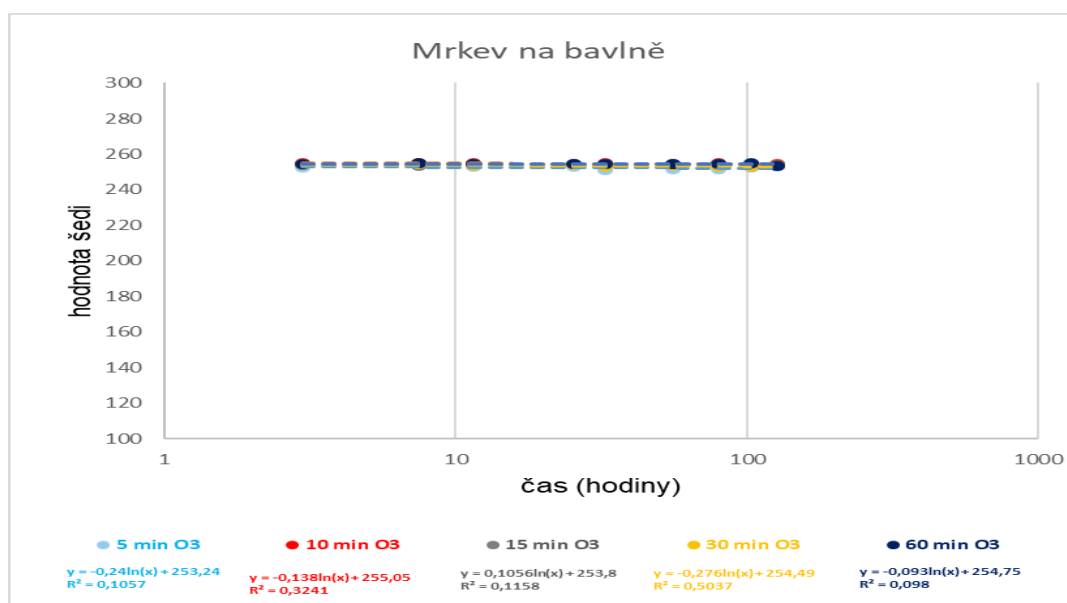
Obrázek 40: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená nanesením kávy působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bílosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 40). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 41).

3.2.5 Grafy - mrkev / bavlna



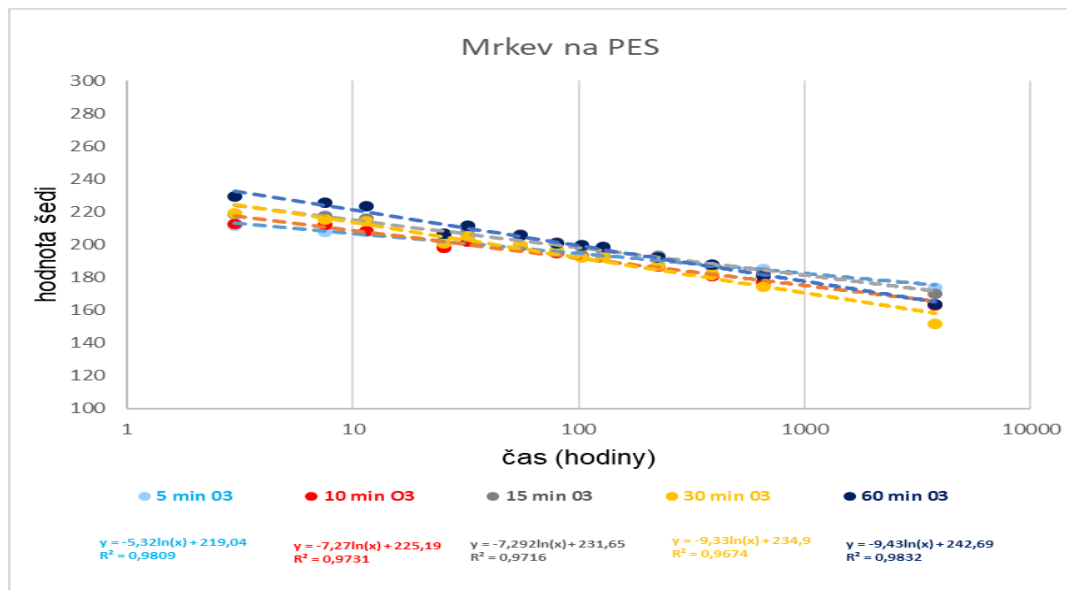
Obrázek 42: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu



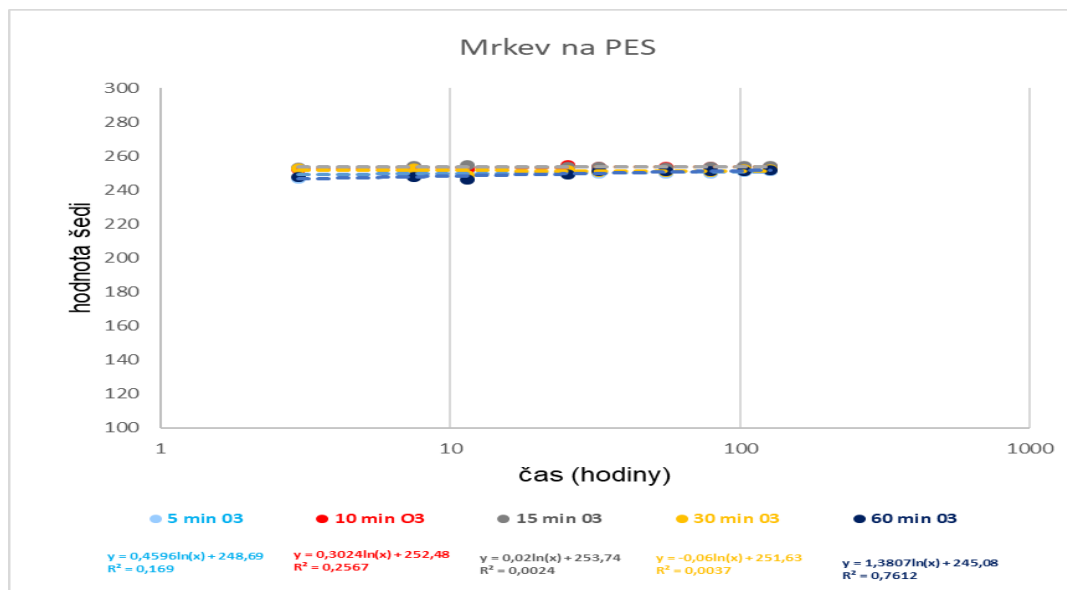
Obrázek 43: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu a po praní

. Barevnost bavlněné textilie způsobená nanesením mrkvové šťávy působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 42). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praním vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 43).

3.2.6 Grafy - mrkev / polyester



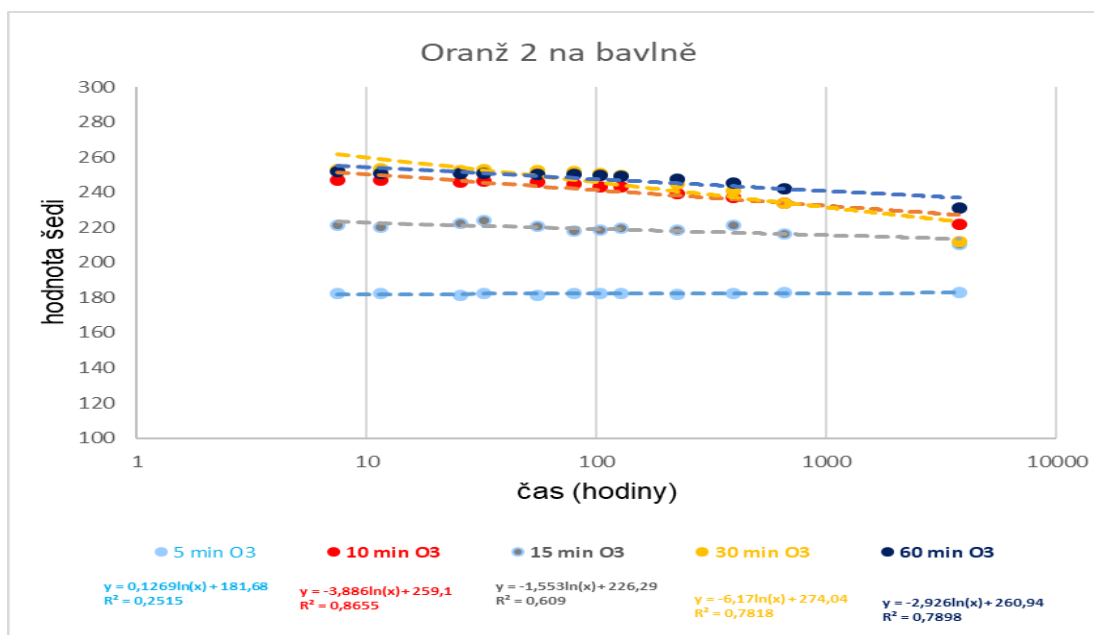
Obrázek 45: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu



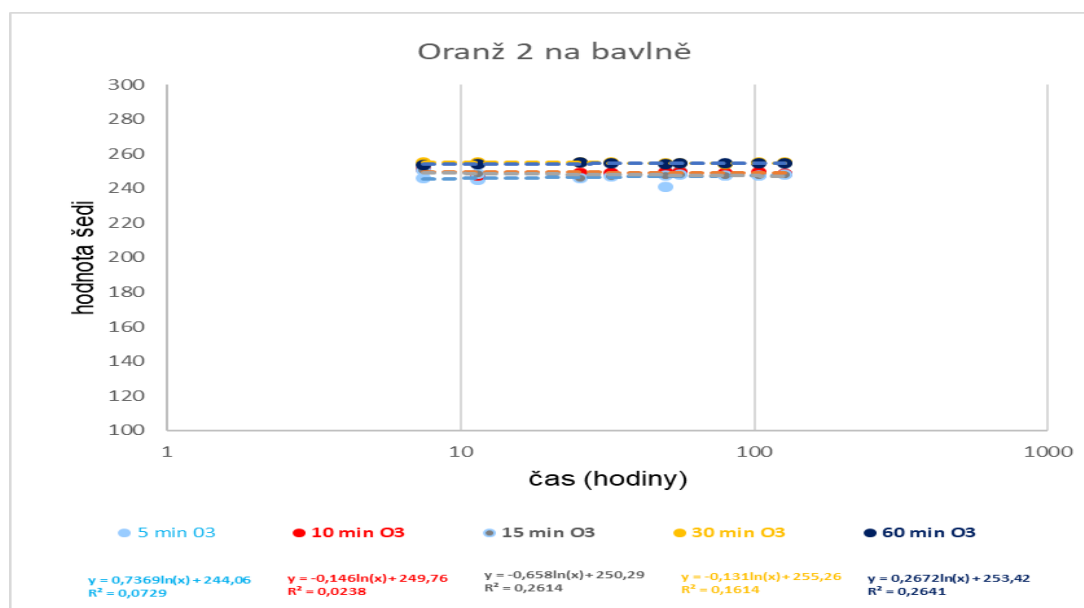
Obrázek 44: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu a po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená nanesením mrkvové šťávy působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 44). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 45).

3.2.7 Grafy - oranž 2 / bavlna



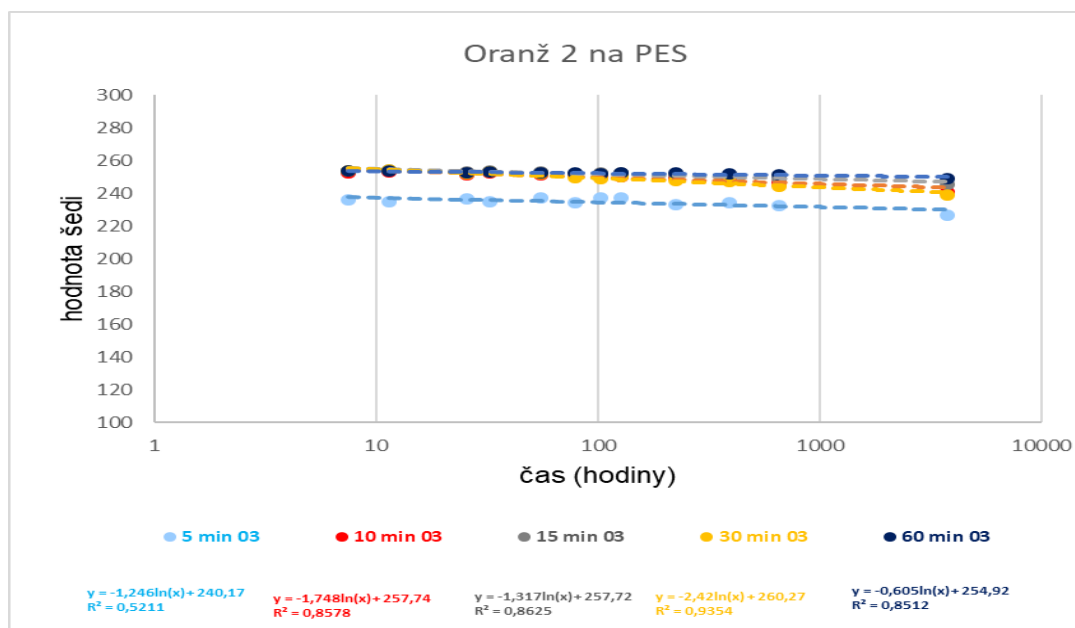
Obrázek 46: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné oranž 2 po působení ozonu



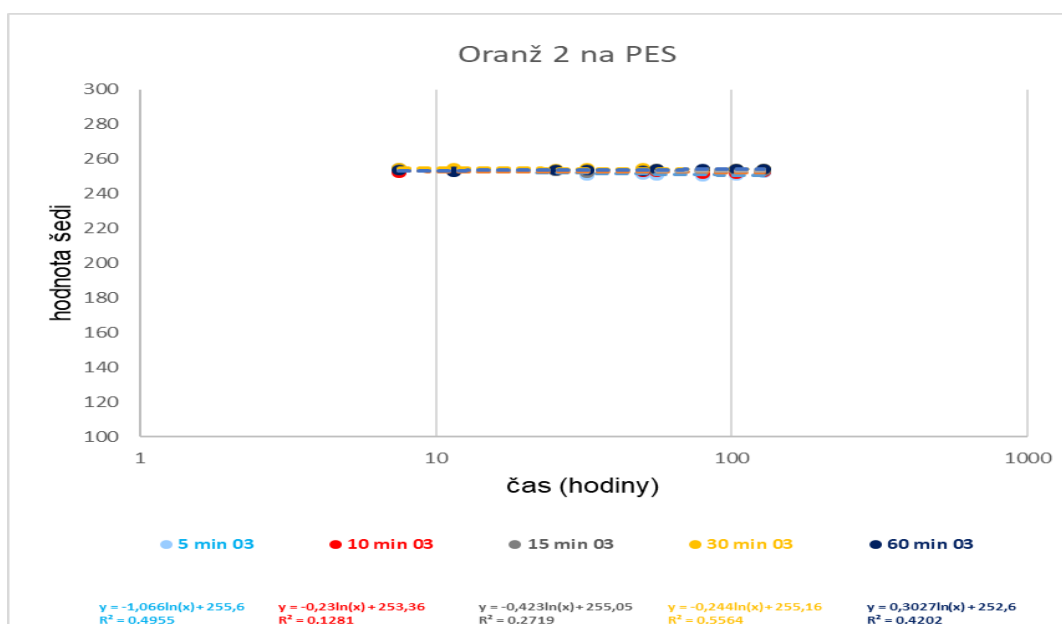
Obrázek 47: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné oranž 2 po působení ozonu po prání

Barevnost bavlněné textilie způsobená nanesením Oranže 2 působením ozonu lehce klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl je dokonce lépe stabilní v čase (obrázek 46). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praním vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 47).

3.2.8 Grafy - oranž 2/polyester



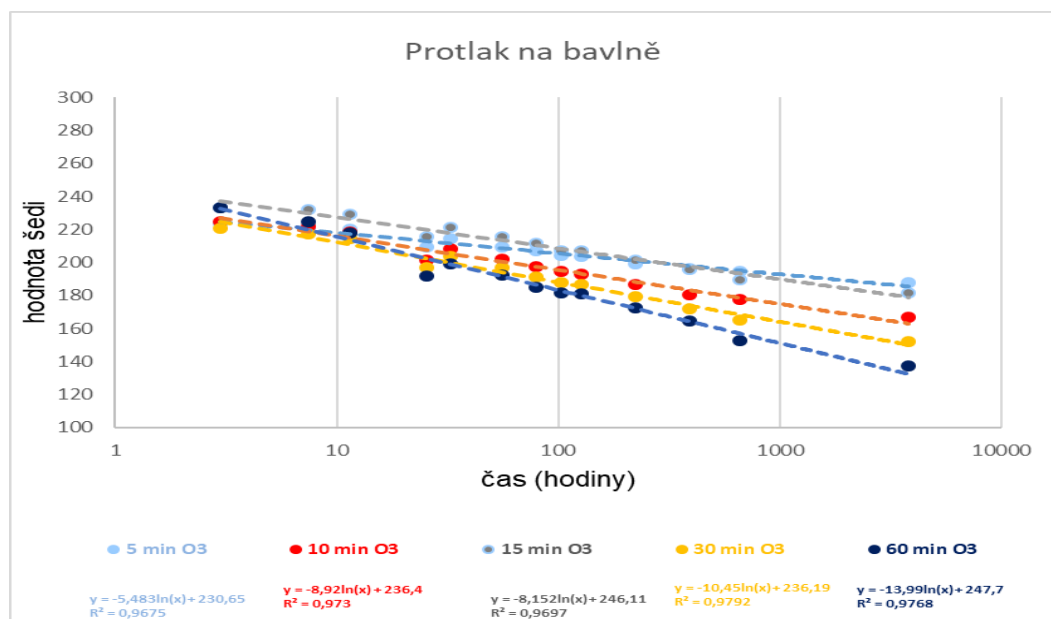
Obrázek 48: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné oranž 2 po působení ozonu



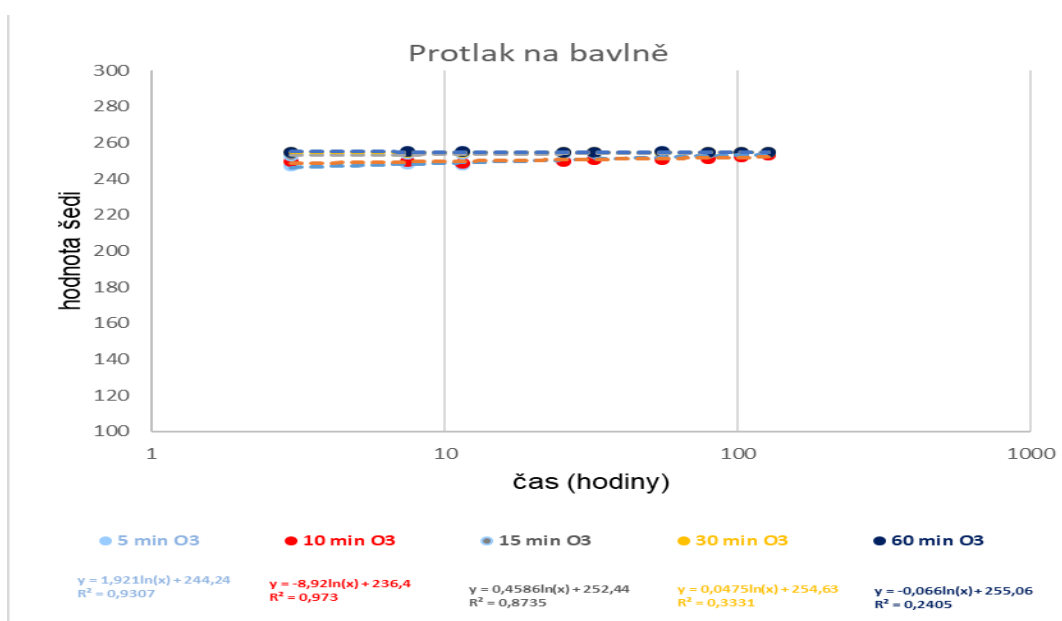
Obrázek 49: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné oranž 2 po působení ozonu po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená nanesením Oranže 2 působením ozonu lehce klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl je dokonce lépe stabilní v čase (obrázek 48). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 49).

3.2.9 Grafy - protlak /bavlna



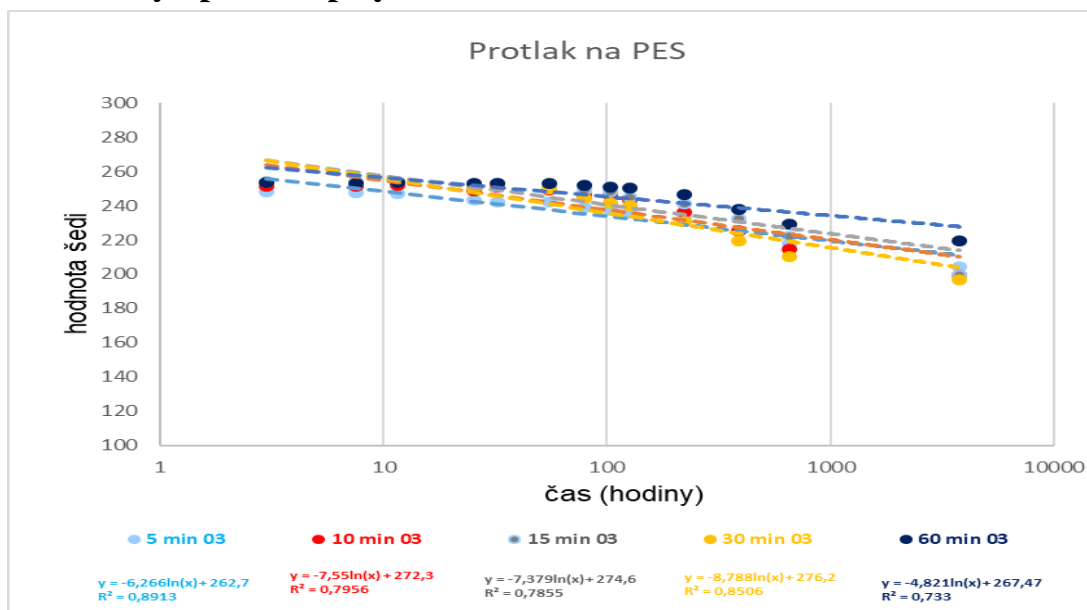
Obrázek 51: Změny barevnosti na bavlněné tkanině znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu



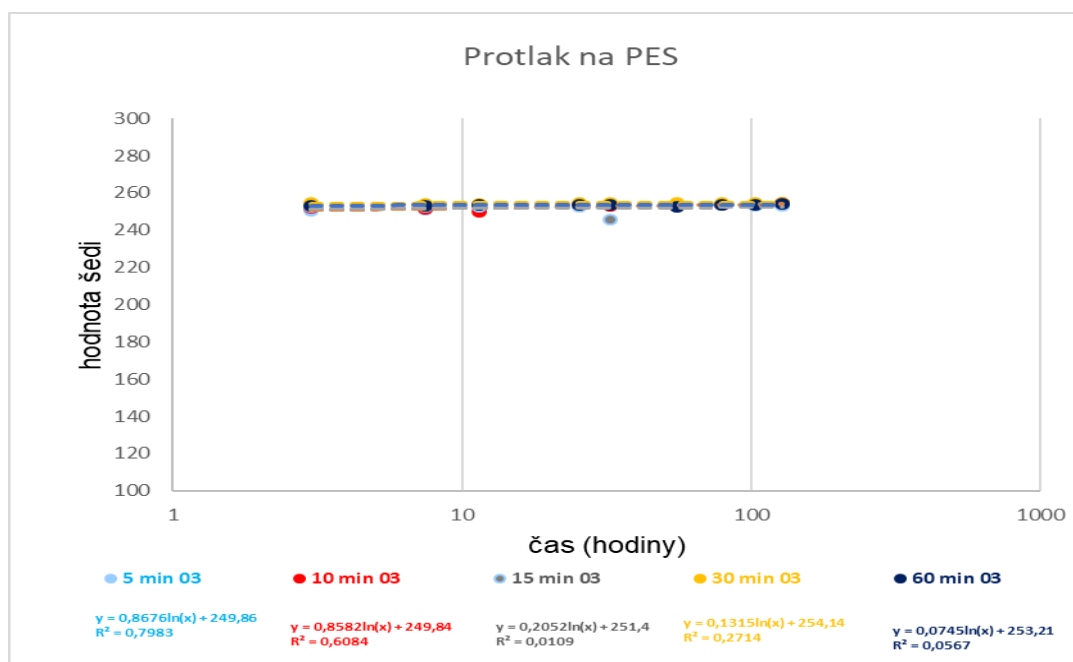
Obrázek 50: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu po praní

Barevnost bavlněné textilie způsobená nanesením rajčatového protlaku působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 50). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praním vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 51).

3.2.10 Grafy - protlak /polyester



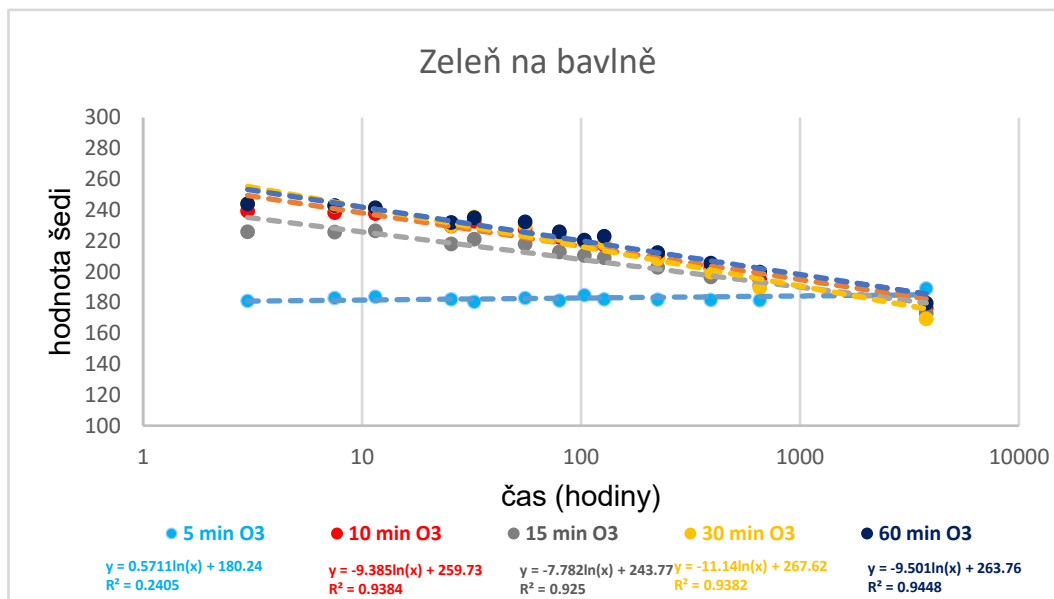
Obrázek 52: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu



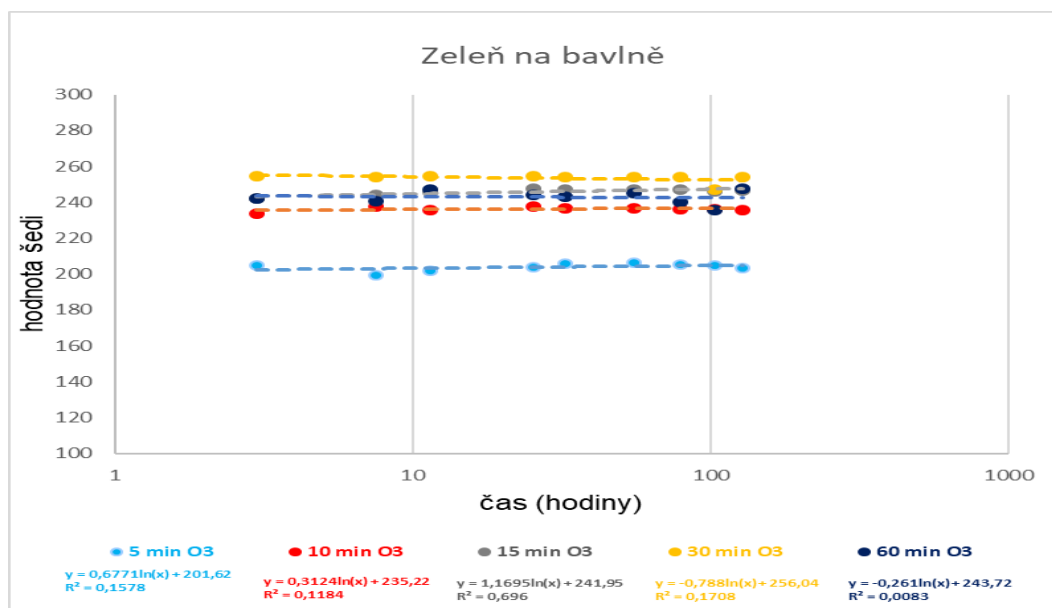
Obrázek 53: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená nanesením rajčatového protlaku působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 52). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 53).

3.2.11 Grafy - zeleň /bavlna



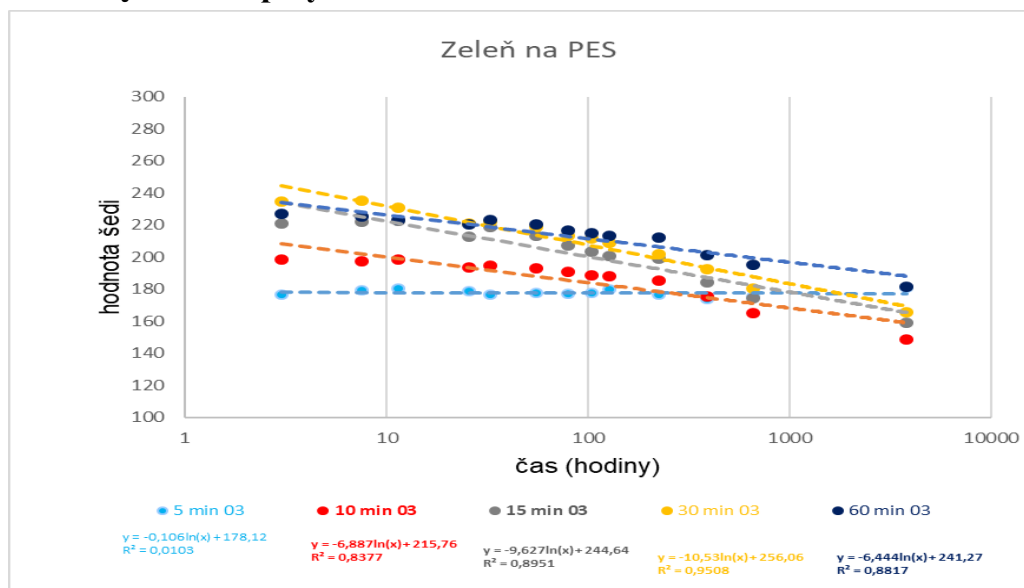
Obrázek 55: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu



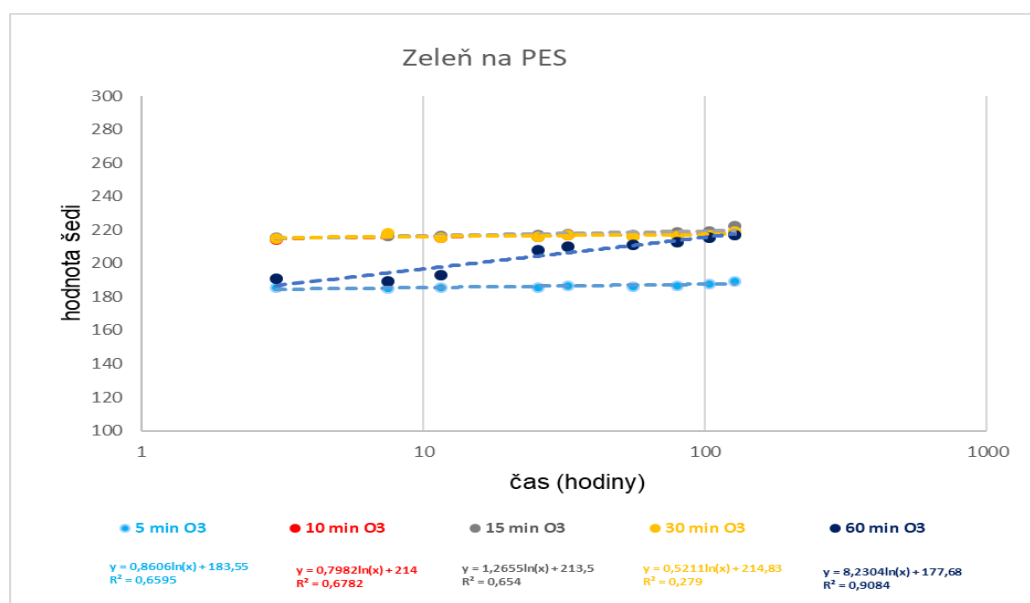
Obrázek 54: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu po praní

Barevnost bavlněné textilie způsobená nanesením šťávy z mrkvové natě působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase. Při 5 minutách lze vidět dobělení (obrázek 54). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase (obrázek 55) nejmenší naměřené hodnoty vykazoval 5 minutový vzorek.

3.2.12 Grafy - zeleň /polyester



Obrázek 57: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu



Obrázek 56: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu po praní

Barevnost polyesterové textilie způsobená nanesením šťávy z mrkvové natě působením ozonu výrazně klesá, pro dosažení vizuální bělosti vzorku postačuje 10 minut působení ozonu. Získaná běl není stabilní v čase (obrázek 56). Paralelní experimenty s bělením ozonem a ihned následujícím praní vedly k výbornému vybělení vzorků již po 5 minutách ozonování a získaná běl byla ve všech použitých časech působení ozonu stabilní v čase. Při 60 minutách nastal růst křivky – lehké dobělení. (obrázek 57).

4 Závěr

Předkládaná bakalářská práce se zabývala problematikou na téma „odstraňování skvrn z textilií za pomoci ozonu“. Práce byla rozdělena na dvě části. Na část teoretickou – rešerši a na část experimentální.

V teoretické části jsme se zaměřili na studium ozonu, výrobu, toxicitu a používání ozonu v dnešní době. Poté jsme se zabývali ekologií a využitím ozonu. Dále jsme si přiblížili textilie, které byly zvoleny pro tuto bakalářskou práci, a podívali se, jak jsou spojována s ozonováním. Také jsme si přiblížili dané barviva - kontaminanty, které jsme v praktické části na dané textilie aplikovali. V této kapitole je také rozebráno téma skvrny a jak je vhodné je čistit. Téma praní a bělení je zde také podrobněji rozpracováno a vztaženo k ozonu a ozonové technologii.

V praktické části práce byla zkoumána schopnost ozonu odstraňovat skvrny a stabilita tohoto odstranění v čase. Byly zvoleny kontaminanty, které mohou být častým znečištěním textilií. Tyto kontaminanty jsme poté připravili pro naměření absorbance na spektrofotometru. Dané výsledky jsme porovnali s kontaminanty, které ozonu vystaveny nebyly. Vyhodnotili jsme z naměřených údajů absorbanci a zhodnotili rozdíl mezi vzorky vystavenými působením ozonu a vzorky, které vystaveny ozonování nebyly. Poté jsme se zaměřili na zvolené textilie a na definované obarvení a vzorky pak připravily na samotné ozonování. Vzorky jsme vystavili působení ozonu v určitých intervalech (5, 10, 15, 30, 60 minut) a sledovali, jak ozon na tyto vzorky působí. Bylo zjištěno, že vzorky postupem času mění svou barevnost a tmavnou.

Vyhodnotili jsme, že bude vhodné proces opakovat, ale s tím rozdílem že dané vzorky budeme skenovat. Vzorky jsme tedy skenovali po dobu jednoho měsíce a měřili jejich hodnotu šedi. Tento proces jsme pak ještě opakovali jednou ale s rozdílem toho že jsme po ozonování vzorky ještě vystavili procesu praní v prací lázni a i tyto vzorky skenovali. Všechny naměřené hodnoty zanesli do grafů a vyhodnotili.

Otestovali jsme tedy technologii odstraňování skvrn v plynném ozonu, která funguje ale dle naměřených hodnot a vizuálního hodnocení nám poskytuje nestabilní bělost. Odstranění těchto kontaminantů není trvalé. Lze ale říci, že na kontaminant s Oranží 2 působí poměrně dobře a vzorek je schopen si udržet bělost. U jiných vzorků se ale udržení bělosti pomocí ozonu nepodařilo a vzorky tmavly.

Proto bylo nutno zahrnout do postupu proces praní, díky kterému je tento efekt trvalý a barevnost vzorků ustálí. Tato metoda se osvědčila téměř u všech vzorků a to u čaje, kávy, mrkve. Oranž 2 nejevila znatelný rozdíl mezi pouhým ozónováním vzorku nebo přidáním praní po ozónování. Metoda se také příliš neosvědčila u zeleně, kde bychom doporučili delší dobu praní.

Seznam obrázků, tabulek

Obrázky

Obrázek 1: ozon O ₃ [4]	15
Obrázek 2: celulóza – chemický vzorec [19]	23
Obrázek 3 : Polyethylentereftalát – chemický vzorec [22]	24
Obrázek 4 : Znaký údržby [31]	28
Obrázek 5: 100% polyester- vzorek	31
Obrázek 6: 100% bavlna - vzorek	31
Obrázek 7 : quercetin – chemický vzorec [33].....	32
Obrázek 8 : PIGI čaj [34]	32
Obrázek 9 : lucidin – chemický vzorec [36].....	33
Obrázek 10: Nescafé azera [35].....	33
Obrázek 11 : mrkev	33
Obrázek 12 : karoten - chemický vzorec	33
Obrázek 13 : Oranž 2 – chemický vzorec [37].....	34
Obrázek 14 : Oranž 2 prášek	34
Obrázek 15 : rajčatový protlak Giana [38]	34
Obrázek 16 : lykopen - chemický vzorec [39]	34
Obrázek 17 : mrkvová nať	35
Obrázek 18: chlorofyl - chemický vzorec [40].....	35
Obrázek 19: schéma ozonové soustavy	35
Obrázek 20: Roztoky kontaminantů kávy (A bez ozonu, B s ozonem) a čaje (C s ozonem a D bez ozonu)	36
Obrázek 21 : Rozsah vlnových délek viditelného světla a odpovídající barva [41].....	38
Obrázek 22: Uspořádání spektrofotometru [41].....	38
Obrázek 23 : vzorky před ozónováním.....	40
Obrázek 24: mýdlo jelen [42]	40
Obrázek 25: vzoreček pro výpočet barevnosti	42
Obrázek 26: graf absorbance - čaj	43
Obrázek 27 : graf absorbance - káva	43

Obrázek 28 : graf absorbance - mrkev.....	44
Obrázek 29: graf absorbance - oranž 2.....	45
Obrázek 30 : graf absorbance – rajčatový protlak.....	45
Obrázek 31: graf absorbance - zeleň	46
Obrázek 32: vzorky bez praní, vystaveny hodinovému ozónování.....	47
Obrázek 33 : vzorky vystavené hodinu ozónování s následným praním	48
Obrázek 34: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu bez praní	50
Obrázek 35: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu a po praní.....	50
Obrázek 36: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu po praní	51
Obrázek 37: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné čajem po působení ozonu po praní	51
Obrázek 38: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu.....	52
Obrázek 39: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu po praní.....	52
Obrázek 41: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu po praní	53
Obrázek 40: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné kávou po působení ozonu	53
Obrázek 42: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu	54
Obrázek 43: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu a po praní.....	54
Obrázek 45: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu a po praní	55
Obrázek 44: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkví po působení ozonu.....	55
Obrázek 46: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné oranží 2 po působení ozonu.....	56

Obrázek 47: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné oranží 2 po působení ozonu po praní	56
Obrázek 48: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné oranží 2 po působení ozonu	57
Obrázek 49: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné oranží 2 po působení ozonu po praní	57
Obrázek 51: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu po praní	58
Obrázek 50: Změny barevnosti na bavlněné tkanině znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu	58
Obrázek 52: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu	59
Obrázek 53: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné rajčatovým protlakem po působení ozonu po praní	59
Obrázek 55: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu po praní	60
Obrázek 54: Změny barevnosti bavlněné tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu	60
Obrázek 56: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu	61
Obrázek 57: Změny barevnosti polyesterové tkaniny znečištěné mrkvovou natí po působení ozonu po praní	61

Tabulky

Tabulka 1: koncentrace ozonu při probublávání roztoků (káva a čaj, protlak a oranž 2, mrkev a zeleň)	37
Tabulka 2: váhy vzorků před a po klocováním a zasušení	39
Tabulka 3: hodnoty šedi vzorků naměřené měsíc po ozónování, barvení, praní	48

Seznam literatury

[1] The PubChem Project [online]. [citováno 22. 3. 2018] Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24823#section=ChemIDplus>

[2] Ozon obecně: ozonizační technologie [online]. Copyright © 2011 OZONTECH, s.r.o. [citováno 19. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.ozontech.cz/ozon-obecne>

[3] JURŠÍK , František a kolektiv, Chemie prvků. 1. svazek. PRAHA 1993, ISBN 80-85427-38-9

[4] Ozon pomocny przy walce z alergią .: Wyposażenie mieszkań, Aranżacja wnętrz - Kornas.pl [online]. [citováno 22.3 2018] Dostupné z: <http://www.kornas.pl/ozon-pomocny-przy-walce-z-alergia.html>

[5] Profiozon.cz Co je ozon? -. Generátory ozonu značky profiozon určené na likvidaci zápachu [online]. [citováno 23. 03. 2018] Dostupné z: <https://profiozon.cz/co-je-ozon/>

[6] LANGLAIS, Bruno., RECKHOW A. David., BRINK, R. Deborah. Ozone in water treatment: application and engineering: cooperative research report. Chelsea, Mich.: Lewis Publishers, 1991. ISBN 9780873714747

[7] The ozone.: ozone [online]. [citováno 23. 3. 2018]. Dostupný z WWW: <http://www.thesisenxarxa.net/TESES_UB/AVAILABLE/TDX-0311103-135423//TOL167B.pdf>

[8] Ozon - základní informace. [online]. Copyright © 2018 [citováno 27. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.quavas.cz/inpage/ozon-zakladni-informace/>.

[9] Všechno co jste kdy chtěli vědět o ozonu a UV (ale báli jste se zeptat) : ASIO, spol. s r.o.. Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu ASIO.cz [online]. Copyright © 2011 [citováno 19. 4. 2018]. Dostupné z:

<http://www.asio.cz/cz/161.vsechno-co-jste-kdy-chteli-vedet-o-ozonu-a-uv-ale-bali-jste-se-zeptat>

[10] Negativní vliv ozonu na zdraví lidí. Porovnání čističek vzduchu [online]. Copyright © 2015. [citováno 27. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.porovnani-cisticek.cz/negativni-vliv-ozonu.htm>

[11] Význam stratosférického ozónu. Stratosferický ozon [online]. [citováno 19. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.kolej.mff.cuni.cz/~lmotm275/ruze/06/node5.html>

[12] edirect [online]. Copyright © 2018 [citováno 19. 4. 2018]. Dostupné z: http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/1998_10_767-771.pdf

[13] BOSTRÖM, Magnus. a Mikael KLINTMAN. Eco-standards, product labelling and green consumerism. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan, 2008. ISBN 9780230537378.

[14] Ozonetech: Ozone treatment in the textile industry [online]. Copyright © 2018 [citováno 22. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.ozonetech.com/industries/ozone-textile-industry>

[15] Aplikace O₃ : Ozon a jeho použití [online] [citováno 20. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.aplikaceo3.cz/?page=3&subp=2>

[16] Cotton Fibers - the king of fibers - Textile School. An exclusive information portal on textiles and allied resources [online]. Copyright © 2018 [citováno 28. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.textileschool.com/129/cotton-fibers-the-king-of-fibers/>

[17] vesna - Bytový textil a vybavení interiérů pro spokojené bydlení [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [citováno 28. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.vesna.cz/bavlna-cotton-baumwolle-aneb-co-jste-mozna-nevedeli>

[18] Cotton - facts and general information from Swicofil. Swicofil - Your global yarn & fiber speciality competence expert [online] [citováno 28. 3. 2018] Dostupné z: <http://www.swicofil.com/products/001cotton.html>

[19] Celulosa. [online]. [citováno 28. 3. 2018] Dostupné z: <https://leporelo.info/celulosa>

[20] Polyester fibre, manufacturing process., textile technology - [online]. Copyright © 2012 TextileTechInfo.Com [citováno 28. 3. 2018]. Dostupné z: <http://textiletechinfo.com/spinning/POLYESTERmanu.htm>

[21] Polyester Fibres [online] [citováno 28. 3. 2018] Dostupné z: https://www.ivc-ev.de/live/index.php?page_id=72

[22] Polyethylen tereftalát—. Stock fotografie, Royalty Free obrázky, vektorové umění, filmové záběry [online]. Copyright © Leonid [citováno 27. 04. 2018]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/12099510/stock-illustration-polyethylene-terephthalate-polyester-structural-formula.html>

[23] Ekoista.cz. Ekoista - magazín o zdravém a šetrném životním stylu: Nebezpečné látky v pracích prostředcích - [online]. Copyright © Copyright 2015 [citováno 28. 3. 2018]. Dostupné z: <http://ekoista.cz/7-duvodu-proc-je-spina-lepsi-nez-vas-praci-prasek/>

[24] LEE Muncheul LEE Myung Sun, WAKIDA Tomiji TOKUYAMA Takako, INOUE Goichi, ISHIDA,Shinz, ITAZU Toshihiko, MIVAJI Yukino ,Chemical modification of nylon 6 and polyester fabrics by ozone-gas treatment. Journal of Applied Polymer Science [online]. 2006, 100(2), 1344-1348 [citováno 22. 3. 2018]. DOI: 10.1002/app.23382. ISSN 0021-8995. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/app.23382>

[25] Antonio SEGURA CARRETERO, Carmen CRUCES-BLANCO, Sonia CORTACERO RAMÍREZ, Alegría CARRASCO PANCORBO a Alberto FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ. Application of Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography to the

Analysis of Uncharged Pesticides of Environmental Impact. Journal of Agricultural and Food Chemistry [online]. 2004, 52(19), 5791-5795 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1021/jf040074k. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf040074k>

[26] ASSIMOPOULOU, A. N. a V. P. PAPAGEORGIOU. Radical scavenging activity of *Alkanna tinctoria* root extracts and their main constituents, hydroxynaphthoquinones. *Phytotherapy Research* [online]. 2005, 19(2), 141-147 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1002/ptr.1645. ISSN 0951-418X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ptr.1645>

[27] Rady a tipy pro čištění a odstraňování skvrn a nečistot: Jak vyčistit skvrny od oleje, mastnoty, mazadel, mastí a vazelíny [online]. Copyright © 2018. Všechna práva vyhrazena. [citováno 28. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.jakcistit.cz/jak-vycistit-skvrny-od-oleje-mastnoty-mazadel-masti-a-vazeliny/>

[28] KARLÍKOVÁ, Věra, VACEK, Karel Technologie praní pro 2. a 3. ročník odborných učilišť a učňovských škol: učební obor chemik prádelen a čistíren - 1033. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1966. Učebnice odborných učilišť a učňovských škol."

[29] BŘÍZOVÁ, Joz, KRCHOVÁ Božena, Dobrá rada pro každou domácnost. 2., upr. vyd. Praha: Práce, 1967. Knižnice domácího hospodářství.

[30] Don Gemini, s.r.o.. Využití ozonu v prádelenské technologii [online]. [citováno 22. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.dongemini.cz/articles/prispevek-ke-studiu-vyuziti-ozonu-vpradelenske-technologie>

[31] Flex-tex.cz : symboly údržby [online]. [citováno 4. 4. 2018] Dostupné z: <https://www.flex-tex.cz/cs/symboly-udrzby>

[32] quercetin, superpotraviny: Superpotraviny, superfoods, - sušené plody, ořechy, oleje, super potraviny [online]. Copyright © 2014 Všechna práva vyhrazena. [citováno 18. 4. 2018]. Dostupné z: <https://superpotraviny.webnode.cz/pojmy/antioxidanty/quercerin/>

[33] STEMCELL Technologies: Quercetin. [online]. Copyright © 2018 by STEMCELL Technologies Inc. All rights reserved. [citováno 27. 04. 2018]. Dostupné z: <https://www.stemcell.com/quercetin.html>

[34] Pigi – Katalog čajů – Jemča. Jemča [online]. Copyright © 2014 Tata Global Beverages Czech Republic a.s. [citováno 18. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.jemca.cz/katalog-caju/pigi>

[35] Košík.cz. [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena. [citováno 18. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.kosik.cz/produkt/33713-nescafe-azera-americano-60g>

[36] Lucidin - Buy Lucidin from supplier medchemexpress.com - The Library of Active small molecules (Inhibitors, Modulators, Agonists) [online]. Copyright © 2013 [citováno 27. 04. 2018]. Dostupné z: <https://www.medchemexpress.com/lucidin.html>

[37] Laboratorní návody z organické chemie [online]. [citováno 18. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.kch.tul.cz/texty/fp/ocl/laboratorni-navody-z-organicke-chemie-pdf>

[38] Můj Nákup Ostrava.cz Giana Rajčatový protlak 70g [online]. Copyright © MujNakupOstrava.cz [citováno 18. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.muynakup-ostrava.cz/Giana-Rajcatovy-protlak-70g-d1951.htm>

[39] Lycopene Healthy Benefits. Bylinné Rhodiola Rosea extrakt Salidroside Rosavin, Diosmin Hesperidin, Luteolin, Quercetin, Genistein: Lykopen, extrakt z rajčatového lykopenu,, zdravé výhody a použití [online]. [citováno 18. 4. 2018] Dostupné z: <http://cz.gmp-factory.com/herbal-medicine/anti-tumor/lycopene.html>

[40] Oddělení Cryptophyta - skrytěnky [online]. Copyright © 2003 [citováno 27. 04. 2018]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/crypto>

[41] Wikipedie: Spektrofotometrie [online]. [citováno 4. 4. 2018]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometrie>

[42] Oficiální eshop pracích prostředků JELEN. - Mýdlo s Jelenem. [online]. [citováno 4. 4. 2018] Dostupné z: https://www.mydlosjelenem.cz/jelen-mydlo/jadrove-mydlo-jelen-200-g/?gclid=EAIaIQobChMIwai77OLE2gIVRucbCh22RACaEAQYAiABEgIWa_D_BwE