



ANALÝZA POUŽITELNOSTI VLNĚNÝCH UBROUSKŮ

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce: Christina Fialová

Vedoucí práce: Ing. Jiří Havlíček, CSc.





ANALYSIS OF THE USABILITY OF WET WIPES

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3106R016 – Textile Technologies, Materials and Nanomaterials

Author: Christina Fialová

Supervisor: Ing. Jiří Havlíček, CSc.



Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Christina Fialová**
Osobní číslo: **T15000406**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní technologie, materiály a nanomateriály**
Název tématu: **Analýza použitelnosti vlhčených ubrousků**
Zadávací katedra: **Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů**

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

1. V rešeršní části zjistěte a porovnejte základní typy komerčně nabízených vlhčených ubrousků zejména z pohledu použitých nosných netkaných textilií, aktivních látek a konzervantů.
2. Analyzujte základní problémy vznikající při jejich použití a poukažte na případná rizika.
3. Navrhněte a ověřte metodu měření nalezených problémů použitelnosti.
4. Výsledky práce zpracujte a okomentujte jak z technického, tak i ekonomického hlediska.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: 40-60 dle potřeby

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. O.Jirsák, K.Kalinová: Netkané textilie skripta TUL.
2. S.J.Russell: Handbook of nonwovens, Woodhead Publishing Ltd, 2007.
3. Aktuální články k problematice periodik: Fiber Journal, Nonwovens Report International, internet.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Havlíček, CSc.

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání bakalářské práce: 13. října 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 4. května 2018



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



prof. RNDr. David Lukáš, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 13. října 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

Poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Havlíčkovi za jeho pomoc a rady u teoretické i praktické části závěrečné práce a za čas, který mi věnoval. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Andree Klápšťové, která mi zapůjčila analytické váhy pro analýzu a umožnila mi tak vypracování praktické části. Poděkování patří i Ing. Kristýně Havlíčkové, za její čas při zkoumání vzorků pod optickým a rastrovacím mikroskopem a zhotovení mikroskopických snímků. V neposlední řadě děkuji i mým prarodičům a příteli, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá analýzou použitelnosti vlhčených ubrousků. Jednou z vlastností vlhčených ubrousků, kterou se jejich výrobci snaží zlepšit, je vysychání vlhčených ubrousků. Dostatečná vlhkost ubrousku je jedním ze základních kritérií při výrobě. Výrobci se snaží vyvinout materiály, které by vydržely vlhké co nejdéle a byly tak pro spotřebitele déle použitelné.

Cílem práce bylo analyzovat vysychání vzorků netkaných vlhčených ubrousků z různých materiálů a následně porovnat výsledky měření pro jednotlivé vzorky mezi sebou. Zároveň bylo vysychání v různých fázích zkoumáno pod optickým mikroskopem.

Dalším cílem práce byla analýza rozkladu biodegradabilního splachovatelného vlhčeného ubrousku ve vodě. Při tomto experimentu bylo záměrem zjistit, jaká procentuální část vlhčeného ubrousku se reálně rozloží a analyzovat materiál, který zůstal nerozložen.

Klíčová slova:

Vlhčené ubrousky, biodegradabilita, splachovatelnost, vysychání vlhčených ubrousků, netkané materiály

Anotation

Bachelor thesis deals with the analysis of the usability of wet wipes. One of the properties of wet wipes, which manufacturers are trying to improve, is drying of wet wipes. Sufficient moisture of the wipe is one of the basic criteria in production of wet wipes. Manufacturers are trying to develop materials, which would last wet for as long as possible and would be longer usable for consumers.

The aim of bachelor thesis was to analyze drying of samples of nonwoven wet wipes from different materials and compare results of measurement for individual samples with each other. Simultaneously, drying at different phases was examined by an optical microscopy.

Another aim of bachelor thesis was analyze the degradation of biodegradable flushable wipe in water. In this experiment, the intention was to find out, how many percent of wet wipe would really disintegrate and analyze the material, which did not disintegrate.

Key words:

Wet wipes, biodegradability, flushability, drying of wet wipes, nonwoven materials

Seznam zkratek

PES	polyester
POP	polypropylen
PLA	kyselina polyléčná
EDTA	kyselina ethylendiamintetraoctová
PE	polyethylen

Obsah

Úvod	12
1 Rešerše	13
2 Teoretická část.....	15
2.1 Úvod do vlhčených ubrousků	15
2.2 Historie vlhčených ubrousků	15
2.3 Rozdělení/kategorie vlhčených ubrousků	17
2.4 Výhody a nevýhody používání vlhčených ubrousků	18
2.5 Substráty pro výrobu vlhčených ubrousků	20
2.5.1 Materiály pro výrobu substrátu.....	21
2.5.1.1 Nejčastější typy vláken	22
2.5.2 Substráty dle typu výroby.....	23
2.5.3 Základní kritéria při volbě substrátu.....	24
2.5.4 Shrnutí	25
2.6 Výroba vlhčených ubrousků	26
2.6.1 Proces výroby vlhčených ubrousků.....	26
2.6.2 Technologie pro výrobu vlhčených ubrousků	26
2.6.2.1 Mykané netkané materiály	27
2.6.2.2 Airlaid netkané materiály.....	28
2.6.2.3 Wetlaid netkané materiály	29
2.6.2.4 Spunlaid netkané materiály.....	29
2.6.3 Zpevňovací procesy pro substráty	30
2.6.3.1 Vpichování.....	30
2.6.3.2 Chemické pojení	30
2.6.3.3 Termické pojení	31
2.6.3.4 Spunlace.....	31
2.6.4 Kompozitní netkané ubrousky.....	32

2.7	Přísady ve vlhčených ubrouscích.....	33
2.7.1	Druhy přísad	34
2.7.2	Nejčastěji obsažené přísady.....	35
2.8	Konzervace vlhčených ubrousků	37
2.8.1	Výběr konzervačních činidel.....	37
2.8.2	Konzervační činidla.....	38
2.8.3	Konzervační proces	40
2.8.3.1	Testování účinnosti konzervačních prostředků.....	40
2.9	Balení vlhčených ubrousků.....	41
2.10	Biodegradabilita a splachovatelnost	42
3	Praktická část.....	44
3.1	Měření vysychání vlhčených netkaných ubrousků.....	44
3.1.1	Měřené vzorky	44
3.1.2	Záznamy měření	46
3.1.3	Grafy vysychání.....	48
3.2	Zkouška biodegradability	53
3.2.1	Záznamy měření	53
3.3	Mikroskopie	55
3.3.1.1	Optický mikroskop	55
3.3.1.2	Rastrovací elektronový mikroskop	59
3.4	Diskuze	62
4	Závěr.....	63
	Seznam použité literatury:	64
	Seznam obrázků:.....	67
	Seznam tabulek.....	69

Úvod

Cílem bakalářské práce je analýza použitelnosti vlhčených ubrousků. Bakalářská práce se zabývá problematikou vysychání vlhčených ubrousků a dezintegrací biodegradabilních splachovatelných vlhčených ubrousků.

Rešeršní část cituje představení segmentu vlhčených ubrousků mezinárodní evropskou asociací EDANA, která koordinuje výrobní normy vlhčených ubrousků v Evropě. Dále také cituje současný stav vývoje biodegradabilních splachovatelných materiálů a uvádí příklad nově vyvinutých vláken.

Teoretická část se zabývá představením základních problematik spojených s vlhčenými ubrousky. Čtenáři představí kategorie, materiály, technologie a další důležité informace pro zorientování se v segmentu vlhčených ubrousků.

V experimentální části jsou uvedeny postupy a záznamy měření při analýze vysychání vzorků netkaných vlhčených ubrousků z různých materiálů společně s mikroskopickými snímky v různých fázích vysychání a také snímky z rastrovacího mikroskopu pro určení struktury a materiálů obsažených ve vzorcích. Dále se zabývá dezintegrací biodegradabilního splachovatelného vlhčeného ubrousku ve vodě a analýzou nerozložené části ubrousku.

1 Rešerše

Během posledních uplynulých deseti let se sortiment vlhčených ubrousků stále rozšiřuje, a na trhu je k dispozici čím dál více druhů vlhčených ubrousků. Tento růst na trhu je důkazem popularity vlhčených ubrousků u spotřebitelů, hlavně díky snadnému použití a efektivním účinkům.

Modifikací základního netkaného materiálu a zvlhčující kapaliny jsou výrobci schopni přizpůsobit fyzikální vlastnosti finálních vlhčených ubrousků pro specifické potřeby spotřebitelů. I přesto, že se od sebe různé druhy vlhčených ubrousků vzhledově neliší, materiály a způsoby výroby jsou rozdílné pro různé specifické aplikace. Dětské a kosmetické ubrousky se vyrábějí z dlouhých vláken pro optimální pevnost a odolnost proti protržení, zatímco splachovatelné ubrousky se vyrábějí z krátkých vláken, aby pevnost za mokra po spláchnutí ubrouska byla nízká a byla tak možná dezintegrace ubrouska.

V Evropě jsou výrobci vlhčených ubrousků všech kategorií zastoupeni mezinárodní asociací EDANA, která koordinuje činnost průmyslu vlhčených ubrousků v oblastech společného zájmu, zejména v oblasti bezpečnosti výrobků a péči o životní prostředí [1].

Problematikou splachovatelnosti se v Evropě zabývá asociace EDANA již od roku 2004. Techničtí experti obou asociací pracují společně na definici splachovatelnosti, technickém posouzení a testovacích metodách. Aby mohl být netkaný vlhčený ubrousek označen jako splachovatelný, musí projít sedmi stanovenými zkušebními testy, přičemž za prioritní se považují test dezintegrace ubrouska v kanalizaci a biodegradabilita materiálu [2] [3].

Výzkumem biodegradabilních materiálů pro netkané vlhčené ubrousky se zabývala například firma pro výrobu viskózních vláken Kelheim Fibers, Abwasserzweckverband (AZV) Saal (firma zabývající se odpadními vodami) a firma WILO, vyrábějící čerpadla. Společně se zaměřili na problém způsobený syntetickými ubrousky, které ucpávají kanalizační potrubí. Uvedli, že obal vlhčených ubrousků je často nedostatečně označen a osvěta spotřebitelů, jak zacházet s použitými vlhčenými ubrousky, by se měla zlepšit. Tyto tři firmy také společně vyvinuli speciální vlákna nazvaná Viloft s plochým průřezem a krátkou délkou, přičemž obě tyto charakteristiky se ukázaly jako vhodné pro rychlou degradaci ubrousků. Tato vlákna jsou zcela biologicky odbouratelná.

Pro testování ubrousků bylo vytvořeno speciální čerpadlo, simulující skutečné podmínky v kanalizaci. Testovány byly běžně dostupné ubrousky (15 % viskózová dlouhá vlákna, 85 % PES vlákna) a vlhké ubrousky Viloft (30 % Viloft krátká viskózová vlákna, 70 % pulp celulóza). Testování Viloft vláken bylo úspěšné a prokázalo, že používáním vlhčených ubrousků Viloft by mohly být náklady na údržbu a čištění kanalizačních stanic zanesených nesplachovatelnými vlhčenými ubrousky sníženy o více než 50 %.

Celosvětově se každoročně pro výrobu netkaných vlhčených ubrousků využije 1,1 milionu tun netkaných materiálů, a z toho je přibližně 60 % založeno na petrochemikáliích. Velké procento těchto ubrousků se používá pro péči o dětskou pokožku nebo pro osobní hygienu a je nesprávně likvidováno - spláchnutím do toalety. Spláchnuté vlhčené ubrousky se pak přes kanalizační systémy dostávají až do oceánu, kde způsobují ekologické škody. Odhady se pohybují v rozmezí od 4,4 do 13 miliónů tun vlhčených ubrousků, které každoročně znečišťují oceány. Vlhčené ubrousky jsou tak nemalým zdrojem syntetických mikrovláken, uvolňovaných do oceánů. Vlákna Viloft získala po intenzivním testování certifikát mořské biologické odbouratelnosti, jejich používání by výrazně zlepšilo současné ekologické i ekonomické problémy [3].

2 Teoretická část

Teoretická část je zaměřena na představení typů vlhčených ubrousků, používaných materiálů, vláken a technologií pro výrobu netkaných vlhčených ubrousků. Dále se zabývá ingrediencemi ve vlhčených ubrouscích a problematikou konzervace. V neposlední řadě také rozebírá biodegradabilitu a splachovatelnost vlhčených ubrousků a s tímto tématem spojené negativní dopady na životní prostředí.

2.1 Úvod do vlhčených ubrousků

Vlhčený ubrousek může být papír či tkanina, ale nejčastěji se jedná o netkanou textilií, která je nasycena kapalinou obsahující primárně vodu, do které se přidávají jemná čisticí činidla či jiné účinné látky a následně je skládána a balena do jednorázových či znovu uzavíratelných obalů. Ubrousky jsou určeny zpravidla pro čištění nejrůznějších povrchů, dezinfekci či osobní hygienu. Ubrousek byl navržen tak, aby spotřebiteli usnadnil činnost, pro kterou je určen, tedy zajistil spotřebiteli pohodlí a zároveň i šetřil čas. Z praktického hlediska se jedná o jedinečný prostředek, které je možné mít vždy po ruce a slouží k okamžitému efektivnímu použití, a to pro nejrůznější účely, od mytí špinavých rukou po leštění interiérů aut či kuchyňských desek [4].

2.2 Historie vlhčených ubrousků

Jako vynálezce vlhčených ubrousků se považuje Američan Arthur Julius. Artur Julius pracoval v kosmetickém průmyslu, kde dostal nápad vytvořit vlhčený ubrousek hlavně pro hygienické využití. V roce 1957 vytvořil stroj pro výrobu a v roce 1958 si výrobek nechal patentovat pod názvem „Wet-Nap“. V dalších letech Julius se svým mechanikem zlepšoval vlastnosti výrobku a v roce 1960 představil svůj vynález. Poté již vše mělo rychlý spád, roku 1963 začal prodávat Wet-Nap majiteli řetězce KFC, kde se stal velmi oblíbeným prostředkem pro mytí rukou po jídle [5].



Obrázek 1: Jednorázové vlhčené ubrousky pro řetězec KFC [5]

První vlhčené ubrousky měly daleko k těm, které kupujeme dnes. Jednalo se o obyčejné papírové ubrousky impregnované v baktericidním roztoku. Byly snadno trhatelné, rychle vysychaly, nedostatečně absorbovaly tekutiny a byly málo měkké a odolné.

Technologie k výrobě jednorázových netkaných ubrousků byla vyvinuta v pozdních sedmdesátých letech. Na počátku, kdy technologie byla novinkou a byla finančně náročná, dominovalo pár hlavních velkovýrobů. Postupem času, kdy se technologie stávala dostupnější se objevili menší výrobci. Radikální změny v kvalitě ubrousků nastaly poté, co se namísto celulózových vláken začala používat vlákna syntetická. Zároveň také došlo k vylepšení zvlhčujících roztoků pro nasycení ubrousků, parfemačních látek a zefektivnila se funkčnost ubrousků.

Po poměrně krátké době, kdy byly ubrousky na trhu jako jednorázový prostředek k mytí rukou ve fastfoodech, přišla roku 1970 expanze vlhčených ubrousků určených pro kojence a děti. Kolem poloviny 90. let se pak začaly vyrábět ubrousky i pro další účely. Od této doby rychle narůstala oblíbenost na trhu [6].

Industrializace a urbanizace vedly ke koncentraci lidských sídel do městských center, jakožto center obchodních aktivit. S tímto spojené zvýšení osobních příjmů umožnilo většímu množství lidí investici do spotřebitelských věcí jakými jsou i vlhčené ubrousky. Rostoucí poptávka po vlhčených ubrouscích a zvyšování povědomí o jejich existenci mezi spotřebiteli vedly ke zvýšení výroby vlhčených ubrousků. [4].

2.3 Rozdělení/kategorie vlhčených ubrousků

Od doby, kdy byly vlhčené ubrousky vynalezeny a uvedeny na trh, proběhla jejich expanze do nejrůznějších odvětví.

Základní rozdělení do tří hlavních kategorií:

1. Ubrousky pro **osobní péči**, kam zahrnujeme:

a. Dětské vlhčené ubrousky

Vlhčené ubrousky používané pro čištění dětské pokožky, jejich složení je obzvláště kontrolováno a testováno vzhledem k tomu, že dětská pokožka je velmi citlivá a nesmí být ubrouskem podrážděna.

b. Kosmetické vlhčené ubrousky

Vlhčené ubrousky pro odstranění make-upu, pro odstranění laku na nehty, ubrousky proti tvorbě akné (obsahují nejčastěji kyselinu salicylovou, vitamíny, mentol), velmi oblíbené jsou ubrousky proti známkám stárnutí, které obsahují aktivní složky jako kolagen či kyselinu hyaluronovou.

c. Vlhčené ubrousky pro osobní hygienu

Vlhčené ubrousky pro intimní hygienu, toaletní ubrousky, ubrousky na čištění rukou, ubrousky pro mytí těla či například cestovní vlhčené ubrousky.

d. Zdravotnické vlhčené ubrousky a tampony

Do této kategorie patří tampony ulevující bolesti či svědění, k ošetření škrábanců, popálenin, kousnutí hmyzem, dále dezinfekční ubrousky, antibakteriální tampony pro prevenci infekcí (obvykle jsou nasyceny alkoholem a baleny do sterilních obalů) [4].

2. Vlhčené ubrousky **do domácnosti**

Ubrousky pro domácnost zahrnují ubrousky na podlahu, čisticí a dezinfekční ubrousky, kuchyňské ubrousky, nábytkové ubrousky, ubrousky na leštění skla, automobilové ubrousky a další. Důležitou část tvoří elektrostatické ubrousky, které zaujímají velké procento celosvětového prodeje ubrousků pro domácnost. Netkané materiály jsou elektricky ošetřeny pro zvýšení přitažlivosti částic, čímž se zvýší účinnost odstraňování prachu a špíny. Dále do této kategorie patří vlhčené ubrousky

pro domácí mazlíčky určené k ošetření očí, uší, zubní čistící tamponky (nejčastěji s kyselinou boritou, chloridem draselným, síranem zinečnatým, boritanem sodným) či pro otírání zvířecích tlapek od nečistot [7].

3. Průmyslové vlhčené ubrousky

Dle asociace EDANA, průmyslové vlhčené ubrousky jsou: „jednorázové netkané produkty používané pro různé aplikace v průmyslu v rozsahu hrubého čištění až po jemné leštění“, většinou v jednorázovém provedení či pro omezený počet použití, po kterém se stanou odpadem. V průmyslových aplikacích je volba správného otření materiálu pro danou aplikaci stěžejní a může ovlivnit další procesy zpracování, výroby, účinnost finálního produktu apod. Vlhčené ubrousky určené pro tento účel jsou elegantním řešením pro odstranění nečistot, olejů a dalších nežádoucích látek ze strojů i rukou. Do této kategorie zahrnujeme například ubrousky pro čištění povrchů v průmyslové výrobě [1].

Pro každou kategorii ubrousků se požadavky pro výsledné vlastnosti ubrousku liší. Obecně pro všechny typy ubrousky je požadována dobrá absorpce, ovšem u ubrousků, které přicházejí do kontaktu s lidskou pokožkou je vyžadován příjemný omak, měkkost a další odlišné vlastnosti než u variant do domácnosti či průmyslu, kde dominují vlastnosti jako pevnost, antibakteriální úprava, odmašťovací úprava apod. [4].

2.4 Výhody a nevýhody používání vlhčených ubrousků

Obliba vlhčených ubrousků je zajištěna především díky pohodlnému a snadnému použití. Ve většině případů nahrazují potřebu použití varianty "mokré a suché", usnadňují tak život mnoha spotřebitelům. Navíc v dnešní uspěchané době lidé ocení vlhčené ubrousky v rámci šetření času. Kompaktnost vlhkých ubrousků umožňuje všem uživatelům snadněji udržovat nebo dokonce zvyšovat osobní hygienické normy a jednorázová varianta snižuje riziko šíření bakterií a kontaminace. Oproti všem těmto výhodám ale existují i nevýhody jako je obsah pro lidské tělo toxických látek či zatěžování životního prostředí.

Výhody používání vlhčených ubrousků oproti "suchým" ubrouskům:

- ubrousky jsou měkké, jemné, roztažné, příjemné na omak, jednotné
- jsou vždy čisté, sterilní, čerstvé, mohou být vyrobeny v různých tvarech vhodných pro danou aplikaci a pokud se používá vždy nový kus, není důvod obávat se kontaminace
- variabilita přidaných složek a tím pádem variabilní finální použití, možnost výroby ubrousku přímo pro danou aplikaci
- snadné použití, komfortní pro spotřebitele
- snadná přenosnost, jednorázový ubrousek či malé balení ubrousků se snadno vloží do kabelky, batohu a je vždy po ruce
- výborná absorpce oproti suchým ubrouskům (klasické suché ubrousky jsou méně absorpční, zejména pokud jsou vyrobeny z nebavlněného materiálu, zatímco tkaniny namočené do tekutiny často nečistoty, tekutiny či mastnotu rozmazávají)
- výrobní cena vlhčených ubrousků je nižší než u klasických utěrek (navíc při praní suchých utěrek dochází k vysokým skrytým nákladům)
- nižší pravděpodobnost kontaminace (u suchých utěrek může opětovné použití látky napomoci šíření bakterií, což je nebezpečné hlavně v potravinářském průmyslu)
- stálá kvalita (suché utěrky po praní a čištění ztrácejí kvalitu, vytváří se na nich nopy a ztrácejí pevnost a savost) [8]

Nevýhody používání vlhčených ubrousků oproti "suchým" ubrouskům:

- možné ohrožení lidského organismu toxickými látkami, které ubrousky obsahují (parabeny, konzervační látky apod., které škodí lidskému tělu), avšak moderní trendy zdravého životního stylu a ochrany životního prostředí proti používání těchto látek již bojují (v obchodech jsou k zakoupení bio vlhčené ubrousky, nebo je možné zvolit variantu dětských vlhčených ubrousků, pro které jsou stanovena nejpřísnější kritéria na šetrnost k pokožce)
- zatěžování a znečišťování životního prostředí - použité ubrousky se hromadí v přírodě, oceánech, znečišťují životní prostředí a zároveň se z nich uvolňují syntetická mikrovlákná a další obsažené látky, které mohou být toxické
- ucpávání kanalizačních systémů, kde nahromaděné vlhčené ubrousky tvoří tukové masy - problém z ekonomického hlediska, čištění kanalizací je vysoce nákladné [8]

2.5 Substráty pro výrobu vlhčených ubrousků

Vlhčené ubrousky jsou dnes téměř výhradně vyráběné z netkaných materiálů. Netkané textilie jsou definovány jako útvar z textilních vláken, staplových přízí nebo filamentů vzájemně spojených mechanicky, chemicky či termicky. Pro výrobu vlhčených ubrousků jsou velmi vhodným materiálem, jelikož pocitově připomínají textili, ale jsou mnohem lehčí a levnější než tradiční textilní materiály. Oblast jejich použití je prakticky neomezená.

Volba substrátu a výrobní proces ovlivní výsledné vlastnosti vyrobeného ubrousku, zároveň má volba substrátu vliv také na reakci substrátu se zvlhčující kapalinou i na konzervační proces.

Vlákna pro výrobu substrátu mohou být přírodní či syntetická. Používají se vlákna na bázi ropy (POP, PES), vlákna na bázi celulózy (wood pulp, fluff pulp, viskóza), bavlněná vlákna, bikomponentní vlákna, směsi celulózových a syntetických vláken a další.

Většina vlhčených ubrousků obsahuje jako hlavní surovinu vlákna syntetická, nejčastěji POP a PES v kombinaci s menším podílem viskózy. Kombinace přírodních a syntetických materiálů se používají pro zlepšení výsledných vlastností konečného výrobku. Například pro vyšší absorpční schopnost ubrousku se používá vyšší obsah celulózy, pro lepší omak a měkkost ubrousku se přidá více bavlny a pevnost zajistí syntetická vlákna.

Nejdůležitějšími požadavky na ubrousky jsou rychlá absorpční schopnost a schopnost odstraňovat špínu. Ubrousky navržené pro čištění vodných roztoků jsou vyráběny z hydrofilních materiálů jako je viskóza, celulóza (wood pulp) a bavlna. Ubrousky pro odstranění tekutin na bázi oleje jsou vyráběny z hydrofobních materiálů, jakými jsou polypropylen, polyester a další umělá vlákna. Některé ubrousky jsou navržené pro odstraňování obou těchto tekutin a kombinují materiály [7].

2.5.1 Materiály pro výrobu substrátu

Níže uvedené typy materiálů jsou nejčastěji používanými materiály pro výrobu substrátu pro vlhčené ubrousky.

Celulóza

Celulóza je přírodním polymerem. Pro hygienické výrobky se využívá jako sorpční složka ve formě primárních krátkých vláken (1–2 mm), tato forma se označuje jako fluff pulp. Dále je hlavní surovinou pro výrobu velmi populárního vlákna viskózy. **Viskózu** získáváme regenerací celulózy. Můžeme ji vyrábět z různých zdrojů celulózy, nejčastěji ze dřeva dubového či smrkového, ale i z bambusu. Vlákná mají velkou povrchovou plochu a díky tomu velmi dobré čistící vlastnosti, mají výbornou absorpci, vysokou tažnost za mokra a jsou velmi známá pro svou měkkost. Velmi často se používají pro výrobky, které přicházejí do styku s pokožkou, protože ji nedráždí a jsou velmi příjemné na omak. V textilním průmyslu je díky všem těmto vlastnostem viskóza označovaná jako „umělé hedvábí“. U standartních vláken je však nízká pevnost, jsou srážlivá při vyšších teplotách a hořlavá [9].

Bavlna

Bavlněná vlákna mají výbornou absorpci, navlhavost, měkkost. Bavlna je známá svými výbornými čistícími vlastnosti díky stužkovitému charakteru vlákna. Její pevnost se na rozdíl od jiných vláken (např. viskózy) za mokra zvyšuje, což je další vlastnost vhodná pro použití na výrobu vlhčených ubrousků. Rostoucí trend ochrany životního prostředí vytvořil vhodnou příležitost pro použití bavlny jako přírodního vlákna v průmyslu netkaných textilií, zejména tak na trhu s ubrousky, kde přídavek bavlny zlepší již zmíněnou absorpci a pevnost [10].

Bavlna je považována jako dominující látka v dětských vlhčených ubrouscích, ve většině spunlace technologiích po ní následuje viskóza.

Syntetická vlákna

Syntetická vlákna jsou pro výrobu vlhčených ubrousků velmi rozšířena, protože mají výbornou pevností. Výhodou je také jejich nízká cena. Naopak nevýhodou syntetických vláken je jejich přirozená hydrofobnost, tudíž jejich absorpční schopnost je nízká. V praxi je tento problém obcházen zvýšením jemnosti do řádů mikronů čímž vzroste jejich jímavost vlivem kapilárních sil mezi vlákny (meltblown technologie). Dále jsou pak

vlákna hydrofilizována fyzikálními a chemickými postupy. Mezi nejběžněji používaná vlákna pro výrobu vlhčených ubrousků patří polyester, polypropylen a polyethylen. Často se také používá jejich kombinace s bavlnou či viskózou.

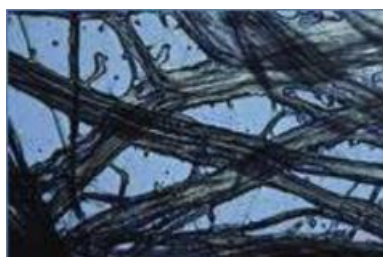
Směsi vláken

Velká většina ubrousků je vyrobena ze směsi PES a celulózových vláken, kdy každý druh vláken poskytne odlišné vlastnosti výslednému produktu. Celulózová vlákna (wood pulps) poskytují vysokou absorpční schopnost a jsou biodegradabilní. Syntetická vlákna poskytují pevnost, odolnost proti oděru a vůči rozpouštědlům, mohou být ošetřeny antimikrobiálními či statickou disipační úpravou pro určité aplikace [7].

2.5.1.1 Nejčastější typy vláken

Níže uvedené typy vláken jsou nejčastěji používanými vlákny pro výrobu substrátu pro vlhčené ubrousky.

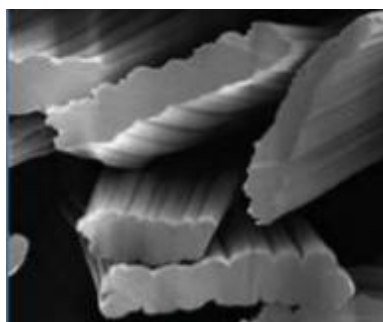
1) Celulózová vlákna



Obrázek 2: Celulózová vlákna [11]

- Z měkkého dřeva či z tvrdého dřeva
- Neprůhledná s velký měrným povrchem
- Dobrá absorpce, nízká pevnost

2) Viskózová vlákna



Obrázek 3: Průřez viskózových vláken [11]

- Dobrá pevnost za sucha, absorpce
- Příjemný omak

3) PES a POP vlákna



Obrázek 4: Syntetická vlákna [11]

- Dobrá pevnost
- Přírozně nízká absorpce díky hydrofobitě vláken (vlákna se upravují)
- Příznivá cena

4) Bikomponentní vlákna



Obrázek 5: Bikomponentní vlákna [11]

- Různé uspořádání složek
- Nejčastěji PES jádro obklopené PE s nízkým bodem tání, pro snadné tepelné pojení
- Vyšší cena

5) Polymléčná kyselina (PLA)

- PLA vlákna jsou perspektivními vlákny pro výrobu biodegradabilních vlhčených ubrousků
- Pro spunlace, do kompozitů [11]

2.5.2 Substráty dle typu výroby

Materiály pro vlhčené ubrousky jsou známe pod jmény, které popisují hlavní technologie jejich výroby a to **spunmelt (spunbond, meltblown a jejich kombinace), wetlaid a airlaid, pojené technologií spunlace, termicky či chemicky**. Volba technologie záleží na tom, pro jakou funkci bude výsledný ubrousek použit, přičemž musíme brát v potaz veškeré vlastnosti:

- výsledný omak a vzhled
- kompatibilitu s účinnými látkami a aditivy
- smáčivost a absorpci
- trvanlivost, tedy celý konzervační proces
- povrchovou strukturu
- vliv pojiv, barviv či povrchově aktivních látek přidávaných do ubrousku [7]

2.5.3 Základní kritéria při volbě substrátu

1) Uspořádání vláken

Důležitá je volba uspořádání vláken v substrátu, vlákna mohou být uspořádána izotropně či anizotropně. Toto uspořádání ovlivní výsledné vlastnosti materiálu.

2) Mísení vláken

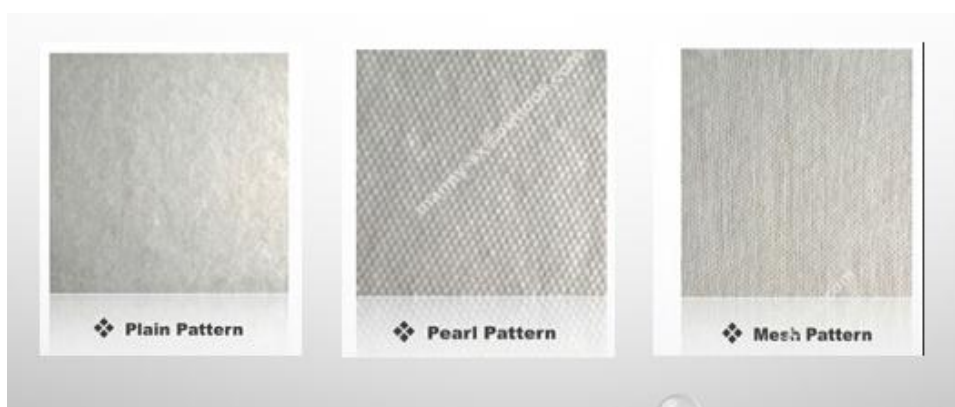
Velmi zřídka je vlhčený ubrousek vyroben jen z jednoho druhu materiálu. Pro docílení požadovaných vlastností ubrousku se používají směsi vláken, která jsou smíchána v různých poměrech. Je důležité, zvolit vhodný poměr vzhledem k požadovaným vlastnostem. Zde je potřeba brát v potaz i náklady, tedy ceny vláken. Vlákna jako je bavlna či viskóza jsou dražší než vlákna syntetická [12].

3) Tloušťka materiálu

Důležitá je také tloušťka materiálu, která je spojena s gramáží netkaného materiálu v ubrousku, udává se GSM (gram per square meter čili gram na metr čtvereční). Vyšší GSM obecně znamená tlustší materiál (více vláken).

4) Vzor

Existují tři základní typy vzoru: **plain**, **pearl**, **mesh**. Na trhu vlhčených ubrousků je nejvíce rozšířen plain vzor. Volba vzoru opět závisí na výsledném použití ubrousku, například perlový reliéfní vzor učiní ubrousky na pohled hezčí. Vzor také může zlepšit čisticí účinnost ubrousku [12].



Obrázek 6: Různé typy vzorů pro netkané substráty [17]

2.5.4 Shrnutí

Spotřebitelé mají na ubrousky stále větší požadavky, technologie i materiály se inovují a vyvíjí se nové možnosti a varianty. Vědci a vývojáři se zaměřují především na zlepšení problematik:

- **Ubrousky, které zůstanou déle vlhké**
- Více konzistentní zvlhčující kapalina
- Efektivnější odstraňování nečistot
- Objemnější a měkčí povrch
- Šetrnost k životnímu prostředí (biodegradabilita, splachovatelnost)
- Multifunkčnost, tedy kombinace vlastností (čisticí a ochranné, čisticí a zvlhčující, čisticí a ochlazující...)
- Substráty bez nežádoucích reziduí
- Zvlhčující kapaliny, které nevyvolávají žádné nežádoucí látky
- Efektivnější zachycení a zabíjení mikrobů
- Ubrousky zanechávající povrch lesklý
- Ubrousky, které nepoškrábou velmi jemné povrchy

Výběr substrátu pro vlhčené ubrousky je velmi důležitý, ovlivní totiž výsledné vlastnosti, jakými jsou například: sorpční rychlost a kapacita, reologie, pevnost, roztažnost, tloušťka, struktura, abrazi a možnost použití ubrousku [7].

2.6 Výroba vlhčených ubrousků

Jak již bylo uvedeno, výroba vlhčených ubrousků se odvíjí od požadavků na konečný vlhčený ubrousek. Pro různé aplikace se hodí různé materiály a jejich výrobní techniky.

2.6.1 Proces výroby vlhčených ubrousků

Základní postup při výrobě vlhčených ubrousků:

- 1) **Příprava netkaného substrátu** danou technologií z vhodných vláken, či směsi vláken v daném poměru, zpevnění materiálu.
- 2) **Příprava zvlhčující kapaliny** pro smočení netkaných substrátu. Do roztoku se přidají aktivní látky pro zlepšení požadovaných vlastností, například smáčecí činidla pro lepší absorpci, změkčovadla, pojiva, barviva, konzervační látky apod. Roztok se připravuje ve velkých nádržích, často se zahřívá pro lepší homogenizaci.
- 3) **Impregnace substrátu zvlhčující kapalinou**, nános musí být rovnoměrný, nesmí dojít ke kontaminaci ubrousku.
- 3) **Tvarování, řezání, skládání a vhodné balení**. Tyto operace zajišťují automatizované stroje.

Tyto základní procesy zůstávají konstantní, jejich provedení se v průběhu let s inovacemi mění zavedením nových technologií. Velkého pokroku bylo docíleno při zvýšení produktivity výrobní linky a zároveň snížení výrobního odpadu [13] [14].

2.6.2 Technologie pro výrobu vlhčených ubrousků

Technologie výroby netkaných textilí se dělí na technologie pro staplová vlákna, kam patří wet-laid a dry-laid technologie a pro nekonečná vlákna kam patří spunlaid a meltblown technologie.

Vlákna jsou formována do formy vlákněné vrstvy pomocí technologie mykání, airlaid, wetlaid, spunbond či meltblown. Pro pojení vláken se využívá technologie spunlace, termické pojení (kalandrovací válce, horkovzdušné komory), vpichování či proplety.

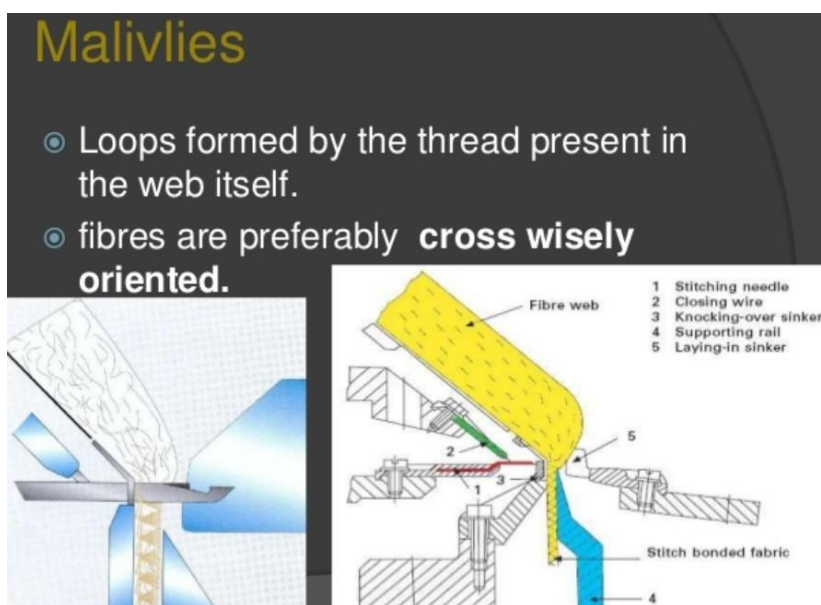
Technologie výroby i pojení ovlivňuje výsledné funkční vlastnosti i cenu vyrobeného ubrousku. Na trhu s vlhčenými ubrousky převažují produkty pojené spunlace technologií vyrobené mykáním či airlaid technologií, materiály airlaid pojené termicky a chemicky zaujímají okolo 26 % a zbytek materiálů (vpichované, wetlaid chemicky pojené, spunlaid kalandrované a kompozitní netkané materiály kombinující substráty vyrobené rozdílnými technologiemi) cca 25 % celkové výroby [7].

2.6.2.1 Mykané netkané materiály

Vlákna z viskózy, bavlny, POP a PES s dlouhými řeznými délkami jsou používána pro mykanou technologii. Před mykáním jsou vlákna rozvolněna a homogenizována. V mykaných pavučinách jsou vlákna více orientována ve směru odvádění od stroje. Pavučiny jsou pojeny vpichováním, termicky, spunlace technologií či proplety [7].

Spunlace mykané substráty jsou měkké, objemné a odolné. Ubrousky pro hrubé průmyslové čištění jsou vyráběny z viskózových vláken, syntetických vláken či jejich směsováním pomocí mykání a vpichování. Vpichované mykané ubrousky mohou absorbovat větší objem zvlhčující kapaliny v porovnání se spunlace zpevněnými mykanými ubrousky [7].

Vícevrstvé mykané substráty jsou pojeny pomocí Malivilies technologie, která se využívá pro absorpční textilie a leštící textilie. Jedná se o technologii využívající pro pojení proplety bez šicí nitě. Využívají se viskózová vlákna, POP a PES vlákna. [7]



Obrázek 7: Popis Malivilies technologie [15]

2.6.2.2 Airlaid netkané materiály

Při airlaid procesu tedy aerodynamickém kladení vlákenné vrstvy je využíván tlak a podtlak vzduchu jako prostředek k přepravě materiálu a tvorbě rouna. Nejdříve je např. buničina (wood pulp) rozvolněna pomocí ohroceného šubacího válce, následně jsou vlákna z válce snímána účinkem odstředivé síly a proudu vzduchu. Proudem vzduchu jsou vlákna unášena a ukládají se na síťový dopravník, kde tvoří rouno. Důležitý je poměr množství vzduchu/vlákenný materiál [7][16].

Airlaid netkané substráty jsou spojeny termicky či chemicky (latexem). V latexovém spojení, se na povrch substrátu pojivo chemicky rozprašuje a následně suší. Tato sekvence se pak opakuje i pro druhou stranu materiálu. V termickém spojení, airlaid substrát obsahuje tavná vlákna a je zahříván proudem horkého vzduchu či v horkovzdušných komorách, dokud se vlákna neroztaví a nespojí s uvolněnými vlákny buničiny. Oproti spojení latexem je tento proces čistý a úsporný, ovšem povrch vláken termicky spojených substrátu stále obsahuje uvolněná vlákna buničiny, která během výroby a používání vytváří prach. Tepelně spojené substráty mají také nízkou pevnost. Proto jsou povrchy impregnovány lehkou latexovou pěnou, impregnují se pouze povrchy a vnitřní vrstva zůstává objemná a s absorpční schopností [7].

Jak chemicky, tak termicky spojené substráty nejsou vhodné pro ubrousky dětské a kosmetické, používají se hlavně pro ubrousky do domácnosti a utírání povrchů.

Airlaid substráty jsou izotropní, mají vysokou pórovitost (95-99 %), velkou absorpční schopnost a rychlost nasákavosti při přítomnosti celulózových (woodpulp) vláken, jsou měkké, pružné, dostatečně pevné v tahu. Někteří výrobci ubrousků dávají přednost airlaid termicky spojeným substrátem před mykanými spunlace, pro jejich větší měkčnost, houbovitý pocit a menší výrobní náklady.

Spunlace airlaid substrát nabízí povrch podobný textilnímu materiálu (měkký a flexibilní), dobrou pevnost a ve většině případů dobrou absorpční schopnost (rychlá absorpce a zadržení kapaliny). Airlaid spunlace substráty jsou měkčí, více pórovité a levnější než mykané spunlace substráty, jsou vhodnější pro ubrouskové produkty [7][16].

2.6.2.3 Wetlaid netkané materiály

Výroba netkaných textilií hydrodynamickým způsobem je odvozena od postupů při výrobě papíru. Vlákna jsou smočena a dispergována ve vodě, následně se vlákenná suspenze transportuje k pohybujícímu se nekonečnému síťovému pásu, na sítu se vytvoří vlákenná vrstva pomocí filtrace suspenze a nakonec se vlákenná vrstva suší, případně zpevňuje [17].

Wetlaid technologií se dá zpracovávat široká škála vláken, i velmi krátká vlákna a křehká vlákna, ve kterých mohou být inkorporována pojidla či jiné částice ve struktuře. Wetlaid substráty jsou spojeny spunlace technologií či pomocí pojivových vláken. V budoucnu bude mít pravděpodobně wetlaid technologie velký význam, protože disperzibilita použitých vlhčených ubrousků je závislá na zpracování velmi krátkých vláken [7].

2.6.2.4 Spunlaid netkané materiály

Mezi spunlaid technologie řadíme technologii spunbond, meltblown a jejich kombinace.

Spunbond proces neboli výroba pod hubicí je založen na tavení polymerního granulátu a jeho následném zvlákňování. Vyžaduje značnou investici do výrobního zařízení, ale polymerní materiály jsou levné a přímá přeměna roztaveného polymeru na vlákna značně snižuje výrobní náklady. Pro daný výrobek může být spotřeba vláken nižší nebo může být vyrobena tenčí vlákenná vrstva, což snižuje výrobní náklady. Pro spunbond technologii se také dají využít levné recyklované polymerní materiály. Spunbond proces je však omezen na výrobu pouze termoplastických vláken. Produkty obsahující celulózová vlákna nemohou být tímto procesem vyrobeny [7] [17].

Spunlaid netkané materiály mají velmi vysokou pevnost ve směru odvádění od/ze stroje i ve směru příčném v porovnání s ostatními netkanými materiály. Spunlaid textilie jsou většinou spojeny kalandrováním. Kalandrování komprimuje vyrobenou netkanou vrstvu a vytváří tavné spoje mezi vlákny, což způsobuje, že ubrousky vyrobené touto technologií jsou tužší a tvrdší. Pro ubrousky pro osobní péči jsou spunlaid materiály nevhodné. Trendem je kombinace spunbond a spunlace technologie. Spunlace splétání spunbondových netkaných textilií nezpůsobí tavení vláken a tuhnutí materiálu, protože pojí jednotlivá vlákna zaplétáním. Spunlace spojení spunbond netkaných textilií poskytne měkký omak v porovnání s klasickým spunbond kalandrovaným materiálem [7] [16].

Olejové sorbenty v podobě ubrousků či tamponů se vyrábějí technologií meltblown a jsou významnou kategorií spunlaid netkaných materiálů. Meltblown technologie spočívá ve vytvoření vlákenné vrstvy rozfukováním taveniny (polymeru). Pro odstranění olejových skvrn jsou používána polyolefinová vlákna (POP a polyethylen). Meltblown POP vlákenné vrstvy pro výrobu materiálů sorbujících olejové nečistoty jsou termicky pojeny kalandrováním. Povrchová energie POP vláken je mírně vyšší než povrchové napětí mnoha olejů a o mnoho nižší než povrchové napětí vody. POP vlákna jsou tedy vysoce oleofilní a hydrofobní. Olejová retenční kapacita (g oleje/g vláken) sorpčního ubrousku musí být velmi vysoká, aby se snížila spotřeba materiálu. Meltblown technologií vyrobené vlákenné vrstvy jsou pórovité, což vede ke zlepšení sorpční rychlosti a sorpční kapacity takto vyrobených olejových sorbentů [7] [17].

2.6.3 Zpevňovací procesy pro substráty

2.6.3.1 Vpichování

Technologie vpichování je pro ubrousky používána spíše zřídka. Tenké a lehké ubrousky nemohou být pomocí vpichování vyrobeny. Vysoký tah během vpichování jehel mění poměry pevnosti v hlavních směrech ubrousku. Jehly vytvářejí poškozená vlákna v textilií, ty vedou ke snížení pevnosti a také způsobují zdrsnění povrchu a stopy po vpichu jehel, které nejsou například u ubrousků pro osobní péči žádané [7].

Vpichované mykané ubrousky však mohou absorbovat poměrně velký objem zvlhčující kapaliny, využívají se například pro ubrousky nasycené antibakteriálními mýdly [7].

2.6.3.2 Chemické pojení

Pro chemické pojení se nejčastěji používá latex, který se aplikuje v množství od 5 do 30 hmotnostních %. Aplikuje se nanesením pěny, prášku, sprejováním tiskem apod. Chemická pojiva v ubrouscích způsobují nízkou snášenlivost ubrousků s lidskou kůží a také způsobují nepatrný zápach. Proces chemického není upřednostňován u ubrousků pro osobní péči a zároveň není šetrný k životnímu prostředí [7].

2.6.3.3 Termické pojení

Pro termické pojení se používají syntetická tavná vlákna, která při zahřátí na teplotu tání vytvoří spoje mezi vlákny. Toto pojení nelze použít pro přírodní vlákna (např. celulózová) vzhledem k rozkladu těchto vláken za teploty potřebné k natavení pojivových vláken [7].

2.6.3.4 Spunlace

Spunlace linka vyžaduje vysoké investiční náklady oproti linkám pro mykání-vpichování, ale zároveň spunlace nevyžaduje žádná chemická pojiva nebo drahá pojivová vlákna, jelikož vláknennou vrstvu zpevňuje pomocí vysokotlakých paprsků vody, které vlákna zaplétají. Touto technologií mohou být pojeny všechna přírodní vlákna. Tažnost udělena textilii během spunlace procesu je velmi nízká, takže konečný produkt se nesmršťuje, tedy je rozměrově stabilní. Spunlace ubrousky jsou hladké, měkké, mají textilní omak. Jsou pevnější než vpichované, termicky a chemicky pojené netkané materiály, mohou být tudíž i tenčí což vede ke snížení spotřeby materiálu a tím výrobních nákladů. Spunlace netkané textilie jsou vedoucím substrátem pro ubrousky pro osobní péči a ubrousky do domácností. Také pro kosmetické a hygienické čistící ubrousky je spunlace materiál preferovaný [7] [18].

2.6.3.4.1 Spunlace reliéfní technika

Pro vytvoření vzoru na povrchu vlhčených ubrouscích se používá speciální spunlace reliéfní technika. Spunlace reliéfní technika využívá interakce mezi kovovým deskovým válečkem a vysokotlakým vodním paprskem, aby promítla požadovaný vzor na povrch spunlace materiálu [18].

Začlenění vhodných vzorů na povrch ubrousků se používá pro zlepšení čistícího výkonu. Patent vyrobený společností Polymer Group INC., využívá trojrozměrný vzor promítnutý na povrch netkané textilie. Výsledkem je materiál s množstvím vláknitých konců a smyček, které vyčnívají mimo povrch a zlepšují tak schopnost absorbovat nízko viskózní nečistoty přítomné na kůži, tloušťku substrátu pro lepší zadržování chemikálií, trvanlivost a čistící schopnost [7].



Obrázek 8: Ukázka vzorování na povrchu netkaného materiálu [18]

2.6.4 Kompozitní netkané ubrousky

Netkané textilie z různých typů vláken jsou vždy jedinečné z hlediska funkčnosti a trvanlivosti. Ubrousky mohou být vyráběny se zlepšenou funkčností za nižší náklady za použití kompozitních netkaných textilií ze směsi vláken a částic, nebo z vláken která se liší ve své struktuře, chemickém složení či jemnosti. Toho docílíme vrstvením vláknenných vrstev nebo homogenním mísením vláken a částic. V případě vrstvených struktur jsou kombinovány dvě nebo více netkaných vrstev. Každá vrstva může obsahovat různá vlákna nebo směs vláken vyrobených různými technologiemi [7].

Kompozitní netkané ubrousky mají schopnost nabídnout celkově větší funkčnost v porovnání s obyčejnými netkanými textiliemi, což motivovalo výrobce ubrousků, aby zaměřili většinu svých výzkumných a vývojových snah, včetně vylepšování a investic do nových strojů, právě na kompozitní materiály. Prostřednictvím kompozitů mají výrobci ubrousků možnost kombinovat téměř jakékoli netkané materiály dohromady a vyrobit tak výrobky s odlišnými funkčními vlastnostmi [7].

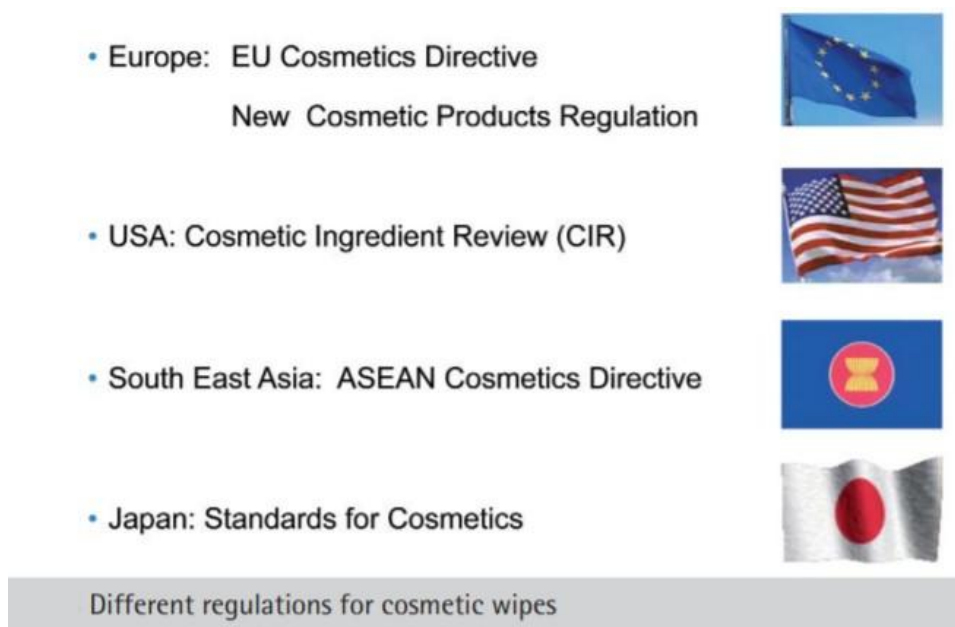
Vývoj kompozitních netkaných ubrousků poskytl na trh ubrousky s vyšší odolností proti oděru či vysokou pevností za mokra. Kompozitní netkané ubrousky s duálním povrchem mají jednu stranu měkčí (vpichovaná či spunlace vrstva) a druhou stranu drsnější (meltblown vrstva), mají lepší objemnost, omak a čistí lépe než klasický netkaný vlhčený ubrousek. Použitím kompozitní netkané technologie lze získat mnoho výhod spočívajících ve zlepšení pevnosti a trvanlivosti lehkých produktů (tím že mají spunbond nebo meltblown vrstvu v kompozici), získání měkkosti, absorpce, pevnosti či schopnosti vytvářet tvary (např. použitím elastického filmu jako jedné z vrstev) [7].

Použití kompozitních netkaných materiálů nabízí neomezený produktový sortiment díky množství kombinací, tím pádem umožňuje výrobcům expandovat do různých oblastí na trhu a vyvíjet ubrousky pro nejrůznější aplikace.

V jednovrstevných ubrouscích se často zvyšuje či naopak snižuje základní hmotnost, tloušťka, pevnost či ohybová tuhost. Je obtížné manipulovat s individuálními vlastnostmi, protože jsou na sobě vzájemně závislé a vzájemně se ovlivňují. V kompozitních netkaných materiálech, které si drží konstantní plošnou hmotnost, lze měnit pevnost, měkkost, průhlednost, strukturu a tuhost použitím vrstev s různými vlastnostmi [7].

2.7 Přísady ve vlhčených ubrouscích

Nezbytností při výrobě vlhčených ubrousků a volbě přísad, je vyhovět regulačním požadavkům, které se pro různé státy mohou lišit. Jak vidíme na obrázku 9, pro různé státy existují různé asociace, které určují regulační požadavky pro danou zemi.



Obrázek 9: V různých státech platí rozdílné regulační požadavky pro vlhčené ubrousky [19]

Složení kapaliny pro zvlhčení ubrousku je zásadní, udává výsledné vlastnosti finálního produktu. Hlavní složkou roztoku je **voda** jako nosič a rozpouštědlo ostatních přidaných ingrediencí. Ingredience si můžeme rozdělit jako základní, mezi které patří konzervační látky a antimikrobiální činidla a na přísady funkční, pomocné, mezi které patří zvlhčovadla, surfaktanty, pH stabilizátory, antioxidanty, změkčovadla a další látky. Kombinace přísad závisí na tom, pro jaké účely je ubrousek určen [20].



Obrázek 10: Základní rozdělení přísad do zvlhčující kapaliny pro vlhčené ubrousky [20]

2.7.1 Druhy přísad

1. Konzervační prostředky

Do roztoku je nutné přidat konzervační látky, které chrání ubrousek před bakteriální či houbovou kontaminací.

2. Surfaktanty

Jedná se o povrchově aktivní látky přidávané do roztoku. Surfaktanty zajistí snížení povrchového napětí vody a zvýší tak efektivitu čištění ubrousku.

3. Zvlhčovačlá

Při kontaktu s pokožkou vytváří ochranný film na jejím povrchu a zabraňují tak ztrátě vlhkosti.

4. pH stabilizátory

Jako stabilizátor pH se často využívá například kyselina citronová nebo citrát sodný. PH ubrousku, který přichází do kontaktu s pokožkou, by mělo být optimálně 4,5 – 5,0, a právě stabilizátory takové pH zajišťují.

5. Anti-oxidanty

Antioxidanty zabraňují oxidaci některých dalších látek obsažených v ubrouscích, například obsažené oleje v důsledku oxidace mohou způsobit nepříjemný zápach.

6. Parfemační látky

Neméně důležitá je i vůně ubrousku, která by pro spotřebitele měla být příjemná a svěží. Pro parfemační látky se používají aromatické sloučeniny, vyrobené z těkavých chemikálií, které vytvářejí vůně zachycované čichovými receptory v nosu [20].

7. Ostatní

Přidávaných látek je nesčetné množství a druh přísad se odvíjí od aplikace ke které je ubrousek určen. Přidávány jsou extrakty z rostlin, vitaminy, dezinfekční látky apod. Pro náročné čisticí aplikace jsou mohou být do ubrousku inkorporovány abrazivní částice, kterými jsou látky na bázi solí a minerálů například oxid hlinitý, karbidy kovů, boridy a nitridy, tavený oxid zirkoničitý [7].

2.7.2 Nejčastěji obsažené přísady

Při zkoumání složení vlhčených ubrousků, se v jejich složení nejčastěji vyskytovaly tyto látky:

- **Fenoxyethanol** je rozšířený efektivní konzervant, který v mnoha případech nahrazuje vysoce problematické parabeny. Může způsobovat alergické reakce jako podráždění kůže, očí a okolí rtů, může vyvolat dermatitidu a zhoršovat ekzémy. Při pokusech na krysách byly zjištěny změny chromozomů, to vyvolalo genetické mutace a nesprávné funkce celého organismu.
- **Glycerin** je hygroskopický (váže na sebe vlhkost) a pomáhá dalším látkám v kosmetických přípravcích, aby se rychleji vstřebaly do pokožky. Tu pak zjemňuje, zvláčňuje a v nižší koncentraci (do 10%) jí pomáhá udržet si vlastní hydrataci. Díky vysoké absorpci vody může při vyšší koncentraci (40% a více) pokožku vysušit tím, že z hlubších vrstev kůže vytáhne vodu na svrchní část a ta pak ztrácí svojí přirozenou hydrataci.
- **Kyselina citronová** se díky vysoké aciditě používá na úpravu pH produktu i pokožky. Je antibakteriální a antimykotická.
- **Panthenol** má silné hydratační, zjemňující, změkčující (vytváří ochrannou bariéru na povrchu pokožky a zabraňuje tak ztrátě vody) a uklidňující účinky. Dále má protizánětlivé a antibakteriální účinky, urychluje regeneraci pokožky a hojení ran. Má hydrofilní vlastnosti, čerpá vlhkost z atmosféry.
- **Caprylyl/Capryl Glucoside** je mírné, neiontové povrchově aktivní činidlo. Používá se jako emulgační činidlo a pěnidlo. Je to jeden z nejjemnějších čisticích prostředků, takže je ideální pro všechny pěnové a čisticí přípravky, které jsou určeny pro citlivou pleť. Nevykazuje kožní nesnášenlivost, není problematický, co se týče ekologické stopy, je plně biologicky odbouratelný z vodních zdrojů.

- **Dimethicone** snižuje sklon hotových výrobků pro tvoření pěny při třesení, zpomaluje ztrátu vody z pokožky vytvořením bariéry na povrchu kůže, která dočasně chrání poškozenou, nebo nechráněnou pokožku před škodlivými vlivy. Funguje jako změkčovadlo.
- **Kyselina dehydrooctová** funguje především jako konzervant. Je také antimikrobiální, fungicidní a baktericidní. Patří mezi nejbezpečnější konzervanty v kosmetice.
- **Kyselina benzoová** používá se především jako konzervant, také ale upravuje pH produktu a stabilizuje ho.
- **Kokosové glukosidy** jsou jemné, povrchově aktivní látky, které se vyrábí z kokosového oleje. Jsou přírodními emulgátory.
- **Propylenglykol** na sebe váže vodu (přitahuje ji podobně jako glycerin), tím pokožku hydratuje a zvlhčuje. Funguje také jako rozpouštědlo. Při koncentraci již 2% může podráždit pokožku, zvláště tu citlivou, a vyvolat kontaktní dermatitidu, kopřivku a alergickou reakci.
- **Alantoin** chrání, uklidňuje a hydratuje pokožku. Nevykazuje známky dráždivosti ani toxicity.
- **Glukóza** jako zvlhčující prostředek, napomáhá hydrataci, zabraňuje unikání vlhkosti z kůže. Může fungovat jako aromatické činidlo.
- **Benzoát sodný** se používá především jako složka konzervačního systému povolená i v přírodní kosmetice. Je jednou z nejlevnějších konzervačních přísad vůbec. Má antimikrobiální účinky, zabraňuje množení bakterií, ale nezabíjí je. Je také lehce antimykotický.
- **Citrát sodný** pomáhá snižovat pH emulzí a maskovat jejich výchozí aroma, také působí antioxidačně a je to mírný konzervant.
- **Limonene** je přirozeně se vyskytující látka podobná alkoholu, kterou najdeme v mnoha rostlinách. Používá se pro parfemaci.
- **Isopropyl alcohol** se používá jako přísada, která snižuje tendenci hotových výrobků k vytváření pěny při otřesech, dále se používá pro parfemační a aromatické suroviny.
- **Kyselina ethylendiamintetraoctová EDTA** je takzvaná chelatační látka (chelát na sebe váže kovy, spojí se s nimi a deaktivuje je), zastavuje spojování určitých látek se stopovými prvky (konkrétně s minerály/kovy), které mohou být obsažené v

kapalině. Funguje také jako konzervant a stabilizátor. Podporuje pěnicí a čisticí schopnosti produktu [21].

Výše uvedené přísady se nejčastěji vyskytovaly ve vzorcích zkoumaných v experimentální části bakalářské práce. Škála možných přísad je velmi rozsáhlá a mnoho z nich může být pro lidský organismus škodlivých či toxických. Spotřebitelé by se proto měli zajímat o složení vlhčených ubrousků, které kupují.

2.8 Konzervace vlhčených ubrousků

Konzervační proces slouží k ochraně vlhčených ubrousků před bakteriální či plísňovou kontaminací. Při výběru konzervačního prostředku je nutno vybírat vhodný prostředek pro daný substrát. Substráty obsahující přírodní či syntetická vlákna mohou některé konzervační látky absorbovat, a tím snížit jejich účinnost. Je tedy nutné testovat účinnost konzervačních látek v roztoku na daný materiál [22].

Výrobci mají nesnadný úkol, ubrousky musí být bezpečné a zároveň musí splňovat regulační požadavky. K výrobě mikrobiologicky bezchybného vlhčeného ubrousku je třeba kvalifikovaný personál, kvalitní surové materiály, dodržování správné hygieny při výrobě a ověřený konzervační systém [23].

2.8.1 Výběr konzervačních činidel

Výběr konzervačních činidel se řídí mnoha faktory, nejdůležitější je však vyhovět regulačním požadavkům a ochránit spotřebitele. Dalšími faktory jsou parametry, ovlivňující konzervaci vlhčených ubrousků. Mezi nejzákladnější z nich patří formulace konzervační kapaliny, kvalita surovin, kvalita netkaných textilií a technologie jejich výroby, množství konzervační kapaliny nanesené a její distribuce na substrát.

Studie firmy Biocide Information Limited, která se zajímala o biocidy ve vlhčených ubrouscích, uvedla nejdůležitější parametry, které by měla konzervační kapalina splňovat:

- široké spektrum aktivity (bakterie a houby)
- efektivní v širokém rozmezí pH
- snadné použití a manipulace
- kompatibilita s materiály a formulace
- nákladově efektivní v nízkých koncentracích
- prakticky bez zápachu a barvy
- extrémně nízká toxicita pro člověka

- šetrné k životnímu prostředí
- vyhovující regulačním požadavkům na celém světě [19]

2.8.2 Konzervační činidla

Konzervační činidla jsou chemické látky nebo směsi chemických látek, jejichž hlavní vlastností je schopnost bránit růstu mikroorganismů, popřípadě je zabíjet. Mohou být **syntetická** – v přírodě se přirozeně nevyskytují, **přírodně analogická** – vyskytují se jako součást látkového složení živých organismů, ale mohou být vyráběny i synteticky a **přírodní** – ty se vyskytují jako součást látkového složení rostlin a jsou využívány pro konzervaci.

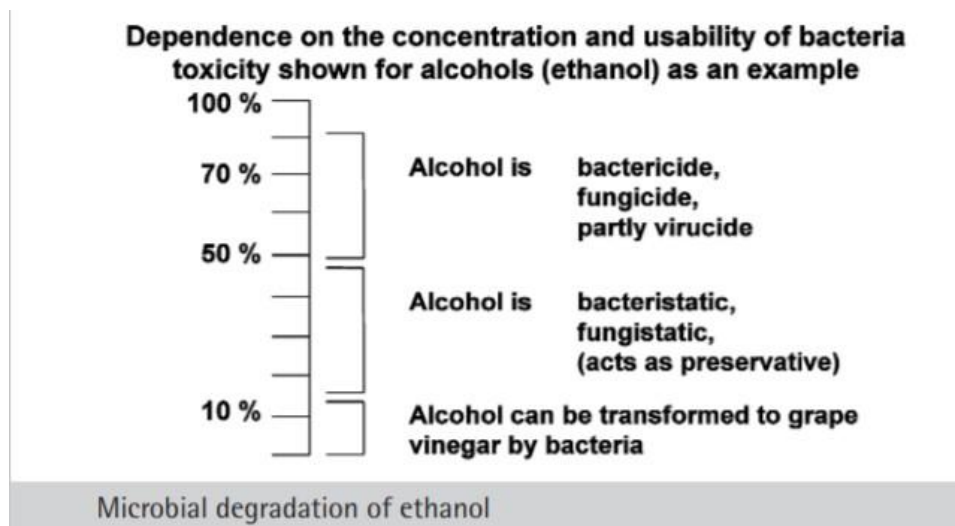
1) Syntetické konzervanty

Mezi syntetické konzervační látky patří parabeny, Izothiazolinony, Quaternium-15, Imidazolidinylová urea, 2-bromo-2-nitropropan-1,3-diol (např. Bronopol), triklokarban, triklosan, Benzylalkohol, Chlorhexidin, 3-jodopropynyl-Nbutylkarbamát, Fenoxoethanol.

2) Přírodně analogické a přírodní konzervační látky

Do této skupiny patří například ethanol, parciální extrakty esenciálních silic pro parfemaci či esenciální silice např. Citrus Medica, Limonum Oil, Rosmarinus Officinalis Oil (obecně všechny přírodní látky přidávané do ubrousku, tzn. nejružnější extrakty z rostlin, vitamíny, oleje apod.) [22].

Pro použití ve vlhčeném ubrousku musí přírodní látka v ideálním případě splňovat několik podmínek: širokospektrá účinnost, nízké dávkování, stabilita a bezpečnost. Bohužel i přírodní konzervační látky mají některé nevýhody. Typickým příkladem je etanol nebo jiné alkoholy. Přidání etanolu do kosmetického prostředku pomáhá udržovat jeho čistotu a zároveň působí jako nosič aktivních látek. Nevýhodou je, že jako samostatný konzervační prostředek působí až od koncentrací blízkým 20 %. V tomto množství již může při pravidelné aplikaci dráždit a vysušovat pokožku. Ethanol se tedy může a nemusí chovat jako konzervační prostředek, záleží na jeho koncentraci. Mezi 50-90 % je dobrým dezinfekčním prostředkem, mezi 13 a 50 % se chová jako konzervant, ale pod 13 % je biologicky degradován na kyselinu octovou [22] [23].



Obrázek 11: Na obrázku jsou zobrazeny rozdílné účinky alkoholu pro odlišné koncentrace [19]

Rovněž účinné látky z esenciálních silic jsou výbornými přírodními konzervačními prostředky, ale mohou obsahovat řadu alergenních složek. Trend omezování syntetické konzervace v kosmetice a její náhrada přírodními nebo přírodně analogickými látkami je obecně správný, nevylučuje však zcela některá výše zmíněná rizika [22].

3) Syntetické i přírodní konzervační látky

Mezi syntetické a zároveň v přírodě se vyskytující konzervanty patří například fenoxylethanol (v přírodě se vyskytuje například jako součást šalvějové silice), Capryl/Caprylyl Glycol (v přírodě jako součást kokosového oleje), monoester kyseliny dekanové s glycerolem Glyceryl Caprylate, Sodium Lauroyl Lactylate/Karboxyletoxymethyl-methyl-oxoetyl laurát sodný (základ v kyselině mléčné syntetické i přírodní), kyselina sorbová/kyselina hexadienová a kyselina salicylová (obsaženy v rostlinách).

2.8.3 Konzervační proces

Substrát pro vlhčené ubrousky je ve formě rolí přiváděn ke stroji, kde se rozřízne na požadovanou šířku. Dále je veden do potahovacího stroje, kde je na substrát aplikována kapalná fáze pomocí různých mechanismů - substrát je veden žlabem obsahujícím roztok, rozprašování roztoku na substrát pomocí série trysek, či vstřikováním kapaliny do balíčků se složenými ubrousky. Velice důležité je rovnoměrné rozložení kapaliny v každém ubrousku, aby bylo dosaženo co nejlepší možné ochrany pro výsledný produkt. Množství kapaliny, které je na substrát nanášeno ovlivňuje účinnost kapaliny. Množství roztoku se liší pro různé druhy vlhčených ubrousků [6].

Vstřikování kapaliny do balíčku je, co se týče rovnoměrnosti, nejméně efektivní postup. Při vedení substrátu žlabem s roztokem je nutné vést substrát dále mezi ždímací válce, které zbaví produkt přebytečného roztoku. Nejlepší volbou pro aplikaci kapaliny je proto rozprašování shora na substrát, které nejen poskytne rovnoměrnou distribuci konzervační kapaliny, ale také nepotřebuje další technologické prvky pro ždímání přebytečného roztoku [6].

2.8.3.1 Testování účinnosti konzervačních prostředků

Existuje celá škála zkušebních metod, které se pro testování účinnosti konzervačních prostředků používají. Je důležité testovat jak konzervační roztok, tak substrát pro ubrousky. Interakce kapaliny s ubrouskem může ovlivnit účinnost konzervačního systému, silně kontaminovaný substrát může snížit koncentraci konzervačního činidla, což vede k selhání konzervačního procesu i přesto, že samotný konzervační roztok předtím prošel antimikrobiálními testy. Konzervační látky také mohou interagovat s obalem, čímž se také sníží jejich účinnost [6].

Zkušební metody využívají přidání velkého množství mikroorganismů do hotových vlhčených ubrousků, poté se zde uchovávají po předem určenou dobu. Mikroorganismy, které přežijí, jsou pak vyčísleny pomocí různých technik ze sběru kapaliny z ubrousků. Způsob inokulace (naočkování) se také mění dle požadovaných metod vyžadujících sběr testovaných organismů na membránách, jejich následné sušení a umístění vysušených membrán mezi dva vlhčené ubrousky v originálním obalu. Inokulum (očkování) se obvykle postříkuje či pipetuje na ubrousky. Může se skládat z kultur čistých, kdy se každý testovaný organismus zavede na různé testovací vzorky ubrousku, nebo se přidá směs specifikovaných testovacích organismů. Způsob přidání organismů do vzorku a zajištění

jejich rovnoměrné distribuci, má velký vliv na výsledky testu a dále i na reprodukovatelnost výsledků testu. Koncentrace a typ organismů jsou rovněž důležité faktory. Příliš nízké množství organismů může mylně působit jako efekt dobré konzervace, naopak nadměrní množství může mylně vyžadovat zbytečně vysoký obsah konzervačního roztoku. Zkušební metoda musí být navržena tak, aby inokulum bylo aplikováno do vhodné části ubrousku a zajistilo dobré zotavení přežívajících mikroorganismů. Obnovení mikroorganismů je stejně důležité jako správná inokulace pro zajištění správnosti výsledků počtu organismů, které přežily na zkušebních vzorcích. Rovněž je nezbytné vypracovat kritéria založená na snížení počtu organismů, které přežily po stanovené časové období. Výběr vhodné testovací metody je důležitý pro zajištění správných laboratorních výsledků, které budou reprezentovat, jak se ubrousek bude chovat při skutečné kontaminaci [6].

2.9 Balení vlhčených ubrousků

Vlhčené ubrousky se balí po jednom kuse do jednorázových obalů, nebo do vaniček či plastových dóz ve větším počtu. Jednorázová varianta je lepší z hlediska mikrobiální kontaminace, ubrousek je vždy sterilní. U znovu uzavíratelných obalů může dojít ke kontaminaci ubrousků či uzavíratelného otvoru při manipulaci s ubrousky. Zároveň také u balení se znovu uzavíratelným víčkem často dochází k vysychání svrchních ubrousků, protože nalepovací víčka často při opakovaném použití hůře těsní a do balení proniká vzduch [6].



Obrázek 12: Různé varianty balení vlhčených ubrousků [24]

2.10 Biodegradabilita a splachovateľnosť

Celosvetový problém spôsobujú vlhčené ubrusky a prípravky pro osobní péči vyrobené z dlhých vlákien netkané celulózy či syntetických vlákien, ktoré sa ve vode ani po delší dobe nerozpadnú a po jejích spláchnutí ulpívajú v záhybech či kříženích stokové sítě. Jejích nahromadením se vytvoří odolná masa, která potrubí ucpe, sníží průtok, zanesle a čerpadla.

Evropská a americká asociace pro netkané textilie EDANA a INDA se zabývají tématem "splachovateľnosti" více než 10 let. Dle norem musí být obal vlhčených ubrousků označen, zda jsou splachovateľné či nikoli. Firmy provádějí detailní testy materiálů a definují požadavky pro splachovateľnost ubrousků, přičemž dvě hlavní kritéria jsou dezintegrace ubrouska v kanalizaci a biologická odbourateľnost materiálu.

Aby výrobek z netkané textilie získal „povolení“ prezentovat se jako splachovateľný, musí projít danými testy. Asociace EDANA zavedla 7 testů, kterými ubrousek musí projít, aby mohl být označen jako splachovateľný. Do těchto testů patří:

- FG501 – zkouška toaletní mísy a odtokového potrubí
- FG502 – zkouška rozpadu ve slosh boxu
- FG503 – test čerpadla pro domácnosti
- FG504 – usazovací test
- FG505 – test usazování aerobního biorozpadu/ biodegradace
- FG506 – testy anaerobního rozpadu/ biodegradace
- FG507 – test komunálních odpadních čerpadel [25]

V praxi však mnoho vlhčených ubrousků, které jsou označeny jako vhodné ke spláchnutí nepodlehne rozpadu ani po tříhodinovém testování. Tímto problémem jsem se zabývala v praktické části závěrečné práce v kapitole 3.2 *Zkouška bioderadability*, kde je jasně vidět, že i když jsou vlhčené ubrusky označeny jako biodegradabilní a splachovateľné, ve vode se nerozloží ani po několika dnech [26] [27].

Ekologické škody jsou také obrovské. Znečištění způsobené spláchnutými nebiodegradabilními ubrusky stále narůstá. Dle asociace Marine Conservation bylo loňský rok 2017 ve Velké Británii spočteno průměrně 14 vlhčených ubrousků na 100 metrů pobřeží a jednalo se o nárůst 700% oproti minulému roku. V dubnu roku 2018, bylo nalezeno přes 4500 vlhčených ubrousků na pobřeží o ploše 154 m² [28].

Vlhčené ubrousky zároveň způsobují nedozírné škody pro podmořský život. Do moře se nejen z vlhčených ubrousků uvolňují plastová mikrovlákna, která se pak stanou součástí potravního řetězce. Od planktonu k velrybám, od mořských řas k albatrosům - žádný život v oceánech se nevyhne plastovým částicím, které již byly nalezeny i v rybách a ostatních mořských plodech určených ke konzumaci člověkem [28] [29] [30].

Nedostatečná osvěta a nevědomost spotřebitelů je problém, u kterého by se mělo začít. Značení ubrousků je nedostatečné, malý symbol "DO NOT FLUSH" (nesplachovat) na obalu často není vidět na první pohled a většina spotřebitelů jej ani nehledá. Značení by mělo být jasné, na první pohled viditelné. Výrobci by měli zároveň spotřebitele více informovat o škodách, které způsobují při splachování syntetických nebiodegradabilních ubrousků.

Vzhledem ke všem výše uvedeným problémům se firmy zabývají vývoji nových materiálů, které by umožnily do budoucna splachovat netkané textilie bez znečišťování životního prostředí a škod na kanalizační systém [29].

Příkladem nově vyvinutých vláken jsou například vlákna Viloft (30 % Viloft krátká viskózová vlákna, 70 % pulp celulóza) s plochým průřezem a krátkou délkou. Obě tyto charakteristiky se ukázaly jako vhodné pro rychlou degradaci ubrousků. Tato vlákna jsou zcela biologicky odbouratelná [3].



Obrázek 13: Viloft vlákna [3]

3 Praktická část

Praktická část bakalářské práce se zabývá měřením vysychání vzorků netkaných vlhčených ubrousků, následnou analýzou záznamů měření a porovnáním naměřených hodnot. V průběhu vysychání byly pořízeny snímky z optického mikroskopu pro porovnání struktury vzorků v různých fázích vysychání.

Další část praktické části se zabývá dezintegrací biodegradabilního splachovatelného vlhčeného ubrousku ve vodě a analýzou nerozložené části ubrousku.

Pro určení materiálového složení zkoumaných vzorků byly pořízeny snímky z rastrovacího mikroskopu.

3.1 Měření vysychání vlhčených netkaných ubrousků

Vysychání vlhčených ubrousků, je jeden z problémů, kterým se zabývají výrobci při vývoji nových materiálů a technologií. Cílem je vyvinout materiál, který vydrží co nejdéle vlhký. Experiment je zaměřen na měření vysychání vzorků vlhčených ubrousků z různých materiálů. U všech vzorků byl měřen úbytek hmotnosti v závislosti na čase. Pro měření byly použity analytické váhy s data loggerem, který zaznamenává hodnoty úbytku hmotnosti za danou časovou frekvenci. Měření probíhalo za konstantní teploty a vlhkosti vzduchu.

3.1.1 Měřené vzorky

1) Dětské vlhčené ubrousky LINTEO - vzorek A

Materiál: syntetická vlákna, nízký obsah viskózních vláken

Technologie: mykaná vlákenná vrstva zpevněná spunlace

Složení zvlhčující kapaliny: *voda, glycerin, fenoxylethanol, kyselina citronová, panthenol, kyselina dehydrooctvá, kyselina benzoová, dimethicone, caprylyl/capryl glucoside, kokosový glukosid, propylenglykol, allantoin, glukóza, vitamín E, výtažek z aloe vera, výtažek z měsíčku lékařského, parfum*

Na obalu ubrousků označení BEZ parabenů a alkoholů

2) Vlhčený toaletní papír LINTEO - vzorek B

Materiál: syntetická vlákna, celulózní vlákna

Technologie: airlaid vlákenná vrstva zpevněná spunlace

Složení zvlhčující kapaliny: *voda, glycerin, fenoxylethanol, kyselina citronová,*

panthenol, kyselina dehydrooctová, kyselina benzoová, dimethicone, caprylyl/capryl glucoside, výtažek z dubové kůry, výtažek z heřmánku modrého, parfum

3) Biodegradabilní splachovatelné ubrousky ZEWA - vzorek C

Materiál: celulózová vlákna, syntetická vlákna

Technologie: airlaid vlákenná vrstva zpevněná spunlace

Složení zvlhčující kapaliny: *voda, glycerin, kyselina citronová, citricidopropyl PG - dimonium chloride phosphate (surfaktant), benzoát sodný, citrát sodný*

Na obalu ubrousky označeny jako splachovatelné a biologicky rozložitelné, bez parfemace

4) Dezinfekční ubrousky SAVO - vzorek D

Materiál: dle mikroskopie se jedná o celulózová pulp vlákna, POP vlákna

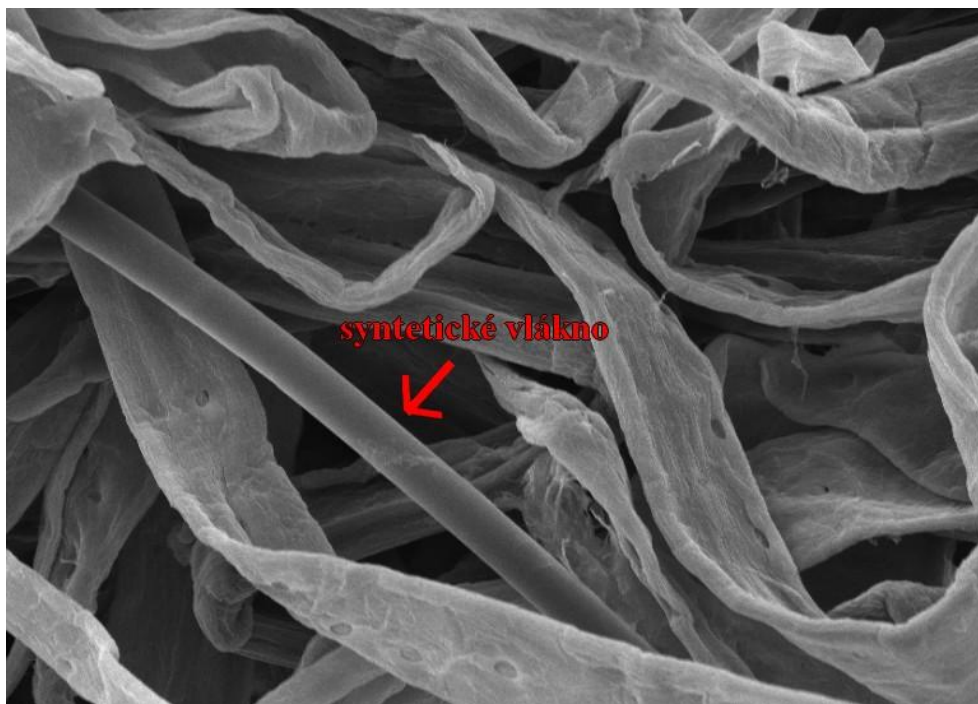
Technologie: airlaid vlákenná vrstva zpevněná spunlace

Složení zvlhčující kapaliny: *voda, Dimethicone, Isopropyl alcohol, PEG-4, EDTA Kyselina ethylendiamintetraoctová, dezinfekční látky di(decyl)di(metyl)amonium-chlorid 0,75g/100g tekutiny a peroxid vodíku 0,5g/100g tekutiny, iodopropynyl butylcarbamate IPBC, limonene, parfum*

Zajímavostí je, že materiálové složení netkaného substrátu je zřídka kdy na obalu ubrousků či na internetových stránkách výrobce uvedeno. Při kontaktování výrobců mi bylo téměř ve všech případech sděleno, že se jedná o výrobní tajemství. Pro určení materiálu proto byly pořízeny snímky vzorků z rastrovacího mikroskopu.

Nejvíce mě zajímalo materiálové složení vzorku C, jakožto biodegradabilního splachovatelného ubrousku. Směřovala jsem dotaz, z jakého materiálu je ubrousek vyroben, přímo na firmu ZEWA. Cítuji obdrženou odpověď: „*Náš vlhký toaletní papír se vyrábí ze 100 % přírodních vláken a dokonce i přípravky, které v něm jsou obsaženy, jsou stejně biologicky rozložitelné, jako toaletní papír. Důvodem je to, že hlavním materiálem, který používáme, představuje ze 100 % celulóza. Náš výrobek je certifikován jako biologicky rozložitelný v souladu s testy provedenými nezávislou společností OWS, které prokázaly, že plně splňuje mezinárodní normu pro biologickou rozložitelnost ISO 14851 a směrnici OECD 301B. Náš vlhký toaletní papír byl také testován nezávislým ústavem SERP BIO a prokázal biologickou rozložitelnost splněním normy EN14995 (plasty, hodnocení kompostovatelnosti).*”

Dle mikroskopických snímků však jasně můžeme vidět, že ZEWA vlhčený toaletní papír obsahuje i syntetická vlákna.



Obrázek 14: Snímek z rastrovacího mikroskopu vzorku C (ZEWA ubrousku)

3.1.2 Záznamy měření

Měření úbytku hmotnosti bylo prováděno pro každý vzorek 7 - 10krát. Naměřená data poté byla zprůměrována a vytvořen graf.

V grafu je dále zaznamenán bod "pocitového" vyschnutí. Jedná se o čas, kdy je již ubrousek z pohledu spotřebitele uživatelsky nepoužitelný, tedy nesplňuje požadované vlastnosti vlhčeného ubrousku a na omak je již téměř suchý. Za tímto časem je obsah zvlhčující kapaliny v ubrousku nedostatečný a ubrousek nelze použít jako vlhčený.

Pro bod "pocitového" vyschnutí bylo provedeno několik subjektivních měření, které pak byly zprůměrovány a průměrný čas byl zaznamenán do grafů. Všechna měření byla prováděna za konstantní teploty $T=21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vlhkosti vzduchu 38 %.

Tabulka 1: Naměřené hodnoty a vypočítané parametry zkoumaných vzorků

Číslo vzorku:	A	B	C	D
Hmotnost celková [g]:	2,743	3,043	4,090	5,251
Hmotnost vyschlého materiálu [g]:	1,137	1,013	1,285	1,618
Hmotnost odpařené kapaliny [g]:	1,606	2,03	2,805	3,633
Rozměry [mm]:	130 x 230	105 x 190	115 x 185	165 x 195
Plocha [m²]:	0,0299	0,0199	0,0213	0,0322
Plošná hmotnost suchého vzorku [g/m²]:	38,03	50,78	60,33	50,25
Plošná hmotnost vlhkého vzorku [g/m²]:	91,74	152,53	192,02	163,08
Bod „pocitového“ vyschnutí [min]:	33	47	57	54

3.1.3 Grafy vysychání



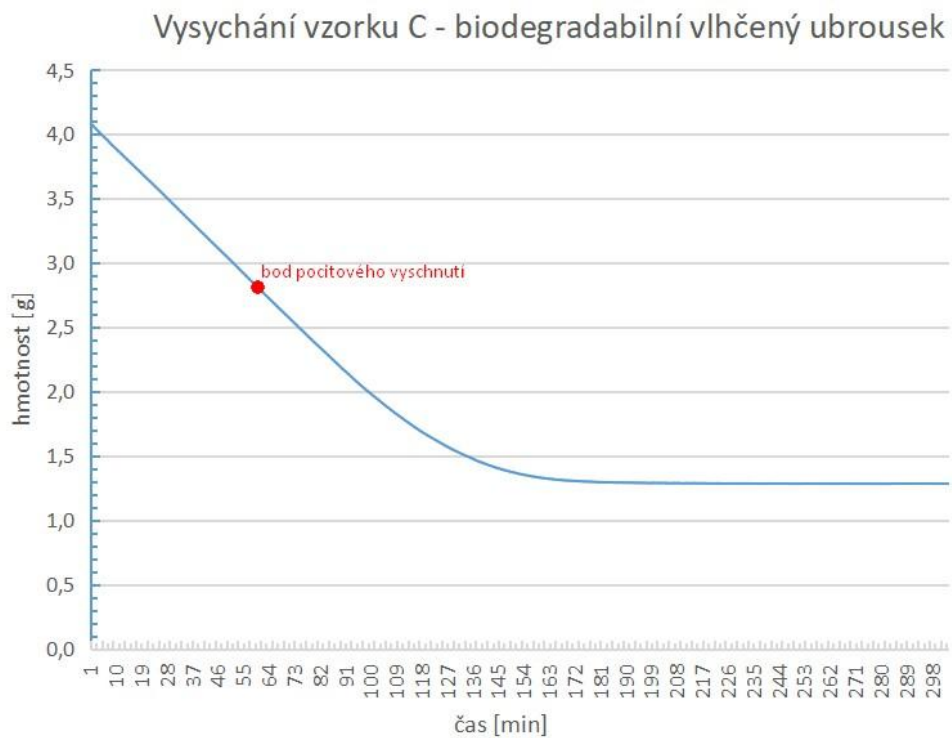
Obrázek 15: Graf vysychání pro vzorek A

Z grafu můžeme vidět, že vzorek A úplně vyschl okolo 55. minuty.



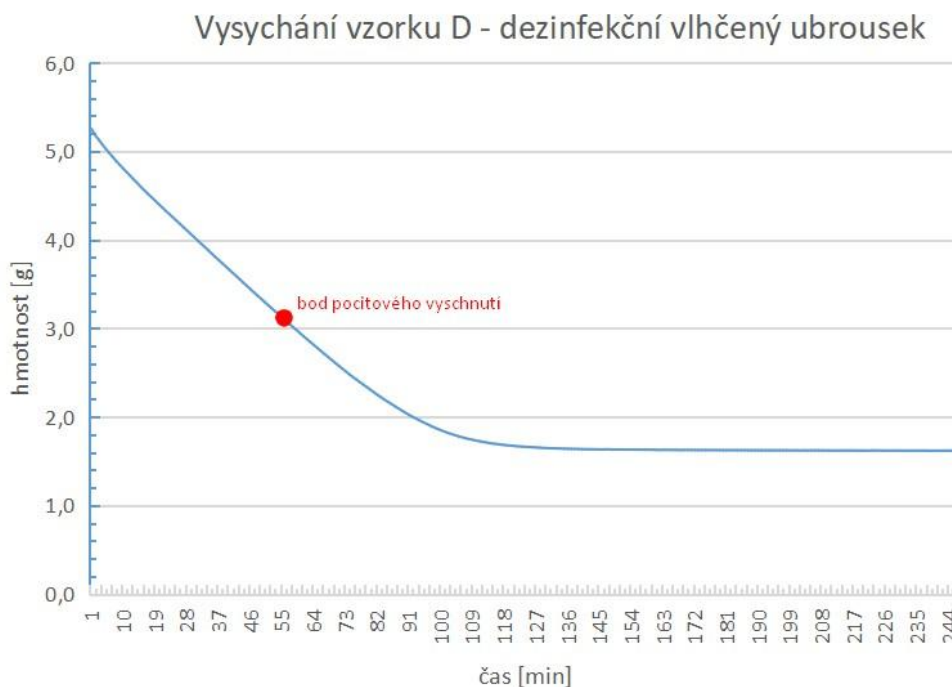
Obrázek 16: Graf vysychání pro vzorek B

Z grafu můžeme vidět, že vzorek B úplně vyschl okolo 90. minuty.



Obrázek 17: Graf vysychání pro vzorek C

Z grafu můžeme vidět, že vzorek C úplně vyschl okolo 170. Minuty.

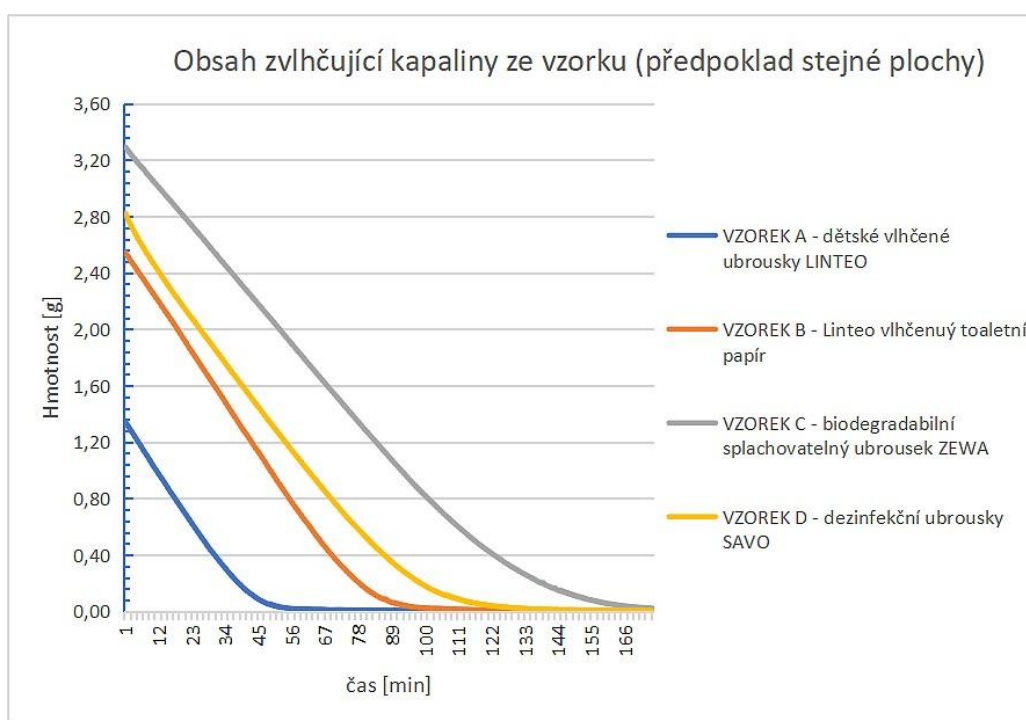


Obrázek 18: Graf vysychání pro vzorek D

Z grafu můžeme vidět, že vzorek A úplně vyschl okolo 115. Minuty.

Z grafů pro měřené vzorky lze vidět rozdílné časy vysychání. Nejrychleji vyschl vzorek A, jako druhý vyschl vzorek B, po něm vzorek D a poslední vyschl vzorek C. Stejně pořadí jako při vysychání si ubrousky zachovaly i při měření pocitového bodu vysychání. Nejdéle byl uživatelsky použitelný vzorek C.

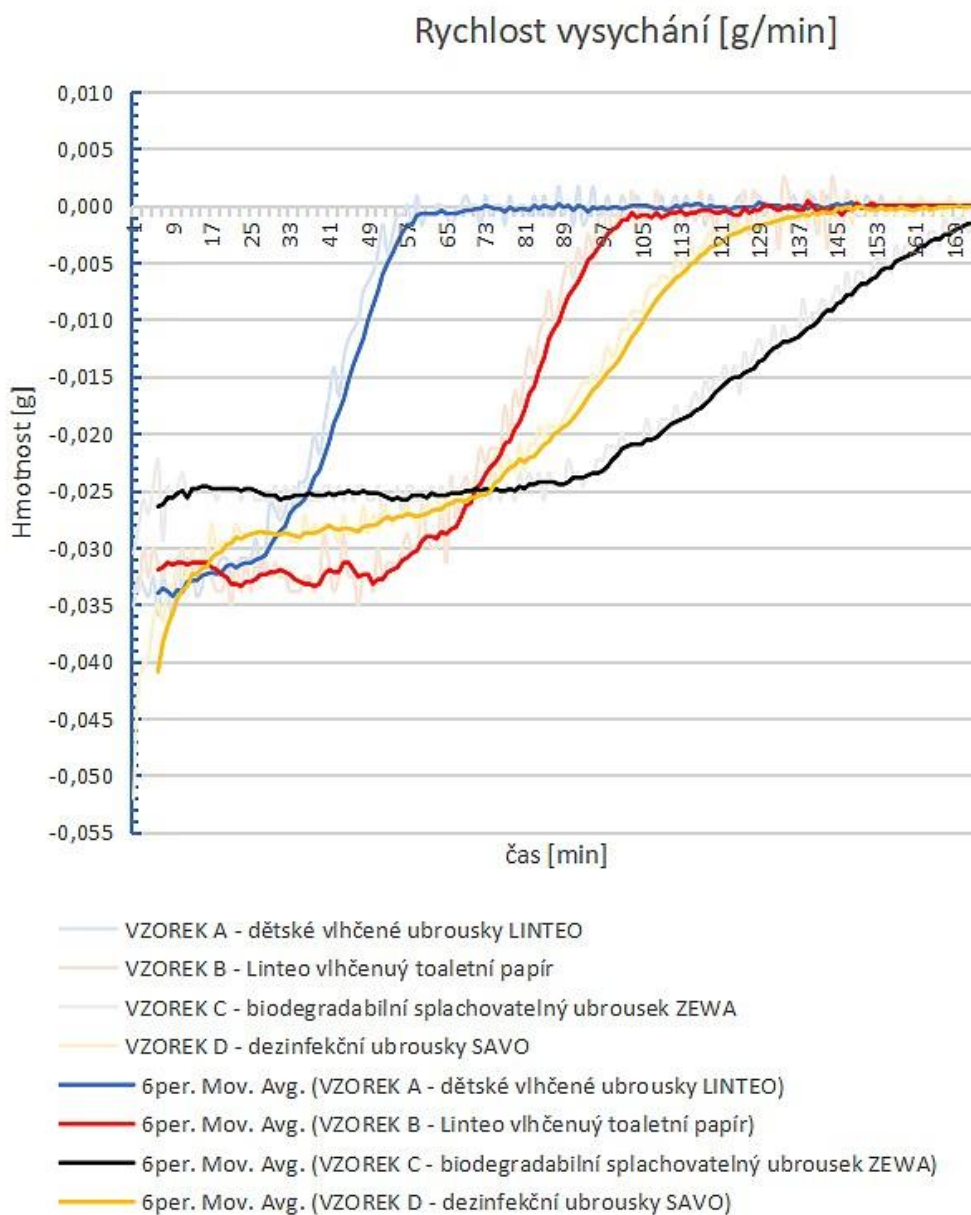
Pro porovnání obsahu zvlhčující kapaliny v jednotlivých vzorcích, byla od všech naměřených hodnot odečtena hmotnost suchého materiálu. Získaly se tak čisté záznamy hmotnostního úbytku odpařovaného roztoku. Aby byly výsledky porovnatelné, bylo třeba zavést předpoklad stejné plochy pro všechny vzorky. Hodnoty byly přepočteny pro předpoklad stejné plochy $S=0,025 \text{ m}^2$. Z takto přepočtených hodnot byl vytvořen graf:



Obrázek 19: Graf porovnávající obsah zvlhčující kapaliny pro zkoumané vzorky.

Z grafu můžeme vidět, že nejvíce zvlhčující kapaliny obsahoval biodegradabilní vlhčený ubrousek C, po něm následoval dezinfekční ubrousek D, poté vlhčený toaletní papír B a nejméně zvlhčující kapaliny obsahoval vzorek A. Obsah zvlhčující kapaliny bez pochyby ovlivňuje vysychání vzorků, čím více kapaliny vzorek obsahuje, tím déle vysychá.

Následující graf znázorňuje úbytek kapaliny po jedné frekvenci měření, tedy po krocích o délce jedné minuty.



Obrázek 20: Graf hmotnostního úbytku kapaliny pro zkoumané vzorky.

Graf znázorňuje velikost **hmotnostního úbytku kapaliny** za jednu minutu, tedy během jednoho záznamu měření. Z grafu vyplývá, že velikost úbytku se postupně zmenšuje.

Z křivek můžeme vidět, že největší hmotnostní úbytek na počátku (tedy nejrychlejší vysychání) měl **vzorek D**. Poté byl úbytek konstantní a za bodem pocitového vyschnutí se opět snižoval.

Křivka B vzorku se chová podobně jako křivka D vzorku, pouze s rozdílem počátečního úbytku. Tyto dva vzorky mají nejvíce podobné materiály, dle mikrosnímků je obsah celulóзовých a syntetických vláken podobný.

U **křivky A** nebyl sice na počátku hmotnostní úbytek kapaliny největší, ale nejrychleji se přiblížil nule. Vysychání A vzorku bylo tedy nejrychlejší, což mohlo být ovlivněno obsahem kapaliny, který byl pro tento vzorek nejmenší a také materiálem - vzorek A byl ze syntetického materiálu.

Křivka vzorku C znázorňuje konstatní úbytek kapaliny poměrně dlouhou dobu. Teprve kolem 80 minuty se úbytek začal snižovat - v ubrousku již bylo málo kapaliny. Ubrousek C tedy v testech dopadl nejlépe - vysychal nejpomaleji a byl nejdéle uživatelsky použitelný. Obsahoval největší množství celulóзовých vláken a také největší množství zvlhčující kapaliny.

Vysychání je ovlivněno mnoha faktory, které mají na výsledky měření vliv:

- *materiálové složení a technologie výroby netkaného ubrousku*
- *množství roztoku obsažené ve vzorku a jeho rozložení v netkaném materiálu (roztok v materiálu migruje a právě kvůli tomu, u vlhčených ubrousků ve větších baleních často vrchní ubrousek obsahuje méně roztoku než ubrousky pod ním)*
- *složení zvlhčující kapaliny (obecně větší obsah alkoholové složky urychluje vysychání, větší obsah olejové složky naopak vysychání zpomaluje)*
- *množství materiálu (tloušťka substrátu)*

Řešením problémů vysychání by mohlo být:

- *použití většího objemu zvlhčující kapaliny*
- *použití většího množství olejové fáze ve zvlhčující kapalině*
- *snížení množství obsahu alkoholu ve zvlhčující kapalině*
- *použití přísad, které udrží ubrousek déle vlhké (například glycerin)*
- *použití většího podílu vláken, která dobře váží a udržují vlhkost*
- *použití většího množství materiálů (zvýšení tloušťky)*

3.2 Zkouška biodegradability

Jak již bylo řečeno v kapitole 2.10 *Biodegradability a splachovatelnost*, tato problematika je v současnosti velmi diskutovaným tématem. Vlhčené ubrousky jsou často označeny jako splachovatelné a biodegradabilní, ale v praxi se nerozloží ani po několika hodinách, či dokonce dnech.

Při experimentu byl vlhčený ubrousek s označením biodegradabilní a splachovatelný ponořen do nádoby s vodou a následně byl analyzován jeho rozklad. Po 8 dnech byl vodný roztok s nerozloženými zbytky ubrousku přefiltrován. Filtrát poté usušen a sušina následně zvážena. Hmotnost sušiny byla porovnána s původní hmotností ubrousku.

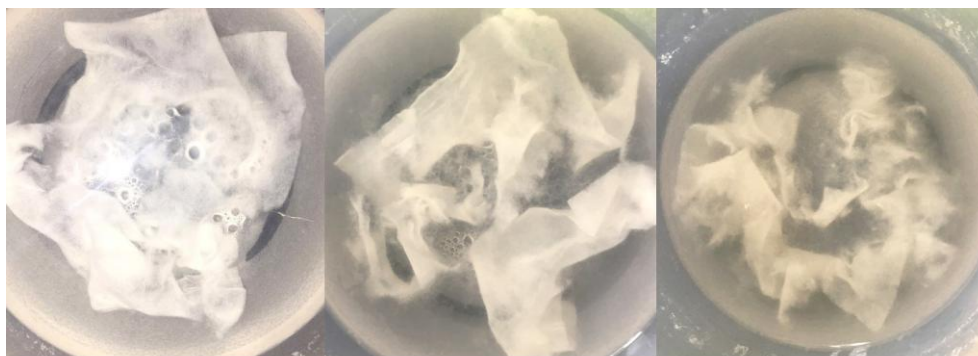
Je třeba však brát v úvahu, že v kanalizačních systémech působí na rozklad ubrousku i další vlivy, jakými jsou například mechanické vlivy, proudy či bakterie. Pro profesionální testování se používají např. slosh boxy, nádoby pohybující se vratným pohybem, simulující tak proudění vody v kanalizaci. V praxi se tedy může rozložit a dezintegrovat o něco větší část ubrousku.

3.2.1 Záznamy měření

Tabulka 2: Záznam měření degradability ubrousku

Původní hmotnost ubrousku [g]:	Hmotnost nerozložené materiálu [g]:	Nerozložená část [%]:
4,09	1,22	29,83

I přesto, že zkoumaný vlhčený ubrousek je označen jako biodegradabilní a splachovatelný, nerozložená část vlhčeného ubrousku vážila 1,22 g, což je téměř 30 % z původní hmotnosti vlhčeného ubrousku. Na obrázku 24 můžeme vidět snímek nerozložené části vzorku z rastrovacího mikroskopu. Nerozložená část obsahovala syntetická vlákna. Ubrousek tedy lze považovat za zdroj syntetických mikrovláken v odpadních vodách.



11.4.2018 - druhý den

12.4.2018 - třetí den

15.4.2018 - šestý den

Obrázek 21: Fotografie v průběhu degradace vlhčeného ubrousku



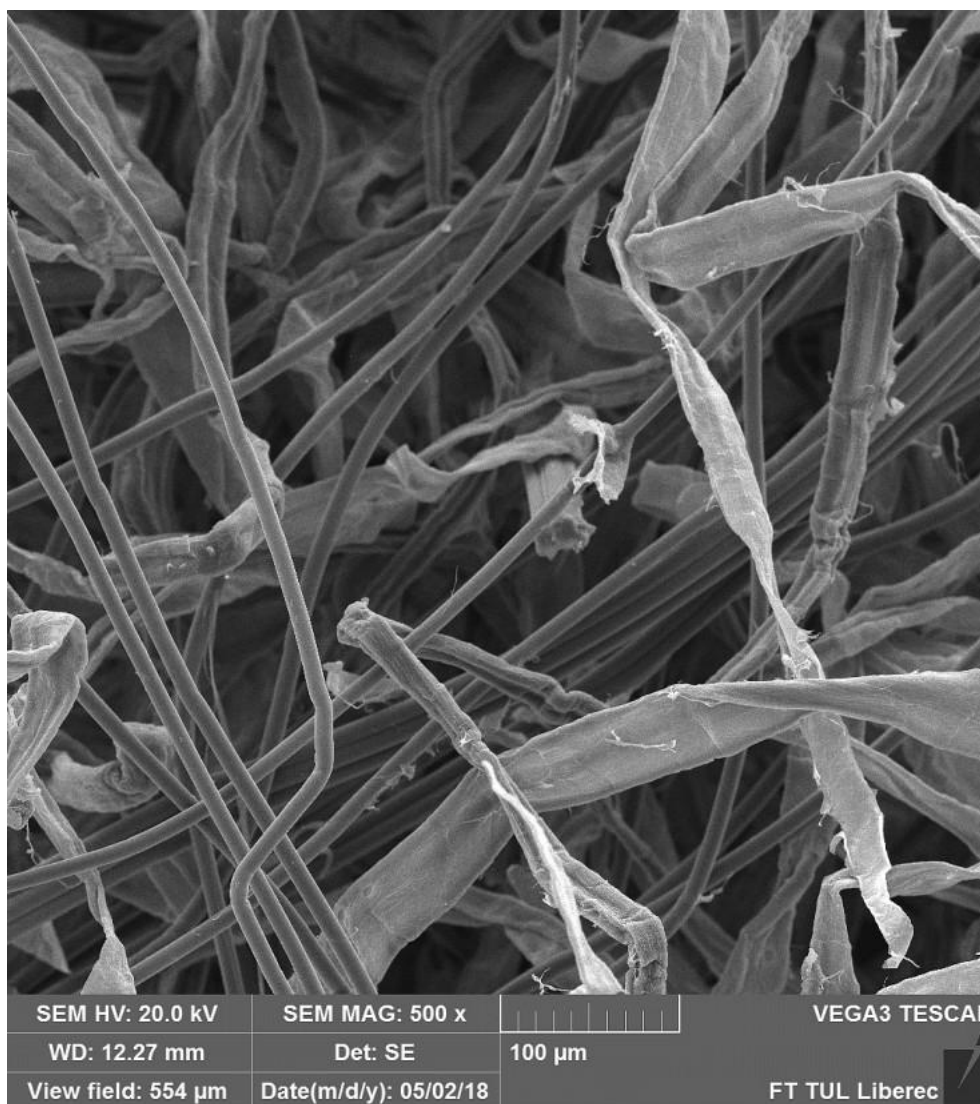
17.4.2018 - osmý den

Obrázek 22: Fotografie nerozloženého zbytku vlhčeného ubrousku před filtrací



17.4.2018 - osmý den

Obrázek 23: Fotografie nerozloženého zbytku vlhčeného ubrousku před filtrací, na snímku můžeme rozpoznat vlákna



zvětšení 500x

Obrázek 24: Snímek nerozložené části vzorku z rastrovacího mikroskopu zachycující syntetická vlákna

3.3 Mikroskopie

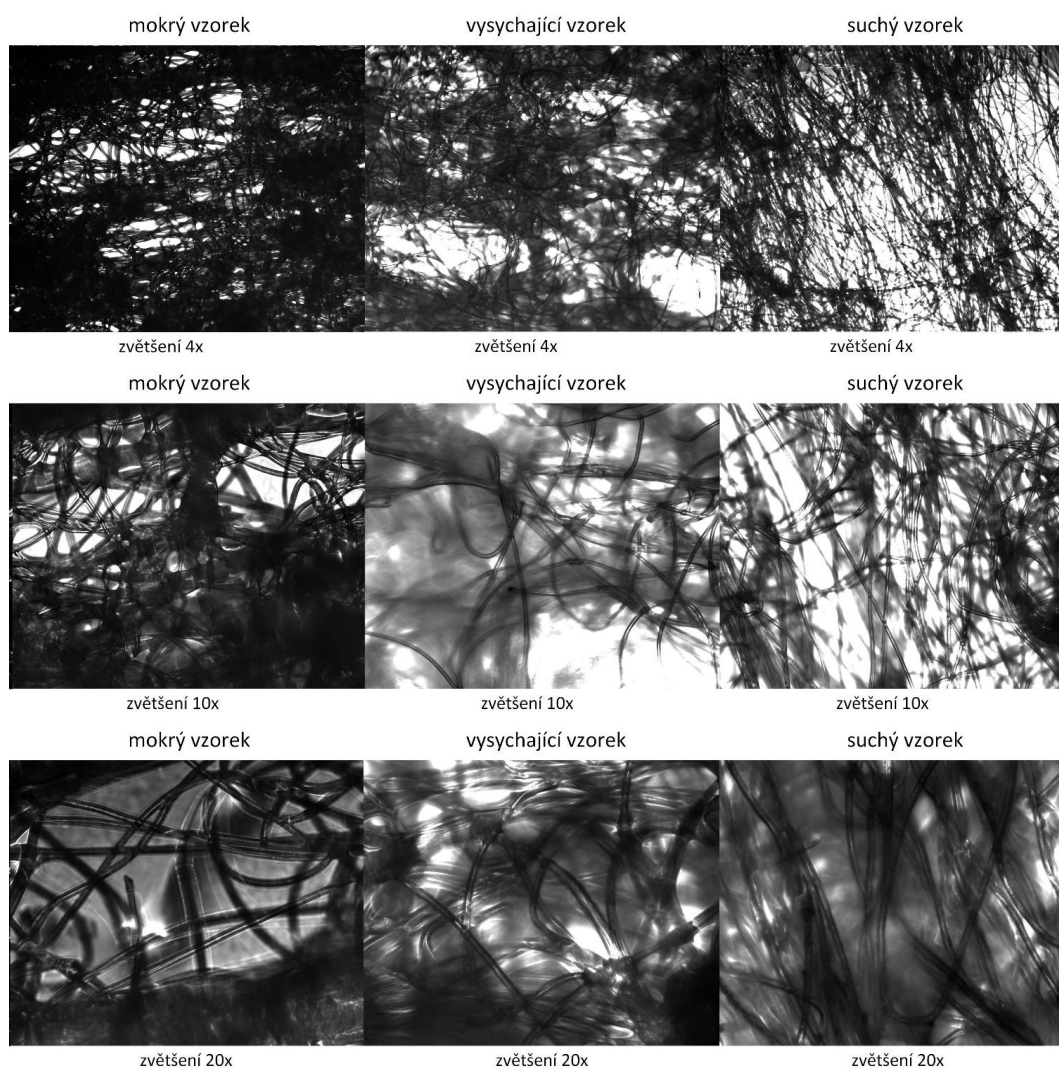
3.3.1.1 Optický mikroskop

Pro porovnání struktury netkaných vlhčených ubrousků při vysychání byly pořízeny snímky z optického mikroskopu při různém zvětšení. První snímky zachycují ubrousek vlhký, druhé snímky zobrazují ubrousek v průběhu vysychání a na třetí řadě snímků je ubrousek suchý. Na fotografiích jsou zachycena různá místa vzorku.

Na snímcích pro mokrý vzorek je pozorovatelné rozložení kapaliny na netkaném materiálu, které je nejlépe zřetelné u vzorku B. Vláknina jsou nasáklá vodou. Při vysychání je vidět úbytek kapaliny v materiálu a z vláken úbývá kapaliny. U suchého vzorku jsou vidět suchá vlákna bez kapaliny.

1) Dětské vlhčené ubrousky LINTEO - vzorek A

Na snímcích můžeme pozorovat strukturu vlhčeného ubrousku v průběhu vysychání. Vysychající vzorek byl zkoumán v 15. minutě vysychání.

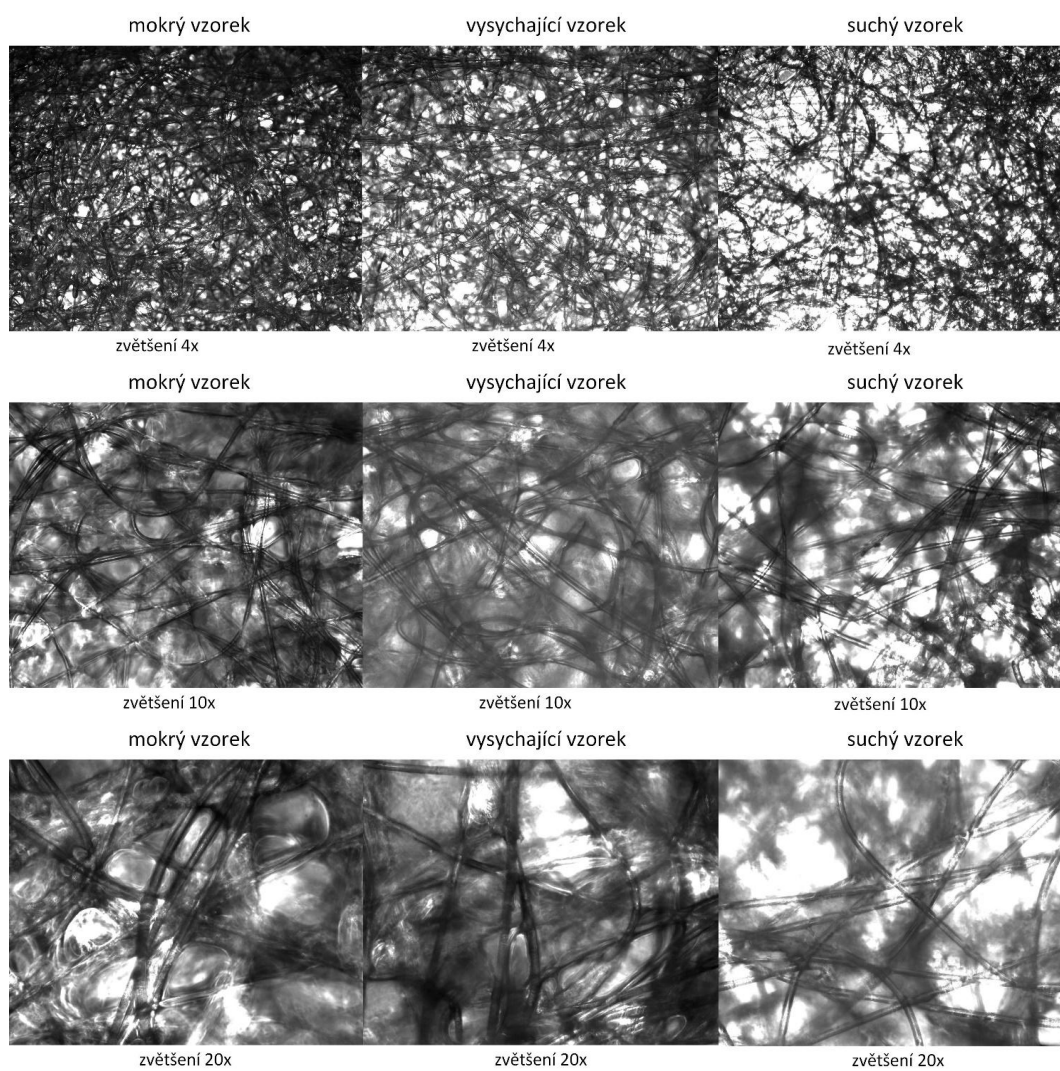


Obrázek 25: Struktura vzorku A při vysychání

2) Vlhčený toaletní papír LINTEO - vzorek B

Na snímcích můžeme pozorovat strukturu vlhčeného ubrousku v průběhu vysychání.

Vysychající vzorek byl zkoumán v 30. minutě vysychání.

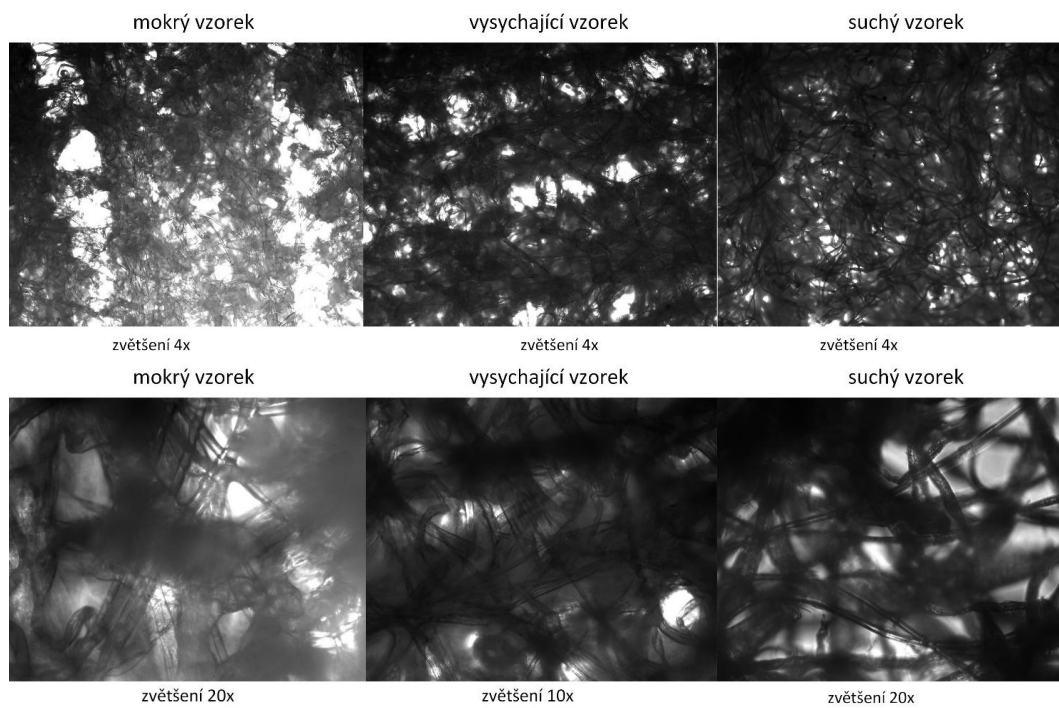


Obrázek 26: Struktura vzorku B při vysychání

3) Biodegradabilní splachovatelné ubrousky ZEWA - vzorek C

Na snímcích můžeme pozorovat strukturu vlhčeného ubrousku v průběhu vysychání.

Vysychající vzorek byl zkoumán v 80. minutě vysychání.

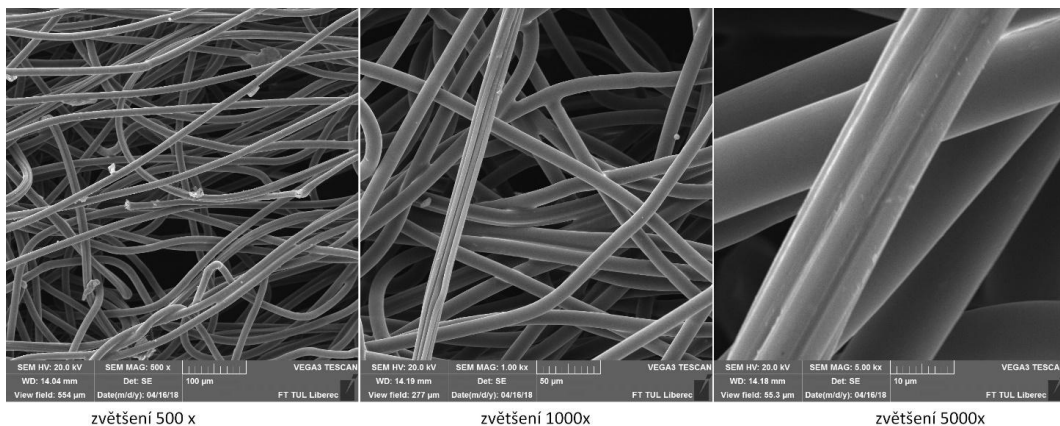


Obrázek 27: Struktura vzorku C při vysychání

3.3.1.2 Rastrovací elektronový mikroskop

Pro suché vzorky byly pořízeny snímky z elektronového rastrovacího mikroskopu potřebné k určení materiálů.

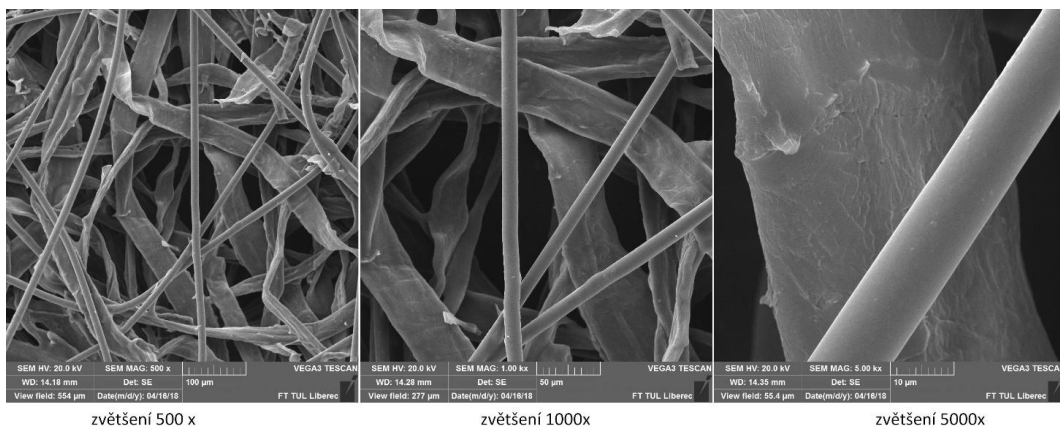
1) Dětské vlhčené ubrousky LINTEO - vzorek A



Obrázek 28: Snímky vzorku A při různých zvětšeních

Dle mikrosnímků materiál obsahuje nízký obsah viskózních vláken, dále syntetická vlákna, pravděpodobně POP.

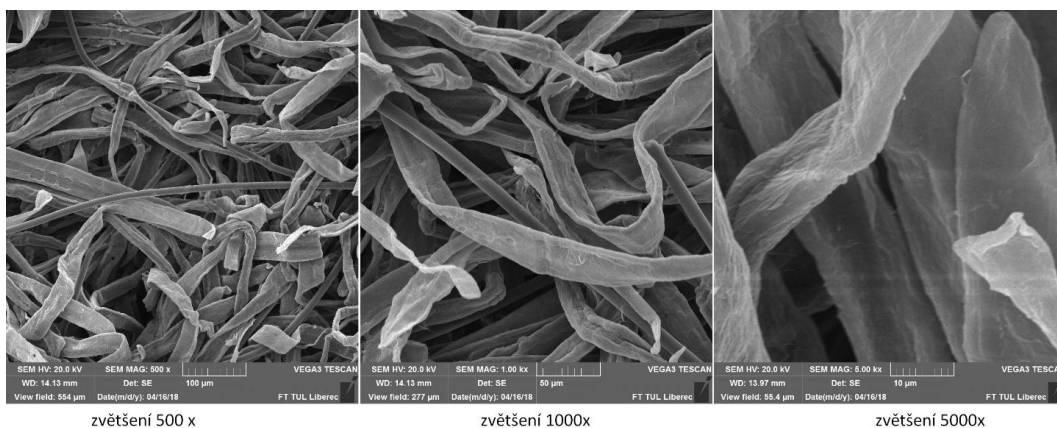
2) Vlhčený toaletní papír LINTEO - vzorek B



Obrázek 29: Snímky vzorku B při různých zvětšeních

Dle mikrosnímku materiál obsahuje syntetická vlákna a celulózová vlákna pulp (u celulózového vlákna je těžké rozpoznat, zda se jedná o bělením narušenou bavlnu nebo celulózu pulp, možný je obsah obou druhů vláken).

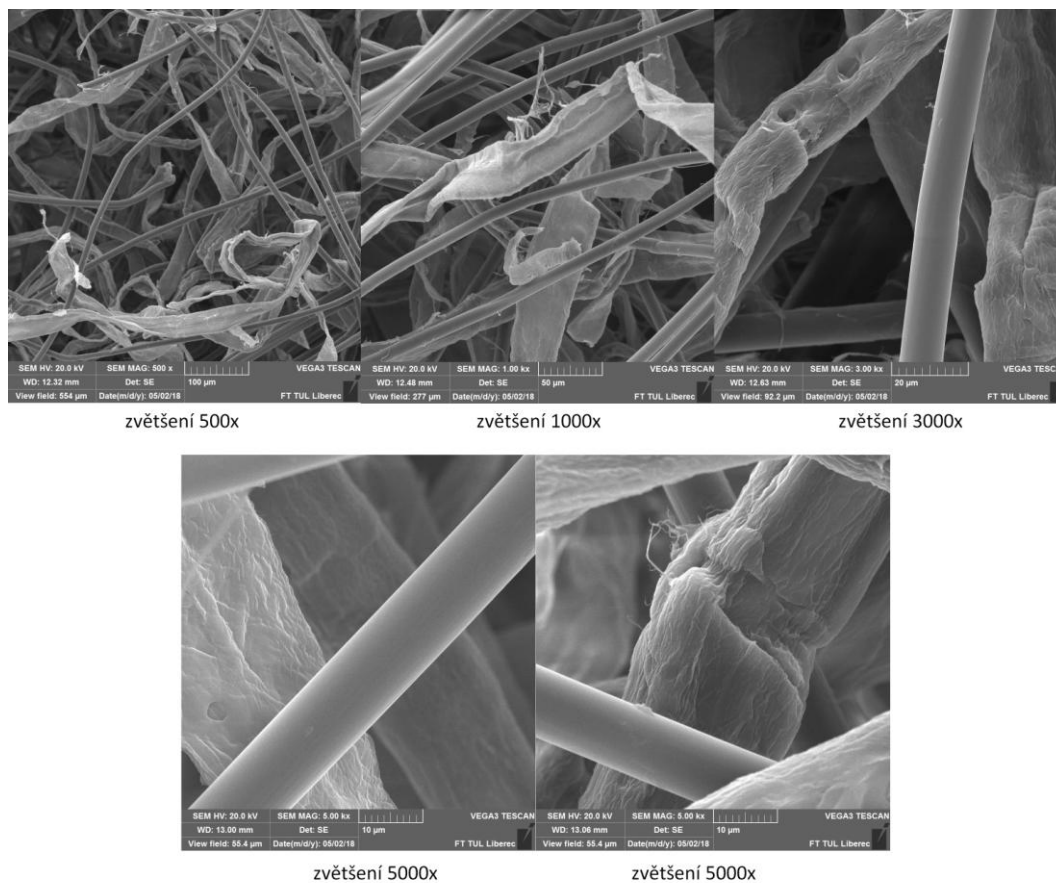
3) Biodegradabilní splachovatelné ubrousky ZEWA - vzorek C



Obrázek 30: Snímky vzorku C při různých zvětšeních

Materiálové složení dle mikrosnímků celulózová vlákna ve formě pulp, ale obsahuje i syntetická vlákna pravděpodobně POP.

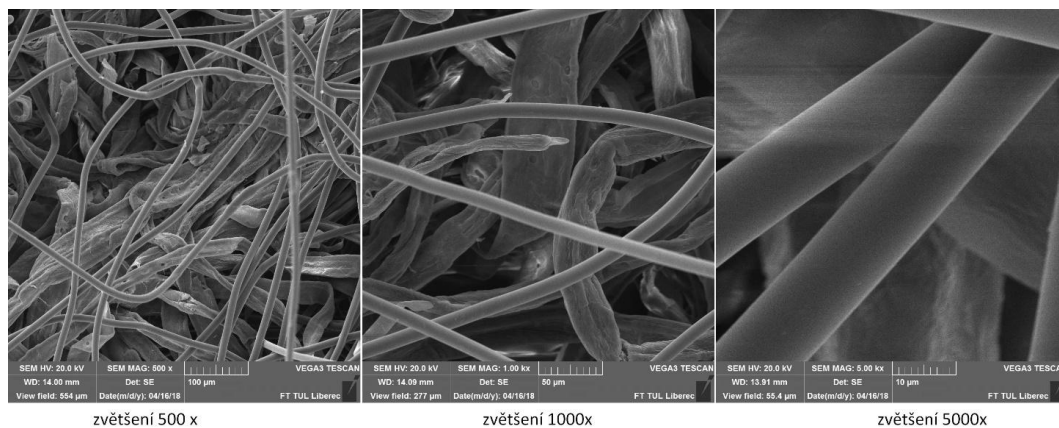
4) Nerozložená část ubrousku ZEWA - vzorku C



Obrázek 31: Snímky nerozložené části vzorku C, různá zvětšení

Na snímcích je zachycen nerozložený zbytek vzorku C z experimentu - kapitola 3.2. Zkouška biodegradability. Na snímcích můžeme pozorovat vysoký obsah syntetických vláken, která se při experimentu nerozložila.

5) Dezinfekční ubrousky SAVO - vzorek D



Obrázek 32: Snímky vzorku D při různých zvětšeních

Materiálové složení dle mikrosnímků celulózová vlákna, syntetická vlákna pravděpodobně POP (u celulózového vlákna je těžké rozpoznat, zda se jedná o bavlnu nebo celulózu pulp, možný je obsah obou druhů vláken).

3.4 Diskuze

Analýza vysychání vlhčených ubrousků ukázala různé časy vysychání pro různé druhy vzorků. Stanovit přesný závěr je však velmi obtížné, jelikož vysychání ovlivňuje mnoho dalších faktorů. Faktory ovlivňující vysychání a možná řešení této problematiky byly uvedeny v praktické části. Pokud bychom jako řešení použili například větší množství materiálu, musíme počítat s vyššími náklady, stejně tak jako při použití většího objemu roztoku. Rozhodnutí je tedy na výrobcí - zda zvolí nižší náklady či prodloužení délky vlhkosti pro zajištění většího pohodlí pro spotřebitele.

V bakalářské práci můžeme jasně vidět, že biodegradabilita a splachovatelnost je oprávněně velmi diskutovaným tématem a důsledky nesprávné manipulace s použitými vlhčenými ubrousky jsou enormní. Správné značení a osvěta spotřebitelů by měla být na prvním místě. Výrobci by se zároveň měli více zaměřit na vývoj biodegradabilních netkaných materiálů a sami se zajímat o již dostupné biodegradabilní materiály na trhu. Firmy by měly do svých propagačních materiálů a informačních letáků zařadit i informace o rizicích a důsledcích způsobených splachováním syntetických vlhčených ubrousků a apelovat tak na spotřebitele, aby změnilí své zvyky při užívání vlhčených ubrousků.

Příslušné orgány, jimiž jsou asociace EDANA a INDA, by měly přistoupit k radikálním opatřením zamezujícím dalšímu znečištění životního prostředí. Řešením by mohl být celosvětový zákaz vyrábění nesplachovatelných nebiodegradabilních ubrousků a tím omezení výroby vlhčených ubrousků pouze na biodegradabilní materiály.

Důležitý faktor je také ekonomické hledisko. Syntetické materiály jsou levnější a pro výrobce je tak výroba netkaných materiálů ze syntetických vláken výnosnější. Výrobci bohužel mezi variantou levnější a nezatěžující životní prostředí stále volí levnější. Omezení výroby pouze na biodegradabilní materiály by mohlo způsobit radikální nárůst ceny výroby ubrousků a vysoká cena by mohla velmi snížit poptávku, nebo ziskovost producentů.

4 Závěr

V teoretické části byly popsány materiály, postup výroby vlhčených ubrousků, používané technologie pro výrobu netkaných substrátů, přísady, konzervace vlhčených ubrousků a ekologické i ekonomické důsledky používání vlhčených ubrousků. Důraz byl také kladen na důležité vlastnosti ubrousků a faktory, které je ovlivňují.

V praktické části byly při analýze vysychání netkaných vlhčených ubrousků naměřeny různé časy vysychání pro vzorky z různých materiálů. Výsledky měření byly porovnány mezi sebou a byly podány návrhy řešení této problematiky.

Praktická část také poukázala na problém znečišťování životního prostředí vlhčenými ubrousky a na důsledky, které nesprávná manipulace s použitými vlhčenými ubrousky způsobuje. Bylo také poukázáno na nedostatečné a nesprávné značení vlhčených ubrousků určených ke splachování.

Snímky z optického mikroskopu umožnily porovnání struktury vzorků vlhčených ubrousků v různých fázích vysychání. Snímky z rastrovacího mikroskopu umožnily určení materiálů, ze kterých byly vzorky vyrobeny.

Seznam použité literatury:

- [1] PERSONAL CARE WIPES. *Edana* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.edana.org/discover-nonwovens/products-applications/personal-care-wipes>
- [2] FLUSHABILITY. *Edana* [online]. Belgie [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.edana.org/industry-initiatives/flushability>
- [3] Flushability and Biodegradability. *Fiber Journal*. 2017, (5), str. 29-31.
- [4] Wipes: What, Where, Why & How? - Nonwovens Industry Magazine - News, Markets & Analysis for the Nonwovens Industry. *Nonwovens Industry - Nonwovens Industry Magazine - News, Markets & Analysis for the Nonwovens Industry* [online]. Copyright © 2018 Rodman Media. All rights reserved. Use of this constitutes acceptance of our privacy policy [cit. 22.04.2018]. Dostupné z: http://www.nonwovens-industry.com/issues/2012-01/view_features/wipes-what-where-why-how
- [5] A Brief History of the Wet-Nap, Barbecue Sauce's Worst Nightmare. *Eater* [online]. 2016 [cit. 2018-04-22]. Dostupné z: <https://www.eater.com/2016/6/17/11936294/wet-nap-inventor>
- [6] The Preservation Of Wet Wipes. *Welcome to Personal care* [online]. England: Step Communications, 2012 [cit. 2018-04-22]. Dostupné z: <https://www.personalcaremagazine.com/story/10272/the-preservation-of-wet-wipes>
- [7] DAS, Dipayan a Behnam POURDEYHIMI. Composite nonwoven materials: structure, properties and applications. Amsterdam: Elsevier, 2014. ISBN 9780857097705.
- [8] How Face Cleansing Wipes Work | HowStuffWorks. *Health | HowStuffWorks* [online]. Copyright © 2018 [cit. 22.04.2018]. Dostupné z: <https://health.howstuffworks.com/skin-care/cleansing/products/face-cleansing-wipes.htm>
- [9] Pospíšil a kol.: *Příručka textilního odborníka*, SNTL Praha 1981, str. 164-172.
- [10] Why Purified Cotton in Baby Wipes? | Barnhardt Cotton. *Purified Cotton Fiber Manufacturer | Barnhardt Natural Fibers* [online]. Copyright © 2018 Barnhardt Natural Fibers. All Rights Reserved. [cit. 24.04.2018]. Dostupné z: <https://www.barnhardtcotton.net/blog/purified-cotton-for-baby-wipes/>
- [11] Challenges in Preserving Wet Wipes: PCPC Microbiology Workshop. In: *Rockline* [online]. United Kingdom, 2011, October 26, 2011 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://www.personalcarecouncil.org/sites/default/files/Cole.pdf>

- [12] JI, Zoe. Raw material for wet wipes production: What is spunlace non-woven?. *Linkdein* [online]. China, 2017 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/raw-material-wet-wipes-production-1-what-spunlace-zoe/>
- [13] Moore, Amity. "Clean and Mean: Super-markets are Using a Dual Strategy of Private Label and Price Sensitivity to Beat Mass Merchants in Baby Wipe Rings." *Supermarket News* 47, no. 21 (May 26, 1997): 33.
- [14] FACT SHEET: PERSONAL CARE WET WIPES. *Edana* [online]. 2008 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.edana.org/docs/default-source/default-document-library/fact-sheet---personal-care-wet-wipes.pdf?sfvrsn=2>
- [15] Web stitching & stitch bonding warp knitt. Share and Discover Knowledge on LinkedIn SlideShare [online]. Copyright © 2018 [cit. 30.04.2018]. Dostupné z: <https://de.slideshare.net/himanshugupta3139/web-stitching-stitch-bonding-warp-knitt>
- [16] EDITED BY S.J. RUSSELL. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.]: Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.
- [17] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. Netkané textilie. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.
- [18] Spunlace Jacquard Non-Woven Patented Technology and Wet Wipe Products. Nox Bellcow [online]. Korea, 2017 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://www.hknbc.com/news/49.htm>
- [19] bylo 21 Preservative Trends in Wet Wipes. *Schülke* [online]. Germany: Schülke & Mayr GmbH, May 2011 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Wolfgang_Siegert2/publication/232273400_Preservative_Trends_in_Wet_Wipes/links/09e41507fb4e915d1e000000/Preservative-Trends-in-Wet-Wipes.pdf
- [20] bylo 17 JI, Zoe. Raw material for wet wipes production: What is the “wet“ in the wipes?. *Linkdein* [online]. China, 2017 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/raw-material-wet-wipes-production-2-what-zoe/>
- [21] bylo 18 *Biooo* [online]. 2007 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz>
- [22] bylo 19 Konzervační látky v kosmetických přípravcích. *Syncare Plus - profesionální dermokosmetika* [online]. [cit. 2018-04-25] Dostupné z: <https://www.syncare.cz/files/brozury/konzervacni-latky.pdf>
- [23] bylo 20 Wet Wipes: Performance and safety for your products. *Schülke* [online]. Germany: Schülke & Mayr GmbH [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.in-cosmetics.com/_novadocuments/5198

- [24] wet wipes packaging – *Perimeter Brand Packaging*. *Perimeter Brand Packaging – Finding a Better Way*[online]. [cit. 2018-04-25] Dostupné z: <https://perimeterbp.wordpress.com/tag/wet-wipes-packaging/>
- [25] Flushability Test Methods (FG501 – FG507). *EDANA* [online]. [cit. 2018-04-25] Dostupné z: [https://www.edana.org/newsroom/reports-publications/publication/flushability-test-methods-\(fg501-fg507\)-public](https://www.edana.org/newsroom/reports-publications/publication/flushability-test-methods-(fg501-fg507)-public)
- [26] VYROUBALOVÁ, Martina. Vlhčený toaletní papír do WC nepatří, ucpává potrubí, tvrdí vodohospodáři. *Idnes.cz* [online]. Germany: Schülke & Mayr, prosinec 2016 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://zpravy.idnes.cz/splachovani-vlhcenych-ubrousku-ucpana-cerpadla-ft1-/domaci.aspx?c=A161128_155200_domaci_mav
- [27] Wet wipes make up 93% of matter causing UK sewer blockages | Environment | The Guardian. [online]. Copyright © 2018 Guardian News and Media Limited or its affiliated companies. All [cit. 25.04.2018]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/2017/dec/12/baby-wipes-93-percent-matter-causing-uk-sewer-blockages>
- [28] UNFLUSHABLES. *CITY TO SEA: connecting our actions to our oceans* [online]. United Kingdom [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.citytosea.org.uk/unflushables/>
- [29] 'Flushable' wet wipes are harming marine life and pushing up water bills, experts warn. *The Telegraph - Telegraph Online, Daily Telegraph, Sunday Telegraph - Telegraph* [online]. Copyright © Telegraph Media Group Limited 2018 [cit. 25.04.2018]. Dostupné z: <https://www.telegraph.co.uk/news/2016/06/16/flushable-wet-wipes-are-harming-marine-life-and-pushing-up-water/>
- [30] Wet wipes could take 100 years to break down | Daily Mail Online. [online]. Copyright © FlightPhotoAgency. FlightPhotoAgency [cit. 25.04.2018]. Dostupné z: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-3911606/Wet-wipes-100-years-break-Products-contain-plastic-virtually-indestructible.html>
- [31] Recyklační symbol. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklační_symbol

Seznam obrázků:

<i>Obrázek 1: Jednorázové vlhčené ubrousky pro řetězec KFC</i>	16
<i>Obrázek 2: Celulózová vlákna.....</i>	22
<i>Obrázek 3: Průřez viskózoých vláken</i>	22
<i>Obrázek 4: Syntetická vlákna</i>	23
<i>Obrázek 5: Bikomponentní vlákna</i>	23
<i>Obrázek 6: Různé typy vzorů pro netkané substráty</i>	24
<i>Obrázek 7: Popis Maliviles technologie.....</i>	27
<i>Obrázek 8: Ukázka vzorování na povrchu netkaného materiálu</i>	32
<i>Obrázek 9: V různých státech platí rozdílné regulační požadavky pro vlhčené ubrousky..</i>	33
<i>Obrázek 10: Základní rozdělení přísad do zvlhčující kapaliny pro vlhčené ubrousky</i>	34
<i>Obrázek 11: Na obrázku jsou zobrazeny rozdílné účinky alkoholu pro odlišné koncentrace</i>	39
<i>Obrázek 12: Různé varianty balení vlhčencých ubrousků</i>	41
<i>Obrázek 13: Viloft vlákna.....</i>	43
<i>Obrázek 14: Snímek z rastrovacího mikroskopu vzorku C (ZEWA ubrousku).....</i>	46
<i>Obrázek 15: Graf vysychání pro vzorek A</i>	48
<i>Obrázek 16: Graf vysychání pro vzorek B</i>	48
<i>Obrázek 17: Graf vysychání pro vzorek C</i>	49
<i>Obrázek 18: Graf vysychání pro vzorek D</i>	49
<i>Obrázek 19: Graf porovnávací obsah zvlhčující kapaliny pro zkoumané vzorky.</i>	50
<i>Obrázek 20: Graf hmotnostního úbytku kapaliny pro zkoumané vzorky.....</i>	51
<i>Obrázek 21: Fotografie v průběhu degradace vlhčeného ubrousku</i>	54
<i>Obrázek 22: Fotografie nerozloženého zbytku vlhčeného ubrousku před filtrací.....</i>	54
<i>Obrázek 23: Fotografie nerozloženého zbytku vlhčeného ubrousku před filtrací, na snímku můžeme rozpoznat vlákna</i>	54
<i>Obrázek 24: Snímek nerozložené části vzorku z rastrovacího mikroskopu zachycující syntetická vlákna.....</i>	55

<i>Obrázek 25: Struktura vzorku A při vysychání.....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 26: Struktura vzorku B při vysychání.....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 27: Struktura vzorku C při vysychání</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 28: Snímky vzorku A při různých zvětšeních.....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 29: Snímky vzorku B při různých zvětšeních.....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 30: Snímky vzorku C při různých zvětšeních.....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 31: Snímky nerozložené části vzorku C, různá zvětšení</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 32: Snímky vzorku D při různých zvětšeních</i>	<i>61</i>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Naměřené hodnoty a vypočítané parametry zkoumaných vzorků 47

Tabulka 2: Záznam měření degradability ubrousku 53

Seznam příloh:

- I. Záznamy měření na CD