

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO  
PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

VLÁKNA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ SUROVIN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

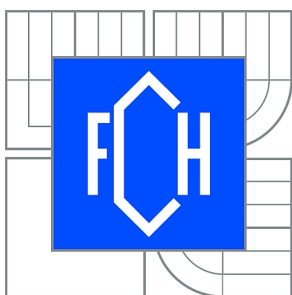
MARKÉTA UCHYTILOVÁ

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF  
ENVIRONMENTAL PROTECTION

## VLÁKNA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ SUROVIN

FIBRES FROM THE RENEWABLE SOURCES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARKÉTA UCHYTILOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce: **FCH-BAK0491/2009** Akademický rok: **2010/2011**  
Ústav: Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí  
Student(ka): **Markéta Uchytlová**  
Studijní program: Chemie a chemické technologie (B2801)  
Studijní obor: Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)  
Vedoucí práce **Ing. Josef Kotlík, CSc.**  
Konzultanti:

### Název bakalářské práce:

Vlákna z obnovitelných zdrojů surovin

### Zadání bakalářské práce:

Vyhodnotit možnosti využití obnovitelných zdrojů surovin pro přípravu syntetických vláken

### Termín odevzdání bakalářské práce: 6.5.2011

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

-----  
Markéta Uchytlová  
Student(ka)

-----  
Ing. Josef Kotlík, CSc.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2009

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce nahlíží z ekologické perspektivy na výrobu textilií. Cílem je analyzovat možnosti náhrady základních surovin používaných pro výrobu přírodních i syntetických vláken surovinami získanými z obnovitelných zdrojů. Používáním textilních vláken z obnovitelných zdrojů by se měl eliminovat problém omezené dostupnosti primárních surovin pro výrobu textilních vláken a mělo by dojít ke snížení množství syntetického odpadu.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the production of textile from the environmental perspective. The aim of this work is analyzing the possibility of replacement of basic raw materials used for production of natural and synthetic fibers by using raw materials derived from renewable sources. Using fibers from renewable sources should eliminate the problem of limited availability of primary raw materials for textile fibers and reduce the amount of synthetic waste.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

obnovitelné zdroje, vlákna, textil

## **KEYWORDS**

renewable sources, fibres, textile

UCHYTILOVÁ, M. *Vlákna z obnovitelných zdrojů surovin*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2010. XY s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Kotlík, CSc.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Chtěla bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Kotlíkovi, CSc za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a připomínky.

# OBSAH

<b>1 ÚVOD</b>	<b>6</b>
<b>2 TEXTILNÍ VLÁKNA</b>	<b>7</b>
2.1 Definice, struktura a základní vlastnosti textilního vlákna	7
2.1.1 Definice textilního vlákna	7
2.1.2 Základní charakter vláken:	7
2.2 Historie výroby textilních vláken	8
2.2.1 Historické panorama tkaní	8
2.2.2 Historické panorama pletení	9
2.2.3 Historické panorama předení	10
2.2.4 Historické panorama zušlechťování	10
2.2.5 Textil v letopočtech	11
2.3 Rozdělení vláken	12
<b>3 PŘÍRODNÍ TEXTILNÍ VLÁKNA</b>	<b>12</b>
3.1 Charakteristika a rozdělení přírodních textilních vláken	12
3.2 Rostlinná vlákna	13
3.2.1 Bavlna	13
3.2.2 Kapok	13
3.2.3 Len	13
3.2.4 Konopí	13
3.2.5 Juta	14
3.2.6 Kokosové vlákno	14
3.3 Živočišná vlákna	14
3.3.1 Ovčí vlna	14
3.3.2 Srsti ze živočichů jako textilní vlákna	14
3.3.3 Hedvábí	15
3.3.4 Azbestová textilní vlákna	15
<b>4 CHEMICKÁ TEXTILNÍ VLÁKNA</b>	<b>16</b>
4.1 Charakteristika a rozdělení chemických textilních vláken	16
4.2 Chemická vlákna vzniklá polykondenzací	16
4.3 Chemická vlákna vzniklá polyadící	17
4.4 Chemická vlákna vzniklá polymerací	18
<b>5 MODIFIKACE STRUKTURY A VLASTNOSTÍ VLÁKEN</b>	<b>19</b>
5.1 Vztah k užitným a zpracovatelským vlastnostem vláken	19
5.2 Vlastnosti vláken a vláknotvorných polymerů, modifikace a degradace vláken	20
5.2.1 Modifikace v průběhu přípravy polymeru	21
5.2.2 Modifikace v průběhu přípravy vláken	23
5.2.3 Modifikace při použití vláken	25
5.2.4 Degradace vláken	26
<b>6 TEXTILNÍ VLÁKNA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ</b>	<b>27</b>
<b>7 ZÁVĚR</b>	<b>30</b>
<b>8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A JEDNOTEK</b>	<b>31</b>
<b>9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>32</b>

# 1 ÚVOD

Vzhledem k rozvoji průmyslu a omezené dostupnosti některých zdrojů je třeba hledat alternativní zdroje, které by byly schopny nahradit ty současné. S rozvojem průmyslu stoupá znečištění životního prostředí. Současné smýšlení podporuje ekologické postupy a šetrné zacházení s odpady. Nabízí se tedy otázka jak nahradit chemická vlákna, jejichž základem jsou často petrochemické suroviny (např. ropa). Tyto suroviny jsou pro životní prostředí zatěžující a jejich zásoby jsou omezené. Musíme tedy počítat s tím, že cena ropy a ropných produktů bude stále rychleji stoupat až nakonec dojde k úplnému vyčerpání těchto neobnovitelných zdrojů. Je tedy na místě uvažovat o nových zdrojích, které by byly schopny zastoupit původní suroviny, byly obnovitelnými surovinami a šetřily životní prostředí jejich rychlou biologickou odbouratelností, případně recyklovatelností.

V současné době týmy pracovníků provádějí výzkumy a testování dosud málo komerčně využívaných přírodních zdrojů. Těmi jsou například kuřecí peří, rýže, banánovník a kukuřice. Pokud by se podařilo rozšířit paletu přírodních materiálů využívaných pro textilní vlákna, současné i budoucí populaci by se otevřely další možnosti využívání nových materiálů, unikátních výhodných vlastností a ochrany životního prostředí. Níže uvedené kapitoly vás nejprve zavedou do historie textilních vláken, poté vám poskytnou informace o současných přírodních i chemických vláknech a jejich modifikacích a nakonec otevřou již zmiňované téma textilních vláken z obnovitelných zdrojů.

## 2 TEXTILNÍ VLÁKNA

### 2.1 Definice, struktura a základní vlastnosti textilního vlákna

#### 2.1.1 Definice textilního vlákna

Definice textilního vlákna je dána zákonem o ochraně spotřebitele.

Textilní vlákno je textilní vlákenná surovina, délková a plošná textilie, textilní kusový výrobek, oděvní výrobek, a to v kterékoliv fázi zpracování a textilní výrobky obsahující textilní složku.

1. Výrobky, které obsahují minimálně 80 % textilních vláken z celkové hmotnosti.
2. Potahy čalouněného nábytku, deštníků a slunečníků, pokud obsahují minimálně 80 % váhových textilních komponent.
3. Textilní složky vícevrstvých podlahových krytin, matrací a výrobků pro kempování, oteplovací vložky rukavic a obuvi, pokud tyto části nebo vložky činí minimálně 80 % z celkové hmotnosti výrobku.
4. Textilie obsažené v jiných výrobcích, kde je jejich složení specifikováno, a pokud tvoří neoddělitelnou část těchto výrobků.

Textilním vláknem se rozumí útvar charakterizovaný ohebností, jemností a vysokým poměrem délky k průřezu, vhodný pro textilní zpracování, včetně ohebných pásků nebo dutinek o šířce maximálně 5 mm [1].

#### 2.1.2 Základní charakter vláken:

Mezi základní určující vlastnosti vláken patří jeho délka, která je vyjadřována v mm, popř. v palcích (inch = 25,4 mm). Dále zkoumáme jemnost vláken (délkovou hmotnost), vyjadřovanou v mg/m,  $(\text{kg/m}) \cdot 10^{-6}$ , popř. v jednotkách speciálně pro bavlnu - Micronaire, pro vlnu v  $\mu\text{m}$  - mikrometrech, pro přírodní hedvábí pak Td (titr denier).

Důležitým určovaným faktorem je také zkadeření, prováděné různým způsobem, vyjadřované obvykle relativně v %, obdobné vyjadřování používáme pro obloučkovitost vlněných vláken. Sorpce vláken je údaj o obsahu vody ve vlákne. Je vyjadřována v procentech.

Dalšími charakteristickými vlastnostmi vlákna jsou lesk, barva, barevný odstín, tepelně-izolační vlastnosti, a to ne pouze u dutých vláken, kde izolačním prvkem je vzduch v dutině, ale i u objemového útvaru, kde tepelnou izolaci vytváří vzduch mezi vlákny.

Mechanické vlastnosti jako pevnost a tažnost buď jako jednotky absolutní, častěji však jako relativní hodnoty mN/tex.

Uvedené vlastnosti se podílejí různými vlivy jednak na přízích, ale zejména na tkaninách a pleteninách - na jejich omakových vlastnostech. Z těchto důvodů je třeba vlákna jako surovinu dokonale znát a to zejména v těch vztazích k plošným textiliím, které je specifikují.

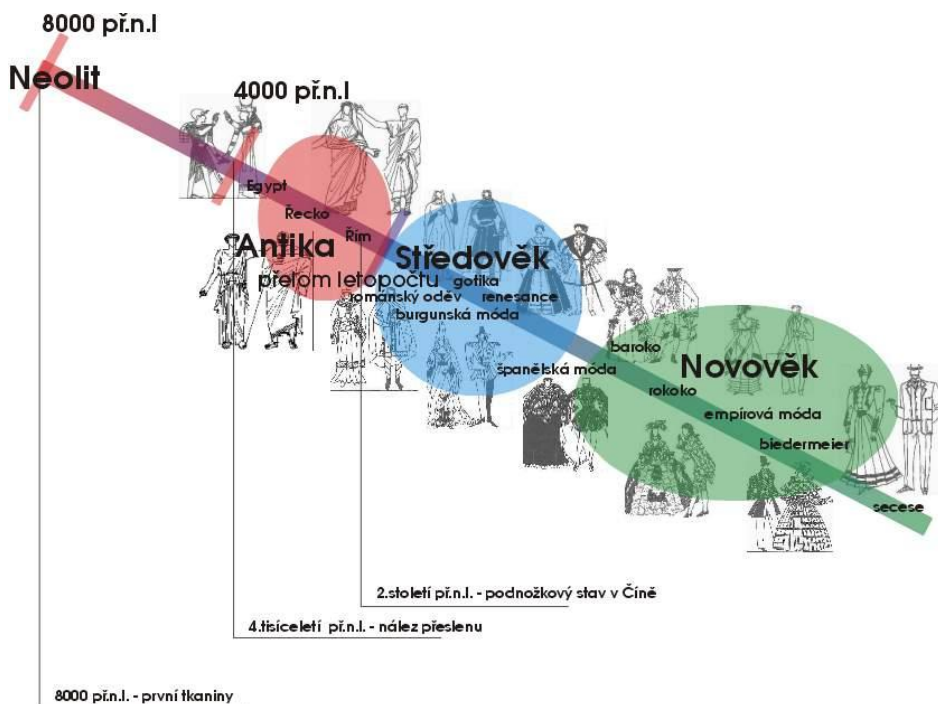
Co se týče *identifikace jednotlivých vláken nebo jejich směsí* jsou kromě mikroskopického vzhledu k dispozici další expresní metody. Těmito metodami jsou spalovací zkoušky, chemické mikroskopické reakce a koloristický identifikační test.



Kromě několika mála skupin vláken, je většina vláken do České republiky dovážena. Užitečnou hodnotu nabírají technologickým zpracováním v příze a polotovary a v konečné fázi konfekční či technickou výrobou.

Při označování vláknenných komponent na samotných výrobcích se dle pozdějšího znění zákona na ochranu spotřebitele č. 634/1992 č. 40/1996 a č. 104/1995, včetně prováděcí vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 132/1996 mohou používat jen jejich celé druhové názvy. Zkratky vláken, jaké jsou na některých místech používány v učebních textech je povoleno užívat jen na polotovarech a produktech, které budou ještě nadále zpracovávány [5].

## 2.2 Historie výroby textilních vláken



Obr. 1. Historie výroby textilních vláken [2]

### 2.2.1 Historické panorama tkaní

Tkaní, spočívající v opakovaném provazování dvou soustav nití - osnovy a útku - v plošnou textilií, je prastarou lidskou činností. Nejstarší vyobrazení tkacího procesu pochází z počátku neolitu, tj. asi 8. tisíc př. n. l., a je provedeno na hlíněných destičkách, pocházejících z Blízkého Východu. Nejstarší nálezy tkaných a proplétaných textilií jsou kladeny do 7. tisíciletí př. n. l. Tkaniny byly vyrobeny ze lnu - z nejstarší textilní suroviny.

U nás došlo k významnému archeologickému nálezu roku 1985 v Lulči (okr. Vyškov), kde byl na nádobě kultury lidu s lineární keramikou, asi 5. tisíc př. n. l., zjištěn otisk tkaniny v řídké plátnové vazbě. V Egyptě byly lněné tkaniny používány k mumifikaci již v 5. tisíciletí př. n. l. a přibližně o tisíciletí později zaznamenáváme čínské textilie z konopí (kultura Yang Shao). Kolem 4. tisíciletí př. n. l. je v Egyptě také doloženo užívání horizontálního stavu s nitěnkami. V téže době se objevují

v Babylónii a Mezopotámii tkané vlněné a lněné oděvy. Ve 3. tisíciletí př. n. l. jsou vlněné oděvy nošeny v Británii. Lněné tkaniny používali k výrobě lodních plachet ve 2. tisíciletí př. n. l. v oblasti Středozemního moře Féniciáné. Vedle lnu, vlny a konopí se objevuje surovina nová - hedvábí. Nejstarší nálezy hedvábných tkanin pocházejí z 1. tisíciletí př. n. l. a byly učiněny v egyptském Asuánu. Ve 2. století př. n. l. je v Číně zaveden podnožkový stav. V 5. století dochází k založení dvou středisek damaškového tkalcovství, a to v Damašku a Konstantinopoli.

Nemalého kulturního významu byla průkopnická aktivita Karla Velikého. Ten roku 768 založil textilní střediska v Lyonu a Rouenu a o několik let později veletrhy látek, známé po celé západní Evropě. Kolem 1. tisíciletí se rozšiřuje po Evropě podnožkový stav. Ve 12. století se počíná tkát hedvábí ve Francii. Téměř až do poloviny 18. století se způsob tkaní nemění. Teprve v průmyslové revoluci se objevují četné vynálezy, z nichž jedním byl i vynález mechanického tkacího stavu. První, kdo se zasloužil o zkonstruování v praxi použitelného mechanického tkacího stavu, byl Angličan J. Kay, vynálezce létacího člunku (fly shuttle), jenž znamenal dovršení vývoje ručního tkacího stavu. Mechanický tkací stav vynalezl roku 1784 (r. 1785 na něj získal první patent) E. Cartwright z Anglie. Z roku 1898 pochází patent na stav jehlový, další konstrukční řešení, patentované roku 1911, pracovalo s kovovým tělesem se skřipcem pro zachycení útku, třetí cesta, propracovaná k vysoké dokonalosti v Československu, využívala pro zanášení útku kužel vzduchu nebo vody. Vynálezem pneumatického stavu je V. Svatý, který k jeho experimentálnímu řešení přistoupil v roce 1947. Hydraulický tryskový stav byl řešen kolektivem vedeným týměž vynálezcem a patentován roku 1951. Princip víceprošlupního tkacího stavu kruhového byl znám již koncem 19. století, avšak stavy tohoto typu se začaly vyrábět teprve po první světové válce.

### 2.2.2 Historické panorama pletení

Pletenina je textilní výrobek oproti tkanině podstatně mladší - uvažuje se o jejím možném původu kolem roku 1100 př. n. l. Tvoří se proplétáním pouze jedné soustavy nití, která je vodorovná nebo svislá. Základem pleteniny je řada klíček, ze kterých se vzájemným provazováním tvoří oka a ta dávají vzniknout souvislé textilii. Z vodorovné soustavy nití vzniká pletenina zátažná, ze svislé pletenina osnovní.

Pletený oděv je doložen v Horním Egyptě v 6. století n. l. a Egypt je pravděpodobně též kolébkou této textilní techniky. Počátky rozkvětu pletařského umění v Evropě jsou spjaty se Španělskem a Florencií a bývají kladeny do 12. století. První pletařské cechy vznikly v 16. století ve Francii a Německu. V Praze byl založen pletařský cech roku 1612.

K obratu v pletení došlo vynálezem ručního zátažného stávků učiněným W. Leem, studentem cambridžské univerzity, roku 1589. Stávek byl určen pro pletení. V Čechách byla první strojová výroba pletenin zřízena roku 1697 v osekém klášteře u Duchcova.

K mechanizaci ručního zátažného stávků došlo roku 1769. Z té doby byly konstrukčně nejzdařilejší stávek Cottonův z roku 1868. Stávek Angličana W. Cottona se stal základem pro koncepci moderních zátažných pletacích stávků. Jeho základní uspořádání se udrželo do dnešní doby.

Vedle plochých zátažných stávků se stavěly též zátažné stávky okrouhlé s vodorovným lůžkem a s jehlami uloženými radiálně, což umožňovalo v řadě ohledů výhodné jednosměrné pletení. První patent na okrouhlý stávek (tzv. francouzský) obdržel roku 1798 Francouz Decroix. Roku 1866 zkonstruoval Američan Lamb nový typ plochého pletacího stroje.

Vedle plochého pletacího stroje se konstrukčně zdokonaloval též stávek okrouhlý, což vyústilo kolem roku 1890 v plně automatickou výrobu punčoch.

### 2.2.3 Historické panorama předení

Až do vynálezu spřádacího kola se příze vyráběla pomocí ručního vřetená, skládajícího se z dřevěného dřívku a na něm navlečeného přeslenu. Nejstarší doklady o ručním předení - nálezy přeslenů - pocházejí asi ze 4. tisíciletí př. n. l. Nejstarší vyobrazení předení s ručním vřetenem pocházejí z Egypta, přibližně z 16. století př. n. l. K pokroku v předení dochází s vynálezem ručního spřádacího kola, které se objevuje asi v 5. století n. l. v Asii, ale v Evropě se s ním setkáváme až ve 12. století. Roku 1268 se do Paříže dostává "hindustánské kolo", ruční spřádací kolo pro bavlnu, pocházející pravděpodobně z Indie, které bylo později upraveno pro předení vlny.

Dalším významným krokem v předení bylo vyvinutí křídlového vřetená, které umožňovalo současné zakrucování a navíjení spřádané příze. Oproti spřádacímu kolu šlo tedy o kontinuální spřádací proces. Vynález křídlového vřetená se datuje rokem 1480. Stoupající spotřeba příze v 18. století vedla k nutnosti zabývat se vývojem dokonalejší spřádací techniky. Všechny podstatné technické inovace v oboru spřádání a přípravy ke spřádání (stroje mykací, česací, posukovací, křídlové), které v rozpětí let 1730 až 1910, s podstatným urychlením po roce 1770, započaly přechod ke strojní technice, byly nejdříve zavedeny při zpracování bavlny. Roku 1738 a 1758 si nechal patentovat Angličan L. Paul se svým spolupracovníkem J. Wyattem spřádací stroj s válečkovým protahovacím ústrojím. Technicky a ekonomicky efektivní spřádací stroj zkonstruoval roku 1769 Angličan R. Arkwright a tím byl zahájen definitivní průlom techniky do textilní výroby. Roku 1828 byl v USA vyvinut D. Thorpem prstencový dopřádací stroj.

### 2.2.4 Historické panorama zušlechťování

Zušlechťování zahrnuje celou řadu procesů, majících za cíl tkaninu zhodnotit úpravou jejich vlastností a vzhledu. Podle druhu a materiálu tkaniny je volen způsob úpravy bělením, mandlováním, valchováním, počesáváním, postřihováním, barvením a potiskováním.

Nejstarší textilie pocházejí asi ze 7. tisíciletí př. n. l. a již v té době se objevuje snaha zdobit je pro účely oblékání nebo k výzdobě obydlí. Už v neolitu tedy zkrášlovali lidé textilie pomalováním a barvením. V Číně bylo známé barvení hedvábí v 3. tisíciletí př. n. l. a v Egyptě je doloženo barvení příze kolem roku 2700 př. n. l. Barvit textilie dokázali též Židé v době svého egyptského zajetí, tj. asi ve 13. století př. n. l. Na vysoké úrovni bylo barvířství vlněných a bavlněných látek v Babylónii a Asýrii. Barvířské řemeslo ovládali též Řekové a Římané; ve starověkém Římě dosáhlo barvířství významného rozmachu kolem roku 700 př. n. l. K barvení se používala barviva získávaná z rostlin, minerálů a živočichů. Mezi nejznámější a nejstarší barviva patřily indigo a kermes, známá v Číně již v 3. tisíciletí př. n. l. Indigo je rostlinného původu a sloužilo k získávání modrého zbarvení, kermes, barvivo preparované ze zvláštního druhu mšic, bylo známé - podle poskytovaného červeného odstínu - pod označením "šarlach". Z mořských plžů pochází velmi cenné barvivo zvané "purpur". Roku 1856 bylo syntetizováno W. H. Perkinem, anglickým studentem, první v praxi použitelné barvivo zvané "mauve". Od té doby se též datuje založení dehtového barvářského průmyslu, které doprovázejí další objevy umělých barviv, a přírodní barviva postupně ztrácejí v textilním průmyslu uplatnění.

Mechanizaci ručního tisku uskutečnil Francouz J. Perrot roku 1834 vynálezem tiskacího stroje. Stroj mechanizoval pohyby tiskaře při ručním tisku a kromě toho, že nahradil 50 ručních tiskařů, se vyznačoval též precizním pracovním výsledkem.

Ke konci 18. století se objevuje potiskování tkanin rytými měděnými plotnami a reliéfními tiskacími válci jsou potiskovány tapety. První tiskací stroj válcový, který našel průmyslové využití, byl dílem Skota Th. Bella; patent na tento stroj vybavený rytými dřevěnými tiskacími válci získal vynálezce roku 1783. Od 30. let 20. století se počíná rozšiřovat ruční filmový tisk, tj. tisk pomocí

plochých šablon v rámu, skrze něž se stěrkou protlačuje barvivo na tkaninu. Počátkem 60. let 20. století se objevují stroje používající bezešvé kruhové šablony, jejichž technologie výroby je s pomocí nové techniky zdokonalována. Rotační filmový tisk se brzy prosadil a stal se jednou z významných technologií textilního tisku [2].

### 2.2.5 Textil v letopočtech

Již v dávném věku bylo použito vřetene k výrobě hrubé příze. V Jižní Americe byla objevena lněná tkanina, která je údajně starší než 10 000 let. Cca 6500 před n.l. v jeskyni Nehal Hemar v Izraeli byly objeveny zbytky textilie vytvořené technikou, která byla používána před vynálezem předení nepřerušované příze. Tato technika používala krátkých délek příze, vzájemně propletených smyčkami. Aby byl vytvořen jemný výrobek, vyžadovalo to mnohem více umu než pletení.

4200 před n.l. - období Mezolitu, nález v Naalebinding (Dánsko), naznačující rozšiřování této technologie do Severní Evropy.

cca.2000 př. n.l. - Barvení indigem (Egypt)

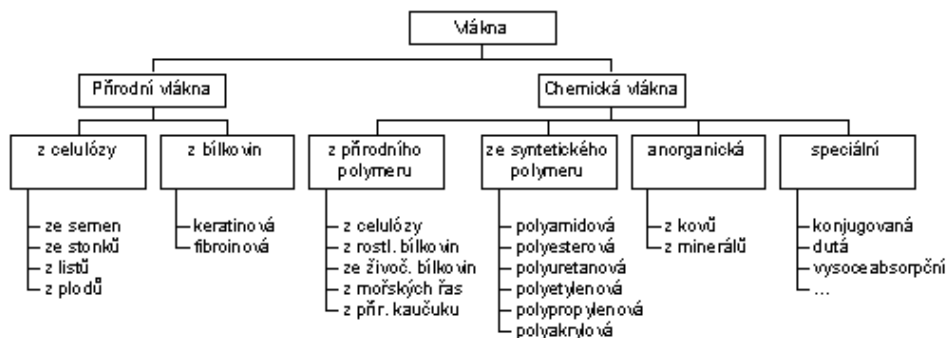
200 př. n. l. až 200 n.l. - přibližné datum vzniku pletenin v Peru, které na americkém kontinentě objevili španělská kolonisté

- 1589 - mechanické pletení „stocking frame“ (Anglie)
- 1779 - “létající (tkalcovský) člunek” (Anglie)
- 1790 - žakarový stroj (Francie)
- 1830 - prstencový dopřádací stroj (Anglie)
- 1856 - syntetické barvivo (Anglie), jazýčková pletací jehla (Anglie)
- 1892 - viskózové vlákno
- 1896 - skleněné textilní vlákno (Německo)
- 1930 - jehlový tkací stroj
- 1937 - výroba polyamidového vlákna (USA)
- 1945 - výroba polyesterového vlákna (Anglie)
- 1956 - výroba polypropylénového vlákna (Italie)
- 1959 - syntetické elastické vlákno (USA)
- 1960 - pneumatický tkací stroj
- 1963 - rotorový dopřádací stroj (Československo)
- 1964 - aramidové vlákno (USA)
- 1980 - mikrovlákno (Japonsko)
- 1985 - výroba nanovláken (USA) [3]

## 2.3 Rozdělení vláken

Pro rozdělení vláken je používán celosvětově vžitý systém, který je rozděluje vlákna z hlediska morfologie vláken do dvou hlavních skupin. Jsou to vlákna přírodní a vlákna chemická.

Textilní vlákna zahrnují širokou škálu materiálů. Jen těžko lze ukázat jednotné správné rozdělení rozmanitých druhů vláken a tak není možné udělat více než vodítko v podobě hlavních chemických typů a jejich zdrojů. Stále ještě převážná většina polymerních vláken se vyskytuje v přírodě. V širším smyslu mohou být vlákna klasifikována takto:



Obr. 2. Rozdělení vláken [5]

Nejdůležitější textilní vlákna živočišného původu jsou založeny na bázi  $\alpha$ -keratinů.  $\alpha$ -keratiny jsou bílkoviny, které jsou přirozenou složkou kůže, nehtů, vlasů a dalších tkání, které tvoří hlavní chemické složky vlny.

## 3 PŘÍRODNÍ TEXTILNÍ VLÁKNA

### 3.1 Charakteristika a rozdělení přírodních textilních vláken

Přírodní textilní vlákna jsou přírodní materiály, které jsou zvláknovány pro účely textilního využití. Získáváme je z přírodních zdrojů, nikoliv chemickou cestou. Jejich přirozená chemická struktura zůstává nezměněna. Mají řadu vlastností, které se nepodařilo dosud napodobit při výrobě umělých vláken. Přírodní vlákna jsou dělena dle původu primární suroviny a to na vlákna organická (rostlinná, živočišná) a vlákna anorganická (z nerostů).

Tabulka č. 1 Rozdělení přírodních textilních vláken

Přírodní textilní vlákna				
organická vlákna				
rostlinná			živočišná	
ze semen	ze stonků	z plodů	ze srsti	ze sekretu hmyzu
bavlna, kapok	len, konopí, juta	kokosové vlákno	ovčí vlna, mohér, alpaka, kašmír	přírodní hedvábí, plané hedvábí
anorganická vlákna				
nerost				
azbest				

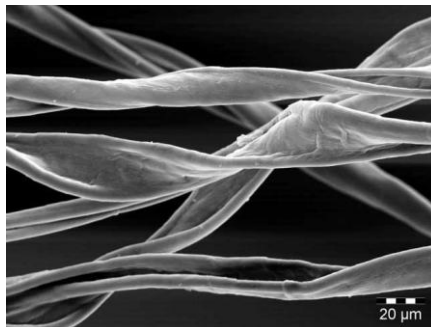
## 3.2 Rostlinná vlákna

### 3.2.1 Bavlna

Bavlna je textilním vláknem rostlinného původu. Jejím základem je celulóza. Je nositelem mnoha vlastností, které činí bavlnu nenahraditelnou a to zejména pro osobní prádlo.

Bavlna je savou tkaninou, méně pružnou – mačká se, je měkká, splývavá a příjemná na omak. Dobře snáší vysoké teploty, dá se vyvařovat a žehlit. Snáší dobře alkalické prostředí (praní v mýdle). Je dobře barvitelná a vzorovatelná.

Její negativní vlastností je mačkavost. Ta se dá zmírnit finální úpravou nebo směřováním vláken se syntetickými vlákny. Stupeň jakosti se liší dle teritoria. Nejcenějšími bavlnami jsou bavlny dovážené z Egypta a Indie. Kvalita se také posuzuje dle délky vlákna (pohybuje se od 10 do 60 mm). Vláknem bavlny je ploché, stužkovitě kroucené, ploché s vnitřní dutinou [7].



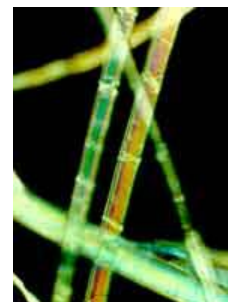
Obr. 3.: Vláknem bavlny [10]

### 3.2.2 Kapok

je duté vlákno ze semen stromu *Ceiba pentandra*. Vláknem dosahují délky 10-40 mm. Jsou z 80 % dutá, proto váží jen 0,35 g/cm<sup>3</sup> (říká se jim také „rostlinné peří“ nebo „rostlinné hedvábí“). Vláknem je tvořeno směsí ligninu a celulózy. Je silně vznětlivé, má nízkou pevnost, jemný voskovitý povrch, vysoký lesk, ve vodě se nepotápí a unese až 36násobek vlastní váhy. Kapok obsahuje zvláštní hořkou látku, která odpuzuje hmyz [6].

### 3.2.3 Len

Len je naší domácí textilní rostlinou. Oblastmi výskytu lnu jsou především podhorské oblasti. Lněné vlákno se získává náročným zpracováním rostliny a to tak, aby se uvolnila jemná lýková vlákna od dřevnaté části stonku. Vláknem se rozčešou a nakypří. Barva neběleného lnu je šedohnědá až nazelenalá. Vláknem lnu jsou pevná i za vlhka, mají malou pružnost a snáší vyvářku až 100° C. Hůře saje vodu, je méně poddajný a na omak tužší. Používá se především na ložní prádlo, pracovní oděvy, výrobu plachet a čalounických potřeb.



Obr. 4.: Vláknem lnu [11]

### 3.2.4 Konopí

Surové vlákno z konopí setého má světle šedou barvu. Používá se na výrobu lan, provazů a také v plátnictví, neboť se dobře bělí, je pevnější, ale s menší pružností než vlákno lněné.

### 3.2.5 Juta

Vlákno z juty je méně pevné tuhé tlusté vlákno, které je málo pružné, a proto se z něj vyrábí hrubé příze a hrubší tkaniny. Výborně odolává mikroorganismům. Používá se k výrobě obalových tkanin, pytlů, kobereců, nábytkových a dekorativních tkanin, technických tkanin, tkanin ke zpevnění izolačních materiálů, podlahovin jako podkladová vrstva, k výrobě rohoží a motouzů.

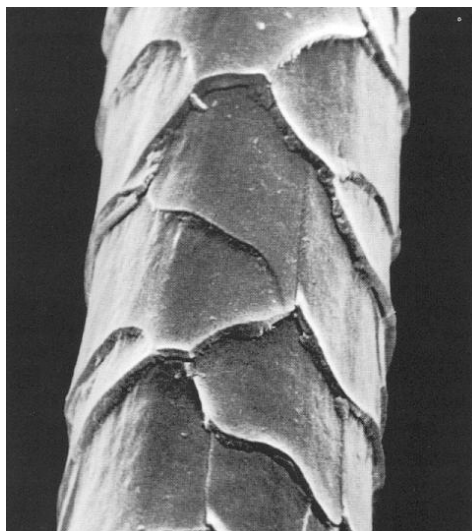
### 3.2.6 Kokosové vlákno

Kokosové vlákno je drsné, tuhé a nepoddajné. Je označováno jako coir /koir/. Využívá se na výrobu kobereců a rohoží. Nevýhodou je však značná hmotnost, neohebnost a klouzavost.

## 3.3 Živočišná vlákna

### 3.3.1 Ovčí vlna

Ovčí vlna je nejcennější textilní surovinou. Chemickou podstatou je bílkovina, z čehož vyplývá nesnášenlivost vysokých teplot (praní do 30° C), odolnost vůči kyselinám (praní v saponátech, nesnášenlivost alkalického prostředí (mýdlové roztoky ji poškozují). Výrobky jsou hřejivé, poddajné, prodyšné a příjemné na omak. Negativní vlastností vlny je plstnatění. Je to důsledek styku s alkalickým prostředím (mýdlo, pot) a vysokými teplotami při praní. Plstnatění lze částečně zabránit neplstivou úpravou. Proveniencemi jsou Austrálie, Nový Zéland, Argentina a JAR. Producenti vlny vytvořili na obranu před konkurencí IWS, která od r. 1964 uděluje vybraným výrobkům ochrannou známku tzv. vlněnou pečeť. Pečeť zaručuje, že produkt je vyroben ze střížní poprvé použité vlny a odpovídá požadavkům na vlastnosti stanovené IWS.



Obr. 5: Vlákno ovčí vlny [12]

### 3.3.2 Srsti ze živočichů jako textilní vlákna

Srsti některých živočichů se využívají jako textilní vlákna na výrobu textilií. Oproti vláknům rostlinným je jejich cena znatelně vyšší. Velbloudí srst se užívá na výrobu houní, dek a přikrývek. Vlna kozy kašmírské neboli kašmír je velmi jemná měkká tkanina využívaná k výrobě šálů a svrchního oblečení. Vlna kozy angorské neboli mohér je lesklá, snadno barvitelná a extrémně odolná opotřebením. Produkty vyrobené z mohéru nežmolkuje. Je často zpracovávána na pletácké výrobky. Zaječí a králičí srsti jsou používány na výrobu plsti, z níž se vyrábí kloboučnické výrobky. Z telecích a hovězích chlupů se vyrábí hrubé technické plsti a z koňské žíně výtuhové tkaniny, matrace a výplňkový materiál.

### 3.3.3 Hedvábí

Bourec morušový se před přeměnou v motýla opřádá zámotkem. Jeden zámotek asi 1,6 km vlákna. Pro představu na jednu kravatu je potřeba 110 takových zámotků. Ze zámotku vytvořeného housenkami bource morušového se vlákno získává postupným namotáváním. Zámotky se namočí do teplé vody, konec každého vlákna se oddělí a namotá na cívku. Zámotek je spředen ze dvou hedvábných žlázek, které vylučují polotuhé vlákno. Pro výrobu silnější příze se na stejnou cívku navinou vlákna z pěti až osmi zámotků. Dnes se navíjení provádí strojově.

Umístí-li se dvě housenky dohromady, vytvoří se dvojitý zámotek a hedvábí se pak říká „DUPION“. V těchto vláknech jsou silná nebo žmolovitá místa a vlákna se používají pro výrobu látek s nepravidelnou strukturou. Odklíženě přírodní hedvábí má bílou barvu, zvláštní lesk, měkký omak a dá se snadno barvit. Tussah je hrubší, hnědé nebo žlutozelené vlákno, má tvrdší omak a je téměř bez lesku. Přírodní hedvábí může při použití na textilní výrobky konkurovat umělým vláknům jen tam, kde se vyžaduje zvláštní vzhled (lesk), efekt nebo určitá exkluzivita spolu se solidními užitnými vlastnostmi (tažnost, ohebnost, lehkost, izolační schopnosti). Jsou to zejména speciální šicí nitě a skané příze na ruční pletení, módní zboží (košile, halenky, deštníky, kravaty) a technické textilie (izolace, padáky, pásy do psacích strojů) [3,7].



Obr. 6: Vlákno hedvábí [13]

### 3.3.4 Azbestová textilní vlákna

Azbestová textilní vlákna (mezinárodní zkratka AS) jsou spřadatelná vlákna z (modrého) amfibolu nebo (bílého) serpentinu. Specifická hustota dosahuje u modrého asbestu asi  $3 \text{ g/cm}^3$ , což je přibližně dvojnásobek hustoty bavlněného vlákna. Vlákna jsou 0,6 až 3 metry dlouhá. Ke spřádání se používají délky mezi 15 až 40 mm. Dalšími výhodnými vlastnostmi azbestových vláken jsou nízké náklady na získání surového azbestu, odolnost proti chemikáliím a snadné zpracování na textilní výrobky. Azbestové textilie jsou používány na ohnivzdorné oděvy, brzdová obložení, filtry a elektroizolace [8].

Na začátku 20. století byl však poprvé zaznamenán negativní vliv azbestových vláken na lidský organismus. Poté probíhalo testování negativních účinků na organismy zvířat a následné vyhodnocování statistik úmrtnosti. V 30. letech byla rakovina plic ve spojení s azbestózou uznána jako nemoc z povolání, 80. letech bylo v některých západoevropských státech zpracování azbestu zakázáno a od roku 2005 platí zákaz pro všechny státy Evropské unie.

Azbest se s úspěchem nahrazuje u téměř všech výrobků speciálně vyvinutými chemickými vlákny. Jsou to například p-aramidy (Kevlar, Tvaron) polyamidy (Kermel, P84), PTFE (Teflon, Polyflon), uhlíková vlákna (Celion, Sigrafil, Tenax) [9].



## 4 CHEMICKÁ TEXTILNÍ VLÁKNA

### 4.1 Charakteristika a rozdělení chemických textilních vláken

Syntetická neboli chemická textilní vlákna jsou materiály získané chemickým výrobním postupem ze syntetických či přírodních polymerů.

Velká část vlastností chemických vláken je schopna se uzpůsobit požadavkům výrobce i uživatele. Vývoj těchto vlastností se rozděluje na tři generace. První generace vláken byla vyrobena v minulosti. Druhá stávající generace se snaží eliminovat negativní vlastnosti vláken z první generace. Účelem třetí generace je větší specifita a orientace na užší okruh spotřebitelů.

Základem výroby chemických vláken je monomer, který je polymerizačními reakcemi polymerizován (většinou lineárně). Z malých jednotek jsou tak vytvářeny dlouhé řetězce - polymery. Nejčastějším přírodním polymerem využívaným pro účely výroby chemických vláken z přírodních polymerů je celulóza. Vlákna využívající jako základní stavební jednotku celulózu se pak nazývají vlákna z regenerované celulózy. Dle typu použitého rozpouštědla je můžeme rozdělit na vlákna viskózová, měďnatoamoniakální a lyocelová. Základem těchto vláken je čistá celulóza. Vlákna mají vlastnosti podobné přírodním vláknům celulózovým, ovšem mírně modifikovaným (vzhledem k přetváření celulózových řetězců). Dále do skupiny chemických vláken z přírodních polymerů patří vlákna z derivátů celulózy a to zejména acetylcelulózy. Tato vlákna jsou méně navlhavá, termoplastická, vlastnostmi odlišná od vláken z regenerované celulózy. Menší okruh vláken tvoří vlákna z regenerovaných rostlinných (sója) a živočišných (keratin, fibrin, kasein) bílkovin. Tato vlákna můžeme obecně nazvat jako vlákna z obnovitelných zdrojů surovin. Jejich uplatnění v produkci funkčního prádla je však ekonomicky i průmyslově zanedbatelné [15,3].

Tabulka č. 2 Rozdělení chemických vláken z přírodních polymerů

Chemická vlákna z přírodních polymerů		
Vlákna z regenerované celulózy	Vlákna z derivátů celulózy	Vlákna z regenerovaných rostlinných a živočišných bílkovin
viskózová	vlákna zejména z acetylcelulózy	vlákna z rostlinných bílkovin - sója, zein
měďnatoamoniakální		vlákna z živočišných bílkovin - kreatin, kasein, fibrin
lyocelová		

Chemická vlákna ze syntetických polymerů můžeme rozdělit dle výrobních procesů:

- vlákna vzniklá polymerací
- vlákna vzniklá polykondenzací
- vlákna vzniklá polyadící

### 4.2 Chemická vlákna vzniklá polykondenzací

**Polykondenzace** - je reakce při které spolu reagují dva stejné nebo různé monomery, které obsahují dvě nebo více reakčních funkčních skupin. V průběhu reakce nevzniká jenom polymer, ale i nízkomolekulární produkt (např. voda, methanol nebo amoniak).

K nejdůležitějším polymerům, které se vyrábějí polykondenzací, jsou z hlediska textilního průmyslu polyestery a polyamidy [14].

Technicky důležitými polykondenzacemi jsou:

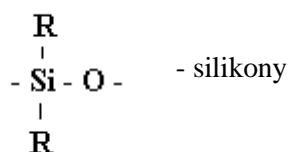
**a) esterifikace dikarboxylové kyseliny a diolů**

- R<sub>1</sub> - CO - O - R<sub>2</sub> - esterová vazba

**b) reakce dikarboxylové skupiny a diaminů**

- R<sub>1</sub> - CO - NH - R<sub>2</sub> - amidická vazba

**c) polykondenzace dihydroxysilanů**



**Polyamidová vlákna (PA)** - PA vlákna se vyznačují vysokou pevností za sucha, odolností v oděru, pružností, možností trvalého plisování, biologickou odolností, stálostí vůči chemickým činidlům - hlavně alkáliím, nízkou specifickou vahou, velkým specifickým objemem, velmi snadným udržováním, nízkou hygroskopičností, nepříjemným studeným omakem hladkého hedvábí, vznikem statické elektřiny při výrobě i použití a velmi dobrou barvitelností.

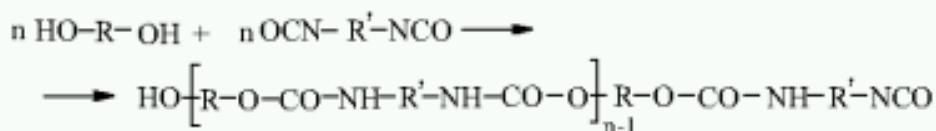
Použití: Polyamidy jsou hlavní vláknennou surovinou pro výrobu punčoch, sportovních oděvů, technických textilií (dopravní pásy, lana, sítě, filtry, chirurgické nitě) a podlahovin [3,20].

**Polyesterová vlákna (PES)** - PES vlákna jsou polymery obsahující esterovou skupinu. Základní surovinou pro výrobu je ropa. Vyznačují se vysokou odolností světlu, povětrnosti a mikroorganismům, malou navlhavostí, omakem a leskem podobným přírodnímu hedvábí. Mísením přírodních vláken s polyesterem se dosáhne v mnohém směru zlepšení užitných vlastností příze.

Použití: Použití PES je prakticky ve všech textilních výrobcích (s výjimkou punčoch a podšívkovin) [3,22].

### 4.3 Chemická vlákna vzniklá polyadici

**Polyadice** - je stupňovitá polyreakce, při které reagují dva různé monomery s různými funkčními skupinami. Jeden z monomerů musí obsahovat proton. Ten se uvolní ze své funkční skupiny a přesune se na druhý monomer. Tím dojde ke spojení těchto monomerů. Děj se neustále opakuje. Pro polyadici je charakteristický přesun protonu v řetězci, tímto způsobem se vyrábí vláknotvorné polyuretany. Příkladem prakticky významných polyadičních reakcí může být výroba polyuretanů.



Obr. 7: Výroba polyuretanů [14]

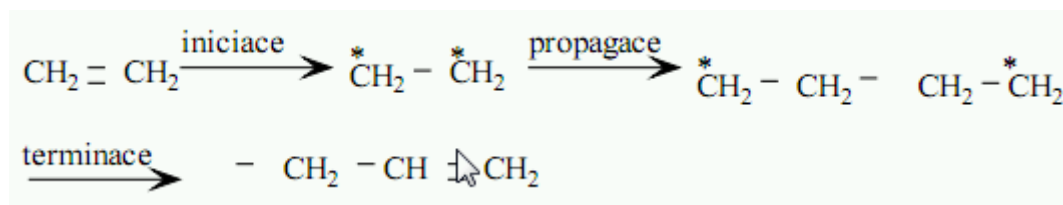
Základem syntézy polyuretanů je adice diisokyanatanů na dvoj- nebo vícefunkční alkoholy za vzniku karbamátové (uretanové vazby). Polyuretany se používají na výrobu textilních vláken se speciálními vlastnostmi, ale hlavní pole užití je konstrukční zejména pro výrobu integrálních pěn.

**Polyuretany** - PU jsou lehké a pevné polymery. Velká část PU se spotřebovává na lehčené hmoty. Isokyanátová skupina reaguje s vodou nebo organickými kyselinami (kyselinou octovou) za vývoje CO<sub>2</sub>. Oxid uhličitý „nakypřuje“ hmotu; poněvadž se materiál současně vytvrzuje, plyn neunikne a vznikne pěnová hmota s velice nízkou hustotou (až 30 kg/m<sup>3</sup>). Plyn uzavřený v pórech je velmi dobrým tepelným izolátorem. Podle volby surovin je možno vyrábět pěny tuhé, polotuhé i měkké. Běžné je jejich použití pro izolace ve stavebnictví, v textilním průmyslu, pro čalounění sedadel, aplikace v dopravních prostředcích apod. Vzhledem k nízké hydrolytické stabilitě není možno PU používat ve vlhkém a horkém prostředí (např. pro styk s přehřátou parou). Dalšími oblastmi aplikací polyurethanů jsou lepidla, vlákna a filmy z lineárních PU, polyurethanové elastomery, licí pryskyřice, nátěrové hmoty a syntetické usně [24].

#### 4.4 Chemická vlákna vzniklá polymerací

**Polymerace** - je řetězová reakce, při které dochází ke spojování nenasycených molekul obsahujících alespoň jednu dvojnou nebo trojnou vazbu a to buď radikálovým nebo iontovým reakčním mechanismem. V průběhu reakce nedochází většinou ke vzniku dalších látek. Strukturu vzniklou z reakce stejných monomerů nazýváme homopolymer. Pro polymeraci je charakteristické, že od počátku reakce se v reakční směsi vyskytují jak monomerní tak oligomerní i polymerní látky vzniklé reakcí. K tomu, aby proběhlo zahájení reakce používáme chemickou či fyzikální iniciaci. Dle typu iniciace můžeme dále dělit reakce na radikálové a iontové.

Příkladem polymerace je výroba polyethylenu:



Obr. 8.: Výroba polyethylenu [14]

Z reakce je patrné, že dvojná vazba u etylénu se iniciací rozdělí na volné elektrony, které se pak mohou spojovat do primárních vazeb v polyetylenu (propagace). Koncová skupina obsahuje opět dvojnou vazbu (terminace) [15].

**Polyetylénová vlákna (PE)** - PE vlákna mají mimořádně vysokou pevnost v tahu. Patří k nejlhčím materiálům. Výrobky z PE relativně dobře odolávají ultrafialovému záření a mnoha chemikáliím.

Použití: Jejich použití pro textilní účely je omezené - dají totiž jen velmi obtížně řezat a mají nulová navlhavost (vývoj statické elektřiny). Fóliové pásy se používají na podkladové tkaniny na levné koberce a vlasové pásy (niti) pro umělý trávník, na dekorační a technické tkaniny a vázací šňůry. Staplová vlákna se používají jen na netkané textilie, přize se z nich vyrábět nedá. Z filamentů (převážně monofilů) se vyrábí lana, šňůry a nitě s vynikající pevností v tahu. Tkaniny mají vyso-

kou rázovou a tažnou pevnost, jsou proto vhodné jako podklad na lamináty, ze kterých se zhotovují např. lodi, pracovní a vojenské přilby, pancéřované oděvy. Dále slouží k výrobě pletenin např. pracovních rukavic na ochranu proti pořezání a také všívaných textilií, kterou může být například umělý trávník pro některé druhy sportu [3].

**Polypropylénová vlákna (PP)** – PP vlákna jsou nejlépejšími ze všech textilních vláken, jsou odolné proti chemikáliím, mají velmi dobrou odolnost v oděru, minimální navlhavost, nízký sklon k nabíjení statickou elektřinou a ke žmolování, na omak působí jako ovčí vlna. Jejich nevýhodou je nízká schopnost zotavení po deformaci, malá odolnost proti účinkům světla a vyšších teplot.

Použití: Často se vyskytují ve směsi s jinými umělými i přírodními vlákny, tvoří nejméně polovinu surovin na netkané textilie (geotextilie, umělý trávník, vlákenná rouna jako podklad na nejrůznější laminované produkty), používá se na podkladové tkaniny a vlasové příze na tkané a vyšívané koberce, žíně na kartáčnické výrobky, pletené sportovní oděvy, dětské prádlo a jemné ponožky [3,23].

**Polyakrylonitrilová vlákna (PAN)** - PAN vlákna mají vynikající odolnost proti degračním vlivům světla, povětrnosti a mikroorganismům. Jejich pevnost je nižší než u jiných syntetických vláken, pozitivní je i nižší sklon ke žmolování. PAN vlákno je pružné a měkké, velmi vhodné k mísení s vlnou a jako alternativa k vlněným výrobkům.

Použití: Staplové příze z čistého polyakrylu se velmi často používají k výrobě strojních i ručních pletenin všeho druhu. Z tkaného zboží je akryl sotva nahraditelný u levných přikrývek, nábytkových potahů, u imitací kožešin a u všech textilií vystavených povětrnostním vlivům (markýzy, slunečníky, atd.) [3,21].

## 5 MODIFIKACE STRUKTURY A VLASTNOSTÍ VLÁKEN

### 5.1 Vztah k užitným a zpracovatelským vlastnostem vláken

Vlastnosti vláken jsou závislé na jejich samotné struktuře (ať už se jedná o primární, sekundární či terciární strukturu). Z logického hlediska tedy struktura vláken ovlivňuje i užitné a zpracovatelské vlastnosti vláken. Pro spotřebitele a konečkonců i zpracovatele není důležitým faktorem struktura vláken ani jeho vlastnosti, ale vlastnosti samotného konečného produktu. Konečné vlastnosti vlákenných útvarů však nejsou dány jen vlastnostmi vlákna a jeho strukturou, ale jsou výrazně ovlivněny také vlastnostmi meziproductů a strukturou finálního výrobku. Oproti tomu některé vlastnosti jsou snadno určitelné. Jednoznačně můžeme říct, že vysoce pevná tkanina může být vyrobena z vysoce pevného vlákna. Pevnost tkaniny však vedle pevnosti vlákna ovlivňuje i konstrukce příze a konstrukce výsledné tkaniny. Pevnost příze však není určena jen pevností jednotlivých vláken, ale i jejich jemností, délkou a počtem vláken v průřezu příze. Pevnost příze je pak dána i počtem zákrutů příze. Konečná pevnost je pak ovlivněna i její konstrukcí a také finální úpravou.

Chceme-li dosáhnout daných vlastností textilního produktu, použijeme tyto postupy:

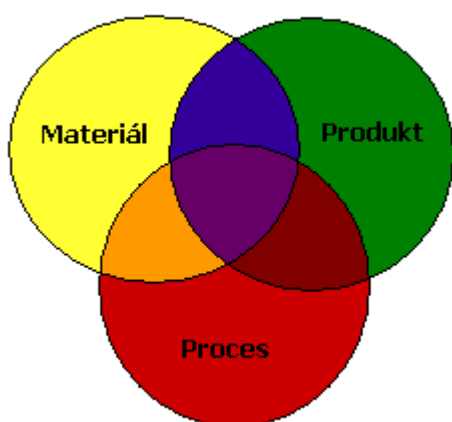
a) na vlákenné úrovni použitím vhodného typu vlákna z hlediska jeho primární struktury (typ polymeru, modifikace již používaného polymeru, přísad aditiv), sekundární a terciální struktury (kterou ovlivňuje celý průběh výroby vlákna)

b) na úrovni výroby meziproduktů a konečných textilních výrobků můžeme vlastnosti ovlivnit technologií přípravy i finálních úprava meziproduktů i konečných textilních výrobků (např. mechanické, tepelné i chemické operace při výrobě a finální úpravě textilie).

Pro textilní výrobu je typická vysoká citlivost na technologie zpracování a také na velmi širokou škálu uživatelských obtížně hodnotitelných vlastností. Užité a zpracovatelské vlastnosti vláken můžeme shrnout do tří skupin:

- vnitřní vlastnosti
- zpracovatelské vlastnosti
- vlastnosti produktů

Hodnocení souvislostí materiál - proces - výrobek lze vyjádřit graficky jako průnik tří množin vyjadřujících jednotlivé parametry



## 5.2 Vlastnosti vláken a vláknotvorných polymerů, modifikace a degradace vláken

K výrobě vláken lze použít jen polymery, které splňují některé základní požadavky. Polymerační stupeň (zkr. PPS, resp. molekulová hmotnost) musí být rovnoměrný průměrný a dostatečně vysoký. V případě, že PPS dosahuje nízkých hodnot, dochází ke zhoršování zpracovatelských vlastností vláken. Vysoký PPS způsobuje zhoršení zvláknitelnosti. Dále musí být zachován lineární tvar makromolekuly bez objemných bočních řetězců umožňující "přibližně rovnoběžné" uspořádání makromolekulárních segmentů. Statistický segment obsahuje typicky 10–20 jednotek. Řetězce polymerů musí obsahovat pravidelně se opakující polární skupiny, které umožňují vznik silných meziřetězcových vazeb. Výjimkou je polyetylén, zde působí pouze slabé van der Waalovy síly. Prostorově pravidelná struktura umožňuje alespoň částečnou krystalizaci a vznik vlákenné struktury. Je třeba také dostatečné tuhosti (ohebnosti) řetězce umožňující vznik krystalů se skládanými řetězci. U některých typů vláken (kapalně krystalické polymery) se vyžaduje vysoká tuhost vedoucí ke krystalitům s napjatými řetězci. Vlákno je třeba připravit zvlákněním. Tento krok vyžaduje

schopnost tavení nebo rozpouštění polymeru. Pro speciální polymery lze použít také jiných způsobů výroby vláken.

Modifikací vláken lze odstranit negativní resp. získat pozitivní vlastnosti vláken s ohledem na cíl jejich použití. Modifikovaná vlákna se označují jako vlákna II. generace, kde již název vlákna dle chemického složení nic moc neříká o vlastnostech. Označení jako polyamidy, polyester apod. zde tedy pouze indikuje, co je převažujícím chemickým složením a nikoliv to, jaké mají vlákna složení. Modifikovaná vlákna dnes tvoří velkou skupinu syntetických vláken používaných jak v oblasti oděvních tak i v oblasti technických textilií.

Z hlediska toho, v kterém stádiu se provádí modifikace, lze provést dělení do těchto skupin:

- Modifikace v průběhu přípravy polymeru  
Probíhá změna relativní molekulové hmotnosti, vytváření kopolymerů (blokové, statistické) a přidavek aditiv.
- Modifikace v průběhu přípravy vlákna:  
V této fázi se upravují podmínky dlužení a fixace. Je vytvořen nekruhový průřez a vznikají ultrajemná vlákna. Dochází k tvarování a vzniku bikomponentních vláken.
- Modifikace při použití vláken:  
Při modifikaci provádíme roubování a dostatečnou krystalizaci. Následně probíhá řízená povrchová destrukce a úprava vláken vysokoenergetickým zářením.

### 5.2.1 Modifikace v průběhu přípravy polymeru

#### a) Změna relativní molekulové hmotnosti

Velmi často stačí upravit pouze dobu a podmínky polykondenzace (teplotu, tlak). Možnosti jsou však díky úzce definovanému rozmezí dynamických viskozit taveniny omezené. V případě, že snížíme relativní molekulovou hmotnost, sníží se pevnost vláken a odolnost v ohybu, což vede k omezení žmolovitosti (žmolek tak není dlouhodobě vázán na povrch textilie). Dojde však také k zlepšení barvitelnosti vlákna.

#### b) Příprava kopolymerů

S vhodnými monomery, oligomery a prepolymery pak provedeme kopolykondenzaci. Dle podmínek přípravy a funkčnosti jednotlivých reaktantů vzniká:

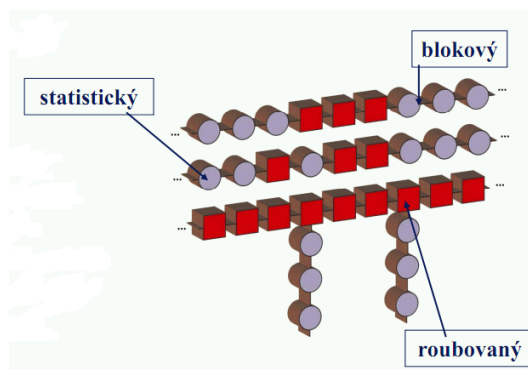
a) statistický kopolymer: -A-B-A-B-B-A-A-B-A-B-.

Do této skupiny patří většina modifikací polyesterů.

b) blokový kopolymer: -B-B-B-B-B-A-A-A-A-B-B-B-A-A-A-A-A-.

V praxi se ve větším měřítku používají PES vlákna blokově modifikovaná např. polyetylen-glykolem.

c) rozvětvený kopolymer: -A-B-A-A-B-A-A-A-B-B-A-  
└A-A-A



Obr. 9: Schéma kopolymerů [18]

Rozvětvené PE vznikají přidávkem vícefunkčních komonomerů (třífunkčních, čtyřfunkčních - např. pentaerythritol). Tyto kopolymery se používají zejména při výrobě vláken se sníženou žmolovitostí. Malé rozvětvení zvýší viskozitu taveniny polymeru a tím umožní výraznější snížení relativní molekulové hmotnosti PET při zachování možnosti snadného zvlákňování. Jinou variantou je zvýšení dynamické viskozity systému (např. použitím kyseliny 5-sulfoizoftalové).

S využitím komonomerů se obvykle dosahuje :

- *regulace sráživosti* - vznikají vysoce sráživá vlákna, která jsou sráživá v horké vodě, diferencně sráživá vlákna, která jsou sráživá až na vzduchu při teplotách kolem 170 °C a samovolně roztavná vlákna. Ta zvyšují v horké vodě svůj objem o 3 %. Roli komonomerů přebírají kyselina isoftalová a 5-sulfoisoftalová, resp. jejich kombinace. Je třeba také neopomenout vhodným způsobem upravit podmínky dlužení a fixace.

- *regulace barvitelnosti* - dochází ke zlepšení barvitelnosti disperzními barvivy pomocí komonomerů. Ty způsobují rozvolnění kompaktní struktury PES vláken (kyselina isoftalová, adipová a polyetylenglykol) nebo s jejich pomocí dochází docílení barvitelnosti kationtovými barvivy (kyselina 5-sulfoisoftalová)

- *omezení hořlavosti* - k omezení hořlavosti dochází pomocí komonomerů obsahujících atomy fosforu nebo halogenů (brom, chlor). U akrylových vláken se používá polymerace s kyselinou akrylovou a jejími deriváty.

Kopolymery vyvolávají řadu změn jak při přípravě polymeru, tak i při zvlákňování. Růst obsahu dietylenglykolu (vlivem modifikace sodnou solí kyseliny 5-sulfoizoftalové) snižuje světelnou, tepelnou i oxidační stabilitu PES vláken. Přidávky komonomeru vyžadují i úpravy katalytického systému. Přítomnost komonomeru obecně mění dynamickou viskozitu taveniny, rychlost krystalizace a schopnost orientace v průběhu zvlákňování. Často je nutno upravit i průběh dlužení a fixace (temperace). PES vlákna se běžně dluží 4 - 8 hod. po zvlákňování.

### c) Přídavek aditiv

Aditiva jsou látky, které zůstávají dispergovány ve hmotě polymerů (nezabudovávají se však do řetězců polymerů). Aditiva mohou být polymery, organické látky a anorganické sloučeniny. Přidávají se do taveniny resp. roztoku těsně před zvlákňováním.

Jako aditiva se používají:

- prostředky pro snížení hořlavosti vláken (sloučeniny obsahující fosfor a halogeny)
- antimikrobiální prostředky (zeolity obsahující kovy nebo kovové prášky)
- prostředky chránící proti UV záření (keramický prach)
- prostředky zvyšující elektrickou vodivost vláken (uhlíková čern, kysličníky kovů, polyalkylénglykoly)
- matovací prostředek (  $\text{TiO}_2$  v koncentracích do 0,5 %) )
- opticky zjasňující prostředky
- pigmenty pro barvení ve hmotě

Problémem je sklon aditiv k sedimentaci v tavenině. Zvlákňovací zařízení se více opotřebovávají a ucpávají, vlákno vyžaduje speciální povrchovou úpravu, atp. Použitá anorganická aditiva v koncentracích do 1% však obvykle nečiní při zvlákňování potíže.

## 5.2.2 Modifikace v průběhu přípravy vláken

V této skupině jsou zastoupeny zejména fyzikální modifikace.

### a) Úprava podmínek dloužení a fixace

Tímto postupem lze ovlivnit v širokém rozmezí vlastnosti vláken, což umožňuje snadno přizpůsobovat vlastnosti vláken požadavkům textilních odběratelů. Jedná se zejména o zvýšení pevnosti, úpravu tažnosti a srážlivosti vlákna.

Je známo, že čím nižší je teplota dloužení, tím sráživější jsou vlákna v horké vodě. Také mechanické a sorpční vlastnosti vláken jsou závislé na podmínkách dloužení a fixace.

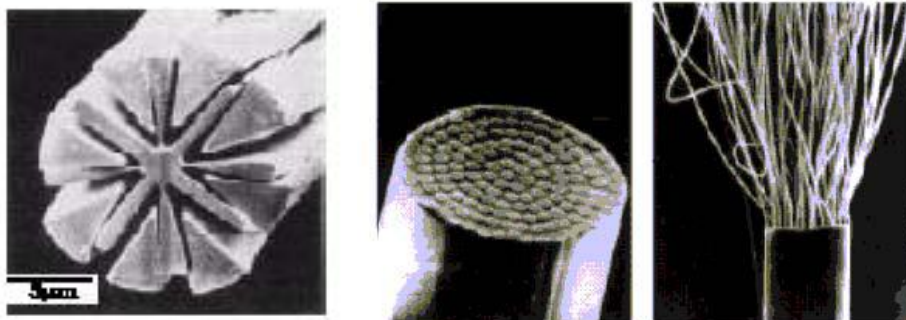
### b) Vlákna s nekruhovým průřezem

Tato vlákna se připravují na tryskách nekruhového průřezu. Vlákna s průřezem, který má přímé roviny (trojcípé, pětiúhelníkové) mají zrcadlové efekty - zvýšený lesk až třpyt (TESIL 48 - trojcípý). Vlákna s laločnatým a hvězdicovitým průřezem mají lomený „hedvábný“ lesk. Změna průřezu se projeví ve změně omaku textilie (trojcípý profil má hedvábný omak). Profilovaná vlákna mají menší sklon ke žmolování a rychleji se smáčí. U některých speciálních profilů dochází vlivem nestejnomyerného chladnutí při zvlákňování k tvorbě spirálovitého zákrutu, čímž se zlepšují tepelně izolační vlastnosti.

Profilovaná dutá vlákna, jako je pětiúhelník s kruhovou dutinou nebo čtyřúhelník s kruhovou dutinou, se používají na výrobu koberců a také jako výplňkový materiál.

### c) Ultrajemná vlákna

Jsou to vlákna jemnosti kolem 0,1 dtex. Při jejich výrobě se používá např. zvlákňování v proudu vzduchu, speciální dloužení nebo fibrilace fólií. Výhodou textilií z těchto vláken je jejich omak, možnost transportu vlhkosti kapilárami mezi vlákny, zvýšený čistící efekt. Nevýhodou těchto vláken je zejména zvýšená mačkavost.



Obr. 10: Mikrovlákna z bikomponentních vláken [16]

Broušením tkanin z ultrajemných PET vláken se získá vlasový povrch. Ultrajemná vlákna pod 0,2 dtex se používají jako syntetický velur, syntetické usně a speciální filtry (pro atomové elektrárny).

Výhodné je použití mikrovláken zejména pro filtrační účely. Tato vlastnost je zajímavá i pro oblast funkčního prádla. Filtrační schopnosti systémů s obsahem mikrovláken jsou závislé na těchto faktorech:



- Mechanické zachycování - filtrační textilie funguje jako „síta“ zachycující částice větší než je velikost pórů mezi vlákny. Mikrovlákna a nanovlákna umožňují připravit filtrační textilie s definovaně proměnnou velikostí pórů.
- Brownův pohyb - některé částice, které proniknou póry ve filtru mohou být díky svému náhodnému Brownově pohybu zachyceny na povrchu pórů. Mikrovlákna a nanovlákna jsou schopna vytvářet povrchy s velkou měrnou plochou, kde je pravděpodobnost zachycení částic při jejich Brownově pohybu podstatně vyšší.
- Shlukování - vlivem přitažlivých sil dochází ke shlukování částic do větších celků, které lze zachytit na filtru. Tendenci k shlukování podporuje také turbulence filtrovaného média. Čím budou póry více křivolaké a menší, tím bude turbulence vzrůstat, což podpoří shlukování.
- Triboelektrický efekt - vlivem tření filtrovaného média (kapalina, plyn) o stěny pórů filtračního materiálu dochází ke generování elektrického náboje. Při vhodné volbě polymeru může dojít k jeho nabití na opačný náboj než mají částice, které se mají odfiltrovat. Dojde pak k zachycování na povrchu pórů vlivem elektrostatických interakcí.

Je patrné, že použití mikrovláken a nanovláken podstatně zlepší řadu faktorů ovlivňujících celkovou filtrační schopnost textilií. Výhodné je také použití netkaných textilií připravených naplavováním, resp. zpevněných např. zaplacením pomocí vodního paprsku.

#### d) Zvýšení rychlosti zvlákňování

Klasická polyesterová vlákna se zvlákňují rychlostí do 1000 m/min (odpovídající limitní jemnost je kolem 1-2 dtex). Zjistilo se, že vlákna vyráběná při rychlosti od cca 2000 m/min se liší svými vlastnostmi od vláken zvlákňovaných při nižších rychlostech. Vzniká částečně orientovaná struktura POY (PARTIALLY ORIENTED), způsobená velkými axiálními deformacemi v zóně tuhnutí. Do rychlosti 4000 m/min jsou polyesterová POY vlákna téměř amorfní. Nad touto rychlostí jsou již částečně orientovaná a semikrystalická. V současné době se používá rychlostí zvlákňování kolem 8000 m/min. Vznikají krystality s nataženými řetězci. Rozdíly mezi klasickými a POY vlákny se projevují při srážení v horké vodě.

U klasických PET roste sráživost v horké vodě zároveň s rychlostí zvlákňování (tj. do 2000 m/min). U POY vláken je závislost opačná. S růstem rychlosti zvlákňování (od 2000 m/min) dochází k poklesu sráživosti. Příčinou je vznik krystalitů, které omezují pohyblivost polymerních řetězců (fungují jako velmi řídká fyzikální síť).

#### e) Tvarování

Tvarování je proces, jímž se dosáhne větší „objemnosti“ vláken. Dochází ke vzniku buď dvourozměrné obloučkovité nebo třírozměrné spirálovité struktury. Tvarování se provádí těmito základními metodami:

- mechanické obloučkování (tvarování vzduchem, pýchování, tažení přes hranu, deformace na ozubených kolech, nepravý zákrut, pletení - rozplétání)
- vytvoření nesymetrické struktury (bikomponentními vlákny S/S, diferenčním bobtnáním povrchových vrstev a jádra)
- nesymetrické tepelné zpracování buď lokálním nesymetrickým ohřevem nebo asymetrickým chlazením ve spřádací šachtě
- zvlákňování pod šikmým úhlem

f) Výroba bikomponentních vláken.

Existují dva základní typy bikomponentních vláken:

**Dvouvrstvé struktury:**

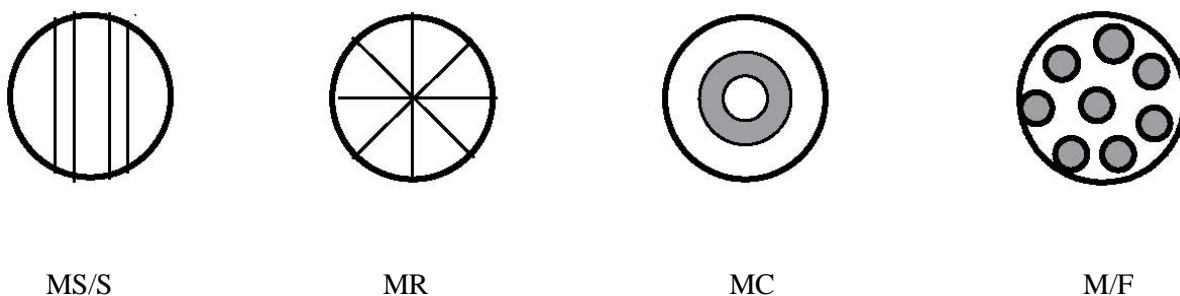
typ *S/S* vzniká spojením dvou proudů taveniny ve zvláknovací trysce nebo těsně za ní (vzájemné lepení). Obloučkování se dosahuje různou sráživostí komponent.

typ *C/S* využívá speciální trysky umožňující obklopení jednoho proudu taveniny (jádro) jiným proudem taveniny (plášť). Vzniká vhodná povrchová modifikace (antistatické vlákno, nehořlavé vlákno).

**Vícevrstvé struktury:**

typ *M/F* se vyrábí z taveniny, která vznikla mechanickým mísením dvou tavenin nebo rozptýlením fibrilek jednoho polymeru v tavenině polymeru druhého. Bikonstituentní vlákna se často využívají pro tvorbu mikrovláken resp. dutých vláken.

typy *MS/S*, *MR*, *MC*, *atd.* kde je vlákno tvořeno vrstvami jednoho polymeru oddělenými vrstvami polymeru jiného. Vrstvy mohou být uspořádány axiálně, radiálně nebo segmentově resp. mozaikově.



Obr. 11: Struktury bikomponentních vláken [4]

### 5.2.3 Modifikace při použití vláken

Tyto postupy jsou aplikovány na komerčně vyrobená vlákna, případně přímo textilie. Mohou se sem zařadit i konečné úpravy a tepelná fixace materiálů obsahujících polymerní vlákna.

a) Roubování

Při roubování se vytváří rozvětvený polymer, který vzniká navázáním postranních řetězců na řetězce PES. Zpravidla se vybrané nízkomolekulární látky (kyselina akrylová, metylmetakrylát) navazují na makro- radikály vzniklé v polymerních řetězcích. Současně probíhá polymerace

monomeru, čímž vznikají boční řetězce. Nejdůležitějším krokem je tvorba volných radikálů (iniciace roubovací reakce):

- chemickou iniciací
- ozařováním
- studenou plazmou.

#### b) Dodatečná krystalizace

Za účelem zvýšení barvitelnosti polymerních vláken se provádí (tzv. rozpouštědly) indukovaná krystalizace (společně s bobtnáním, které způsobují rozpouštědla, vzrůstá krystalinita). Po odstranění rozpouštědla struktura kolabuje. Dochází ke vzniku prasklin na povrchu vláken, mikro dutin uvnitř vláken a celkovému rozvolnění struktury. Vzniklá struktura se velmi dobře barví disperzními barvivy a také má zlepšenou adhezi k polymerním matricím.

#### c) Řízená povrchová destrukce

Řízená povrchová destrukce se používá k narušení kompaktní povrchové struktury polymerních vláken a zvýšení jejich měrného povrchu. Současně se povrch částečně hydrofilizuje vlivem karboxylových a hydroxylových skupin, které vznikly např. destrukcí esterových vazeb PES. Tím dojde k z kvalitnění sorpčních vlastností, splývavosti a omaku. Destructure se provádí hydrolyticky nebo oxidačně [4].

#### d) Úprava vláken vysokoenergetickým zářením

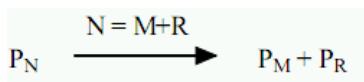
Použití Gama zářiče vede k tvorbě volných reaktivních radikálů v celé hmotě polymeru s následným navázáním nízkomolekulární látky [17]. Využitím energie urychlených elektronů a jejich cíleným řízením lze dosáhnout různé penetrace, a tím i různému hloubkovému účinku s následným chemickým navázáním např. hydrofobizačních prostředků.

Obě metody mohou vést i k řízenému síťování případně řízené destrukci polymerní matrice. Tím dochází k významnému ovlivnění základních fyzikálně-mechanických parametrů polymerního vlákna.

### 5.2.4 Degradace vláken

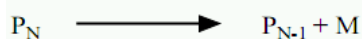
Degradace polymerů je důležitým ukazatelem životnosti polymerů případně v případě následného zvláknění polymerů i ukazatelem životnosti vláken. Degradací dochází ke snížení úrovně vlastností textilních vláken, zejména jejich pevnosti. Degradací dochází ke štěpení primárních a sekundárních vazeb řetězců polymeru a snižování polymeračního stupně. Toto štěpení probíhá zejména tehdy, je-li energie vnějšího působení vyšší než energie vazby v hlavním řetězci. Při degradaci dochází ke dvěma základním dějům - statistickému štěpení a depolymeraci.

Statistické štěpení



Při tomto procesu probíhá rozpad polymerního řetězce v náhodných místech a dochází k rychlému poklesu pevnosti.

Depolymerace



Při tomto procesu dochází k postupnému odštěpování molekul monomeru, čímž se snižuje molekulová hmotnost a tím i mechanické vlastnosti vláken.

Typů degradace je několik. Rozeznáváme degradaci tepelnou, fotolytickou, oxidační a hydrolytickou. Při tepelné degradaci dochází zejména k radikálové depolymeraci, která je typická pro vlákna z polymerů vzniklých radikálovou polymerací. Z dalších procesů to jsou pak procesy neradikálové depolymerace a reakce vedoucí k cyklickým produktům a vzniku řídké sítě.

Všechny degradační procesy závisí také na tom, v jakém prostředí probíhají. Na vzduchu za běžných podmínek dochází k termooxidaci, která probíhá mechanismem statistického praskání řetězců a tyto degradační procesy ještě zrychlují.

Při fotodegradaci závisí intenzita působení na hodnotě světelné energie. Energie fotonů o vlnových délkách 400–300 nm je v rozsahu 300–390 kJ/mol. To tedy znamená, že část spektra světelného záření a UV A oblast je energeticky srovnatelná s energií kovalentních vazeb v polymerech (energie C-C vazby je kolem 420 kJ/mol). Prvním krokem fotodegradace je praskání primárních vazeb v řetězcích a depolymerizace. UV složka záření je hlavní příčinou blednutí a křehnutí textilu [4, 15, 19].

Další procesy jsou blízké termodegradaci a degradaci způsobené vysokoenergetickým zářením v tenké vrstvě např. urychlené elektrony. [34]

Textilní vlákna jsou hygroskopický materiál, který mění svou vlhkost podle vlhkosti okolního vzduchu. Absorpcí nebo desorpcí vody dochází k rozměrovým změnám vláken (bobtnání nebo smršťování). Tyto rozměrové změny mohou vést k odírání a mechanickému poškození vláken, tedy celých tkanin.

Vysoká relativní vlhkost (nad 66 %) může urychlovat chemické a biologické poškození textilu. Textil uchovávaný při relativní vlhkosti nad 60 % může být snadno napaden plísněmi. Naopak pokles relativní vlhkosti pod 20 % způsobuje přeschnutí vláken, vlákna ztrácí svoji pružnost, křehnou. Ke komplexním degradativním procesům dochází při přirozeném stárnutí polymerů. Zde převažují mechanismy vedoucí k depolymeraci [4, 15, 19].

## 6 TEXTILNÍ VLÁKNA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Zájem o životní prostředí, rostoucí ceny ropy a vyčerpatelnost zásob ropy jsou hnací silou výzkumu způsobů jak nahradit petrochemické produkty materiály přírodními. Vlákna z obnovitelných zdrojů jsou šetrná k životnímu prostředí, jsou biologicky odbouratelná a recyklovatelná. Roste tak zájem o obnovitelné zdroje, kterými jsou například kukuřičná sláma, ananasové listy, apod. Dalším objektem zájmu jsou vlákna z regenerovaných proteinů, např. z kuřecího peří a sóji [29].

Výroba a využívání obnovitelných surovin má významný pozitivní ekologický účinek. Pěstováním průmyslových rostlin se až na některé výjimky (např. rýže) nenavýšuje produkce skleníkových plynů. Surovinové využití těchto rostlin představuje významnou a zpravidla dlouhodobou sekvestraci uhlíku (přeměnu oxidu uhličitého na stabilní uhlík), čímž dochází k zmírnění antropogenních vlivů

na skleníkový efekt. Využívání obnovitelných surovin také přispívá k ochraně vyčerpatelných fosilních zdrojů. V České republice je možné využít v současné době pro pěstování nepotravinářské produkce půdu o rozloze 400 000 ha. Nepotravinářská produkce může být vhodnou alternativou k prostému zatravnění a zalesňování těchto ploch. Využití obnovitelných surovin představuje šanci pro inovaci, například při výrobě hydrofilních biopolymerů vznikají zcela nové produkty s výjimečnými vlastnostmi, které není možno získat z ropných surovin. Zároveň jsou oproti dřívějším sklizňovým technologiím, které obsahovaly příliš mnoho ruční práce, osvojovány technologie ekonomicky efektivní. Tím je umožněna uplatnění i dříve obtížně zpracovatelných odpadních frakcí např. pazdeří (součást konopí) [25].

Textilní vlákna z obnovitelných zdrojů je možné rozdělit v zásadě do dvou velkých skupin. První a druhově podstatně rozsáhlejší skupina je tvořena zástupci čistě přírodních materiálů. Přírodní materiály jsou tvořeny vlákny rostlinnými a vlákny živočišnými. Nejtypičtějším zástupci rostlinných vláken jsou bavlna, len, konopí, kapok, kenaf, ramie a kokos. Získávají se zpracováním semen, stonků a plodů. Z rostlinných listů se získává sisal a manilské konopí.

Nové technologie dovolují získat přírodní vlákna téměř ze všeho, jde jen o to, jaké vlastnosti získané vlákno má a jak je drahé. Příkladem nového využití rostlinného vlákna je třeba tkanina vyrobená z bambusu. Na první omak působí pevným a tužším dojmem. Dle výrobce je tkanina z bambusu na dotek jemná podobně jako hedvábí, saje a odpaňuje pot tak, že pokožku nevysouší, ale přebytek potu vždy spolehlivě odvede. Oblečení se údajně nelepí na pokožku, má termoregulační schopnosti a je přirozeně antibakteriální. Většina bambusů roste rychle a nepotřebuje umělé přihnojování.

Jako další obnovitelný zdroj se nabízí vlákna z banánovníku. Tato vlákna jsou hodnocena z hlediska kvality jako středně kvalitní vlákna. Vlákna banánovníku sama o sobě mají díky jeho mnohobuněčnému charakteru a tvorbě kompozitních vláken s hemi-celulózou a ligninem nízkou kvalitu, avšak kombinací s jinými vlákny se jejich jakost zvyšuje. Používají se na výrobu jemných předmětů vyráběných ručními pracemi. Silnější banánová vlákna ve směsi s bavlnou jsou dobře využitelná k výrobě pytlů, prostírání, lan a motouzů. Banánové vlákno má dobrou pevnost a lesk jako hedvábí. V některých státech se také používá na výrobu oděvů. (např. Filipíny) [28].

Vlákna živočišného původu mohou být vlákna keratinová. Typickým představitelem je ovčí vlna (např. Merino vlna ze speciálně vyšlechtěných ovcí, které žijí v chladnějších oblastech s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi a prodyšností, čímž je omezen růst bakterií způsobujících zápach). Dalšími zástupci textilních vláken živočišného původu jsou kašmír, mohér, srst velblouda, srst králíka angorského a kozí chlupy. Do vláken fibroinového původu, která jsou vytvořena z výměšků hmyzu, řadíme přírodní pravé hedvábí (z výměšků bource morušového) [30], hedvábí plané neboli tussah (z výměšků bource dubového) a také pavoučí hedvábí. Pavoučí hedvábí se vyznačuje velmi neobvyklou mechanickou pevností. Všechna výše uvedená vlákna jsou získána čistě přírodní cestou. Definujeme je jako vlákna z obnovitelných zdrojů.

Druhou skupinou jsou vlákna umělá. Tato vlákna se získávají chemickou cestou. Chemická vlákna se vyrábějí buď z přírodních polymerů nebo syntetických polymerů. Vlákna z přírodních polymerů jsou vytvořena uměle a to chemickou případně fyzikálně-chemickou modifikací přírodních polymerů. Nejčastěji využívaným přírodním polymerem je celulóza (vlákna z regenerované celulózy, vlákna z derivátů celulózy). Regenerované celulózové vlákno modal (modifikovaná viskóza) je vlákno s vysokou pevností i dobrou savostí. Tato na omak velmi příjemná textilie mírně chladí, a působí tak proti přehřátí [27]. Menší okruh chemických vláken z přírodních polymerů tvoří vlákna z regenerovaných rostlinných (zein, sója) a živočišných (kasein, keratin, fibrin) bílkovin [29,31]. Syntetická textilní vlákna jako je nylon a viskóza se stále ještě téměř kompletně vyrábějí z ropy. Tu by

však bylo možné nahradit vedlejšími a odpadními produkty přírodního původu. Takovou surovinou je např. peří z odvětví zabývajícího se zpracováním drůbežního masa a vajec, které se dá podle informací vědců z univerzity v Nebrasce transformovat na lehký a biologicky odbouratelný materiál. Peří obsahuje z velké části protein keratin (oproti celulóze, která je většinou stavební jednotkou přírodních materiálů). Keratin obsažený v měkkých částech prachových per je možné transformovat a následně ztuhnout. Vzniká lehký, ale kompaktní materiál, který je silnější než vlna a vyznačuje se rovněž lepšími izolačními schopnostmi. Vědec Yigi Yang z univerzity v Nebrasce prohlásil, že cílem jeho týmu je vyvinout materiál, který by dokázal plně nahradit produkty vyrobené z ropy, a tím snížit spotřebu fosilních paliv. Podle předpokladů však uplyne ještě několik let než se objeví nová textilní vlákna na trhu [26].

Výše uvedená chemická vlákna můžeme definovat také jako vlákna z obnovitelných zdrojů surovin. Většinou je zde ale podstatně větší zásah do chemické struktury materiálu.

Poslední skupinou jsou vlákna, která jsou vyrobena čistě synteticky. Pouze část surovin je připravena přeměnou z přírodních obnovitelných zdrojů, případně regenerací odpadních surovin. Jako příklad můžeme uvést použití pšeničných, kukuřičných či jiných polysacharidů jako náhrady ropy a jejich derivátů při výrobě polymerů. V tomto zastoupení je nejvíce využíván pro komerční účely etylenglykol vyrobený z pšenice či kukuřice. Takto připravený etylenglykol je použit pro polykondenzační reakci s polytrimetyléntereftalátem za vzniku PES vlákna. Jak se však ukazuje, tato kombinace zatím nepřináší žádné zvláštní technologické ani funkční výhody. Proto se nabízí tvrzení, že využití pšenice, brambor, kukuřice, rýže případně sóji je mimo potravinářský sektor kontraproduktivní.

Pro některé účely lze využít k recyklaci materiálu z použitých PET lahví případně jiných plošných fóliových odpadních materiálů a to buď přímým mechanickým rozštěpením, tepelným zpracováním na regeneračních linkách a následným zvlákněním nebo superorientací na vlákna [32,33].

V poslední době se jeví jako nová teoretická možnost využití vzrůstajícího množství odpadního glycerolu z výroby biopaliv jako náhrada některých surovin pro výrobu polyesterů.

## 7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poukázat na problematiku neobnovitelnosti současných zdrojů pro výrobu textilních vláken a analyzovat možnosti zdrojů obnovitelných. Umělá vlákna a jejich modifikace poskytují unikátní výhodné vlastnosti. Zásoby základních surovin jsou však omezené a nároky kladené na ochranu životního prostředí jsou stále přísnější. Suroviny z vyčerpateľných zdrojů je třeba nahradit zdroji přírodními, které budou šetřit životní prostředí a zpomalovat tak nevratný proces znečištění. Současné technologie jsou schopné zvládnout velké spektrum surovin, jde ale především o komerčně výhodné vlastnosti a cenovou dostupnost. V případě že se škála přírodních zdrojů obohatí o další suroviny, bude nabídka produktů variabilnější, individuální potřeby splnitelnější a možnosti prakticky neomezené. Teoreticky dojde i k růstu zaměstnanosti mimo městské části díky zvýšeným pěstitelským potřebám a k novým možnostem příjmu z obchodů se surovinami pro země třetího světa. Díky snadné odbouratelnosti, možné recyklovatelnosti a využití dosud nevyužitých komodit a nevyužívaných odpadních frakcí se sníží množství odpadů. Obnovitelné zdroje s sebou přináší tyto a jiné další výhody. Zatím jsou však výše jmenované možnosti takovém rozsahu vizí budoucnosti. Přesto je však textilní průmysl odvětvím s relativně vysokou mírou surovinové základny z obnovitelných zdrojů. Technologicky i ekonomicky výhodným přírodním zdrojem je například bavlna, která má zatím nezastupitelné vlastnosti. Jiným velmi ceněným materiálem je merino vlna ze speciálně šlechtěných ovcí. Je to vysoce jakostní materiál se řadou specifických vlastností. Dalšími využívanými přírodními surovinami jsou například juta, len, konopí, hedvábí, a další. Z kukuřičných, pšeničných či jiných polysacharidů je možno získat etylenglykol, který lze využít pro polykondenzační reakci s PTMF za vzniku PES vláken. Tato kombinace však neplní požadovaný účel, protože etylenglykol syntetizovaný z kukuřice nepřináší vůči etylenglykolu z ropy žádnou přidanou hodnotu. Úplně nové materiály, jakými jsou například kokos nebo banán, mají jiné zpracovatelské vlastnosti. Celkově lze říci, že nově zkoumané komodity však v současné době nesplňují kladené nároky na ekonomičnost a určitý souhrn předpokládaných vlastností pro výrobu textilních vláken tak, aby je bylo možno plně komerčně využívat. V horizontu 10ti let se proto nedá předpokládat významný inovační krok. Můžeme spíše očekávat objevy výhodnějších modifikací stávajících plně komerčně využívaných surovin.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A JEDNOTEK

PTFE	polytetrafluorethylen
IWS	International Wool Sekretariat
PPS	polymerační stupeň
PES	polyester
PE	polyethylen
PET	polyethylentereftalát
PAN	polyakrylonitril
PA	polyamid
PU	polyurethan
PP	polypropylen
PPS	polymerační stupeň
AS	azbestová vlákna
POY	částečně orientovaná struktura (partially oriented)
UV	ultrafialové (záření)
S/S	side by side
C/S	core - sealth
MC	multi core
MR	multiple radial
M/F	bikonstituentní vlákno
MS/S	multiple side by side

název jednotky	vztah výpočtu
tex (jednotka jemnosti)	$J [\text{tex}] = \frac{M_{\text{sv}}}{L_{\text{sv}} \cdot n_{\text{v}}} = \frac{m_{\text{sv}}}{l_{\text{sv}} \cdot n_{\text{v}}} = 10^{-6} \text{ kg m}^{-1}$
dtex (decitex)	$J [\text{dtex}] = 10 \cdot \frac{M [\text{g}]}{L [\text{km}]} = 10 \cdot \frac{m [\text{mg}]}{l [\text{m}]}$
mN/tex (milinewton/tex)	$\text{mN/tex} = 88,3 \cdot \frac{\text{gf}}{\text{den}}$
titr denier	$\text{den} = \frac{\text{g}}{9\text{km}} \quad (1 \text{ dtex} = \frac{10}{9} \text{ den})$
den (denier)	$\text{den} = \frac{\text{tex}}{0,1111}$
micronaire	$\text{micronaire} = \text{den} \cdot 2,822$

J - jemnost vyjádřená v tex

L - odříznutá délka svazku vláken v kilometrech

M - hmotnost svazku vláken v gramech

n - počet vláken ve svazku

l - odříznutá délka svazku vláken v metrech

m - hmotnost svazku vláken v miligramech



## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Česká republika. Zákon č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele. *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1992, 130, s. 3811
- [2] *E-Ltex: Škola textilu* [online]. 2005 [cit. 2011-03-19]. Historie textilu. Dostupné z WWW: <<http://www.skolertextilu.cz/history/>>
- [3] POSPÍŠIL, Z. a kol. *Příručka textilního odborníka*. 1. část. Praha : Alfa, 1981.
- [4] MILITKÝ Jiří; VANÍČEK Jiří. Modifikace struktury a vlastností vláken a vztah k užitným a zpracovatelským vlastnostem vláken. In *Vlastnosti vláken* [online]. Katedra textilních materiálů, TF : TÚ Liberec, c2004-2005 [cit. 2011-04-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/VlastnostiVlaken-prednaska14.pdf>>.
- [5] *E-LTex : Škola textilu* [online]. 2005 [cit. 2011-04-03]. Textilní vlákna jako surovina, jejich morfologie, vlastnosti, označování při prodeji a jeho identifikace. Dostupné z WWW: <<http://www.skolertextilu.cz/vlakna/index.php?page=1>>.
- [6] DENNINGER, Fabia; GIESE, Elke. *Textil- und Modelexikon*. Frankfurt/Main : Deutscher Fachverlag, 2006. 864 s. ISBN 3-87150-848-9.
- [7] SOU Domažlice [online]. 2008 [cit. 2011-04-11]. Textilní a oděvní zboží. Dostupné z WWW: <[http://www.soudom.cz/Zboziznalstvi/Textilni\\_a\\_odevni\\_zbozi.pdf](http://www.soudom.cz/Zboziznalstvi/Textilni_a_odevni_zbozi.pdf)>.
- [8] KIEßLING, Alois; MATTHES, Max. *Textil-Fachwörterbuch*. Berlin : Schiele & Schön, 1993. 435 s. ISBN 3-7949-0546-6.
- [9] BETHGE, Philip. UMWELT - Koalition der Unwilligen: Noch immer wird massenweise Asbest verbaut - vor allem in Asien. Als einziges westliches Land setzt Kanada die Förderung des hochgefährlichen Materials fort.. *DER SPIEGEL* [online]. 2008, 50, [cit. 2011-04-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-62492109.html>>.
- [10] WELLMANN, Jan B. Commitment and Competence in Cotton. In *Cotton Promotion Bulletin* [online]. Washington : International Forum for Cotton Promotion, 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.cottonpromotion.org/features/bremen/>>.
- [11] DEEDRICK, Douglas W. Hairs, Fibers, Crime, and Evidence. *Forensic science communications* [online]. 2008, 2, 3, [cit. 2011-04-16]. Dostupný z WWW: <<http://www2.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/july2000/deedric3.htm>>.
- [12] *Bedsore Prevention:Medical Sheepskins* [online]. 1998 [cit. 2011-04-16]. WOOL and SHEEPSKIN. Dostupné z WWW: <<http://www.medicalsheepskins.com/wool.htm>>.
- [13] WILLIAMSON, Jamie. *TopNews* [online]. Washington : 07/30/2010 [cit. 2011-04-18]. Silk fibres could pave way for "edible optics" in future. Dostupné z WWW: <<http://www.topnews.in/usa/silk-fibres-could-pave-way-edible-optics-future-24966>>.

- [14] Prokopová Irena: *Makromolekulární chemie*. 2nd ed. Praha : VŠCHT Praha, 2007. ISBN 978-80-7080-662-3
- [15] *Technická univerzita v Liberci - Fakulta textilní* [online]. 2008 [cit. 2011-04-21]. Chemická vlákna ze syntetických polymerů. Dostupné z WWW: <[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/synteticka\\_vlakna.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/synteticka_vlakna.pdf)>.
- [16] *Struktura polymerů a metody jejího zkoumání*, Kolektiv autorů, ČSAV, Macro, svazek M-19, 1992
- [17] KOTLÍK, J. Effect of elektron irradiation on Bralen type LDPE. *Radioisotopy* 1988, 29, 5-6, s. 471-477.
- [18] *Technická univerzita v Liberci - Fakulta textilní* [online]. c2008 [cit. 2011-04-22]. Modifikace vláken. Dostupné z WWW: <[http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/3\\_vlakna\\_modifikace.pdf](http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/3_vlakna_modifikace.pdf)>.
- [19] Krčma L. *Degradace textilních vláken a ochrana proti ní*. Praha: SNTL, 1976.
- [20] HOFER, Alfons. *Stoffe. 1. Textilrohstoffe. 7. völlig überarbeitete Auflage*. Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992. s. 301-336, 448. ISBN 3-87150-366-5.
- [21] HOFER, Alfons. *Stoffe. 1. Textilrohstoffe. 7. völlig überarbeitete Auflage*. Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992. s. 337-358. ISBN 3-87150-366-5.
- [22] HOFER, Alfons. *Stoffe. 1. Textilrohstoffe. 7. völlig überarbeitete Auflage*. Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992. s. 359-389. ISBN 3-87150-366-5.
- [23] HOFER, Alfons. *Stoffe. 1. Textilrohstoffe. 7. völlig überarbeitete Auflage*. Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992. s. 392-398. ISBN 3-87150-366-5.
- [24] KLUČÁKOVÁ, Martina. *Chemie pro FSI* [online]. 2008 [cit. 2011-04-22]. Základy makromolekulární chemie. Dostupné z WWW: <<http://www.fch.vutbr.cz/~klucakova/web14.doc>>.
- [25] VÁŇA, Jaroslav. *Biom* [online]. 2004-04-07, 2007-07-20 [cit. 2011-04-29]. Využívání obnovitelných surovin v České republice. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuzivani-obnovitelnych-surovin-v-ceske-republice>>.
- [26] ÚZPI. *Biom* [online]. 2007-08-09 [cit. 2011-04-29]. Peří místo ropy. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/peri-misto-ropy>>.
- [27] ČERVINKA, Jiří. *Svět outdooru* [online]. 2009 [cit. 2011-04-29]. Recyklace a přírodní vlákna - móda, nebo pokrok?. Dostupné z WWW: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107993-recyklace-a-prirodni-vlakna-%96-m%F3da,-nebo-pokrok?>>>.
- [28] DESAI, Anita. A. *Fibre2fashion* [online]. c2011 [cit. 2011-04-29]. Unconventional textiles in India - Banana Fibres. Dostupné z WWW: <<http://www.fibre2fashion.com/industry-article/8/747/unconventional-textiles-in-india-banana-fibres3.asp>>.

- [29] POOLE, Andrew J.; CHURCH, Jeffrey S.; HUSON, Mickey G. Environmentally Sustainable Fibers from Regenerated Protein. *Biomacromolecules*. 2009, 10, 1, s. 1-8.
- [30] REDDY,N., YIQUI, Y. Morphology and tensile properties of silk fibers produced by uncommon Saturniidae. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2010, 46, s. 419-424
- [31] REDDY,N., YIQUI, Y. Natural cellulose fibers from soybean straw. *Bioresource Technology*. 2009, 100, s. 3593-3598.
- [32] BARTL,A.,HACKL, A. . Recycling of Fiber Materials. *Process Safety and Environmental Protection*. July 2005, 83 (B4), Part B, s. 351-358.
- [33] MOŽÍŠEK M.,KOTLÍK J. *BOPETP - průzkum radiačních modifikací PET fólií*, Výzkumná zpráva, V. Bitýška: SVUT-CRT, 1990.
- [34] KOTLÍK J. Impact strength of radiochemically crosslinked Bralen-type low-density polyethylene. *Plasty a Kaučuk*. 1988, 25, 6, s. 161-165. CODEN: PLKCAS. ISSN:0322-7340.