



POROVNÁNÍ TRVANLIVOSTNÍCH VLASTNOSTÍ PES MATERIÁLŮ VYROBENÝCH KLASICKÝM ZPŮSOBEM A Z RECYKLOVANÝCH PET ZDROJŮ

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R004 – Technologie a řízení oděvní výroby

Autor práce: Barbora Voběrková

Vedoucí práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.





THE COMPARISON OF THE DURABILITY PROPERTIES OF PES MATERIALS MADE WITH THE CLASSIC METHOD AND FROM THE RECYCLED PET SOURCES

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R004 – Clothing production technologies and management
Author: Barbora Voběrková
Supervisor: Ing. Petra Komárková, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora Voběrková**
Osobní číslo: **T11000590**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**
Název tématu: **Porovnání trvanlivostních vlastností PES materiálů vyrobených klasickým způsobem a z recyklovaných PET zdrojů**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

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

1. Rešerše zaměřená na technologii výroby textilních a oděvních polyesterových materiálů vyrobených z recyklovaných PET (polyethyltereftalát) zdrojů.
2. Průzkum trhu oděvních a textilních polyesterových materiálů vyrobených z recyklovaných PET zdrojů.
3. Analýza trvanlivostních vlastností textilních a oděvních materiálů s ohledem na účel použití materiálů z recyklovaných PET zdrojů.
4. Návrh a realizace experimentu zaměřeného na porovnání vybraných trvanlivostních charakteristik polyesterových materiálů vyrobených klasickou cestou a polyesterových materiálů z recyklovaných PET zdrojů. Ověření vlivu údržby na tyto trvanlivostní vlastnosti.
5. Vyhodnocení experimentu a formulace vyplývajících závěrů.

Technická univerzita v Liberci
Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání bakalářské práce do 14.5.2015.

Název bakalářské práce: Porovnání trvanlivostních vlastností textilních a oděvních PES materiálů vyrobených standardním způsobem a textilních a oděvních PES materiálů vyrobených z recyklovaných PET zdrojů.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Komárková Petra, Ing. Ph.D.

Jméno, příjmení a adresa žadatele: Barbora, Voběrková, Drahotěšice 10, Hluboká nad Vl.

Podpis žadatele: *Barbora Voběrková*

Datum podání žádosti: *16.12.2014*

Vyjádření vedoucího práce: *Souhlasím. Komárková*

Vyjádření vedoucího katedry:

Hav *Souhlasím. 18.12.2014*
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví

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

Touto formou bych ráda poděkovala mojí vedoucí práce Ing. Petře Komárkové, Ph.D., za její trpělivost, cenné rady a připomínky při vzniku této práce.

Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Třešňákovi a panu Ing. Chotěborovi, za jejich pomoc při měření.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé babičce, která mě přiměla tuto práci dokončit, mým drahým maminkám, které mi pomohly s korekturou a celé mojí rodině.

Velké díky patří také mému příteli, který se během mého psaní o mě tak hezky staral.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním trvanlivostních vlastností polyesterových materiálů vyrobených klasickým způsobem a materiálů vyrobených z recyklovaných PET zdrojů.

Teoretická část práce je zaměřena na technologii výroby recyklovaných polyesterových vláken a jejich využití v textilním a oděvním průmyslu. V poslední kapitole teoretické části je uvedena analýza trvanlivostních vlastností s ohledem na účel použití fleecových materiálů vyrobených z recyklovaných PET zdrojů.

V praktické části je popsán samotný experiment, ve kterém se porovnává pevnost, tažnost, žmolkovitost a stálobarevnost textilií z klasického a z recyklovaného polyesteru. Dále jsou oba typy materiálů vystaveny vlivu UV záření a vlivu údržby, respektive praní. Výsledky jsou porovnány s naměřenými výchozími hodnotami a jsou vidět v tabulkách a grafech.

ANNOTATION

The main focus of the thesis is to compare the attributes of PES materials that were produced using classic manufacturing process and the ones created from recycled PET sources.

The theoretical part of the thesis concentrates on the technology of the production of recycled PES fibres and their use in the textile and clothing industry. The last chapter of the theoretical part of the thesis contains analysis of the durability properties while taking into account use of the fleece materials made from recycled PET sources.

The practical part of the thesis contains the description of the experiment which compares several qualitative attributes between classic and recycled PES material. Both types of the material are as well exposed to UV radiation and cleaning (specifically washing). The results of the experiment are compared with the originally measured values and documented in the tables and graphs.

Klíčová slova:

recyklovaný polyester, trvanlivostní vlastnosti, vliv UV záření

Key words:

recycled polyester, durability properties, UV radiation effect

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD..... | 6 |
| 2 PET | 7 |
| 2.1 Výroba PET..... | 7 |
| 2.1.1 Klasický PET (virgin - vPET) | 7 |
| 2.1.2 Recyklovaný PET (recycled - rPET) | 9 |
| 3 POLYESTEROVÁ VLÁKNA (PES)..... | 12 |
| 3.1 Historie..... | 12 |
| 3.2 Vlastnosti PET vláken..... | 12 |
| 3.3 Výroba oděvních PES materiálů z PET odpadu | 14 |
| 4 VÝROBA PES VLÁKEN Z rPET | 15 |
| 4.1.1 Kontinuální způsob výroby..... | 16 |
| 4.1.1 Diskontinuální způsob výroby | 17 |
| 4.2 Modifikace polyesterových vláken | 18 |
| 4.3 Polyesterové směsi | 19 |
| 5 VYUŽITÍ RECYKLOVANÉHO POLYESTERU V TEXTILNÍM A ODĚVNÍM PRŮMYSLU..... | 20 |
| 5.1 Pleteniny..... | 20 |
| 5.2 Tkaniny | 21 |
| 5.3 Netkané textilie | 21 |
| 5.4 Největší výrobci recyklovaných polyesterových vláken..... | 23 |
| 6 TRVANLIVOSTNÍ VLASTNOSTI..... | 26 |
| 6.1 Tahové a pevnostní vlastnosti | 26 |
| 6.1.1 Stanovení pevnosti pletenin v tahu | 26 |
| 6.1.2 Stanovení tažnosti pletenin | 27 |
| 6.2 Žmolkovitost | 28 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.2.1 | Zjišťování žmolkovitosti metodou Martine Dale | 28 |
| 6.3 | Stálobarevnost..... | 29 |
| 6.4 | Oděr..... | 30 |
| 6.5 | UV záření | 31 |
| 7 | POROVNÁNÍ VYBRANÝCH TRVANLIVOSTNÍCH VLASTNOSTÍ | 34 |
| 7.1 | Charakteristika materiálů | 35 |
| 7.2 | Měření vstupních parametrů | 36 |
| 7.2.1 | Tloušťka..... | 36 |
| 7.2.2 | Plošná hmotnost..... | 38 |
| 7.3 | Pevnost a tažnost textilií..... | 39 |
| 7.4 | Zjišťování žmolkovitosti..... | 45 |
| 7.5 | Zjišťování stálobarevnosti..... | 48 |
| | ZÁVĚR | 50 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 52 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 54 |
| | SEZNAM TABULEK | 54 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 55 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ..... | 56 |

TEORETICKÁ ČÁST

ÚVOD

Díky tématu mé bakalářské práce jsem si nedávno přečetla zajímavý článek o tom jak je pěstování bavlny a její následné zpracování zatěžující pro přírodu. Tak např. mezi Kazachstánem a Uzbekistánem díky zavlažování bavlníkových polí zaniklo Aralské jezero, jedna z největších katastrof, o které se vůbec nemluví. A v jiném článku se píše, že v Indii se na vypěstování bavlny spotřebuje plno pesticidů a s tou pak pracují negramotní dělníci, kteří si ani neumí přečíst co je napsáno na nádobách s jedy. Otázkou je jaké dopady má na přírodu pěstování bavlny při spotřebě třiceti triček ročně na jednoho euroameričana? Je zjištěno, že mnohem šetrnější k přírodě je výroba směsí a viskózy než výroba bavlněného textilu.

Z PET odpadu se získává druhotná surovina, která se dá znovu využít k výrobě nových oděvů a umožňuje tak šetřit neobnovitelné zdroje a zároveň se tak omezuje zatěžování životního prostředí.

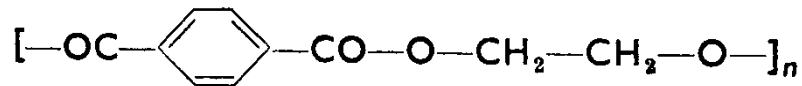
V dnešní době se stává trendem nosit oděvy, označené jako "recyklovaný polyester". Pro firmu, která nabízí recyklované výrobky to je známka dobré image, vypadat na trhu co nejvíce ekologicky.

Výrobci nás většinou informují o tom, z kolika PET lahví je daný výrobek zhotoven. Tak např. 1 fleecová mikina FORCLAZ 50, kterou nabízí obchod Decathlon, je v pánském provedení vyrobená z 8 PET lahví, nebo 1 džína značky Levi's jsou pořízeny z 8 PET lahví. Také nákupní taška, značky "dm", je vyrobená ze 2 PET lahví. Ale snad úplně nejznámější jsou sportovní dresy značky Nike. Česká hokejová reprezentace se na olympijských hrách v Soči v roce 2014 představila v dresech vyrobených ze 17 PET lahví.

Mým cílem je získat všeobecné informace na dané téma a provést experiment, ve kterém budu mezi sebou porovnávat recyklovaný a klasický polyester.

2 PET

Polyetylantereftalát (PET) je termoplastická pryskyřice, složená z dlouhých lineárních řetězců, které se opakují.



Obr. 1: Strukturální jednotka PET [1]

[1]

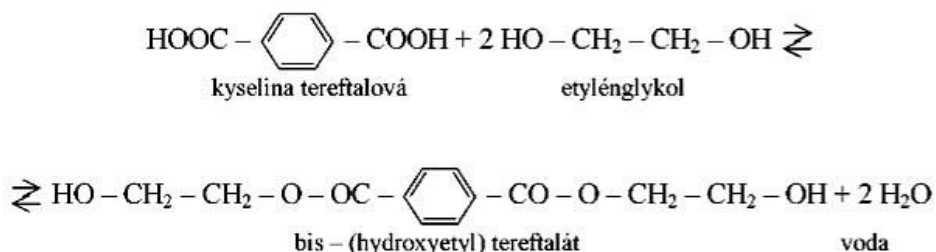
2.1 Výroba PET

2.1.1 Klasický PET (virgin - vPET)

vPET je tvořen pomocí polykondenzace kyseliny tereftalové a etylenglykolu.

Klasický PET se připravuje dvěma základními postupy:

1) **Přímá esterifikace** (reakce karboxylové kyseliny a alkoholu, za vzniku esteru a současného odštěpení molekuly vody) kyseliny tereftalové a etylenglykolu

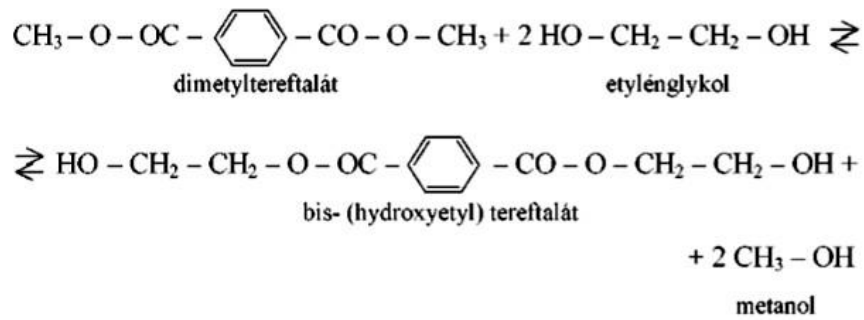


Obr. 2: Přímá esterifikace kyseliny tereftalové a etylenglykolu [1]

Tento proces vyžaduje vysokou čistotu kyseliny tereftalové (99,95%). Kyselina tereftalová je téměř nerozpustná a obtížně se taví, proto je velmi obtížné se zbavit nečistot vzniklých při výrobě a celá reakce tak vyžaduje dlouhou dobu.

Výhodou tohoto postupu je možnost vypustit esterifikaci kyseliny tereftalové metanolem.

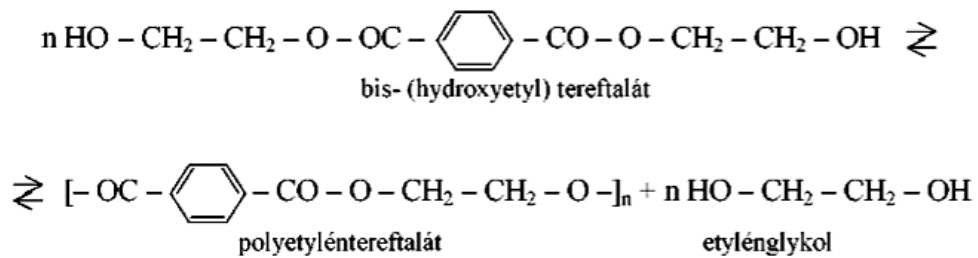
2) **předesterifikace DMT (dimetyltereftalátu)** - v 1. fázi je **reesterifikace**, při které dochází k náhradě metanolu v molekule dimetyltereftalátu etylenglykolem (při teplotě mezi 190 - 195 °C).



Obr. 3: Reesterifikace dimetyltereftalátu a etylénglykolu [1]

Ve 2. fázi vznikne polykondenzací z n-molekul polymer za vydestilování přebytečného etylénglykolu.

Polykondenzace je vzájemné spojování dvou různých nízkomolekulárních sloučenin za vzniku polymeru a vedlejších produktů, jako je voda, chlorovodík, amoniak, alkohol atd



Obr. 4: Polykondenzace bis-(hydroxyetyl)tereftalátu [1]

[1,2]

2.1.2 Recyklovaný PET (recycled - rPET)

rPET je druhotná surovina získaná recyklací PET odpadů.

PET se začal recyklovat z důvodu jeho dlouhého rozkladu, která činí 50 až 80 let a tudíž zamezení skládkování.

Recyklace obecně znamená opětovné využití výrobku, nebo znovuvvedení materiálu do výrobního cyklu.

Významy recyklace:

- *ekonomický* - nižší náklady na druhotné suroviny, nižší náklady na likvidaci odpadů
- *technologický* - časová ohraničenost zdrojů prvotních surovin, technologická nutnost použít druhotné suroviny
- *ekologický* - ochrana životního prostředí
- *energetický* - úspora energie při znovu vyrábění materiálů

[17]

2.1.2.1 Druhy recyklace

2.1.2.1.1 Materiálová recyklace (fyzikální recyklace)

Tento typ recyklace je určen především pro termoplasty.

Mokrý proces

Mokrý proces je nejrozšířenější způsob recyklace PET materiálů.

Technologický postup:

Nejprve dochází k roztřídění plastových lahví podle druhu materiálů. Vytříděné PET lahve jsou dopravovány systémem dopravníků k mletí lahví společně s vodou, kde jsou PET lahve rozsekané na drť (PET flakes) v rozmezí 10 – 14 mm. Následuje filtrace ve filtrační nádrži, kde dochází k oddělení PET a polyolefinů (etikety a víčka). Drť z víček má menší hustotu, proto se ve vodě drží nahoře a PET drť klesá ke dnu. PET flakes se dále čistí ve frikčních pračkách pomocí louhů a saponátů. Dochází zde k rozvláknění etiket na celulózu a rozpuštění lepidla. Vyprané PET flakes se dále suší horkým vzduchem. Po vysušení je PET drť dopravována pneumaticky do připravených

velkoobjemových vaků. Tyto vaky se dále skladují ve skladových halách a následně jsou expedovány klientům jako přímý vstup do výrobních technologií.

Suchý proces

Při tomto recyklačním postupu se při zpracování nepoužívá voda ani rozpouštědla .

Technologický postup:

Nejprve dochází k roztřídění plastových lahví podle materiálu, poté se odstraní uzávěry a popřípadě vylijí zbytky obsahu. Vytríděné PET lahve jsou dopravovány systémem dopravníků do „drtiče“, kde dochází k jejich rozemletí na malé kousky a k vzdušnému třídění čistícím separátorem. Poté je rozemletý PET materiál pomocí ventilátoru dopraven do připravených velkoobjemových vaků. Každý vak je umístěn na paletu, označen názvem společnosti a je na něm uvedena hmotnost a datum zpracování.

Jelikož v suchém procesu nedochází k praní lahví, které jsou špinavé a obsahují lepidla a polyolefiny, zůstávají tyto příměsi a nečistoty ve výsledném PET flakes, z kterého nelze už nic vyrobit. Těchto nečistot se můžeme zbavit jedině praním, ale to by byl další krok navíc, proto je výhodnější rovnou zpracovávat PET lahve pomocí mokrého procesu.



Obr. 5: PET flakes: vlevo- suchý proces [19], vpravo - mokrý proces [20]

2.1.2.1.2 Chemická recyklace

Chemická recyklace je založena na chemickém rozkladu polymeru na oligomery (produkty s nižší molární hmotností) nebo až na monomerní jednotky.

Tepelná depolymerace

Tepelná depolymerace (degradace polymerů) vzniká za vysokých teplot, během nichž se odštěpují monomerní jednotky z konců polymerních řetězců. Takový mechanismus tepelné degradace vykazuje např. polystyren (PS) nebo polymethylmetakrylát (PMMA).

Solvolýza

Solvolýza je proces, který je založený na rozkladu polykondenzátů účinkem vybraných nízkomolekulárních látek. Tímto způsobem je možné recyklovat materiály na bázi polyamidů (PA), polyuretanů (PU) a zvláště pak lineárních polyesterů, např. polyethyltereftalátu (PET) a polybutyltereftalátu (PBT).

Reesterifikace

Reesterifikace (rozklad lineárních polyesterů) se využívá při glykolýze PET na oligomerní produkty, které jsou využívány jako surovina pro výrobu polyesterových pryskyřic, nátěrových hmot nebo polyuretanových lehčených materiálů.

Výhodou chemické recyklace jsou nízké nároky na čistotu vstupní suroviny. Nevýhodou jsou naopak poměrně vysoké investiční náklady na technologické zařízení.

2.1.2.1.3 Surovinová recyklace

Principem surovinové recyklace jsou termicky destrukční procesy rozkládající polymerní složky vstupní suroviny na směs plyných a kapalných uhlovodíků. Výstupními produkty jsou tedy energeticky využitelný plyn a směs kapalných uhlovodíků využitelných jako topné oleje, nebo jako petrochemická surovina. [3, 4, 5]

3 POLYESTEROVÁ VLÁKNA (PES)

Polyestery tvoří největší podíl (47,5%) v celosvětové spotřebě vláken a používají se od oděvních textilií přes technické až ke speciálním textiliím.

Do skupiny polyesterových vláken patří vlákna polyethyltereftalátová (PET), polytrimethyltereftalátová (PTT) a polybutyltereftalátová (PBT).

Polyesterová vlákna se dají snadno modifikovat a tvarovat. Je možné záměrně měnit elasticitu, srážlivost, žmolkovitost a barvitelnost.

[2]

3.1 Historie

Zakladatelem oboru syntetických vláken je americký chemik W.H.Carothers, který ve 30. letech 20. století objevil 1.syntetické vlákno - Nylon. Jeho dalším významným objevem byla polyesterová vlákna, jejichž výzkum včas nedokončil a proto první patent za polyethyltereftalát resp. polyesterová vlákna získali angličtí chemici, J.R.Whinfield a J.T.Dickson v roce 1941.

Vlastní vývoj výroby polyesterových vláken byl podstatně zpožděn druhou světovou válkou. V roce 1952 byla zahájena velkovýroba PES vláken současně v Anglii (Terylen) a v USA (Dacron).

[1]

3.2 Vlastnosti PET vláken

Termické vlastnosti:

- **Teplota měknutí:** 230°C
- **Nízká tepelná vodivost a specifické teplo**
- **Hořlavost** LOI=0,206
- **Pevnost beze změny** 120-130°C
- **Pevnost klesá na 50% (za několik dní)** -180°C
- **Teplota tání:** 258°C

Pozor, teplo a vlhko vede v částečné hydrolýze.

Vliv světla:

- Fotodegradace v UV oblasti záření (300nm)

Mechanické vlastnosti:

Jsou závislé n přípravě vláken, obecně jsou velmi dobré.

- **Vysoký modul pružnosti:** 1300cN/tex (tuhý omak)
- **Pevnost:** 3,8-7,2 cN/dtex
- **Tažnost:** 50-70%
- **Elastické zotavení:** 85-90%

Navlhavost:

- 0,3-0,4%

Vliv chemikálií:

- **Zředěné kyseliny** - dobrá odolnost
- **Koncentrovaná H₂SO₄** - rozklad
- **Alkálie** - hydrolýza

Tab. 1: Technologické výhody a nevýhody

| Výhody | Nevýhody |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Dobré mechanické vlastnosti• Odolnost vůči oděru• Termoplasticita• Dobrá termická odolnost (do 200°C)• Lépe odolává slunci než PA• Tvarová stabilita - nemačká se• Rychlé schnutí a snadná údržba• Chemická odolnost• Odolnost proti mikroorganismům• Vysoká propustnost vodních par• Dlouhá trvanlivost | <ul style="list-style-type: none">• Vysoká žmolkovitost• Nízká navlhavost• Nabíjení elektrostatickou elektřinou• Vysoká měrná hmotnost |

Vlastnosti PES vláken se dají snadno upravovat. Je možné záměrně měnit elasticitu, srážlivost, žmolkovitost a barvitelnost.

[2]

3.3 Výroba oděvních PES materiálů z PET odpadu

Výroba oděvních PES materiálů z PET odpadu se od klasického způsobu výroby oděvních PES materiálů příliš neliší. Liší se pouze technologie na výrobu PES vláken.

1. Zpracování PET odpadu

U klasických PES vláken jsou vstupní surovinou kyselina tereftalová a etylenglykol, zatímco u recyklovaných PES vláken jsou vstupní surovinou rPET flakes nebo regranulát získaný z PET odpadu.

2. Výroba polyesterových vláken z rPET

Recyklovaná polyesterová vlákna se vyrábí zvlákňováním z taveniny rPET kontinuálním a diskontinuálním způsobem výroby.

Výslednou surovinou jsou:

- **vlákna nekonečná** - hedvábí (filament), kabel, káblek
- **vlákna staplová** - příze, nitě, výplně (rouna)

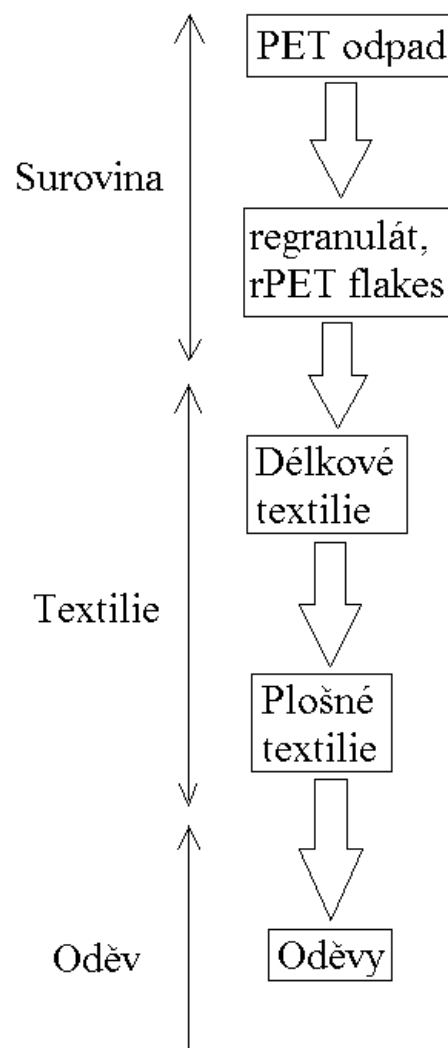
3. Výroba polyesterových textilií

Délkové textilie se dále zpracovávají na výrobu plošných textilií:

- Tkaniny
- Pleteniny
- Pletotkaniny
- Netkané textilie

4. Výroba oděvních materiálů

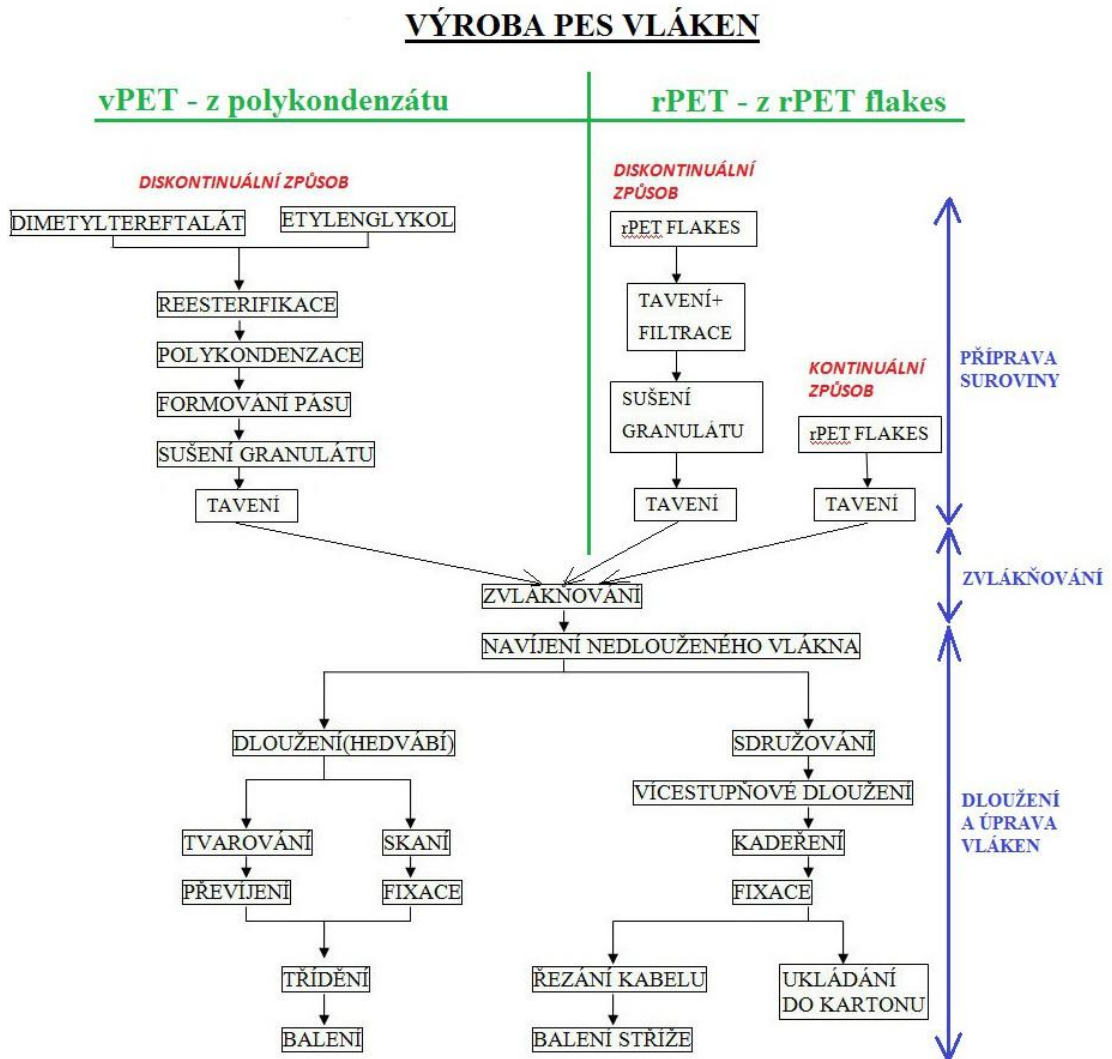
Oděvní materiály jsou veškeré textilní a netextilní materiály, které slouží ke zhotovení, ev. k opravám oděvů.



Obr. 6: Výroba PES oděvních materiálů z PET odpadu

4 VÝROBA PES VLÁKEN Z rPET

Recyklovaná polyesterová vlákna se vyrábí zvlákněním taveniny z rPET flakes kontinuálním a diskontinuálním způsobem výroby.

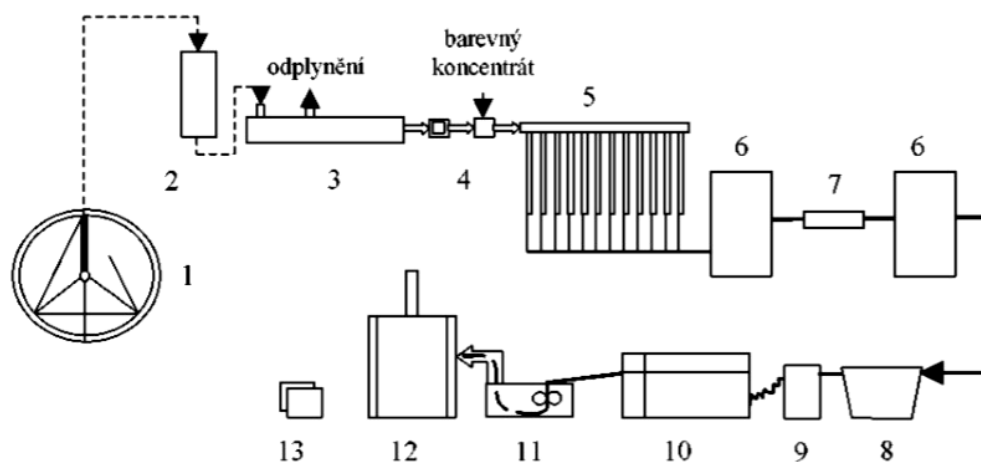


Obr. 7: Výroba PES vláken, nalevo výroba PES vláken z polykondenzátu, napravo výroba PES vláken z rPET flakes [21]

4.1.1 Kontinuální způsob výroby

Tato výroba umožňuje přímé zvlákňování ze zpracovaného rPET v podobě rPET flakes. Její nevýhodou je však větší citlivost na poruchy a taky předpokládá dlouhodobou výrobu stejného typu vlákna.

Technologie KOMPAKT představuje jednostupňovou výrobu polyesterových vláken z recyklovaných PET lahví od nápojů. Tato technologie slučuje všechny technologické procesy do jednoho stupně, který zahrnuje recyklační extruzi, kontinuální filtraci recyklátu, barvení ve hmotě, přímé zvlákňování a dlužení, kadeření, tepelnou fixaci, řezání a balení stříže. Odpadá tedy mezistádium výroby poloprojektu - granulátu.



Obr. 8: KOMPAKT linka [7]

1 - zásobník surovin, 2 - reaktor, 3 - extruder, 4 - filtry, 5 - zvlákňovací balkón, 6 - dlužící stolice, 7 - parný kanál, 8 - preparační stojan, 9 - pēchovačka, 10 - sušárna (sušící, fixační a chladící zóna), 11 - řezačka, 12 - lis, 13 - balíky stříže

Vstupní surovinu v zásobníku tvoří čistá vypraná drť z PET lahví, která je zbavena nežádoucích příměsí jako polyolefinů z víček, lepidel, papírů z etiket a jiných různých minerálních nečistot. V zásobníku se drť mírně přesuší a opráší. V reaktoru se k drti přidává titanová běloba a při teplotě 180 °C dochází ke krystalizaci. Vysušená drť se pak dávkuje do tavného extruderu s evakuační zónou, kde proběhne proces tavení. Filtry zachycují případné zbytky PVC nebo PP a navíc jimi dochází k homogenizaci taveniny. Čistá tavenina se pak tlačí na zvlákňovací trysky. Vlákna jsou dále odtahována a vedena k dlužící stolici, kde dochází mezi první a druhou galetovou

jednotkou k orientaci vláken. Přes parní kanál jsou vlákna vedena k preparačnímu stojanu, kde se na vlákna nanáší preparace zabezpečující antistatickou úpravou. Vlákna pokračují přes pýchovací zařízení a sušárnu k řezání a nakonec k balení na lisu.

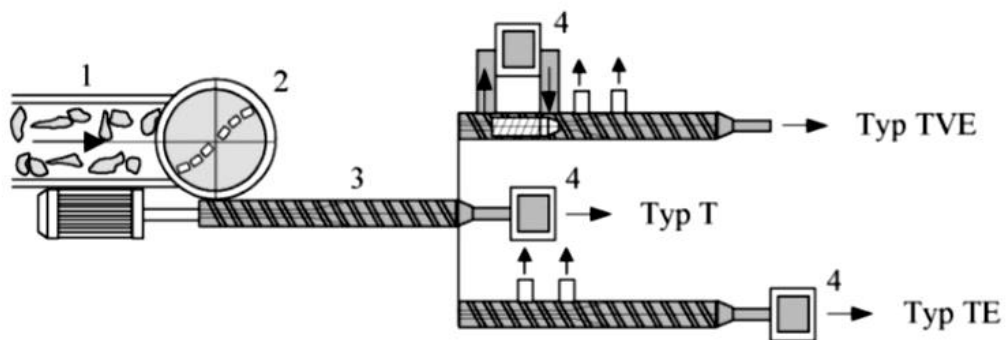
Výhody KOMPAKT linky spočívají kromě dobrého vlivu na životní prostředí (v průběhu roku se zpracuje produkt ze 13 000 tun PET lahví) i ve vysoké produktivitě práce (roční kapacita přibližně 10 000 tun), v nízké energetické náročnosti a v malém počtu nutné obsluhy.

[7,21]

4.1.1 Diskontinuální způsob výroby

1) příprava granulátu

U diskontinuálního způsobu se nejprve připraví poloproduct - rPET struna, která se naseká na regranulát. Výrobní systém RGA-T firmy EREMA je určen ke zpracování recyklovaného odpadu polyesterových vláken a prané drtě z PET lahví do vysoce kvalitního regranulátu s minimální degradací.



Obr. 9: Výrobní systém RGA-T firmy EREMA [7]

1- pásový dopravník, 2 - řezací kompresor (materiál je řezán, mísen, zahříván, sušen a zhušťován v jedné operaci), 3 - extruder (materiál přichází do plastického stavu, je homogenizován a protlačován), 4 - plně automatický a samočistící filtr taveniny

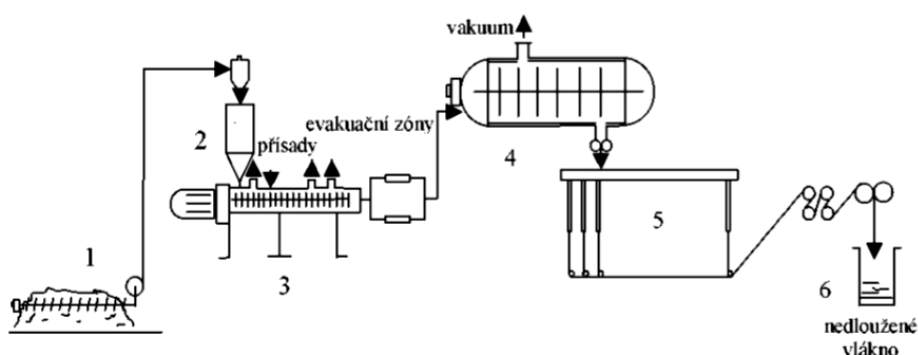
2) Výroba PES vláken z granulátu

Regranulát z polyesteru se taví v různě konstruovaném tavicím zařízení při teplotě 280-290°C. Vzniklá tavenina se filtruje, čímž se zajišťuje její homogenizace a později dochází k formování taveniny do tvaru jemných fibril. Při zvláknování dochází k

částečné předorientaci, kdy se molekuly a řetězce usměřují do směru osy vlákna, tím vznikají první krystality.

Podstata technologie spočívá v polykondenzaci taveniny PET. Proces výroby začíná dávkováním regranulátu k extruderu, ve kterém se materiál nejprve dosuší a následně roztaví. Poté je tavenina upravena aditivami, filtrována a dopravena do polykondenzačního reaktoru. Dopolykondenzovaný polymer se zvláknjuje pomocí zvláknovacích trysek a vzniká nekonečné nedloužené vlákno, které je ukládáno do hliníkových konví.

[7,21]



Obr. 10: ERPET linka [7]

1 - granulát, 2 - dávkovač, 3 - extruder, 4 - polykondenzační reaktor, 5 - zvláknovací balkóny, 6 - hliníkové konve

Roční kapacita ERPET linky se pohybuje kolem 2000 tun s možností intenzifikace až na 3000 tun.

4.2 Modifikace polyesterových vláken

Modifikovaná vlákna dnes tvoří velkou skupinu syntetických vláken používaných jak v oblasti oděvních tak i v oblasti technických textilií. Modifikací vláken lze odstranit negativní resp. získat pozitivní vlastnosti vláken s ohledem na cíl jejich použití.

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

- **Modifikace v průběhu přípravy polymeru**
 - změna relativní molekulové hmotnosti
 - vytváření kopolymerů (blokované, statistické)
 - přidavek aditiv. (Snížení srážlivosti a hořlavosti, zvýšení barvitelnosti)

- **Modifikace v průběhu přípravy vlákna**
 - úprava podmínek dlužení a fixace
 - nekruhový průřez a ultra jemná vlákna
 - tvarování a vznik bikomponentních vláken
- **Modifikace při použití vláken**
 - roubování
 - dodatečnou krystalizaci
 - řízená povrchová destrukce

[2]

4.3 Polyesterové směsi

Pro zajištění lepších vlastností oděvního materiálu se polyesterová vlákna přidávají do směsi s jinými vlákny. Nejčastěji se polyesterová vlákna kombinují s přírodními vlákny.(Tab.2)

Vlákna se směšují několika způsoby:

- Smísení staplových vláken před předáním příze
- Kombinování přízí z různých vláken
- Směsování textilií, kde se kombinují příze z různých vláken

Tab. 2: Nejčastější směsi PES[18]

| Složení | Zlepšení vlastností |
|--------------------|---|
| PES/BAVLNA | <ul style="list-style-type: none"> - snížení mačkavosti - zvýšení odolnost proti zašpinění - zvýšení tvarové stability |
| PES/VLNA | <ul style="list-style-type: none"> - snížení mačkavosti - zvýšení tvarové stability - zvýšení trvanlivosti |
| PES/VISKOZA | <ul style="list-style-type: none"> - zvýšení tvarové stability - zvýšení tuhosti - snížení mačkavosti |

5 VYUŽITÍ RECYKLOVANÉHO POLYESTERU V TEXTILNÍM A ODĚVNÍM PRŮMYSLU

Plošné textilie, které se používají v konfekční výrobě, se rozdělují podle konstrukce na pleteniny, tkaniny a netkané textilie.

5.1 Pleteniny

Pletenina je plošná textilie vznikající z jedné soustavy nití, vytvářením a proplétáním oček.

Výrobky pletařského průmyslu zahrnují v současnosti velmi širokou oblast, a to zejména pro své užité vlastnosti. Jedná se o výrobky kusové (punčochové, ponožkové zboží, rukavice), v metráži a zpracovávané na spodní a vrchní ošacení. Speciálním typem pletených výrobků jsou pleteniny pro technické účely.

Zátěžné pleteniny se vytváří z vodorovné soustavy nití, postupně v příčném směru, po řádcích a jsou snadno paratelné.

Osnovní pleteniny se vytváří ze svislé soustavy nití, očka se vytvářejí v podélném směru po sloupcích a jsou obtížně paratelné.

[6]

Tab. 3: Pleteniny

| Pleteniny | výrobek | značka |
|-------------------|--|-----------------------|
| Zátěžné pleteniny | <ul style="list-style-type: none">Fleecové mikiny, tepláky | QUECHUA |
| | <ul style="list-style-type: none">Trička | Playground, SKUNKFUNK |
| Osnovní pleteniny | <ul style="list-style-type: none">Sportovní bundy | QUECHUA, RUCANOR |
| | <ul style="list-style-type: none">Dresy | NIKE |
| | <ul style="list-style-type: none">Podšívky do bund | COLUMBIA |

5.2 Tkaniny

Tkaniny jsou plošné textilie, vytvořené ze dvou pravoúhlých soustav nití, osnovy a útku. Mají přiměřenou tuhost (pružnost), kterou je možné v určitém rozmezí měnit.

[6]

Tab. 4: Tkaniny

| | |
|--------------------------|---|
| Oděvní tkaniny | <ul style="list-style-type: none">• Džíny Levi's• Bundy |
| Bytové tkaniny | <ul style="list-style-type: none">• Koberce• Záclonoviny• Čalounění nábytku |
| Technické tkaniny | <ul style="list-style-type: none">• Vzduchové potrubí pro cirkulaci vzduchu• Plachty• Pneumatikové kordy• Autopotahy• Bezpečnostní pásy• Filtrační tkaniny• Tašky, batohy |

5.3 Netkané textilie

Netkaná textilie je vlákenná vrstva, vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, zpevněná mechanicky, chemicky nebo termicky. Vláknou vrstvu je možno kombinovat s plošnými textiliemi (pleteniny, tkaniny) nebo netextilními plošnými útvary (fólie).

Výroba netkaných textilií se neustále zvyšuje, dochází k výrobě nových typů textilií, nových technologií, z nových materiálů, pro běžné, velmi často i pro vysoce specializované použití.

[6]

Tab. 5: Netkané textilie

| | |
|---|---|
| <p>Automobilový průmysl</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Čalounění stropu automobilu • Kobercový systém na podlahu automobilu • Izolace vnitřního prostoru automobilu • Výstelka v zavazadlovém prostoru • Podběhy kol |
| <p>Osobní použití</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Dětské plenky • Inkontinenční vložky pro dospělé • Dámské intimní hygienické produkty |
| <p>Stavební, zemědělský, konstrukční průmysl</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Geotextilie • Agrotextilie |
| <p>Zdravotnický průmysl</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Jednorázové oblečení • Prostěradla, příkrývky • Roušky • Obvazy, tampony |
| <p>Oděvnictví, obuvnický průmysl galanterie</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Vložky (výztuhové nebo tepelné) • Podšívky • Plyše • Pracovní oblečení • Obuvnické tuženky • syntetické usně |
| <p>Technické textilie</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Filtry (vzduchové a kapalinové) • Plachtoviny • Podkladové textilie • Izolace (tepelná, hluková) |

5.4 Největší výrobci recyklovaných polyesterových vláken

Vzhledem k tomu, že u nás není dostatek kapacit na zpracování PET materiálů, vyváží se roztríděný a posekaný materiál (PET flakes) především do asijských zemí.

Čína je v současnosti největším zpracovatelem PET odpadu na světě a její zájem o použité PET lahve neustále roste.

Vývoz PET flakes na Dálný východ se rok od roku snižuje a to díky přibývajícím firmám, které se zabývají výrobou netkaných textilií, především pro automobilový průmysl, stavební průmysl a hygienu.

V České republice se výrobou syntetických vláken (Tesil) z recyklovaných PET lahví zabývá především firma SILON v Plané nad Lužnicí. Patří mezi největší zpracovatele PET lahví v Evropě.

[3]

Největší výrobci rPET:

- TESIL (Česká republika)
- Dacron®, (USA)
- REPREVE(USA)
- NEWLIFE™(Itálie)

Tab. 6: TESIL[8]

| | | |
|---|---|---|
| TESIL | SILON s.r.o. Planá nad Lužnicí, ČR | |
| <u>Délkové textilie:</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • staplová vlákna • kabel | | |
| <u>Použití:</u> | | |
| Automobilový průmysl: <ul style="list-style-type: none"> • Čalounění stropu a kobercový systém na podlaze automobilu • Izolace vnitřního prostoru automobilu • Výstelka v zavazadlovém prostoru | Osobní péče: <ul style="list-style-type: none"> • Dětské plenky • Inkontinenční vložky pro dospělé • Dámské intimní hygienické produkty | Stavební, konstrukční průmysl: <ul style="list-style-type: none"> • Geotextilie |

Tab. 7: DACRON: [9]

| | |
|---|------------------------------|
| DACRON | Invista - DuPont, USA |
| <u>Délkové textilie:</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • filament • staplová vlákna • kabel | |
| <u>Použití:</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Výplň polštářů a peřin • Tětiny do luků - svazky splétané z 6 až 20 filamentů • Plachty pro sportovní plachetnice - laminované tkaniny • Umělé cévy - pletené, příp. tkané | |

Tab. 8: REPREVE[10]

| REPREVE | Unifi, USA |
|---|-------------------|
| <u>Délkové textilie:</u> <ul style="list-style-type: none">• filament | |
| <u>Použití:</u> <ul style="list-style-type: none">• Sportovní oblečení• Outdoor vybavení• Automobilový průmysl - autosedačky | |

Tab. 9: NEW LIFE [11]

| NEWLIFE™ | Sinterama S.p.A., Itálie |
|---|---------------------------------|
| <u>Délkové textilie:</u> <ul style="list-style-type: none">• filament | |
| <u>Použití:</u> <ul style="list-style-type: none">• Sportovní oblečení• Spodní prádlo• Zdravotní oděvy• Pracovní oděvy• Technické textilie• Bytové textilie | |

6 TRVANLIVOSTNÍ VLASTNOSTI

Trvanlivostní vlastnosti hodnotí fyzickou životnost textilie (schopnost odolávat poškození a opotřebení). Textilie a oděvy jsou během používání namáhány nejrůznějším způsobem. Jsou ohýbány, natahovány, stlačovány, odírány, působí na ně světlo, teplo, pot apod. Tyto vlivy působí nejen při nošení, ale i při údržbě oděvů, to znamená při praní, čištění, kartáčování atd.

Trvanlivost textilií je posuzována pomocí laboratorních zkoušek, na jejichž základě se stanovuje jejich odolnost vůči poškození a opotřebení.

Důležité trvanlivostní vlastnosti :

- Tahové vlastnosti
- Žmolkovitost
- Stálobarevnost na světle
- Oděr

[12]

6.1 Tahové a pevnostní vlastnosti

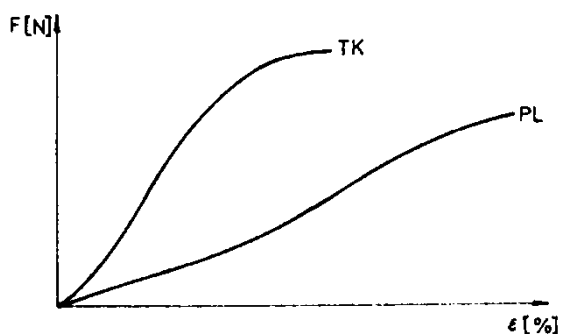
Značí silové namáhání plošných textilií v tahu ve směru jejich plochy. Uplatňují se zde režimy opakovaného namáhání, pomocí nichž lze simulovat skutečné namáhání oděvních textilií a sledovat tak změny pevnosti a tažnosti a to od nízkých deformací až po skutečné viditelné porušení.

[12]

6.1.1 Stanovení pevnosti pletenin v tahu

Podstata zkoušky spočívá v silovém působení na zkoušený vzorek až do jeho přetržení. Zaznamenává se síla nutná k přetrhu, udává se v N.

Zásada spočívá v tom, aby byly namáhány nitě jedné soustavy, tj. v jednom směru (sloupek, řádek), zatěžovací křivky obou základních typů se od sebe výrazně liší. Pleteniny bývají velmi tažné a mívají nižší pevnost než tkaniny. Pleteniny, mající vyšší deformace ve vazných bodech a v otevřených charakterech nití vykazují vyšší tažnost již na počátku tahové křivky.



Obr. 11: Rozdílné tahové křivky pro pleteniny a pro tkanin [12]

6.1.2 Stanovení tažnosti pletenin

Tažnost je definována jako poměr maximálního prodloužení zkušební vzorku do přetrhu k jeho výchozí délce (1).

Zkouška spočívá ve statickém zatěžování zkušební vzorku silou do okamžiku přetrhu. Zaznamená se maximální vzdálenost čelistí (tj. prodloužení vzorku).

Tažnost se vypočítá pomocí následujícího vztahu:

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (1)$$

ϵ tažnost [%]

L_1 max. vzdálenost čelistí do přetrhu [mm]

L_0 původní vzdálenost čelistí [mm]

[12]



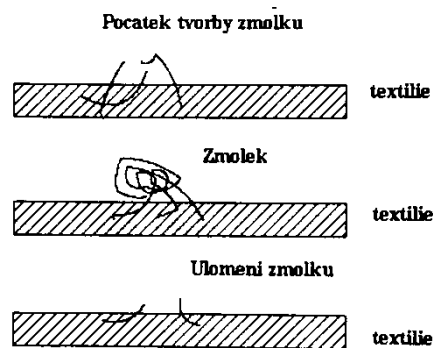
Obr. 12: Trhací stroj [22]

6.2 Žmolkovitost

Žmolkovitost je negativní vlastnost, která má tvorbou žmolků za následek poruchu vzhledu povrchu plošné textilie.

Při odírání povrchu plošné textilie tou samou nebo jinou textilií vlákna, která jsou tužší, se ze struktury textilie začnou uvolňovat a migrují na její povrch. Pak se z vláken vytvoří žmolky v podobě kuliček nebo válečků a později může dojít k uvolnění žmolku. Žmolkování lze zabránit volbou vhodné konečné úpravy nebo použitím modifikovaných vláken.

[12]



Obr. 13: Vznik žmolku [13]

6.2.1 Zjišťování žmolkovitosti metodou Martine Dale

Oděrací přístroj Martindale (Obr.14) slouží k určení odolnosti plošných textilií proti žmolkovitosti.



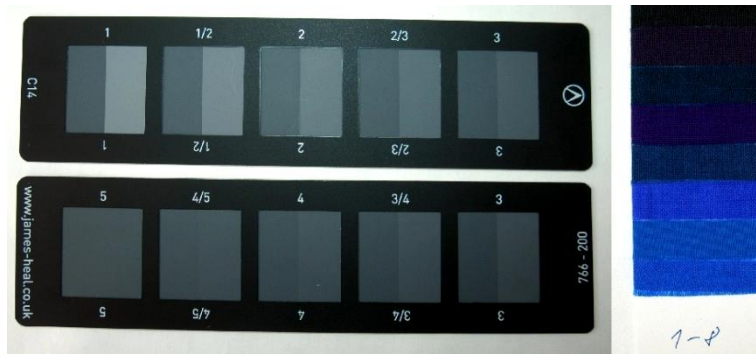
Obr. 14: Oděrací přístroj Martine Dale

[12,13]

6.3 Stálobarevnost

Znamená odolnost vybarvení textilií vůči ztrátě barevného odstínu (vyblednutí). Stálobarevnost se hodnotí dvěma způsoby, a to na šedé či modré stupnici. Šedá stupnice má 5 stupňů, kde nejlepší stálobarevnost odpovídá stupni 5, nejhorší naopak stupni 1.

Modrá stupnice má 8 stupňů a nejvyšší stálobarevnost představuje stupeň 8.



Obr. 15: vlevo - Šedá stupnice, vpravo - modrá stupnice

Hodnotí se stálobarevnost:

- na světle
- vůči působení potu
- při údržbě
- v mořské či chlorované vodě



Obr. 16: Příklad přístroje Spektrofotometr Datacolor

[14]

6.4 Oděr

Je jednou z nejdůležitějších vlastností textilie, která rozhoduje o trvanlivosti a funkčnosti výrobku. Jedná se o nejagresivnější narušení celého povrchu textilie a dochází k němu při odírání textilie o textilií, odírání textilie o hladký pevný povrch (židle, hrana stolu) nebo odírání textilie o drsný pevný povrch.

Nejprve se odírají jednotlivá vlákna. Ta se ulamují, odpadávají a ucpávají póry textilie. Nakonec, když se prodřou vazné body textilie, dochází k rozpadu textilie.

Zkoušení oděru je rozděleno do 4 systémů:

- oděr v ploše
- oděr v ploše metodou Martine Dale
- oděr v hraně (přehybu)
- oděr v obecném směru (nahodilý)

Zkoušení může být prováděno v klimatizovaném stavu nebo za mokra.

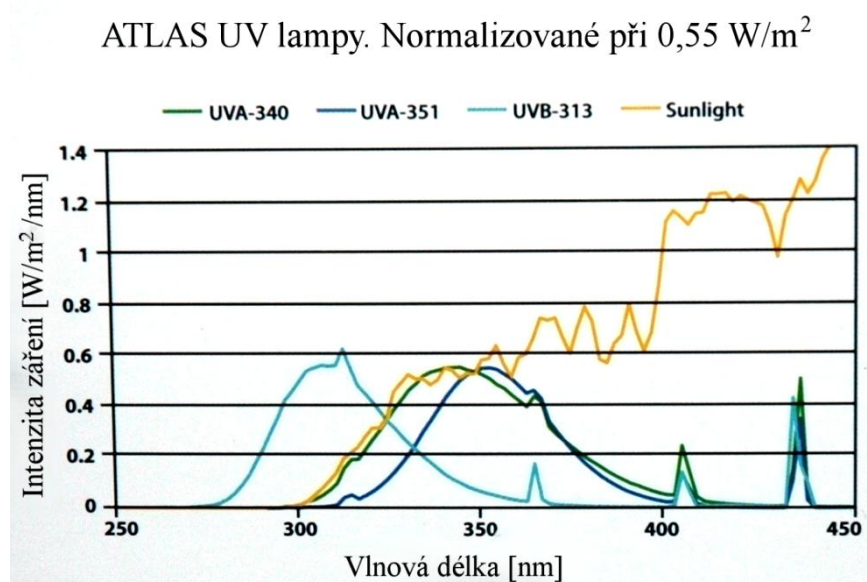
Tato zkouška by jistě byla přínosem pro dané téma, bohužel nebyl dostatek času se tomuto měření věnovat.

[12, 13]

6.5 UV záření

Ultrafialové záření (UV) je elektromagnetické záření v rozsahu vlnových délek od 50 do 400nm. Vzhledem ke kvalitativně odlišným účinkům UV paprsků jednotlivých vlnových délek se toto záření zpravidla dělí do několika oblastí:

- Dlouhé vlnové délky - UV záření **typu A** pro vlnové délky 320 - 400nm
- Střední vlnové délky - UV záření **typu B** pro vlnové délky 290 - 320 nm
- Krátké vlnové délky - UV záření **typu C** pro vlnové délky 100 až 290nm



Obr. 17: Vlnové délky UV záření [23]

UV záření je součástí slunečního záření. Z celkového množství slunečních paprsků vyzařovaných Sluncem se zhruba 34% odrazí v atmosféře a 19% pohltí, takže na zemi dopadá pouze kolem 47%.

S ohledem na fyziologické účinky je nejméně nebezpečné UV záření typu A. Toto záření proniká skleněnými okny, mlhou i mraky. Proniká poměrně hluboko do lidské kůže. Podporuje produkci melaninu, melanocytů a napomáhá ke vzniku potřebného vitamínu D. Ve větších dávkách však dochází k degenerativním procesům v kůži, což se projeví vznikem skvrn, vrásek a křehnutím pokožky.

Záření typu B je zhruba 1000x nebezpečnější. Působí zejména na nejsvrchnější vrstvu kůže a způsobuje její zánět. Vznikají zarudnutí a puchýře a v extrémních případech úpal.

Záření typu C je karcinogenní a silně škodlivé pro vše živé. Je však prakticky úplně absorbováno ozónovou vrstvou.

Zkoušené vzorky byly vystaveny vlivu slunečního záření. Sluneční záření způsobuje degradaci vláken, a tím změnu vlastností materiálů. Simulace ultrafialového záření byla provedena pomocí přístroje Atlas Uvcon.

Doba působení

UV záření (UVCON) je zkouška, která slouží k rychlému posouzení/porovnání vlastností materiálů, v žádném případě se podle ní nedá určit stárnutí materiálu v časové ose.

Příprava vzorků

Velikost vzorku je ovlivněna velikostí držáků, které mají rozměr 102 x 304mm. Celé zařízení UVCON pojme 19 vorků a jednotku černého panelu

Přístroj: UVCON ATLAS

Uvcon je zařízení pro vystavování materiálů expozici ultrafialového záření a kondenzaci (bez záření). Přístroj je vybaven osmi UVA 340 lampami, které simulují sluneční světlo. Radiální energie ze zářivek je soustředěna do rozsahu vlnových délek pod 350nm.

Přestože podíl UV záření ve slunečním světle dosahuje jen okolo 5%, způsobuje 95% degradace. Pod lampami se nachází nádrž s vodou, která se při kondenzačním cyklu ohřívá a odpařuje a je tak druhým zdrojem degradace.

Posledním faktorem degradace je zvýšená teplota. Přístroj je vybaven 19 držáky vzorků, umožňuje nastavit teplotu obou cyklů a je vybaven 24 - hodinovou vačkou pro vypínání a zapínání intervalů kondenzace a osvitů.



Obr. 18: Přístroj ATLAS UVCON

[2, 15]

PRAKTICKÁ ČÁST

7 POROVNÁNÍ VYBRANÝCH TRVANLIVOSTNÍCH VLASTNOSTÍ

Cílem praktické části bylo porovnat vybrané trvanlivostní vlastnosti PES materiálů z recyklovaného a z klasického polyesteru.

Jako zkoušené vlastnosti byly vybrány pevnost, tažnost, žmolkovitost a stálobarevnost. Do experimentu byly zahrnuty 4 druhy fleece materiálů s různým materiálovým složením, hustotu pletenin, plošnou hmotností a tloušťku.

Tyto materiály byly rozděleny do tří skupin:

| | Pevnost | Tažnost | Žmolkovitost | Stálobarevnost |
|---|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| 1. sada vzorků Původní stav | ANO | ANO | ANO | ANO |
| 2. sada vzorků po 6 cyklech praní | ANO | ANO | ANO | ANO |
| 3.sada vzorků po 7 dnech UV záření | ANO | ANO | - | ANO |

Prvním cílem bylo naměřit zvolené trvanlivostní vlastnosti všech vzorků v původním stavu.

Druhým cílem bylo vzorky fleece materiálů nejprve podrobit vlivu praní a to v 6 cyklech při 30°C (dle normy ČSN EN ISO 6330 (80 0821) – Postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií) a poté zjistit jejich trvanlivostní vlastnosti.

Třetím cílem bylo podrobit vzorky vlivu UV záření a poté změřit jejich tahové vlastnosti. Vzorky bylo vystaveny UV záření typu A v přístroji UVCon ATLAS po dobu 7 dnů při nejnižší možné teplotě 50°C.

7.1 Charakteristika materiálů

Pro zkoušku byly zvoleny celkem 4 různé druhy pletených fleecové materiálu. Přičemž dva materiály obsahují více než 50% recyklovaného polyesteru a dva jsou z klasického 100% polyesteru. Názvy pletenin jsou odvozené od prodejen, kde byly fleecové materiály pořízeny.

Protože sehnat 2 totožné fleecové materiály (kde by bylo stejné materiálové složení, vazba a hustota pleteniny), je téměř nemožné, nemohou se mezi sebou jednotlivé fleecové materiály hodnotit přímo. Z tohoto důvodu se fleecové materiály posuzovaly vždy před a po vlivu praní a po vlivu UV záření. Z čehož jsme získali odchylky hodnot, které už můžeme mezi sebou hodnotit.



Obr. 19: Fleecový materiál
DECATHLON

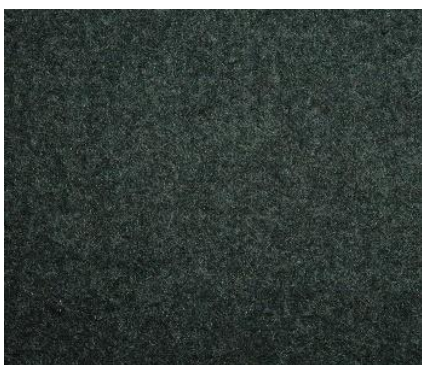
Název: DECATHLON

Materiálové složení: 65 % recyklovaný polyester,
35% polyester

Vazba: Jednolící pletenina

Hustota pleteniny: $H_s(1/m) = 1000$, $H_f(1/m) = 1400$

Pletenina má hustý krátký vlas, který neplstnatí.



Obr. 20: Fleecový materiál
PONTETORTO

Název: PONTETORTO

Materiálové složení: 72% recyklovaný polyester,
22% vlna,
6% elastan

Vazba: Oboulící pletenina

Hustota pleteniny:

$H_s(1/m) = 1500$, $H_f(1/m) = 1500$

Tato kombinace vlny z vnější strany a polyesteru z vnitřní strany má výborné fyziologické vlastnosti a nejčastěji se využívá na sportovní mikiny.



Obr. 21: Fleece materiál PRIOR

Název: PRIOR

Materiálové složení: 100% polyester

Vazba: Jednolícní pletenina

Hustota pleteniny:

$H_s(1/m) = 1200$, $H_f(1/m) = 1000$

Tato pletenina byla vybrána jako nejbližší podobná pletenině PONTETORTO a to hlavně svým delším vlasem na povrchu a tloušťkou.



Obr. 22: Fleece materiál ARTINA

Název: ARTINA

Materiálové složení: 100% polyester

Vazba: Jednolícní pletenina

Hustota pleteniny:

$H_s(1/m) = 1100$, $H_f(1/m) = 1100$

Tato pletenina byla vybrána jako nejvíce podobná pletenině DECATHLON, která má také hustý krátký vlas a podobnou tloušťku.

7.2 Měření vstupních parametrů

Pro další zkoumání je nutné znát základní vstupní parametry.

Těmito parametry jsou:

- Tloušťka
- Plošná hmotnost

7.2.1 Tloušťka

Norma: ČSN EN ISO 5084 Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků

Princip zkoušky: Tloušťka je kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie, (mezi snímajícími čelistmi) za stanoveného přítlaku.

Přístroje a pomocné zařízení: Tloušťkoměr SDL M 034 A

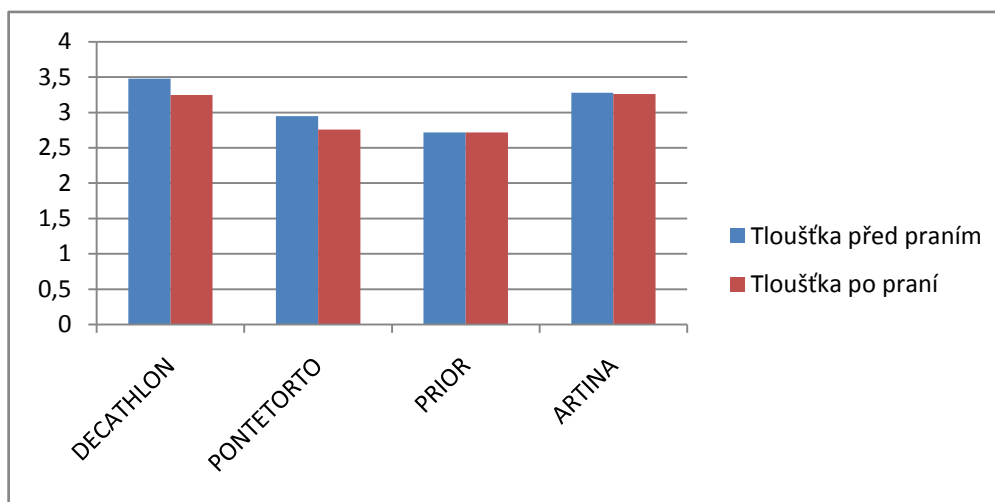
Postup: Textilie byla umístěna mezi čelistmi tloušťkoměru, pod měřicí hlavici s plochou 20 cm². Přístroj je nutné před vlastním měřením kalibrovat vynulováním. Normovaný přítlak hlavice činí 100Pa. Hlavici spouštíme a hlídáme hodnotu zatížení, která je nastavena na 100 g. Při dosažení této hodnoty zjistíme tloušťku materiálu. Měření se opakuje celkem 5 krát, pokaždé na jiném místě vzorku.

Vyhodnocení výsledků: Z naměřených hodnot je vyjádřen aritmetický průměr směrodatná odchylka v jednotkách mm a variační koeficient v %.

[16]

Tab. 10: Tloušťka před a po praní

| | Před praním | Po praní | Úbytek tloušťky v % |
|-------------------|-------------|----------|------------------------|
| DECATHLON | 3,48 | 3,25 | 6,609 |
| PONTETORTO | 2,95 | 2,76 | 6,441 |
| PRIOR | 2,72 | 2,72 | 0 |
| ARTINA | 3,28 | 3,26 | 0,609 |



Graf 1: Tloušťka před a po praní

Diskuse výsledků:

Tloušťka recyklovaných PES materiálů (DECATHLON, PONTETORTO) se po praní snížila přibližně o 6,5%. U klasického PES materiálů (PRIOR, ARTINA) tloušťka po praní zůstala téměř stejná.

7.2.2 Plošná hmotnost

Norma: ČSN EN 12127 (80 0849) Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků

Princip: Vyjádření hmotnosti plošné textilie na jednotku plochy (2)

Přístroje a pomocné zařízení: Analytické váhy s přesností na 3 platné číslice.

Postup: Vzorky o známé ploše jsou postupně zváženy na analytických váhách. Podle vztahu (2) je plošná hmotnost každého vzorku přepočtena na 1m².

M plošná hmotnost [g/m²]

m hmotnost vzorku [g] o ploše A

A..... plocha vzorku [cm²]

$$M = \frac{m * 10000}{A} \quad (2)$$

Vyhodnocení zkoušky: Z vypočtených hodnot je spočten výsledný aritmetický průměr zaokrouhlený na jedno desetinné číslo. Tyto hodnoty jsou zobrazeny v Tab.11.

[16]

Tab. 11: Plošná hmotnost [g/m²]

| | Hmotnost[g] (30x30cm) | Plošná hmotnost |
|-------------------|--------------------------|-----------------|
| DECATHLON | 18,83 | 209,222 |
| PONTETORTO | 26,99 | 300,278 |
| PRIOR | 17,53 | 194,778 |
| ARTINA | 22,82 | 253,556 |

7.3 Pevnost a tažnost textilií

Norma: ČSN 80 0810 (80 0810) Zjišťování tržné síly a tažnosti pletenin.

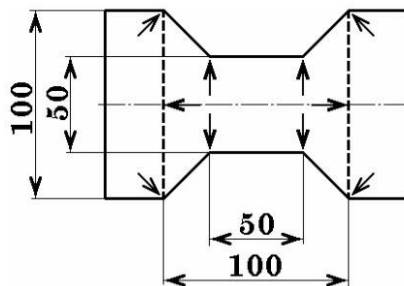
Princip zkoušky:

Princip zkoušky spočívá v silovém působení na zkoušený vzorek až do jeho přetržení. Zaznamenává se síla nutná k přetrhu, udává se v N.

Zásada spočívá v tom, aby byly namáhány nitě jedné soustavy, tj. v jednom směru (sloupek, řádek) zatěžovací křivky obou základních typů se od sebe výrazně liší.

Přístroje a pomocné zařízení: Trhací přístroj Testometric M350-5CT

Příprava vzorků: Vzorky byly vystřižené dle šablony (Obr.23). Bylo vystřiženo 5 elementárních vzorků po směru sloupku a 5 elementárních vzorků po směru řádku. Na straně vzorku, který po zavnutí pleteniny zůstane na povrchu, se vyznačují kontrolní čáry. Každý vzorek se pomocí 2 drátů zavine podélně do ruličky.



Obr. 23: Rozměry vzorku pro zjišťování pevnosti pletenin

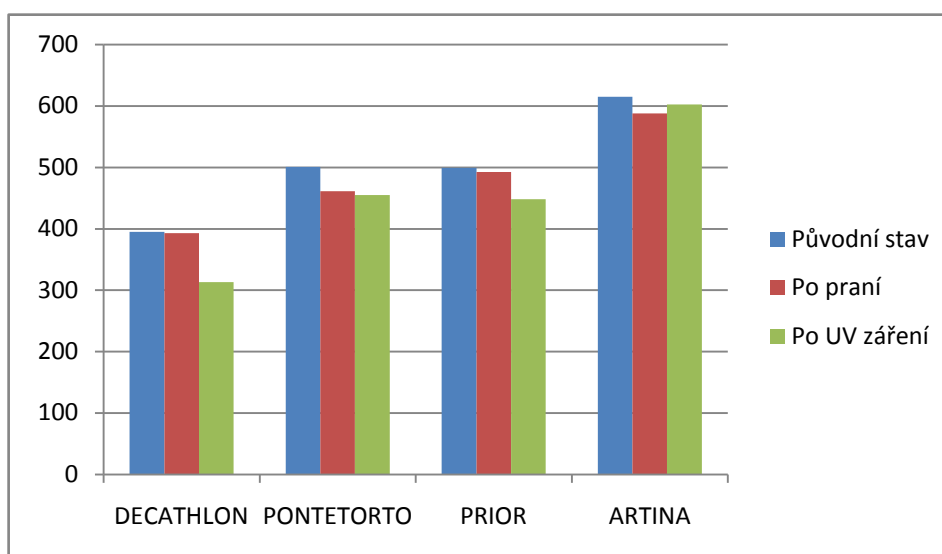
Postup zkoušky: Připravené vzorky se v zavnutém stavu zajistí do horní a dolní svorky trhacího přístroje, dle vyznačené kontrolní rysky. Trhací přístroj byl nastaven bez předpětí a s upínací délkou 100 mm.

Pomocí počítače je zadán pokyn k činnosti trhacího přístroje. Elementární vzorky upnuté v čelistech se zkouší do přetrhnutí.

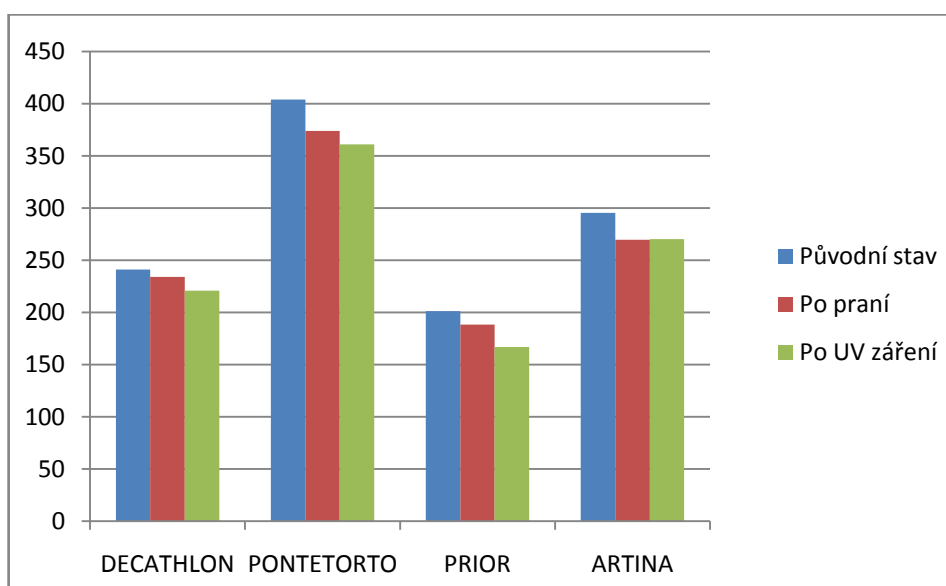
Vyhodnocení zkoušky: Zkoušky byly vyhodnoceny číselně a graficky. Výsledkem zkoušky je průměrná tržná síla v N s přesností na 3 platné číslice, průměrná tažnost s přesností 0,1% a průměrné prodloužení v mm s přesností na 3 platné číslice

Tab. 12: Pevnost [N]

| | Původní stav | | Po praní | | Po UV záření | |
|-------------------|--------------|---------|----------|---------|--------------|---------|
| | Sloupek | Řádek | Sloupek | Řádek | Sloupek | Řádek |
| DECATHLON | 395,108 | 241,202 | 392,853 | 234,080 | 313,020 | 220,980 |
| PONTETORTO | 500,766 | 403,888 | 461,467 | 374,043 | 455,249 | 361,007 |
| PRIOR | 499,537 | 201,342 | 492,616 | 188,430 | 448,300 | 166,790 |
| ARTINA | 614,825 | 295,368 | 588,007 | 269,530 | 602,730 | 270,204 |



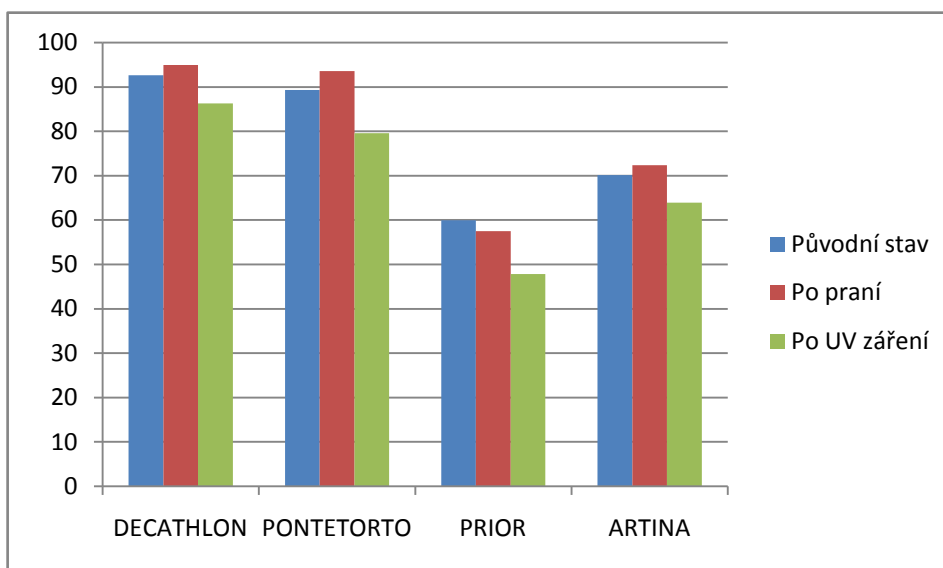
Graf 2: Pevnost - sloupek



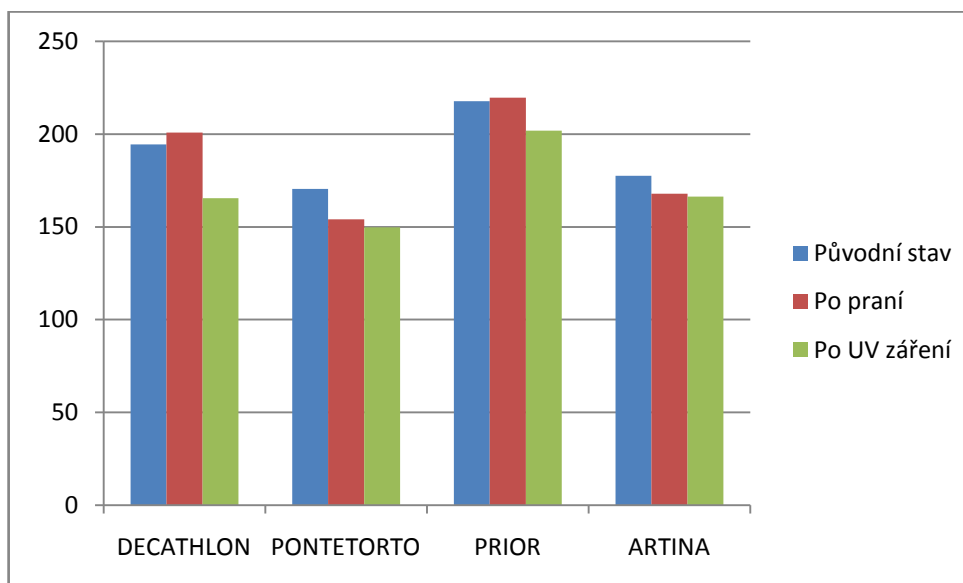
Graf 3: Pevnost - řádek

Tab. 13: Tažnost [%]

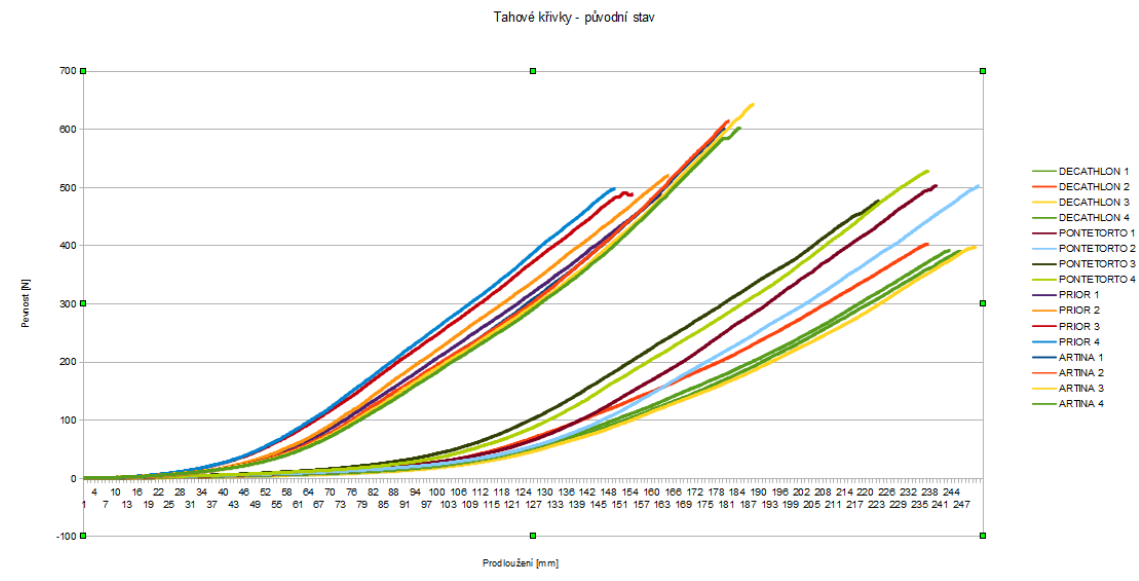
| | Původní stav | | Po praní | | Po UV záření | |
|-------------------|--------------|---------|----------|---------|--------------|---------|
| | Sloupek | Řádek | Sloupek | Řádek | Sloupek | Řádek |
| DECATHLON | 92,670 | 194,363 | 94,941 | 200,867 | 86,265 | 165,418 |
| PONTETORTO | 89,336 | 170,416 | 93,586 | 154,090 | 79,548 | 149,779 |
| PRIOR | 59,990 | 217,654 | 57,492 | 219,714 | 47,804 | 201,809 |
| ARTINA | 70,123 | 177,619 | 72,345 | 167,790 | 63,914 | 166,326 |



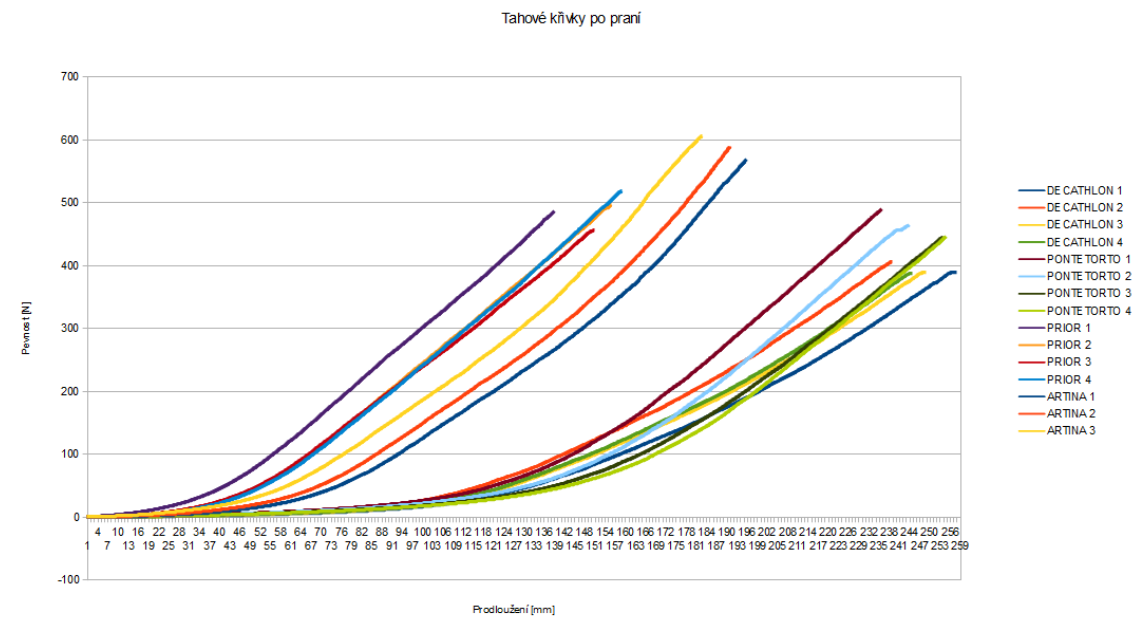
Graf 4: Tažnost - sloupek



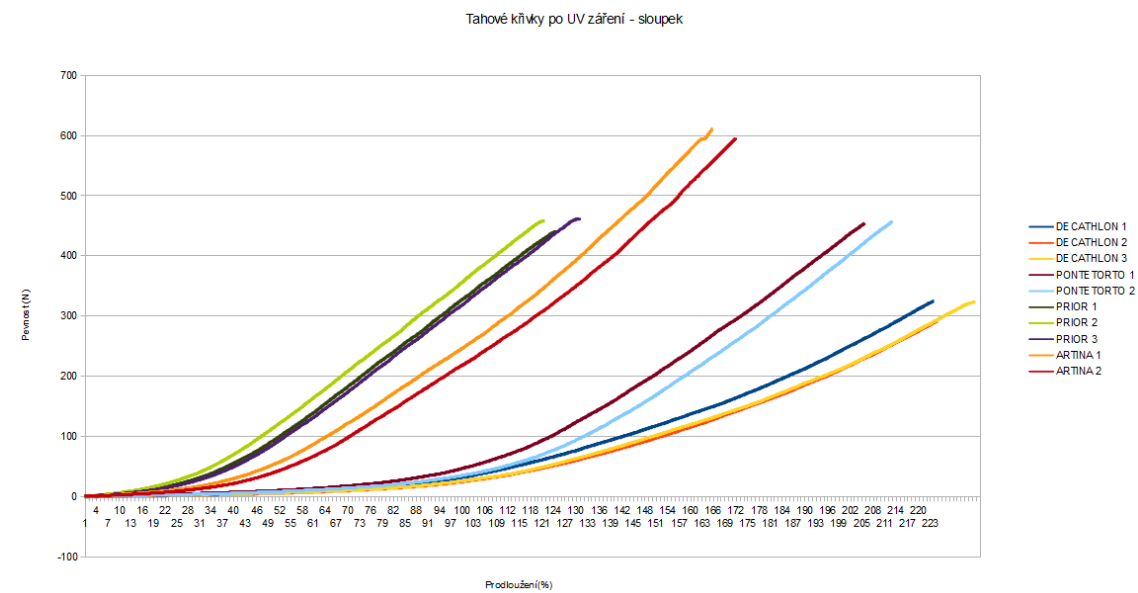
Graf 5: Tažnost - řádek



Graf 6: Tahové křivky původní stav - sloupek



Graf 7: Tahové křivky po prání - sloupek



Graf 8: Tahové křivky po UV záření - sloupek

Diskuse výsledků:

Po praní

Po praní se nejvíce snížila pevnost u recyklovaného vzorku PONTETORTO. Po směru sloupku se pevnost snížila téměř o 10%, zatímco tažnost se naopak po praní zvýšila o 1%. Takovéto změny mohly nastat z několika důvodů. PONTETORTO má největší množství recyklovaného polyesteru, ale také obsahuje vlnu a elastan, které mohou ovlivnit pevnost po praní.

Podobné snížení pevnosti však nastalo i u klasického PES materiálu ARTINA, kde se pevnost snížila o 6,8% a tažnost se zvýšila o 0,5%.

PONTETORTO A ARTINA mají minimálně 2 věci společné: Mají stejný počet řádků jako sloupků a z měřených materiálů jsou nejpevnější.

U klasického PES materiálu PRIOR se pevnost po směru řádku snížila více než po směru sloupku. To může souviset s její vazbou, kde počet sloupků je vyšší než počet řádků.

Vzhledem k tomu, že po praní se pevnost obou recyklovaných materiálů (PONTETORTO, DECATHLON) příliš liší, lze tedy říci, že klasický i recyklovaný PES materiál má po praní srovnatelné ztráty pevnosti.

Po UV záření

Po vlivu UV záření je vidět, že se pevnost i tažnost u obou recyklovaných materiálů znatelně snížila. K největšímu snížení pevnosti došlo u recyklovaného materiálu DECATHLON. Nejméně mělo UV záření vliv na klasický PES materiál ARTINA, kde se pevnost snížila jen o 2 % po směru řádku a o 5% po směru řádku.

Zajímavé ovšem je, že se znatelně snížila pevnost i u klasického PES materiálu PRIOR.

Je tedy zcela možné, že by vzorek mohl také obsahovat recyklovaný PES.

Toto tvrzení bylo v následujícím porovnání tahových křivek po směru sloupku vyloučeno.

Rozdíly mezi recyklovanými a klasickými PES materiály byly nejvíce vidět v grafech č.6, 7, a 8. Je zde vidět průběh tahových křivek, které byly naměřeny po směru sloupku.

Po směru řádku se průběh tahových křivek pro recyklované a klasické PES materiály neliší.

V grafech 7, 8, a 9 je vidět, že tahové křivky recyklovaných PES materiálů mají mnohem větší prodloužení než klasické PES materiály.

Recyklované materiály mají tedy po směru sloupku vyšší tažnost než klasické PES materiály.

7.4 Zjišťování žmolkovitosti

Norma: ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837) Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění povrchu a ke žmolkování - Modifikovaná metoda Martinedale

Princip zkoušky: Princip zkoušky spočívá v horizontálním pohybu vodící desky držáků vzorků, v kterých jsou upnuty testované vzorky. Tyto vzorky jsou vystaveny tření po třecí ploše a to stejnou textilií. Při tomto pohybu sledují Lissajousův obrazec. Výsledné rozvláknění a žmolkování se následně vyhodnocuje vizuálně po definovaných stádiích oděrové zkoušky.

Přístroje a pomocné zařízení: SDL ATLAS Martinedale M235

Příprava vzorku: Z každého typu zkoušených textilních materiálů byly odebrány 2 sady vzorků o průměru 140 mm. Před vystřížením byly označeny na rubové straně zkoušené textilie.

Postup: 1.sada připravených vzorků byla připevněna na žmolkovací stolky a 2. sada vzorků byla připevněna na držáky vzorků. Po 500 cyklech se přístroj musí zastavit a kartáčem se odstraní utržená vlákna, která mohou ulpět na povrchu. Vzorky byly kontrolovány celkem 5 krát, vždy po určitém počtu cyklů (tab.14).

Tab. 14: Průběh pozorování změn žmolkovitosti

| Stav posouzení | Počet cyklů |
|-----------------------|--------------------|
| 1 | 125 |
| 2 | 500 |
| 3 | 1000 |
| 4 | 2000 |
| 5 | 5000 |

Vyhodnocení zkoušky: Zkouška se hodnotí vizuálně pozorovatelem. Pro porovnání povrchových změn vzorků slouží etalony a původní vzorek. Poškození vzorků lze zařadit do 5-ti stupňů (tab.15), kdy 5. stupeň je hodnocen jako nejlepší a 1. stupeň jako nejhorší. Výsledkem zkoušky je průměrná hodnota ze stupňů žmolkování udělených zkušebních vzorků.

Tab. 15: Vizuální hodnocení žmolkovitosti

| Stupeň | Popis |
|---------------|---|
| 5 | Beze změn. |
| 4 | Lehké rozvláknění povrchu a/nebo počátek tvorby žmolků. |
| 3 | Mírné rozvláknění povrchu a/nebo mírné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají částečně povrch vzorku. |
| 2 | Výrazné rozvláknění povrchu a/nebo výrazné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají značnou část povrchu vzorku.. |
| 1 | Husté rozvláknění povrchu a/nebo silné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají celý povrch vzorku. |

[16]

Tab. 16: Vyhodnocení žmolkovitosti

| | Žmolkovitost | | Zvýšení žmolkovitosti po praní v % |
|-------------------|--------------|----------|--|
| | Před praním | Po praní | |
| DECATHLON | 3 | 2,6 | 13,333 |
| PONTETORTO | 2,2 | 2 | 9,091 |
| PRIOR | 2,4 | 2 | 16,667 |
| ARTINA | 3,2 | 2,4 | 25,000 |

Diskuse výsledků:

Žmolkovitost po praní je nejvyšší u klasického PES materiálu ARTINA a nejnižší změny nastaly u recyklovaného PES materiálu PONTETORTO.

Žmolkovitost se tedy příliš neliší pro recyklované a klasické PES materiály. Záleží více na tom zda mají materiály protižmolkovou úpravu než na tom zda jde o recyklovaný či klasický PES materiál.

7.5 Zjišťování stálobarevnosti

Norma: ČSN EN ISO 105-A05 (80 0124) Zkoušky stálobarevnosti. Přístrojové stanovení změny odstínu pro určení stupňů šedé stupnice.

Princip zkoušky: Vyhodnotí se rozsah změny odstínu a vyjádří se ve stupních.

Přístroje a pomocné zařízení: DATACOLOR International SF600 PLUS

Příprava vzorku:

Na měření je třeba 1 standardní vzorek (tj vzorky bez osvětlení UV), podle kterého se vyhodnotí vzorky po osvětlení UV. Vzorky se musí přeložit tak, aby proti světlu neprosvítaly.

Postup: Nejprve se vždy změří standardní vzorek a to vždy z lící strany po směru sloupku a po směru řádku. Poté se změří osvětlené vzorky.

Vyhodnocení zkoušky:

Spektrofotometr vyhodnotí změny vybarvení ve stupních dle šedé stupnice (5 základních stupňů + 5 mezistupňů). Nejlepší stálobarevnost odpovídá stupni 5, nejhorší naopak stupni 1. Z 10 naměřených vzorků je vypočítaná průměrná hodnota (tab.17).

[16]

Tab. 17: Vyhodnocení stálobarevnosti dle šedé stupnice

| | Stálosti ve vybarvení po UV záření | Stálosti ve vybarvení po praní |
|-------------------|---|---------------------------------------|
| DECATHLON | 1-2 | 5 |
| PONTETORTO | 5 | 5 |
| PRIOR | 2-3 | 4-5 |
| ARTINA | 1 | 4-5 |

Diskuse výsledků:

Největší změny odstínu ve vybarvení po 7 dnech UV záření dosáhly recyklovaný PES materiál DECATHLON a klasický PES materiál ARTINA. U recyklovaného PES materiálu PONTETORTO nedošlo vůbec k žádným změnám ve vybarvení.

Nedá se tedy konstatovat, že by recyklované PES materiály měly nižší stálobarevnost na slunci než klasické PES materiály. Mnohem důležitější pro stálost ve vybarvení je správná volba barviva a způsob barvení.

Při této zkoušce bylo velmi zajímavé, jak velké byly rozdíly v odstínech ve vybarvení stejného vzorku za stejných podmínek a dobu v přístroji UVCON ATLAS. Obrázky jsou vidět v příloze č.3. Tato variabilita v odstínech mohla nastat z několika důvodů:

- 1) Nerovnoměrnost uložení - způsob uložení vlasových pletenin nebyl řazen dle sloupku či řádku
- 2) Nerovnoměrný osvit - postupné dokupování žárovek

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnat trvanlivostní vlastnosti klasického a recyklovaného polyesteru. K dispozici byly 4 druhy fleece materiálů - 2 z klasického a 2 z recyklovaného PES. Jednotlivé vzorky se od sebe liší hustotou pleteniny, plošnou měrnou hmotností a tloušťkou. Pro praktickou část byly vybrány pevnostní a tahové vlastnosti, žmolkovitost a stálobarevnost.

Největším přínosem bylo získávání informací. Na úplném začátku bylo největším problémem sehnat recyklované polyesterové materiály.

Vzhledem k tomu, že se veškerý PET odpad vyváží především do asijských zemí a je zde nejvíce výrobců a zpracovatelů recyklovaných polyesterových materiálů, bylo hledání zaměřeno přímo na samotnou Čínu. Byl vyhledán výrobce, který nabízel 100% recyklovaný fleece materiál z PET lahví. Následně byla vypočítána cena dopravy a bylo zkonstatováno, že její cena převyšuje cenu materiálu až 6x.

Jeden z dalších problémů byl nákup materiálu v minimálním množství.

Stejně bylo postupováno i při hledání materiálu v USA, kde sice cena dopravy byla nižší, ale cena materiálu byla znatelně vyšší.

Tudíž byla varianta objednat materiál ze vzdálených zemí úplně vyloučena a hledala se jiná možná cesta.

Další možnost se naskytla při návštěvě obchodu DECATHLON, kde byla objevena mikina, vyrobená z 8 PET lahví.

Druhý materiál – PONTETORTO, z recyklovaného polyesteru, byl získán od firmy Directalpine.

Nakonec se ukázalo, že nebude snadné sehnat ani materiál z klasického polyesteru. Byl proveden průzkum v několika obchodech v různých městech, kde byl položen dotaz na prodávající, zda náhodou nevědí jaký je původ materiálu. Zajímavé bylo, že mnoho z nich se domnívá, že vše co je vyrobené z polyesteru a dovezeno z asijských zemí je vyrobeno z PET lahví.

Bylo zjištěno, že na trhu jsou 3 typy výrobců: Na jedné straně tady jsou firmy, které se vyloženě pyšní výrobou recyklovaných polyesterových materiálů a na druhou stranu jsou tady dovážené výrobky z asijských zemí, které se zase naopak snaží na

původ materiálu neupozorňovat. Pak jsou ještě takoví výrobci, kteří propagují své výrobky jako recyklované, ale přitom se z PET odpadem nikdy nesetkaly. Výrobce však není povinen označovat výrobky jako recyklované, je to pouze v jeho vlastním zájmu.

Protože dlouho nebylo jasné, jaký je doopravdy původ "recyklovaného" výrobku, vznikla certifikace nazývaná: "Global Recycle Standard", která dohlíží na zpracování druhotných surovin během výroby. V Evropské Unii se o tuto problematiku stará firma Control Union [24].

Výrobci nám oznamují z kolika PET lahví je daný výrobek zhotoven, ale nikoho by možná už nenapadlo, že se ještě přidává část klasického polyesteru. Ten se přidává kvůli lepším zpracovatelským vlastnostem a proto aby se výrobek kvalitativně svými vlastnostmi příliš nelišil od klasického polyesteru.

Zpracování recyklovaného polyesteru je sice náročnější a nákladnější, ale v závěru stojí o několik tisíc korun (za 1 tunu PET granulátu) méně než klasický polyester. Z tohoto důvodu by bylo vhodné, aby na trhu bylo více výrobků, které by byly z části recyklovaného a z části primárního původu.

V praktické části práce bylo zjištěno, že recyklované a PES materiály mají po směru sloupku vyšší tažnost. K největšímu poškození recyklovaného PES materiálu došlo po vlivu UV záření, kdy se pevnost snížila přibližně o 14% po směru sloupku a o 9% po směru řádku. Tažnost se po vlivu UV záření snížila o 8% po směru sloupku a o 13% po směru řádku.

Po praní se recyklované a klasické PES materiály příliš nelišili. Žmolkovitost taky nepoukázala na rozdíly mezi recyklovaným a klasickým PES materiálem.

Tato práce se snažila poukázat na problematiku recyklovaných PES textilních a oděvních materiálů. Ještě toho hodně nebylo řečeno a naskýtá se zde možnost pro další zkoumání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Miklas Z., Vaváček M.: Polyesterová vlákna, SNTL, Praha 1966
- [2] Militký J.: Textilní vlákna- Klasická a speciální, TUL, Liberec 2012,
ISBN 978-80-7372-844-1
- [3] Thoma, P. Článek: " Plastové láhve" [online]. Časopis SVĚT TISKU, září 2014
[cit.2.7.2014]. Dostupné na:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=671>
- [4] Kruliš, Z. Termoplasty v praxi - Možnosti recyklace plastů. [online]. [cit.2.7.2014].
Dostupné na: <<http://enviweb.ihned.cz/clanek/88360/moznosti-recyklace-plastu>>
- [5] Duliková, M. :Problematika recyklac PET lahví : Současný stav a perspektivy,
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, 2011
- [6] Dostalová M., Křivánková M. : Základy textilní a oděvní výroby, TUL, Liberec
2004, ISBN / 80-7083-831-0
- [7] Pagáčová, Ev.: Vlastnosti recyklovaných polyesterových vláken. Diplomová práce.
TUL, Liberec 2005
- [8] TESIL [online]. [cit:10.7.2014].Dostupné na: <<http://www.silon.eu/cz/>>
- [9] DACRON [online]. [cit:10.7.2014].
Dostupné na: < <http://www.invista.com/en/brands/dacron.html>>
- [10] REPREVE [online]. [cit:10.7.2014].Dostupné na: <<http://www.repreve.com/>>
- [11] NEWLIFE [online]. [cit:10.7.2014].Dostupné na:
<http://www.newlifeyarns.com/site/app01/lng/eng/public_newlife.nsf/homepage?openagent>
- [12] Růžičková, D. : Oděvní Materiály. TUL, Liberec, 2003, ISBN 80-7083-682-2
- [13] Kovačič, V. : Textilní zkušebnictví, díl I,II., TUL, Liberec, 2004,
ISBN 80-7083-825-6
- [14] Přednáška - Užité vlastnosti oděvních materiálů [cit.10.2.2015]. Dostupné na:
<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska4_B_2013.pdf>

- [15] Informace o přístroji UVCon ATLAS poskytla Katedra oděvnictví, laboratoř fyziologických vlastností.
- [16] Uvedené normy ČSN, ISO. Praha: ÚNMZ -Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- [17] Recyklace. [online]. [cit.10.7.2014]. Dostupné na:
<<http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/odpady/cd%20platn%E9/3/3.htm7>>
- [18] Polyesterové směsi, [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na:
<<http://www.dummies.com/how-to/content/how-to-tell-differences-between-fabrics-and-fabric.html>>
- [19] Suchý proces [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na:
<http://goldface.trustpass.alibaba.com/product/50000664226-100749772/unwashed_pet_bottle_bulk_flakes_supplier_from_Yemen_with_good_price.html>
- [20] Mokrý proces [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na:
<<http://www.jaktridit.cz/en/photos-and-videos/photo-gallery/plastic-2>>
- [21] Staněk J., Hynčicová J., Kovačič V.: Nauka o textilních materiálech, Díl I, část 2.- Struktura získávání a výroba vláken, TUL,Liberec 1986
- [22] Trhací stroj [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na: <<http://labormachine.cz/ct-modely/m350-5ct/>>
- [23] ATLAS UVCon. [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na: <<http://atlas-mts.com/>>
- [24] Beyond natural fibers,[online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné na:
<<https://oecotextiles.wordpress.com/2012/07/11/beyond-natural-fibers/>>

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1: Tloušťka před a po praní | 37 |
| Graf 2: Pevnost - sloupek..... | 40 |
| Graf 3: Pevnost - řádek | 40 |
| Graf 4: Tažnost - sloupek..... | 41 |
| Graf 5: Tažnost - řádek | 41 |
| Graf 6: Tahové křivky původní stav - sloupek | 42 |
| Graf 7: Tahové křivky po praní - sloupek..... | 42 |
| Graf 8: Tahové křivky po UV záření - sloupek | 43 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Technologické výhody a nevýhody | 13 |
| Tab. 2: Nejčastější směsi PES[18]..... | 19 |
| Tab. 3: Pleteniny | 20 |
| Tab. 4: Tkaniny..... | 21 |
| Tab. 5: Netkané textilie..... | 22 |
| Tab. 6: TESIL[8]..... | 24 |
| Tab. 7: DACRON: [9] | 24 |
| Tab. 8: REPREVE[10]..... | 25 |
| Tab. 9: NEW LIFE [11]..... | 25 |
| Tab. 10: Tloušťka před a po praní | 37 |
| Tab. 11: Plošná hmotnost [g/m ²]..... | 38 |
| Tab. 12: Pevnost [N]..... | 40 |
| Tab. 13: Tažnost [%] | 41 |
| Tab. 24: Průběh pozorování změn žmolkovitosti | 46 |

| | |
|--|----|
| Tab. 25: Vizuální hodnocení žmolkovitosti..... | 46 |
| Tab. 26: Vyhodnocení žmolkovitosti..... | 47 |
| Tab. 27: Vyhodnocení stálobarevnosti dle šedé stupnice | 49 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Strukturní jednotka PET [1] | 7 |
| Obr. 2: Přímá esterifikace kyseliny tereftalové a etylenglykolu [1]..... | 7 |
| Obr. 3: Reesterifikace dimetyltereftalátu a etylenglykolu [1] | 8 |
| Obr. 4: Polykondenzace bis-(hydroxyetyl)tereftalátu [1]..... | 8 |
| Obr. 5: PET flakes: vlevo- suchý proces [19], vpravo - mokrý proces [20]..... | 10 |
| Obr. 6: Výroba PES oděvních materiálů z PET odpadu..... | 14 |
| Obr. 7: Výroba PES vláken, nalevo výroba PES vláken z polykondenzátu, | 15 |
| Obr. 8: KOMPAKT linka [7]..... | 16 |
| Obr. 9: Výrobní systém RGA-T firmy EREMA [7]..... | 17 |
| Obr. 10: ERPET linka [7] | 18 |
| Obr. 11: Rozdílné tahové křivky pro pleteniny a pro tkanin [12]..... | 27 |
| Obr. 12: Trhací stroj [22]..... | 27 |
| Obr. 13: Vznik žmolku [13]..... | 28 |
| Obr. 14: Oděrací přístroj Martine Dale..... | 28 |
| Obr. 16: Přístroj Spektrofotometr Datacolor..... | 29 |
| Obr. 15: vlevo - Šedá stupnice, vpravo - modrá stupnice..... | 29 |
| Obr. 17: Vlnové délky UV záření [23] | 31 |
| Obr. 18: Přístroj ATLAS UVCON | 33 |
| Obr. 19: Fleece materiál DECATHLON | 35 |
| Obr. 20: Fleece materiál PONTETORTO | 35 |
| Obr. 21: Fleece materiál PRIOR..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Obr. 22: Fleece materiál ARTINA | 36 |
| Obr. 23: Rozměry vzorku pro zjišťování pevnosti pletenin | 39 |

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

PET - Polyethylentereftalát

PES - Poylester

vPET - Virgin Polyethylentereftalát

rPET - Recycled Polyethylentereftalát

DMT - Dimethyltereftalát

PS - Polystyren

PMMA - Polymethylmetakrylát

PA - Polyamid

PU - Polyuretan

PBT - Polybutylentereftalát

PTT - Polytrymetyléntereftalát

LOI - Limitní kyslíkové číslo

UV - Ultrafialové záření

TK - tkanina

PL - pletenina

F - pevnost

ϵ - epsilon

L_1 - maximální vzdálenost čelisti do přetrhu

L_0 - původní vzdálenost čelistí

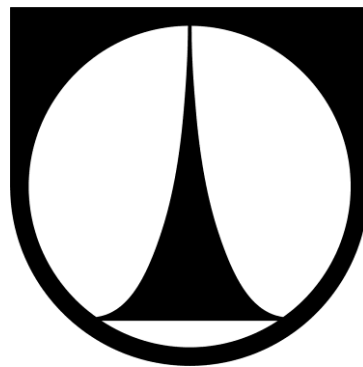
UVA - ultrafialové záření typu A

Hs - hustota sloupku

Hř - hustota řádku

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní



Příloha č.1

Výsledky měření

Tloušťka (mm)

| DECATHLON - tloušťka [mm] | | |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Před praním | Po praní |
| 1. | 3,49 | 3,25 |
| 2. | 3,47 | 3,26 |
| 3. | 3,46 | 3,23 |
| 4. | 3,51 | 3,24 |
| 5. | 3,48 | 3,25 |
| Průměr | 3,48 | 3,25 |
| Směrodatná odchylka | 0,02 | 0,01 |
| Variační koeficient | 0,49 | 0,31 |

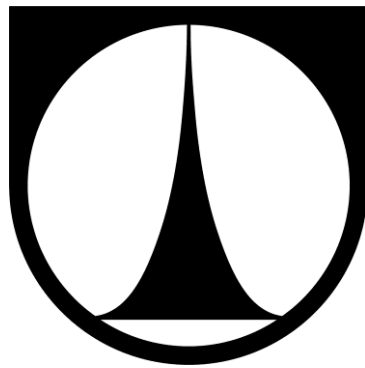
| PONTETORTO - tloušťka [mm] | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Před praním | Po praní |
| 1. | 3,02 | 2,77 |
| 2. | 3,02 | 2,76 |
| 3. | 2,97 | 2,76 |
| 4. | 2,90 | 2,77 |
| 5. | 2,86 | 2,72 |
| Průměr | 2,95 | 2,76 |
| Směrodatná odchylka | 0,06 | 0,02 |
| Variační koeficient | 2,18 | 0,67 |

| PRIOR - tloušťka [mm] | | |
|------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Před praním | Po praní |
| 1. | 2,69 | 2,78 |
| 2. | 2,71 | 2,73 |
| 3. | 2,72 | 2,71 |
| 4. | 2,72 | 2,72 |
| 5. | 2,77 | 2,66 |
| Průměr | 2,72 | 2,72 |
| Směrodatná odchylka | 0,03 | 0,04 |
| Variační koeficient | 0,97 | 1,41 |

| ARTINA - tloušťka [mm] | | |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Před praním | Po praní |
| 1. | 3,35 | 3,29 |
| 2. | 3,21 | 3,24 |
| 3. | 3,18 | 3,27 |
| 4. | 3,49 | 3,27 |
| 5. | 3,19 | 3,25 |
| Průměr | 3,28 | 3,26 |
| Směrodatná odchylka | 0,12 | 0,02 |
| Variační koeficient | 3,65 | 0,6 |

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

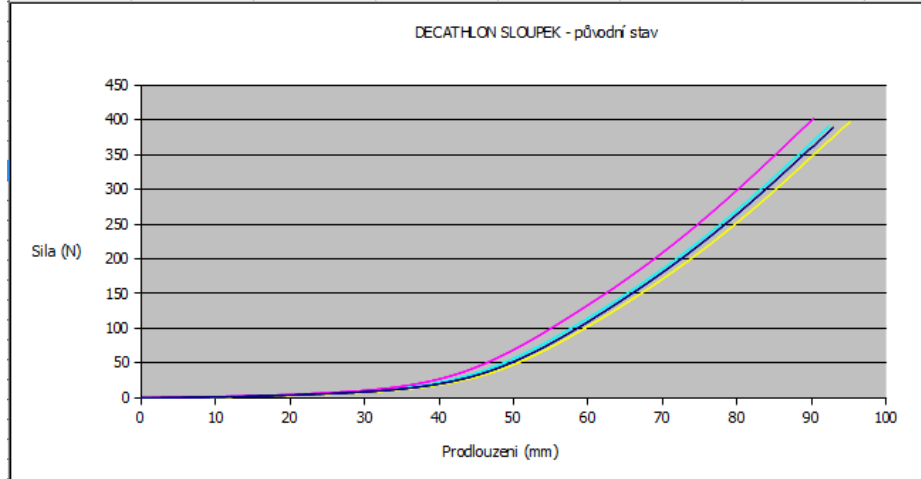


Příloha č.2

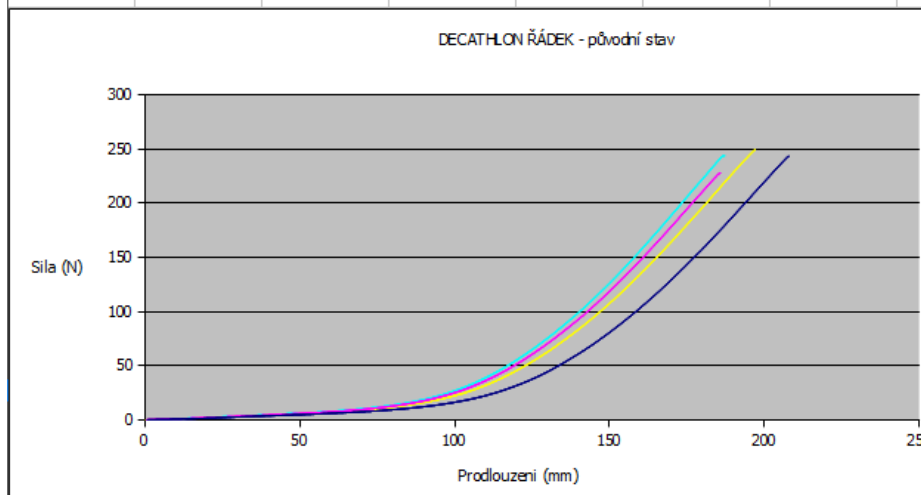
Výsledky měření

Pevnost v tahu a tažnost- původní stav

| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 389,420 | 92,898 | 92,898 |
| 2 | 402,450 | 90,248 | 90,248 |
| 3 | 397,410 | 95,171 | 95,171 |
| 4 | 391,150 | 92,365 | 92,365 |
| Min | 389,420 | 90,248 | 90,248 |
| Střed | 395,108 | 92,670 | 92,670 |
| Max | 402,450 | 95,171 | 95,171 |
| S.O. | 5,978 | 2,022 | 2,022 |
| VK | 1,513 | 2,182 | 2,182 |
| D.H.D | 385,595 | 89,453 | 89,453 |
| H.H.D. | 404,620 | 95,888 | 95,888 |

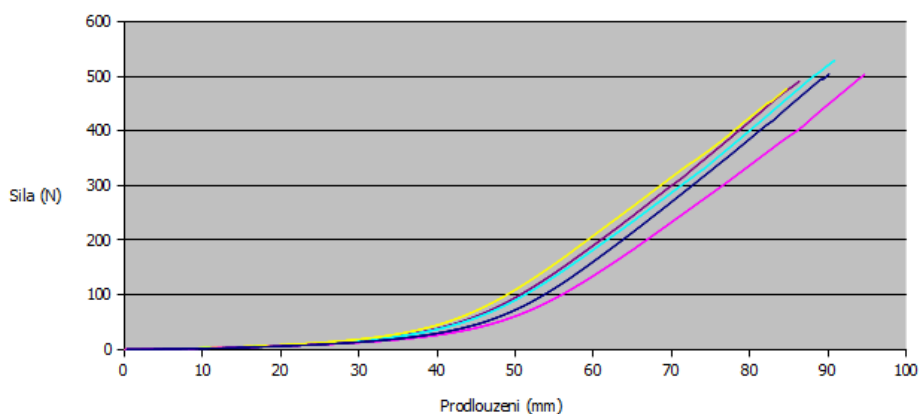


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 243,260 | 207,858 | 207,858 |
| 2 | 228,160 | 185,649 | 185,649 |
| 3 | 249,440 | 197,074 | 197,074 |
| 4 | 243,950 | 186,871 | 186,871 |
| Min | 228,160 | 185,649 | 185,649 |
| Střed | 241,202 | 194,363 | 194,363 |
| Max | 249,440 | 207,858 | 207,858 |
| S.O. | 9,124 | 10,353 | 10,353 |
| VK | 3,783 | 5,326 | 5,326 |
| D.H.D | 226,684 | 177,890 | 177,890 |
| H.H.D. | 255,721 | 210,836 | 210,836 |



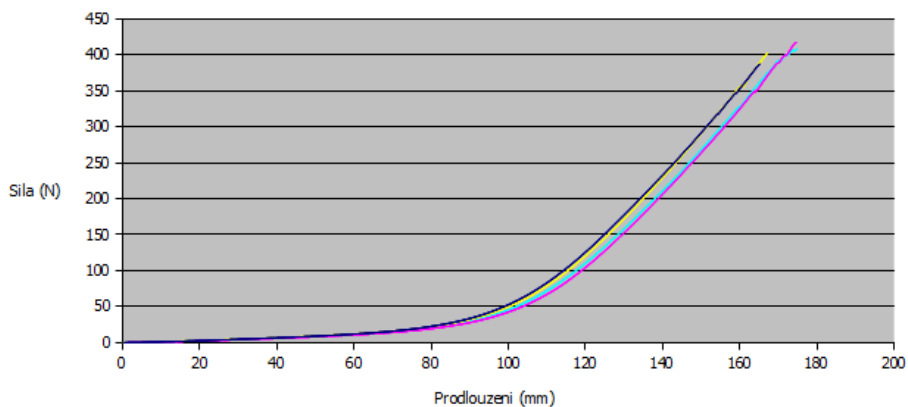
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Taznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 503,630 | 90,123 | 90,123 |
| 2 | 503,072 | 94,657 | 94,657 |
| 3 | 477,410 | 84,747 | 84,747 |
| 4 | 528,660 | 90,840 | 90,840 |
| 5 | 491,058 | 86,313 | 86,313 |
| Min | 477,410 | 94,657 | 94,657 |
| Střed | 500,766 | 89,336 | 89,336 |
| Max | 528,660 | 94,657 | 94,657 |
| S.O. | 18,917 | 3,918 | 3,918 |
| VK | 3,778 | 4,385 | 4,385 |
| D.H.D. | 470,818 | 83,133 | 83,133 |
| H.H.D. | 530,714 | 95,538 | 95,538 |

PONTETORTO SLOUPEK - původní stav



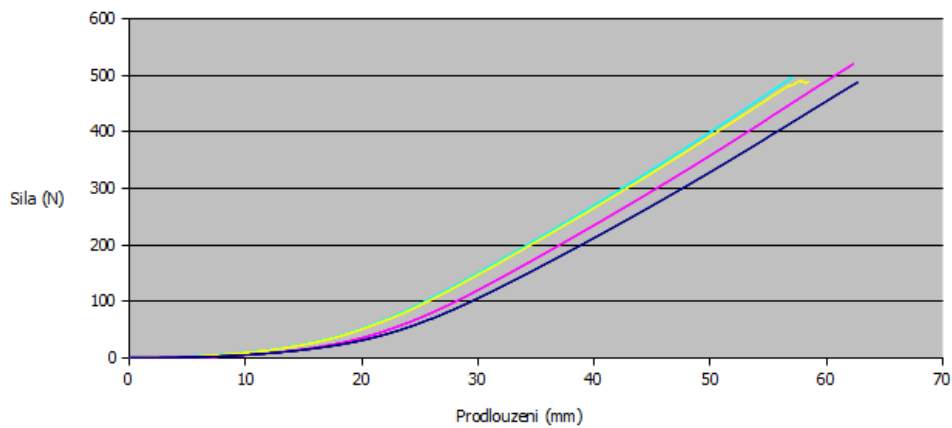
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Taznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 387,324 | 165,140 | 165,140 |
| 2 | 417,488 | 174,610 | 174,610 |
| 3 | 402,278 | 167,064 | 167,064 |
| 4 | 408,460 | 174,851 | 174,851 |
| Min | 387,324 | 165,140 | 165,140 |
| Střed | 403,888 | 170,416 | 170,416 |
| Max | 417,488 | 174,610 | 174,610 |
| S.O. | 12,686 | 5,044 | 5,044 |
| VK | 3,141 | 2,960 | 2,960 |
| D.H.D. | 381,432 | 161,488 | 170,416 |
| H.H.D. | 426,343 | 179,344 | 170,416 |

PONTETORTO ŘÁDEK - původní stav



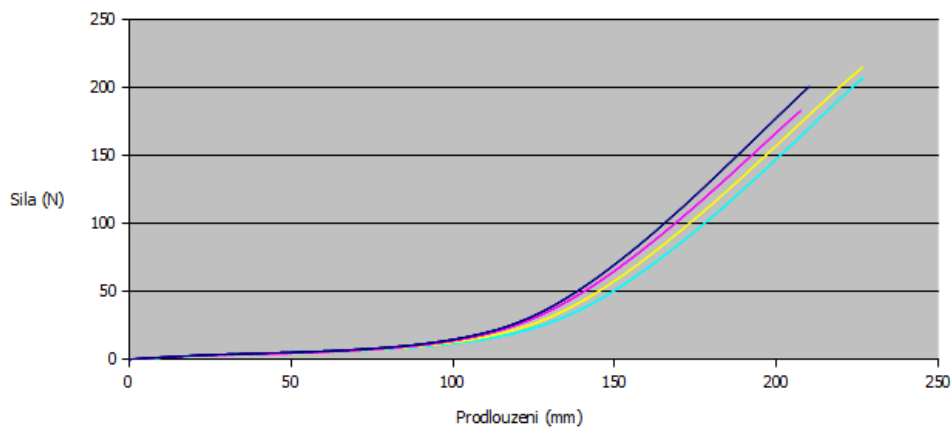
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 487,340 | 62,670 | 62,670 |
| 2 | 520,000 | 62,290 | 62,290 |
| 3 | 493,860 | 57,890 | 57,890 |
| 4 | 496,950 | 57,112 | 57,112 |
| Min | 487,340 | 57,112 | 57,112 |
| Střed | 499,537 | 59,990 | 59,990 |
| Max | 520,000 | 62,670 | 62,670 |
| S.O. | 14,218 | 2,896 | 2,896 |
| VK | 2,846 | 4,828 | 4,828 |
| D.H.D | 476,914 | 55,382 | 55,382 |
| H.H.D. | 522,161 | 64,599 | 64,599 |

PRIOR SLOUPEK - původní stav

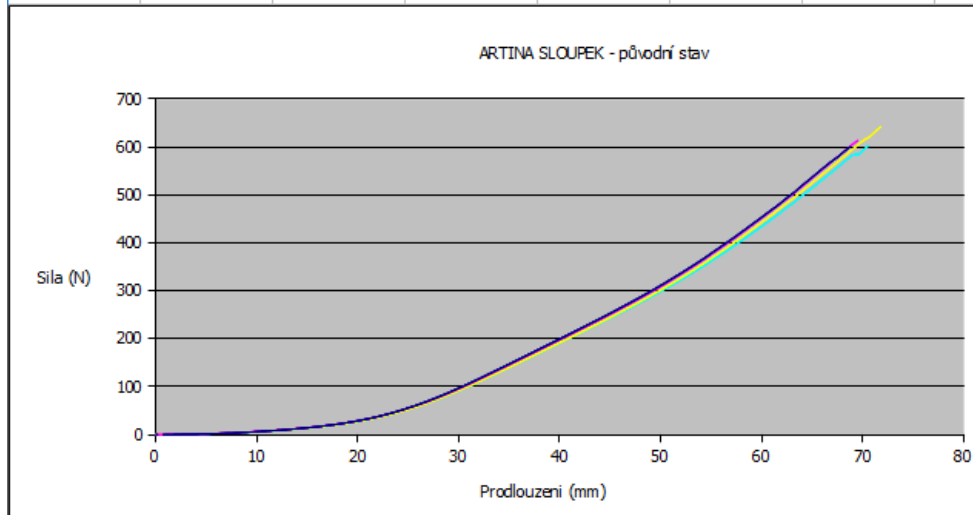


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 200,650 | 210,099 | 210,099 |
| 2 | 182,700 | 207,314 | 207,314 |
| 3 | 215,100 | 226,548 | 226,548 |
| 4 | 206,92 | 226,655 | 226,655 |
| Min | 182,700 | 207,314 | 207,314 |
| Střed | 201,343 | 217,654 | 217,654 |
| Max | 215,100 | 226,655 | 226,655 |
| S.O. | 13,765 | 10,394 | 10,394 |
| VK | 6,836 | 4,776 | 4,776 |
| D.H.D | 179,440 | 201,115 | 201,115 |
| H.H.D. | 223,245 | 234,193 | 234,193 |

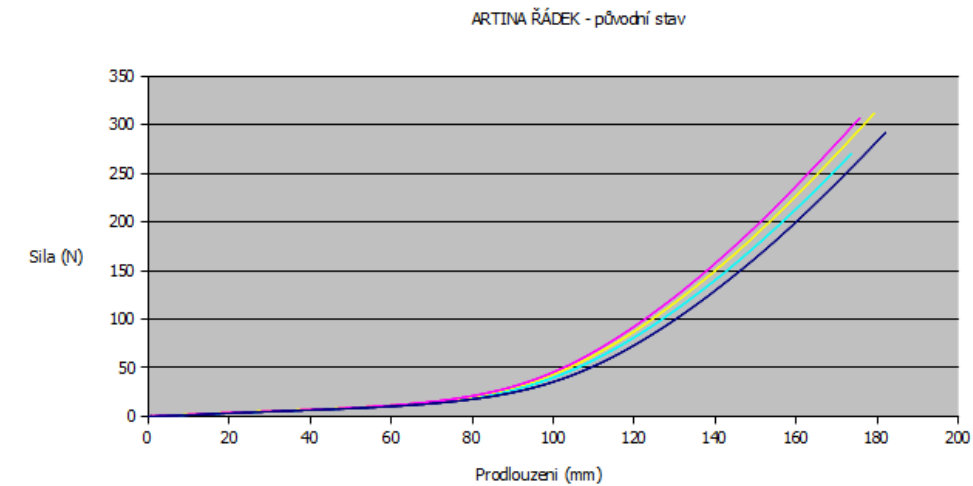
PRIOR ŘÁDEK - původní stav



| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 600,700 | 68,721 | 68,721 |
| 2 | 613,500 | 69,487 | 69,487 |
| 3 | 642,200 | 71,738 | 71,738 |
| 4 | 602,900 | 70,546 | 70,546 |
| Min | 600,700 | 68,721 | 68,721 |
| Střed | 614,825 | 70,123 | 70,123 |
| Max | 642,200 | 71,738 | 71,738 |
| S.O. | 19,086 | 1,311 | 1,311 |
| VK | 3,104 | 1,870 | 1,870 |
| D.H.D | 584,455 | 68,037 | 68,037 |
| H.H.D. | 645,195 | 72,209 | 72,209 |



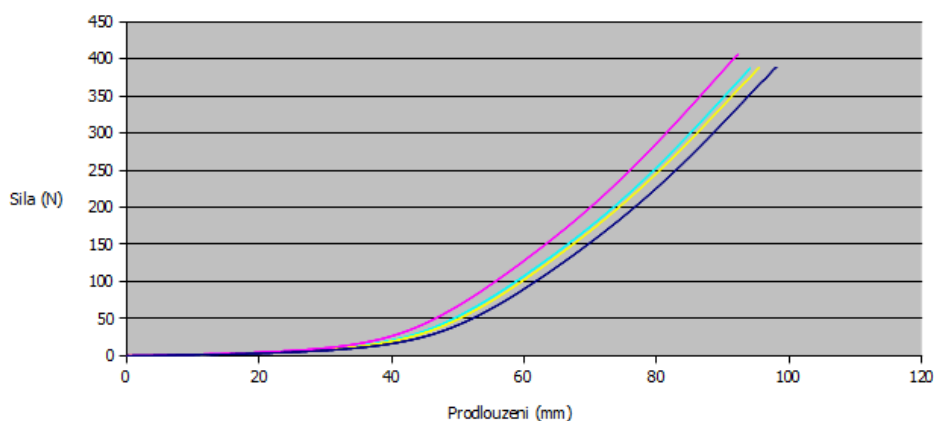
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 292,320 | 182,096 | 182,096 |
| 2 | 307,020 | 175,653 | 175,653 |
| 3 | 311,700 | 179,152 | 179,152 |
| 4 | 270,430 | 173,573 | 173,573 |
| Min | 270,430 | 173,573 | 173,573 |
| Střed | 295,368 | 177,619 | 177,619 |
| Max | 311,700 | 182,096 | 175,653 |
| S.O. | 18,562 | 3,770 | 3,770 |
| VK | 6,285 | 2,122 | 2,122 |
| D.H.D | 262,511 | 170,946 | 170,946 |
| H.H.D. | 328,224 | 184,291 | 184,291 |



Pevnost v tahu a tažnost - po praní

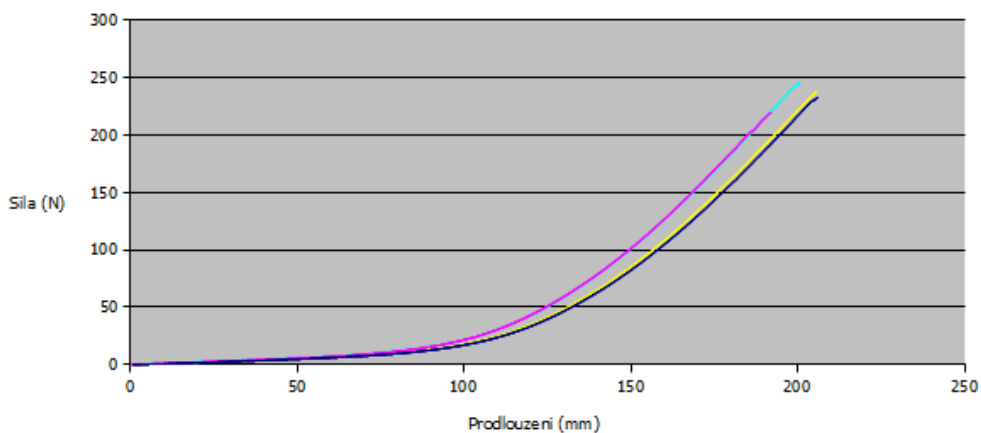
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 388,820 | 97,939 | 97,939 |
| 2 | 406,170 | 92,295 | 92,295 |
| 3 | 388,620 | 95,444 | 95,444 |
| 4 | 387,800 | 94,085 | 94,085 |
| Min | 387,800 | 92,295 | 92,295 |
| Střed | 392,853 | 94,941 | 94,941 |
| Max | 406,170 | 97,939 | 97,939 |
| S.O. | 8,889 | 2,379 | 2,379 |
| VK | 2,263 | 2,505 | 2,505 |
| D.H.D | 377,118 | 90,730 | 90,730 |
| H.H.D. | 408,587 | 99,151 | 99,151 |

DECATHLON SLOUPEK po praní

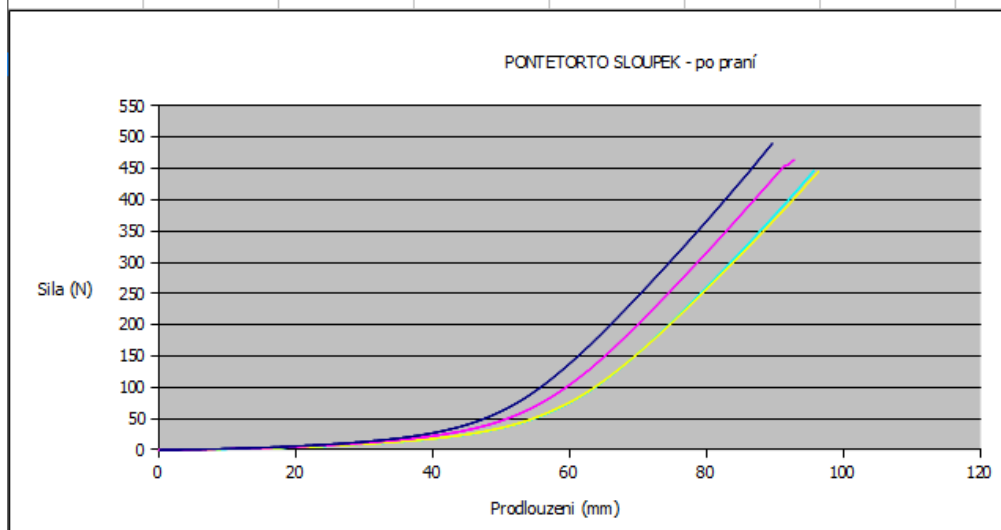


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 232,820 | 205,934 | 205,934 |
| 2 | 219,620 | 191,885 | 191,885 |
| 3 | 237,830 | 205,532 | 205,532 |
| 4 | 246,050 | 200,116 | 200,116 |
| Min | 219,620 | 191,885 | 191,885 |
| Střed | 234,080 | 200,867 | 200,867 |
| Max | 246,050 | 205,934 | 205,934 |
| S.O. | 11,076 | 6,549 | 6,549 |
| VK | 4,732 | 3,260 | 3,260 |
| D.H.D | 216,456 | 190,446 | 190,446 |
| H.H.D. | 251,704 | 211,288 | 211,288 |

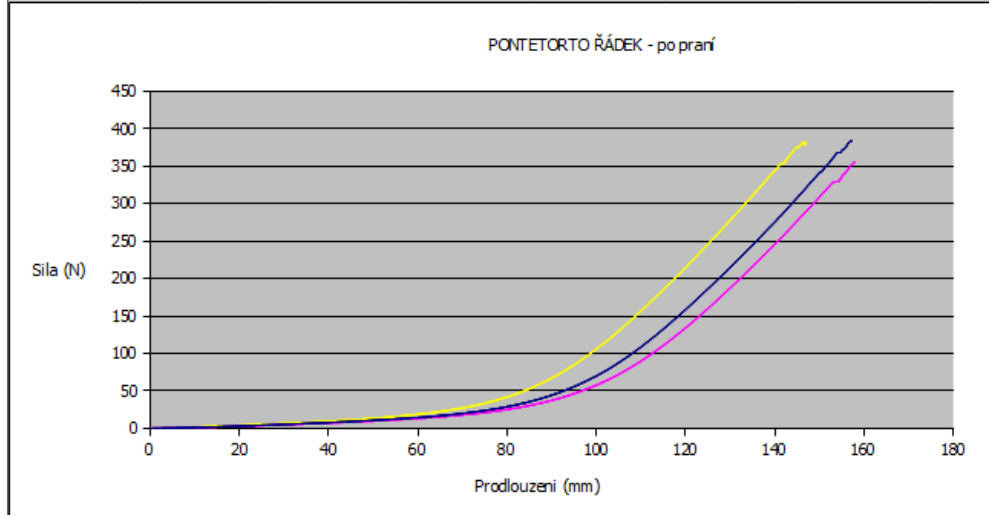
DECATHLON ŘÁDEK - po praní



| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 489,982 | 89,577 | 89,577 |
| 2 | 464,036 | 92,767 | 92,767 |
| 3 | 445,218 | 96,332 | 96,332 |
| 4 | 446,630 | 95,667 | 95,667 |
| Min | 445,218 | 89,577 | 89,577 |
| Střed | 461,467 | 93,586 | 93,586 |
| Max | 489,982 | 96,332 | 96,332 |
| S.O. | 20,848 | 3,088 | 3,088 |
| VK | 4,518 | 3,300 | 3,300 |
| D.H.D | 424,565 | 91,190 | 91,190 |
| H.H.D. | 498,368 | 97,244 | 97,244 |

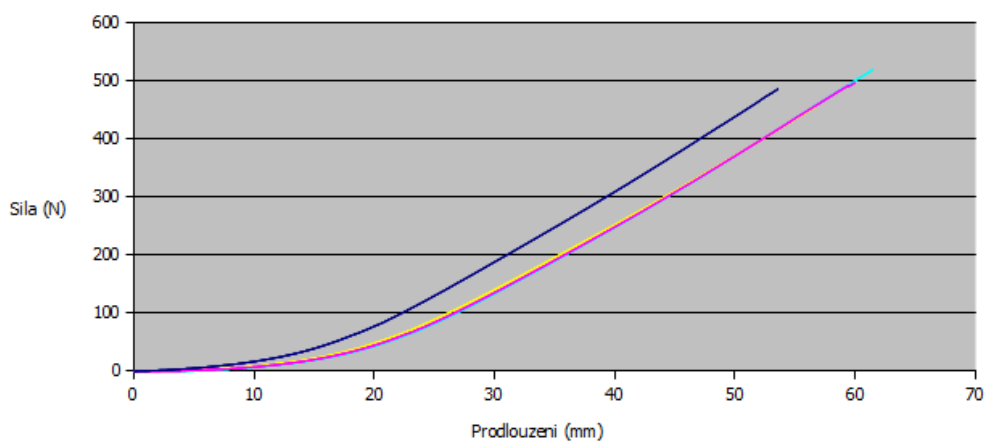


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 383,950 | 157,221 | 157,221 |
| 2 | 356,234 | 158,025 | 158,025 |
| 3 | 381,946 | 147,025 | 147,025 |
| Min | 356,234 | 147,025 | 147,025 |
| Střed | 374,043 | 154,090 | 154,090 |
| Max | 383,950 | 157,221 | 157,221 |
| S.O. | 15,456 | 6,132 | 6,132 |
| VK | 4,132 | 3,980 | 3,980 |
| D.H.D | 346,686 | 143,236 | 143,236 |
| H.H.D. | 401,401 | 164,944 | 164,944 |



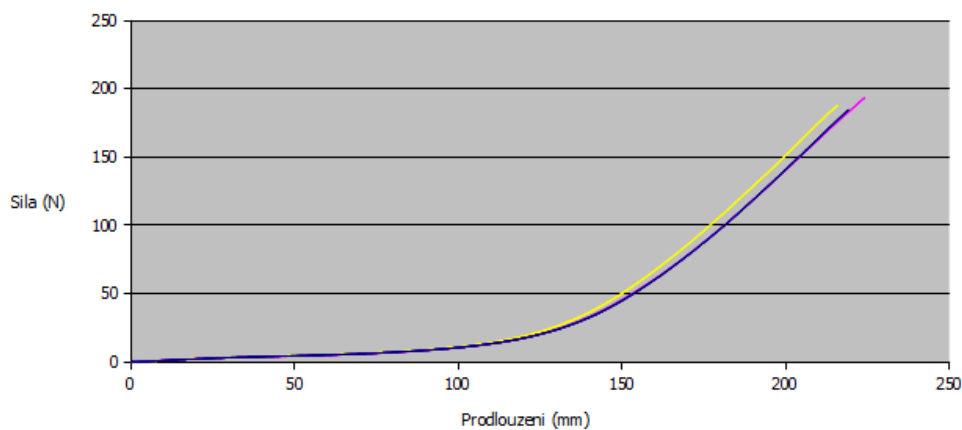
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 485,854 | 53,557 | 53,557 |
| 2 | 496,526 | 60,965 | 60,965 |
| 3 | 455,790 | 56,705 | 56,705 |
| 4 | 518,820 | 61,426 | 61,426 |
| Min | 455,790 | 56,705 | 56,705 |
| Střed | 492,616 | 57,492 | 57,492 |
| Max | 518,820 | 61,426 | 61,426 |
| S.O. | 16,821 | 5,564 | 5,564 |
| VK | 3,415 | 9,678 | 9,678 |
| D.H.D | 462,842 | 47,643 | 47,643 |
| H.H.D. | 522,390 | 67,341 | 67,341 |

PRIOR SLOUPEK - po praní

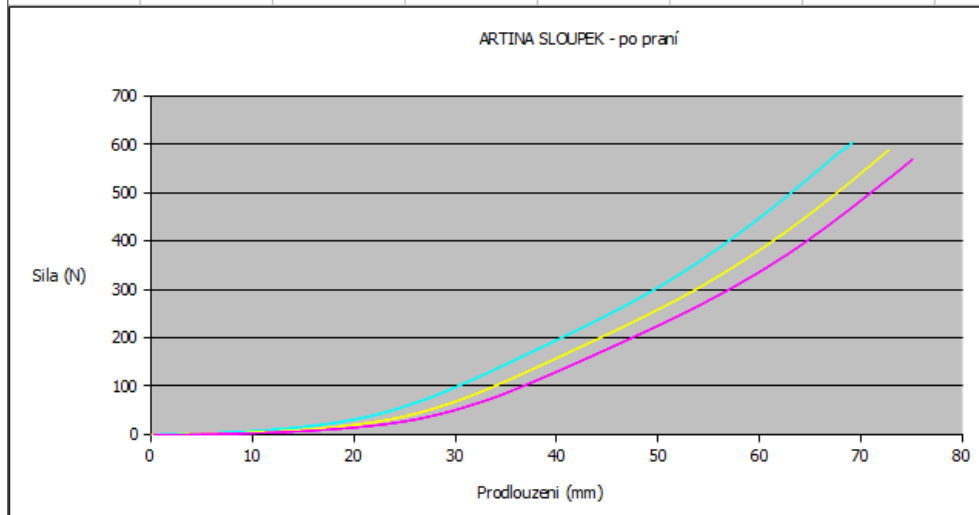


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 184,500 | 219,212 | 219,212 |
| 2 | 193,220 | 224,077 | 224,077 |
| 3 | 187,570 | 215,854 | 215,854 |
| Min | 184,500 | 215,854 | 215,854 |
| Střed | 188,430 | 219,714 | 219,714 |
| Max | 193,220 | 215,854 | 215,854 |
| S.O. | 4,423 | 4,134 | 4,134 |
| VK | 2,347 | 1,882 | 1,882 |
| D.H.D | 179,390 | 211,264 | 211,264 |
| H.H.D. | 197,470 | 228,165 | 228,165 |

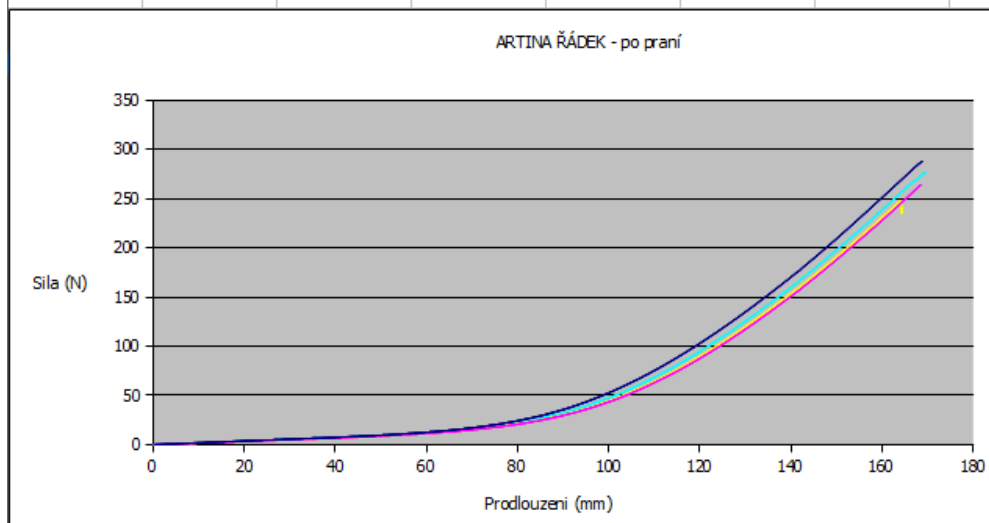
PRIOR ŘÁDEK - po praní



| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 569,200 | 75,050 | 75,050 |
| 2 | 589,120 | 72,751 | 72,751 |
| 3 | 605,700 | 69,234 | 69,234 |
| Min | 569,200 | 69,234 | 69,234 |
| Střed | 588,007 | 72,345 | 72,345 |
| Max | 607,340 | 75,050 | 75,050 |
| S.O. | 18,275 | 2,929 | 2,929 |
| VK | 3,108 | 4,049 | 4,049 |
| D.H.D | 550,654 | 66,358 | 66,358 |
| H.H.D. | 625,359 | 78,332 | 78,332 |

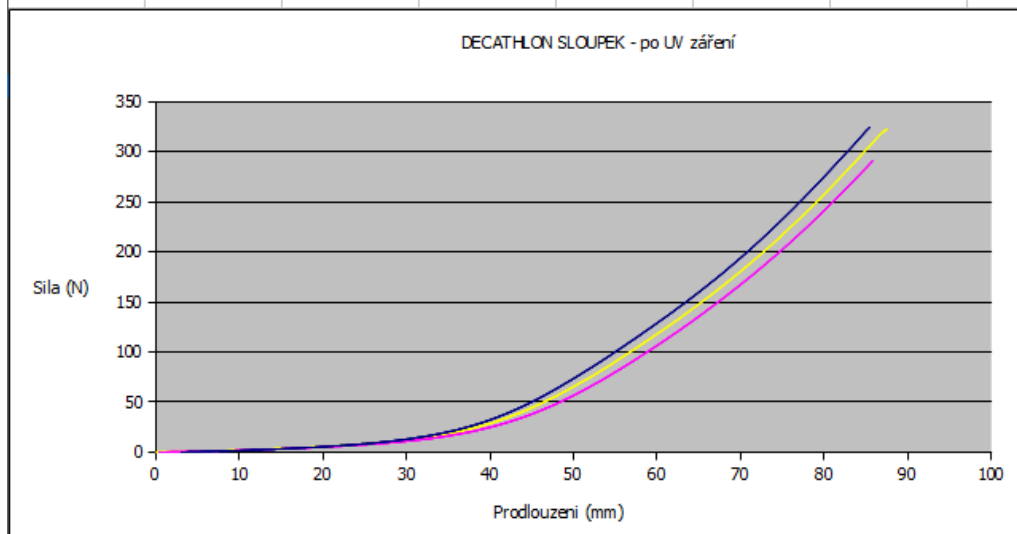


| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 288,030 | 168,693 | 168,693 |
| 2 | 264,450 | 168,635 | 168,635 |
| 3 | 248,690 | 164,268 | 164,268 |
| 4 | 276,950 | 169,564 | 169,564 |
| Min | 248,690 | 164,268 | 164,268 |
| Střed | 269,530 | 167,790 | 167,790 |
| Max | 288,030 | 169,564 | 169,564 |
| S.O. | 16,906 | 2,386 | 2,386 |
| VK | 6,272 | 1,422 | 1,422 |
| D.H.D | 242,629 | 163,993 | 163,993 |
| H.H.D. | 296,431 | 171,587 | 171,587 |

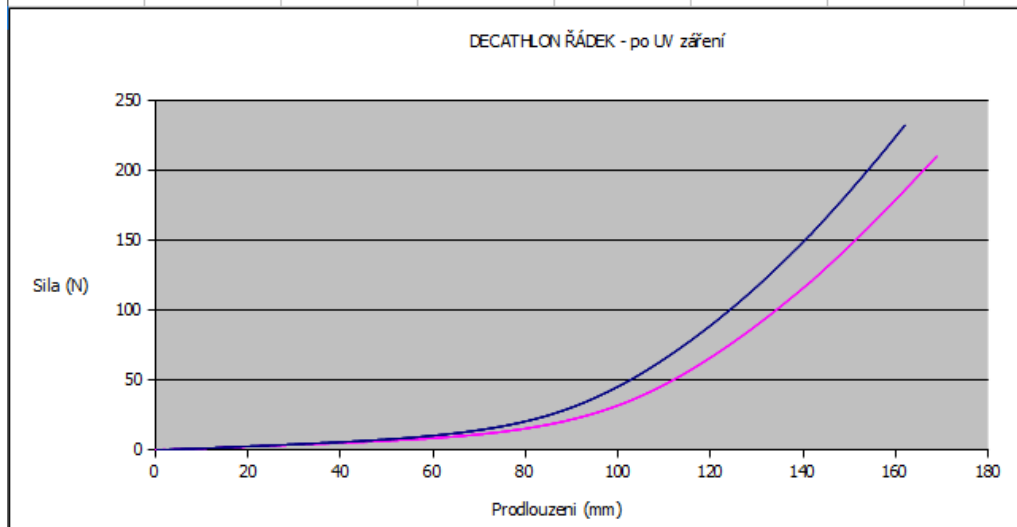


Pevnost v tahu a tažnost- po UV záření

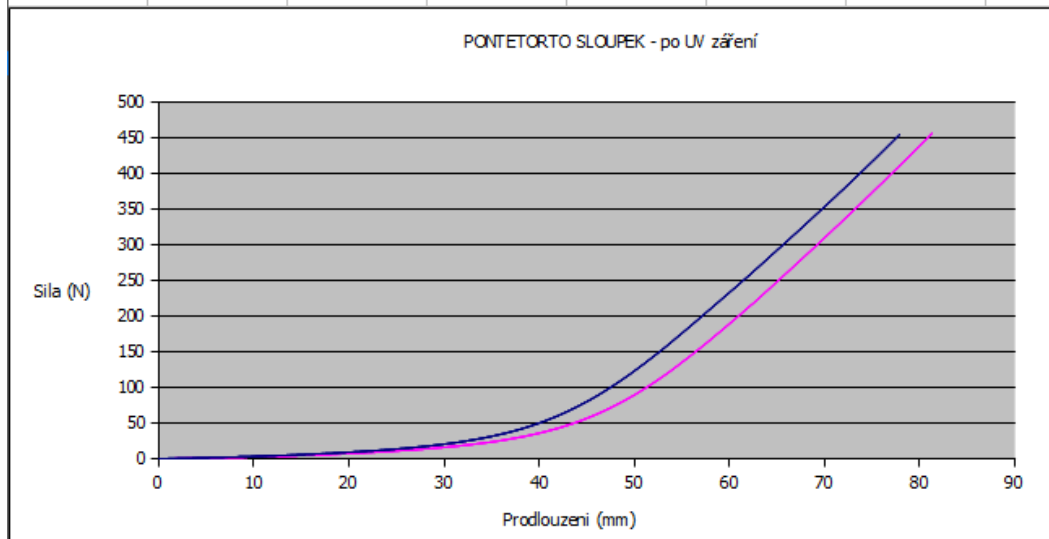
| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 324,462 | 85,428 | 85,428 |
| 2 | 291,394 | 85,823 | 85,823 |
| 3 | 323,150 | 87,544 | 87,544 |
| Min | 291,394 | 84,428 | 84,428 |
| Střed | 313,002 | 86,265 | 86,265 |
| Max | 324,462 | 87,544 | 87,544 |
| S.O. | 18,725 | 1,125 | 1,125 |
| VK | 5,982 | 1,305 | 1,305 |
| D.H.D | 274,731 | 83,965 | 83,965 |
| H.H.D. | 351,273 | 88,565 | 88,565 |



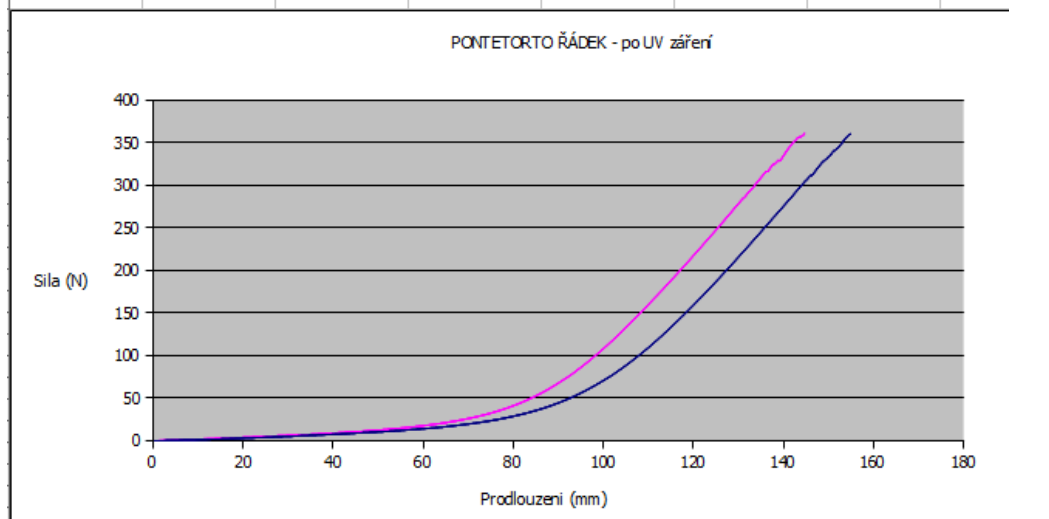
| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Tažnost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 232,090 | 161,964 | 161,964 |
| 2 | 209,870 | 168,872 | 168,872 |
| Min | 209,870 | 161,964 | 161,964 |
| Střed | 220,980 | 165,418 | 165,418 |
| Max | 232,090 | 168,872 | 168,872 |
| S.O. | 15,712 | 4,885 | 4,885 |
| VK | 7,110 | 2,953 | 2,953 |
| D.H.D | 79,814 | 121,531 | 121,531 |
| H.H.D. | 362,146 | 209,305 | 209,305 |



| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 454,162 | 77,832 | 77,832 |
| 2 | 456,336 | 81,265 | 81,265 |
| Min | 454,162 | 77,832 | 77,832 |
| Střed | 455,249 | 79,548 | 79,549 |
| Max | 456,336 | 81,265 | 81,265 |
| S.O. | 1,537 | 2,428 | 2,428 |
| VK | 0,338 | 3,052 | 3,052 |
| D.H.D | 451,401 | 73,471 | 73,472 |
| H.H.D. | 459,097 | 85,626 | 85,626 |

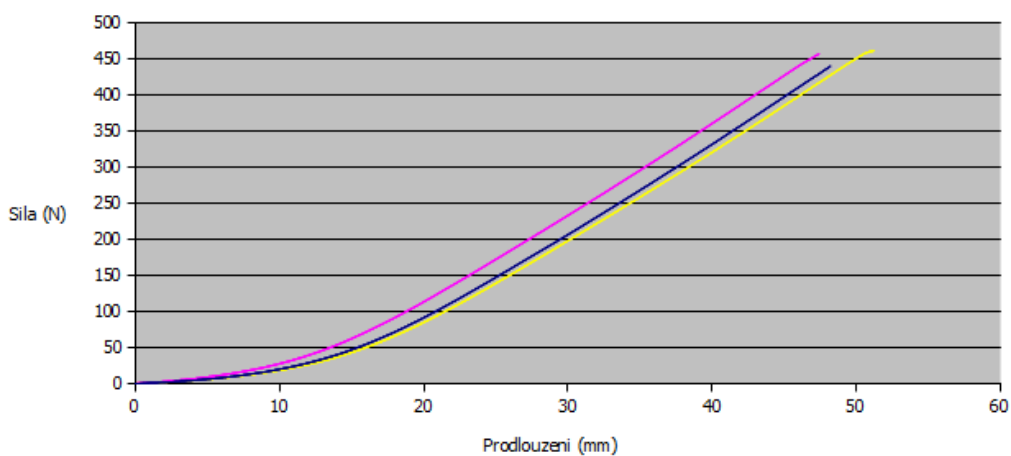


| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 360,722 | 154,8786 | 154,8786 |
| 2 | 361,292 | 144,6802 | 144,6802 |
| Min | 360,722 | 144,6802 | 144,6802 |
| Střed | 361,007 | 149,7794 | 149,7794 |
| Max | 361,292 | 154,8786 | 157,773 |
| S.O. | 0,4030508653 | 7,2113577973 | 7,2113577973 |
| VK | 0,1116462742 | 4,8146526139 | 4,8146526139 |
| D.H.D | 359,9980761172 | 131,7278046911 | 131,7278046911 |
| H.H.D. | 362,0159238828 | 167,8309953089 | 167,8309953089 |



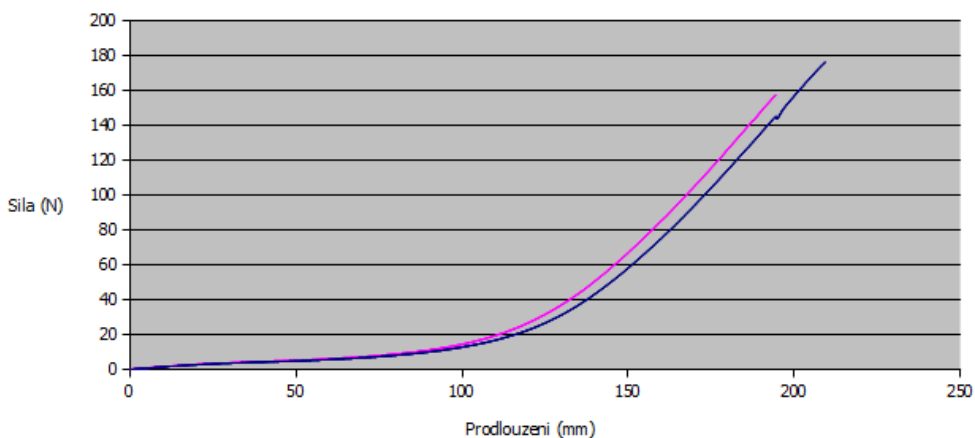
| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 439,800 | 48,201 | 48,201 |
| 2 | 456,800 | 47,406 | 47,406 |
| 3 | 461,320 | 51,201 | 51,201 |
| Min | 439,800 | 47,406 | 47,406 |
| Střed | 448,300 | 47,804 | 47,804 |
| Max | 461,320 | 51,201 | 51,201 |
| S.O. | 12,021 | 0,562 | 0,562 |
| VK | 2,681 | 1,176 | 1,176 |
| D.H.D | 423,731 | 46,655 | 46,655 |
| H.H.D. | 472,869 | 48,952 | 48,952 |

PRIOR SLOUPEK - po UV záření



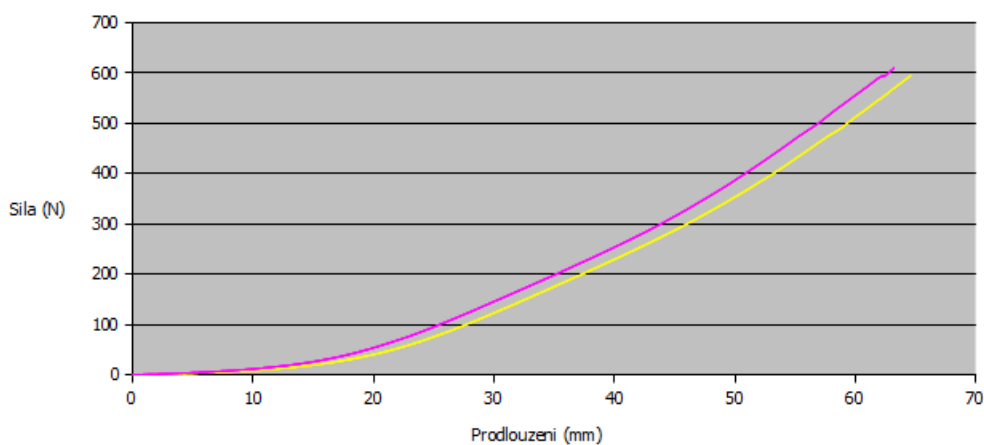
| Zkouška c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 176,090 | 209,261 | 209,261 |
| 2 | 157,490 | 194,357 | 194,357 |
| Min | 157,490 | 194,357 | 194,357 |
| Střed | 166,790 | 201,809 | 201,809 |
| Max | 176,090 | 209,261 | 209,261 |
| S.O. | 13,152 | 10,539 | 10,539 |
| VK | 7,885 | 5,222 | 5,222 |
| D.H.D | 48,622 | 107,122 | 107,122 |
| H.H.D. | 284,958 | 296,496 | 296,496 |

PRIOR ŘÁDEK - po UV záření



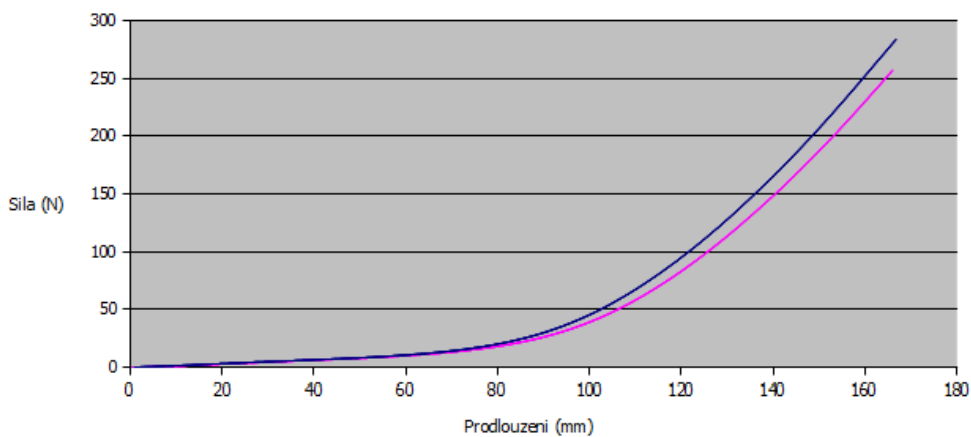
| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 610,360 | 63,225 | 63,225 |
| 2 | 595,100 | 64,603 | 64,603 |
| Min | 595,100 | 63,225 | 63,225 |
| Střed | 602,730 | 63,914 | 63,914 |
| Max | 610,360 | 64,603 | 64,603 |
| S.O. | 10,790 | 0,975 | 0,975 |
| VK | 1,790 | 1,525 | 1,525 |
| D.H.D. | 575,719 | 61,474 | 61,474 |
| H.H.D. | 629,741 | 66,353 | 66,353 |

ARTINA SLOUPEK - po UV záření



| Zkouska c. | Nejvyšší pevnost (N) | Prodloužení při nejv. Pevnosti | Táznost při nejvyšší pevnosti (%) |
|------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 283,428 | 166,678 | 166,678 |
| 2 | 256,980 | 165,974 | 165,974 |
| Min | 256,980 | 165,974 | 165,974 |
| Střed | 270,204 | 166,326 | 166,326 |
| Max | 283,428 | 166,678 | 166,678 |
| S.O. | 18,702 | 0,498 | 0,498 |
| VK | 6,921 | 0,299 | 0,299 |
| D.H.D. | 223,390 | 165,080 | 166,326 |
| H.H.D. | 317,018 | 167,573 | 166,326 |

ARTINA ŘÁDEK - po UV záření



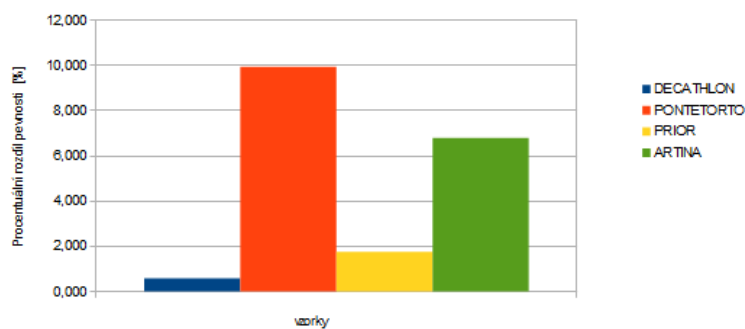
Relativní změny pevnosti a tažnosti vyjádřená v %

| Relativní změna [%] – po praní | | | | |
|--------------------------------|------------------|---------|----------------|---------|
| | Po směru sloupku | | Po směru řádku | |
| | Pevnost | Tažnost | Pevnost | Tažnost |
| DECATHLON | 0,571 | -0,575 | 1,803 | -1,646 |
| PONTETORTO | 9,946 | -1,076 | 7,554 | 4,132 |
| PRIOR | 1,752 | 0,632 | 3,268 | -0,521 |
| ARTINA | 6,788 | -0,562 | 6,539 | 2,488 |

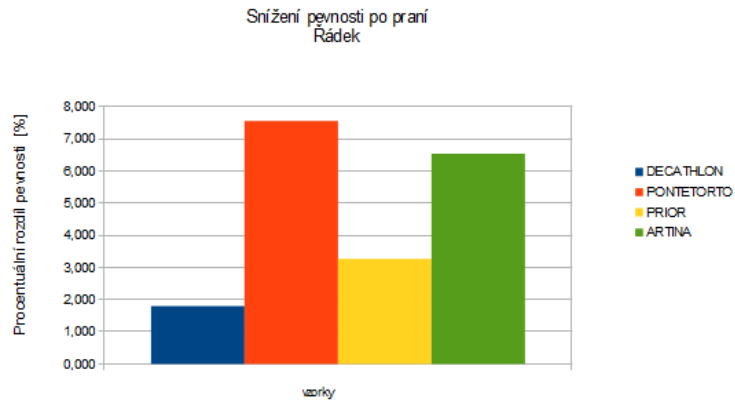
| Relativní změna [%] – po UV záření | | | | |
|------------------------------------|------------------|---------|----------------|---------|
| | Po směru sloupku | | Po směru řádku | |
| | Pevnost | Tažnost | Pevnost | Tažnost |
| DECATHLON | 20,776 | 6,912 | 8,384 | 14,892 |
| PONTETORTO | 9,089 | 10,956 | 10,617 | 12,110 |
| PRIOR | 10,257 | 20,314 | 17,161 | 7,280 |
| ARTINA | 1,967 | 8,854 | 8,519 | 6,358 |

Snížení pevnosti po praní - sloupek

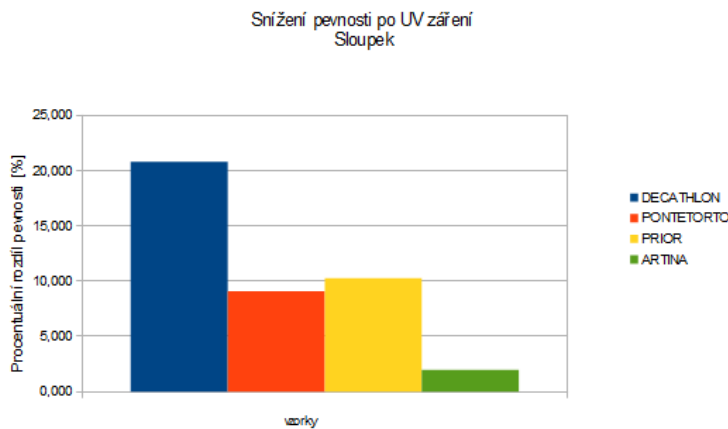
Snížení pevnosti po praní
Sloupek



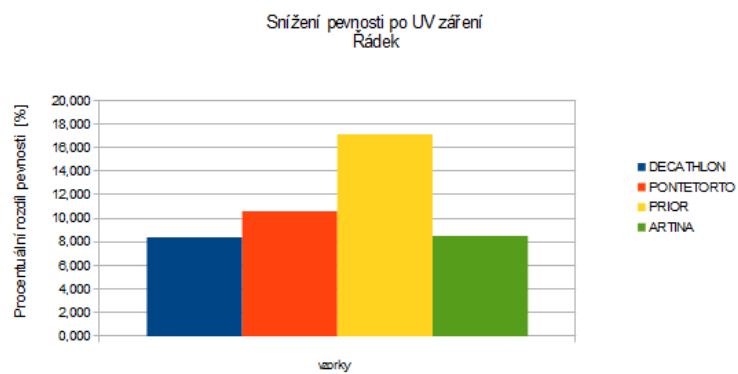
Snížení pevnosti po praní - řádek



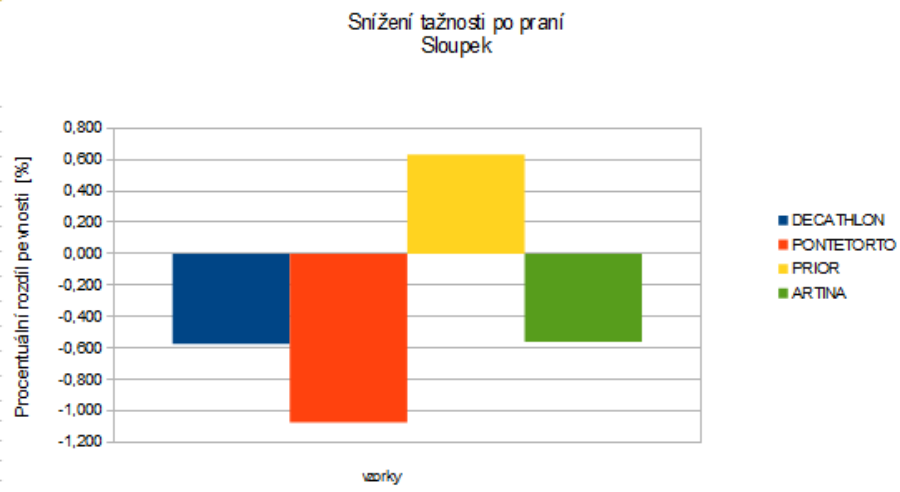
Snížení pevnosti po UV záření - sloupek



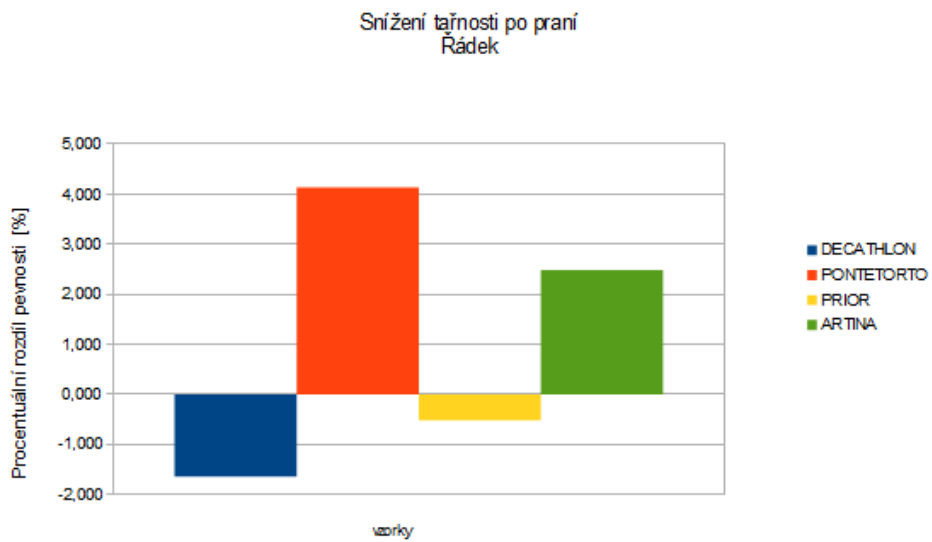
Snížení pevnosti po UV záření



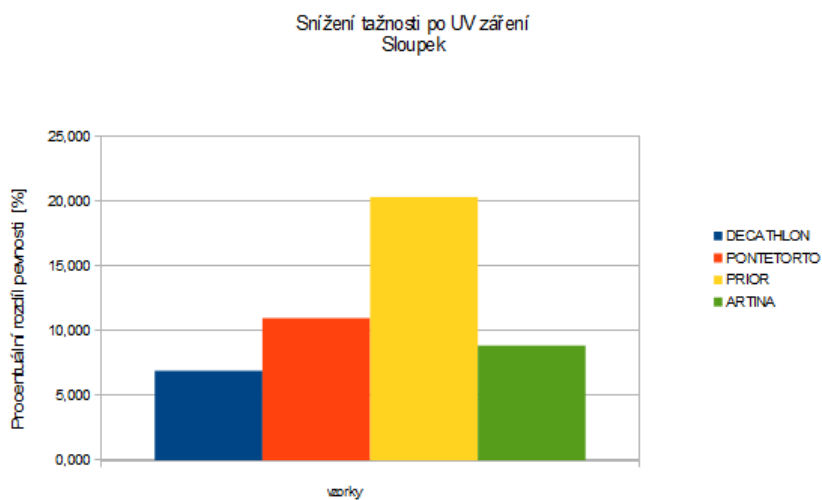
Snížení tažnosti po prání



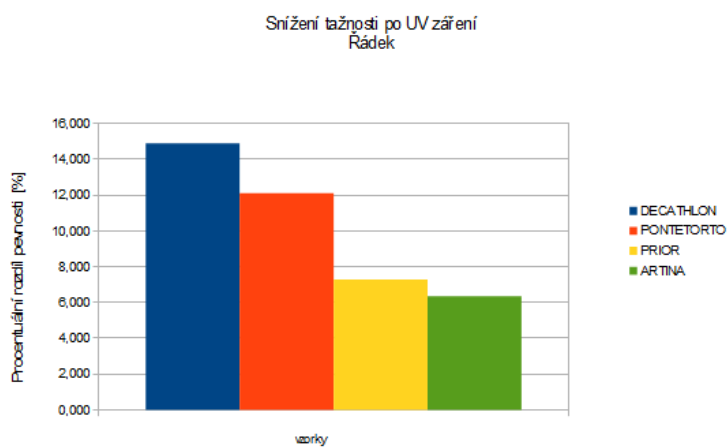
Snížení tažnosti po prání



Snížení tažnosti po UV záření - sloupek

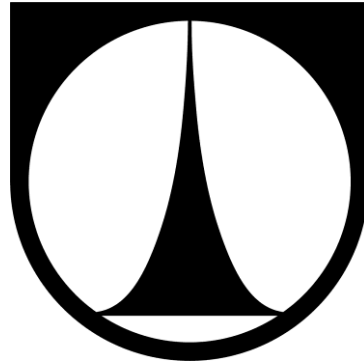


Snížení tažnosti po UV záření



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní



Příloha č.3

Výsledky měření

Stálobarevnost po praní

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV svetla po prani

Task Id (Samples): BV svetla po prani

Standard: Decathlon standard

| Sample: | dEF | Rating |
|-----------|------|--------|
| Decathlon | 0.13 | 5 |
| Decathlon | 0.30 | 5 |
| Decathlon | 0.39 | 5 |
| Decathlon | 0.28 | 5 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV svetla po prani

Task Id (Samples): BV svetla po prani

Standard: Pontetorto standard

| Sample: | dEF | Rating |
|------------|------|--------|
| Pontetorto | 0.35 | 5 |
| Pontetorto | 0.78 | 4-5 |
| Pontetorto | 0.09 | 5 |
| Pontetorto | 0.09 | 5 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV svetla po prani

Task Id (Samples): BV svetla po prani

Standard: Prior standard

| Sample: | dEF | Rating |
|---------|------|--------|
| Prior | 0.57 | 4-5 |
| Prior | 0.32 | 5 |
| Prior | 0.81 | 4-5 |
| Prior | 0.44 | 4-5 |
| Prior | 0.53 | 4-5 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV BP svetla

Task Id (Samples): BV BP svetla

Standard: ARTINA-substrate

| Sample: | dEF | Rating |
|---------|-------|--------|
| ARTINA | 18.99 | 1 |
| ARTINA | 19.31 | 1 |
| ARTINA | 17.17 | 1 |
| ARTINA | 16.01 | 1 |
| ARTINA | 17.69 | 1 |
| ARTINA | 15.59 | 1 |
| ARTINA | 16.66 | 1 |
| ARTINA | 18.42 | 1 |
| ARTINA | 14.67 | 1 |
| ARTINA | 14.46 | 1 |

Stálobarevnost po UV záření

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV BP svetla

Task Id (Samples): BV BP svetla

Standard: Decathlon - substrate

| Sample: | dEF | Rating |
|-----------|------|--------|
| Decathlon | 9.44 | 1-2 |
| Decathlon | 6.49 | 2 |
| " | 6.26 | 2 |
| decathlon | 6.95 | 2 |
| decathlon | 6.34 | 2 |
| decathlon | 7.80 | 2 |
| decathlon | 8.32 | 1-2 |
| decathlon | 8.58 | 1-2 |
| decathlon | 8.22 | 1-2 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV BP svetla

Task Id (Samples): BV BP svetla

Standard: pontetorto- substrate

| Sample: | dEF | Rating |
|------------|------|--------|
| pontetorto | 0.23 | 5 |
| pontetorto | 0.02 | 5 |
| pontetorto | 0.09 | 5 |
| pontetorto | 0.28 | 5 |
| pontetorto | 0.48 | 4-5 |
| pontetorto | 0.18 | 5 |
| pontetorto | 0.11 | 5 |
| pontetorto | 0.40 | 5 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV BP svetla

Task Id (Samples): BV BP svetla

Standard: PRIOR- substrate

| Sample: | dEF | Rating |
|---------|------|--------|
| PRIOR | 5.11 | 2-3 |
| PRIOR | 7.33 | 2 |
| PRIOR | 7.10 | 2 |
| PRIOR | 6.93 | 2 |
| PRIOR | 6.07 | 2 |
| PRIOR | 5.32 | 2-3 |
| PRIOR | 4.84 | 2-3 |
| PRIOR | 5.12 | 2-3 |
| PRIOR | 4.34 | 2-3 |
| PRIOR | 7.62 | 2 |

Method: Change of shade (ISO 105-A05)

Task Id (Standard): BV BP svetla

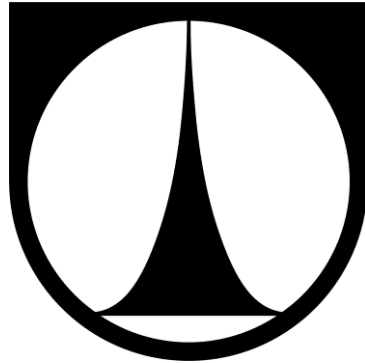
Task Id (Samples): BV BP svetla

Standard: ARTINA-substrate

| Sample: | dEF | Rating |
|---------|-------|--------|
| ARTINA | 18.99 | 1 |
| ARTINA | 19.31 | 1 |
| ARTINA | 17.17 | 1 |
| ARTINA | 16.01 | 1 |
| ARTINA | 17.69 | 1 |
| ARTINA | 15.59 | 1 |
| ARTINA | 16.66 | 1 |
| ARTINA | 18.42 | 1 |
| ARTINA | 14.67 | 1 |
| ARTINA | 14.46 | 1 |

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

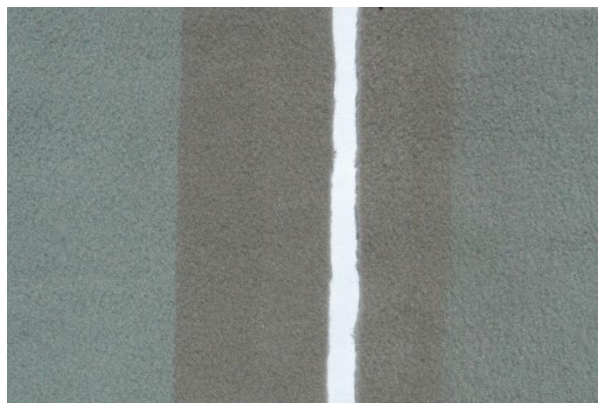


Příloha č.3

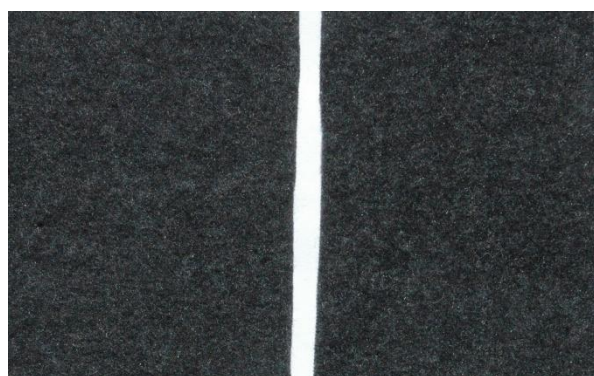
Výsledky měření

Ukázka změny odstínu vlivem UV záření

DECATHLON



PONTETORTO



PRIOR



ARTINA

