



# Zjišťování odolnosti voděodolných textilií proti poškození

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B3107 Textil

*Studijní obor:*

Výroba oděvů a management obchodu s oděvy

*Autor práce:*

**Tereza Lamačová**

*Vedoucí práce:*

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.

Katedra oděvnictví





## Zadání bakalářské práce

# Zjišťování odolnosti voděodolných textilií proti poškození

*Jméno a příjmení:* Tereza Lamačová  
*Osobní číslo:* T16000302  
*Studijní program:* B3107 Textil  
*Studijní obor:* Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
*Zadávací katedra:* Katedra oděvnictví  
*Akademický rok:* 2018/2019

### Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši zaměřenou na metody používané k testování odolnosti voděodolných textilií. Zaměřte se na metody simulující namáhání a nošení oděvu.
2. Charakterizujte vlastnosti voděodolných textilií používaných pro oděvní účely.
3. Navrhněte experiment pro zhodnocení odolnosti voděodolných textilií vůči poškození během užívání výrobku.
4. Zhodnoťte poškození povrchu voděodolných textilií po simulovaném opotřebení.
5. Formulujte závěrečné zjištění o poškození a odolnosti voděodolných textilií.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle rozsahu dokumentace  
cca 40 stran  
tištěná  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

- ČSN EN ISO 7854 – Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování odolnosti proti poškození ohybem. Praha: Český normalizační institut, 1998, str. 16.
- ČSN EN 343+A1 – Ochranné oděvy – ochrana proti dešti. Praha: Český normalizační institut, 2008, str. 17.
- Padleckiene I., Petrulis D. Monitoring flexing fatigue damage in the coating of breathable-coated textile. *Fibres Text East Eur* 2010; 18: 73-77.
- Padleckiene I., Petrulis D., Rubeziene V., Valiene V., Abraitiene A. Breathability and Resistance to Water Penetration of Breathable-Coated Textiles after Cyclic Mechanical Treatments. *Materials Science-Medziagotyra*, 2009, 15, 1, pp. 69-74.
- Faccini, M., Vaquero, C., and Amantia, D. Development of Protective Clothing against Nanoparticle Based on Electrospun Nanofibers. *Journal of Nanomaterials* Volume 2012, 9 pages. Doi:10.1155/2012/892894.
- Fung, W. Coated and Laminated Textiles. Cambridge England : The Textile Institute, Woodhead Publishing , 2002. ISBN 1855735768.

*Vedoucí práce:*

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.  
Katedra oděvnictví

*Datum zadání práce:*

14. prosince 2018

*Předpokládaný termín odevzdání:*

29. května 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs  
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. prosince 2018

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

21. května 2020

Tereza Lamačová

## **Poděkování:**

Touto cestou bych chtěla poděkovat své vedoucí práce, paní Ing. Kateríně Zelové Ph.D. za její ochotu a loajalitu při konzultacích a důležité připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále pak panu Ing. Michalu Chotěborovi, který mi umožnil měření na přístrojích katedry oděvnictví a jeho pomoc během testování. Paní Ing. Pavle Těšinové Ph.D., která mi poskytla měření na přístrojích katedry hodnocení textilií a její rady v průběhu testování.

Firmě Atex a Direct Alpine za poskytnutý materiál.

Můj vděk patří i mé rodině za podporu a ochotu, kterou mi poskytli během psaní této práce.

Děkuji.

## **Anotace:**

V bakalářské práci se zkoumá funkčnost outdoorových materiálů po mechanickém namáhání. K řešení dané problematiky byly materiály testovány na oděr na odíracím zařízení a mačkavost metodou dutého válce. Podstatou práce bylo zkoumání poklesu výšky vodního sloupce a propustnosti vodních par před i po mechanickém namáhání. Závěr práce spočívá ve vyhodnocení deformace materiálů dle mikroskopické analýzy. Konečné porovnání výsledných hodnot vodního sloupce a propustnosti vodních par před i po mechanickém namáhání.

*Klíčová slova: outdoorové materiály, mechanické namáhání, oděr, mačkavost, metoda dutého válce, vodní sloupec*

## **Annotation:**

The bachelor thesis explores the functionality of outdoor materials after mechanical stress. To solve this issues, the materials was tested on abrasion on abrasion device and crunching the hollow cylinder method. The principle of the work was study of the decrease of water column height ane water vapor permeability before and after mechanical stress. The conclusion of the thesis is to evaluate the deformation of materials according to microscopis analysis. Final comparison of the resulting values of water column and water vapor permeability before and after mechanical stress.

*Keywords: outdoor materials, mechanical stress, abrasion, crunching, hollow cylinder method, water column*

# Obsah

Seznam zkratk.....	9
Úvod .....	10
1 Charakteristika outdoorových materiálů .....	11
1.1 Charakteristika membrán.....	14
1.1.1 Druhy membrán .....	16
1.1.2 Aplikace membrány.....	17
1.2 Značky membrán dostupné na trhu .....	18
2 Vlastností outdoorových oděvů během nošení .....	20
2.1 Metody využitelné pro testování outdoorových výrobků.....	20
2.1.1 Přehled metody pro testování opakovaného namáhání mačkáním .....	21
2.1.2 Metody testování jiných materiálů .....	24
2.2 Přehled strojního zařízení.....	26
3 Experimentální část.....	30
3.1 Charakteristika použitého materiálu.....	30
3.2 Charakteristika použitého zařízení .....	33
3.2.1 Metoda stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem .....	33
3.2.2 Propustnost vodních par .....	34
3.2.3 Stanovení odolnosti v oděru.....	35
3.2.4 Stanovení odolnosti vůči zatrhnutí.....	36
3.2.5 Stanovení cyklické mačkavosti .....	37
3.3 Vlastnosti outdoorových materiálů před namáháním .....	38
3.3.1 Odolnost proti pronikání vody .....	38
3.3.2 Testování propustnosti vodních par.....	40
3.3.3 Vyhodnocení odolnosti vůči oděru outdoorových materiálů.....	41
3.3.4 Stanovení odolnosti outdoorových materiálů vůči zatrhnutí.....	43
3.3.5 Stanovení odolnosti vůči cyklické mačkavosti outdoorových materiálů.....	46
3.4 Vliv oděru na vybrané vlastnosti outdoorového materiálu .....	48
3.5 Vliv zátrhovosti na vybrané vlastnosti outdoorového materiálu .....	54
3.6 Vliv cyklické mačkavosti na vybrané vlastnosti outdoorových materiálů.....	62
Mikroskopická zkouška.....	68
4 Diskuze výsledků.....	73

5 Závěr .....	78
Použitá literatura .....	80
Seznam obrázků .....	83
Seznam tabulek .....	86
Přílohy.....	87
Příloha č. 1: Použité materiály.....	88
Příloha č. 2: Plošná hmotnost a tloušťka materiálu .....	93
Příloha č. 3: Permetest hodnoty Ret [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$ ] .....	95
Seznam tabulek příloh.....	99



## Seznam zkratek

PTFE	polytetrafluorethylen
PES	polyester
PUR	polyuretan
PAD	polyamid
ePTFE	expandovaný polytetrafluorethylen
Ret	odolnost vůči vodním parám [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$ ]
P	relativní propustnost vodních par [%]
Pa	Pascal = jednotka tlaku
m	metr
W	Watt= jednotka výkonu
g	gram
mm	milimetr
h	hodina
s	sekunda
DWR	Durable Water Repellent
M1	Softshell
M2	Gelanots HB 3L hardshell
M3	Zerowind fine
M4	Zerowind thermo
L	líc
TUL	Technická univerzita v Liberci

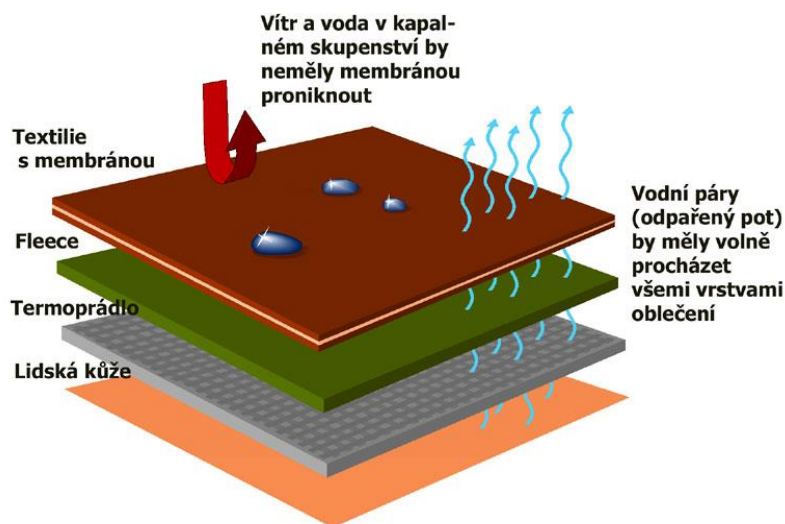
## Úvod

Outdoorové materiály se nosí ve třech vrstvách, aby se nositel cítil v co největším pohodlí, při sportovní aktivitě. Všechny outdoorové materiály se během používání opotřebovávají a tím se zhoršují jejich vlastnosti. Důvodem může být např.: namáhání častým nošením, pocení, údržba, mačkavost ohýbáním v loktech a kolenou, zašpinění a vliv klimatických podmínek. Tyto faktory mají vliv na jejich kvalitu a funkčnost. Mnoho výrobců se snaží otestovat materiály, tak aby dosáhli simulace běžného nošení či klimatických podmínek v přírodě.

Bakalářská práce je zaměřená na testování outdoorových materiálů zejména s membránou, které se dělí na materiály pro výrobu mikin a výrobu bund. Zda jejich hodnoty voděodolnosti a propustnosti vodních par opravdu odpovídají hodnotám od výrobce. Poté hodnocení kvality materiálu pomocí oděru a stanovení cyklické mačkavosti na dutém válci, který vytvořila Jana Mádlová pro svojí diplomovou práci. Po mechanickém namáhání se materiály, znovu testují na voděodolnost a propustnost vodních par, zda se jejich výsledky odlišují. Hodnocení voděodolnosti na SDL Atlas Hydrostatic Head Tester podle normy ČSN EN 20 811 a propustnost vodních par na přístroji Permetest podle normy ISO 11092. Cílem je zjistit kvalitu a odolnost daných materiálů.

# 1 Charakteristika outdoorových materiálů

Outdoorové výrobky se používají zejména mimo uzavřené prostory, hlavně v přírodě. Jejich využití je převážně v turistice, horolezectví a pro různé výpravy. Materiály by měli nositele chránit před působením vnějších vlivů jako je například: déšť, vítr, příliš velká zima nebo naopak příliš velké teplo, tudíž by měli také umět odvádět pot a udržet nositele ve stavu pohodlí. Neměly by se chemicky čistit, aby se nepoškodily. Měly by se prát ve speciálních pracích prostředcích, tak aby se neporušily jejich vrstvy. Perou se podle použití. Čím více se používají, tím více se perou a poškozují. Mohou být poškozeny, také náročnějšími podmínkami použití, než pro které jsou vyrobeny. Je vhodné oděvy i impregnovat pro lepší životnost výrobku. Outdoorové oděvy se nosí, ve třech vrstvách viz obr. 1.



Obrázek 1. - tři vrstvy outdoorového oblečení [6]

V první vrstvě se nosí funkční prádlo nebo také termoprádlo. Jejich používání je hlavní pro udržování teploty. Jejich účelem je přizpůsobovat se teplotě těla a udržovat tak nositele v co největším pohodlí v různých klimatických podmínkách. V zimě toto oblečení má za úkol zahřát a v létě zas ochladit. Při sportu zajišťuje rychlý odvod potu a zároveň dokáže i rychle schnout. Udrží tak stálou teplotu a tělo je pak méně náchylné k bakteriím a nemocem. Firma Craft vymyslela třívrstvý systém, který pro tělo tvoří ideální prostředí chránící před obtížnými klimatickými podmínkami. Celý systém funguje na základě vzduchu, který se zachytí mezi jednotlivými vrstvami. Vzduch se poté od těla zahřeje a vytvoří tak tepelnou

izolaci těla. To znamená, že dvě tenké vrstvy jsou teplejší a lehčí než jedna tlustá vrstva právě díky vzduchu mezi nimi. Rozdělení:

- 1. vrstva je sací
- 2. vrstva je termoizolační
- 3. vrstva je ochranná

Při výrobě termoprádla se používají kombinace několika vláken. Výsledkem je pak posílení či rozšíření vlastností výsledného výrobku.

Obecně lze rozdělit materiály na:

- 1) **Přírodní**, které jsou šetrné k pokožce a prodyšné. Mají termoizolační schopnosti. Jako je například: *merino vlna, bambus* nebo *konopí*
- 2) **Průmyslová neboli syntetická vlákna**, která jsou pevná, rychleschnoucí a odvádí pot od těla. Například: *polyamid, polyester* nebo *polypropylen*

Každý materiál má určité vlastnosti a nehodí se pro každou příležitost, viz obr. 2.

	Merino vlna	Bambus	Konopí	Siltex	Polyamid	Polyester	Polypropylen
Odsání potu	•	•	•	•			•
Prodyšnost	•	•	•				
Samočistící efekt*	•						•
Termoregulace	•	•	•				
Antialergenní	•	•		•			•
Antibakteriální		•	•	•			•
Odolnost vůči UV záření	•		•				
Pružnost**				•	•	•	
Odolnost vůči oděru a trhání***		•	•	•	•		•
Nízká hmotnost				•			•
Rychlé schnutí					•	•	•
Žehlení	•	•	•		•		

\* Vlákno je odolné vůči nečistotám = snadná údržba

\*\* Oblečení se nemačká

\*\*\* Dlouhá trvanlivost oblečení

Obrázek 2. - vlastnosti jednotlivých materiálů funkčního prádla. [6]

**Pro druhou vrstvu** outdoorového oblečení bych zařadila výrobky z fleece. Fleece je vyroben z krouceného vlákna, které se následně splétá. Drátěným kartáčem je pak povrch textilie upraven do vlasu, který vytvoří pevnou vrstvu. V konečné fázi výroby je vlas upraven do požadované délky. Nejčastěji používané materiály jsou 100% polyester. Nebo je také lze kombinovat s jinými materiály, jako je například polyamid nebo vlna. Fleece je teplý, prodyšný, i velmi lehký a příjemný na omak. Také může mít i antibakteriální úpravu. Většinou má kratší jemnější chlup nebo hladký povrch na vnější straně a jemný chlup na vnitřní. Používá se zejména na mikiny, které se nosí pod bundou.

**Jako třetí vrstva** a poslední může být například Softshell.

Jedná se o měkký, jemný materiál, který umožňuje propustnost vodních par, chrání proti větru a měl by být i částečně voděodolný. Softshellové oblečení se používá zejména pro outdoorové aktivity, které bývají v proměnlivých klimatických podmínkách, jako je např.: vyšší vítr, vlhkost a déšť. Softshellový materiál je tvořený vrstvením:

- 1. vrstva vnitřní (spodní) vrstva by měla zajistit pohodlí, tedy odvádět pot od těla.  
Plní funkci termoprádla. Měla by být příjemná na omak.
- 2. vrstva ochranná a izolační vrstva, zejména polyesterová.

Softshell je látka, která do jisté míry zajišťuje nepromokavost, kde se sleduje zejména výška vodního sloupce.

Výška vodního sloupce se uvádí milimetrech. Čím vyšší výška vodního sloupce, tím větší nepromokavost. Na stránkách Kalimera se uvádí, že za nepromokavý materiál lze považovat s vodním sloupcem, už od 2 000 mm. Nej kvalitnější bývají okolo 7 000-20 000 mm.

Pro 3. vrstvu se používá řada materiálů. Jedná se o vícevrstvé materiály, které mají nahradit tzv. cibulový způsob oblékání – systém několika vrstev v jednu. Typy vnitřních materiálů a membrán závisí na způsobu jejich použití.

Softshell je díky povrchové úpravě i částečně větruvzdorný i v případě, že jeho součástí není membrána.

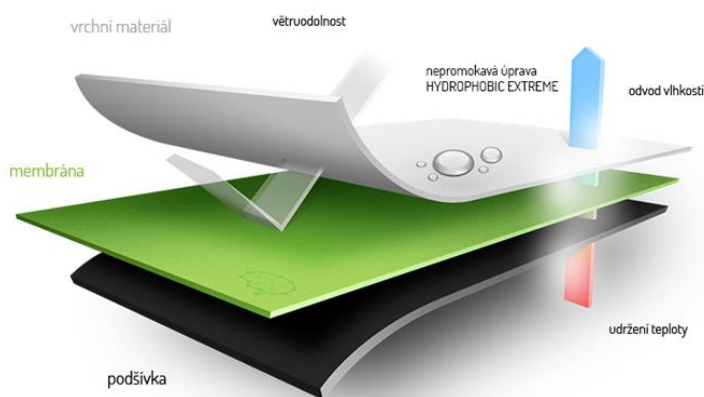
Softshell se dělí na *membránový*, který obsahuje tři vrstvy v sobě. Mezi vnější a vnitřní vrstvou je membrána, která poskytuje tak lepší odolnost daného oděvu. Svrchní vrstva je tvořena hustě dostavenou tkaninou z polyamidu či polyesteru, která je nepromokavá. Vnitřní materiál může být u teplejších oděvů microfleece nebo froté a u méně teplých oděvů se používá pletenina například jersey.

Může být i *tkaný*, který se vyrábí pouze z textilních vláken speciálním tkaním. Vyznačuje se lehkostí, elasticností, s dostatečnou pevností a přiměřenou otěruvzdorností. Má vynikající prodyšnost, a proto jsou vhodné zejména pro takové aktivity, kdy dochází k vysoké fyzické námaze a zvýšení pocení. Do zimních podmínek se příliš nehodí. Jsou levnější než membránové.

Pod 3. vrstvu oděvu není vhodné oblékat bavlnu. Bavlněná vlákna mají vysokou nasákavost, a tak námi vytvořený pot zůstane v triku, tedy na pokožce. Tepelný komfort se tak sníží a je zde možné riziko prochladnutí.

## 1.1 Charakteristika membrán

Materiál s membránou vyznačuje se vysokou nepromokavostí, větruodolností a propustností vodních par viz obr. 3. Membrána je tenká vrstva polymer-ního materiálu. Tloušťka membrány se pohybuje řádově v jednotkách mikrometrů. Často se označují jako lamináty. Jako materiál pro membránu se nejčastěji používá polytetrafluorethylen (PTFE), polyester (PES) nebo polyuretan (PUR). Aby membrána ideálně fungovala, musí být chladnější než venkovní klima a suchá na vnější straně.



Obrázek 3. - odolnost membrány proti větru [11]

Její kvalitu a účel stanovují tři hodnoty: nepromokavost, propustnost vodních par a větruodolnost. *Nepromokavost* membrány určuje výška vodního sloupce. Typické označení je X milimetrů/  $m^2$  / 24 hodin. Toto označení udává, že membrána odolává tlaku X milimetrů vody po dobu 24 hodin. *Propustnost vodních par* je vlastnost materiálu uvolňovat páry (pot) do venkovního prostředí. Vyjadřuje se v gramech /  $m^2$  / 24 hodin. Nese označení  $R_{ET}$  ( $Pa / m^2 / W$ ) odolnost k vodním parám. Čím menší hodnota, tím je materiál paropropustnější.

Mezi prodyšností a propustností vodních par existuje převodník:

- |             |              |                                    |
|-------------|--------------|------------------------------------|
| • RET 0,89  | nanomembrána | 130 000 g/ $m^2$ / 24 hod.         |
| • RET <6    | velmi dobrá  | nad 20 000 g/ $m^2$ za 24 hod.     |
| • RET 6–13  | dobrá        | 9 000 – 20 000 g/ $m^2$ za 24 hod. |
| • RET 13–20 | uspokojivá   | 5 000 – 9 000 g/ $m^2$ za 24 hod.  |
| • RET > 20  | neuspokojivá | pod 5 000 g/ $m^2$ za 24 hod.      |

Nanomebrána je nově přidaná hodnota.

*Větruodolnost* membrán pro outdoorové aktivity se určuje 100 % větruodolné.

Důležitá je také její povrchová úprava, nebo zda jsou švy podlepené. Podlepené švy zabraňují jakémukoliv proniknutí vody a vzduchu viz obr. 4. Pokud oděv podlepené švy nemá, prodyšnost bude lepší, ale nezbrání pronikání vody skrz švy.



*Obrázek 4. - podlepené švy na bundě [11]*

U oblečení se s membránou setkáme na vnitřní straně látky. Základní látka plní roli ochrany nosiče a membrány. Je velmi tenká, jemná a svojí strukturou křehká vrstva, která tvoří se svrchní látkou jeden celek. Jednou z nejlepších látek pro výrobu oděvů je Nylon 66 Stretch, který je mechanicky odolný, barevně stálý a především pružný.

Je vhodné ji také ošetřit proti nepromokavosti. Nejznámější úprava je metoda DWR (Durable Water Repellent) neboli trvanlivě vodě repelentní, garantuje materiálu základní vodoodpudivost s parametrem 1250 mm vodního sloupce. Voda po povrchu materiálu steče v podobě kapek. Dalšími faktory, které ovlivňují fungování membrány, jsou tělesná aktivita, také vlhkost a teplota vzduchu.

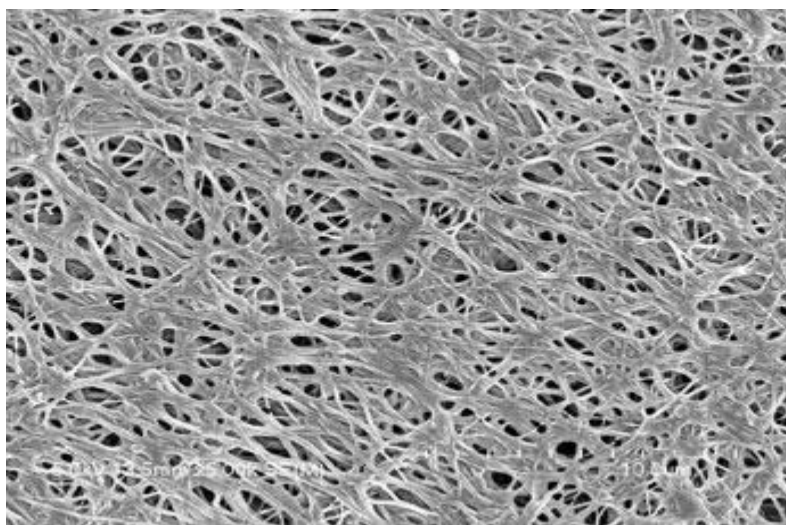
Tak aby membrána správně pracovala, musí se udržovat čistá. Jakékoliv nečistoty jako prach, pot, mastnota... Snižují její funkčnost. Na trhu je řada specializovaných výrobců, které vyrábějí čisticí prostředky na oděvy s membránou. Stránka <https://iqsport.cz/blog/membrany-v-outdooru> říká, že po letech testování různých značek je jednou z nejspolehlivější značka Granger's. Tam vyvinuli ekologicky odbouratelné prostředky nejen na čištění outdoorového

oblečení, vypere se v nich termoprádlo, Softshell i oblečení s membránou. Jsou cenově dostupné, a především dobře fungují.

### 1.1.1 Druhy membrán

*Mikroporézní membrána* má mikroskopické póry. Tyto póry jsou menší než molekula vody, ale větší než molekula páry. Vzduch a pára dokážou projít membránou, ale voda neprojde, kvůli malé velikosti pórů. Tyto póry umožňují molekulám vody v podobě vodní páry procházet skrz membránu a tím i zajišťují její prodyšnost viz obr. 5. Póry jsou tak prostupné pro samotné molekuly vodní páry, ale pro kapku vody jsou příliš malé. Velikost pórů bývá až v desetinách mikrometrů. Výhodou mikroporézních membrán je dobrá propustnost vodních par s Ret menší jak 3, při zachování vysokého vodního sloupce i více než 20 m. Membrána je nepromokavá, lehká, odolná a extrémně prodyšná. Mají i některé nevýhody. Během použití může dojít k zanášení pórů nečistotami, tukovými částicemi a solemi. Tímto ucpáním pórů se samotná membrána a její vlastnosti znehodnocují. Důležitá je tak správná údržba, kde je nutné používat vhodné prostředky, aby nepoškodily její funkčnost a nedocházelo k ucpání pórů.

Mezi časté porézní membrány patří Gore-tex, eVent, Triple Point Ceramic (PU s keramickými částicemi) od firmy lowe Alpine, nebo Entrant II., V. DT od firmy Toray.



Obrázek 5.- Mikroporézní membrány [13]



*Neporézní (hydrofilní) membrána* funguje na odlišném principu. Nemají žádné póry a přenos vlhkosti je založen na chemickém principu, kdy voda se po určité době dostane do membrány, tedy stane se její součástí. Výhodou je minimální zanášení pórů, lepší možnost elasticity, díky použitému polymeru (polyuretan) a vysoké hodnoty vodního sloupce (i více než 30 m. v.s.). Nevýhodou je prakticky žádný přenos plynů a horší propustnost vodních par. Pro dostatečně rychlý transport musí být membrána velmi tenká, ale ta se může snadno poškodit. Proto na ní musí být z obou stran nalaminována ochranná textilie, jako je třívrstvý laminát. Jsou vloženy mezi vnější a vnitřní látku. Jedná se o klasický třívrstvý laminát. Údržba je jednoduchá, obvykle stačí prát v běžných pracích prostředcích při teplotě 30 stupňů.

Mezi časté neporézní membrány patří Sympatex z modifikovaného PES. Z materiálů na bázi PU jako je Entrant Dermizax, Blocvent firmy Toray nebo Gelanots firmy Tomen Corporation.

*Nanomembrány* jsou novinkou od roku 2015, kterou představila společnost Svitap. Zcela nové pojetí membrány vyrobené z nanovláken. S průměrem vlákna 150 nm je o ¼ propustnější ve srovnání s porézními viz obr. 6. Momentálně jde o nejvyspělejší veřejně dostupnou technologii na světě.



Obrázek 6. - Srovnává propustnost vodních par i membrán. [14]

### 1.1.2 Aplikace membrány

Nejčastější aplikace membrány je laminováním. U laminace se jedná o propojení 2-3 vrstev natavováním (povrch pěny se natavuje v celé šíři, textilie je přitlačována a po ochlazení dochází k vytvoření pevného spoje). Výrobek z laminátu je 100 % nepromokavý, pokud má švy podlepené nebo svařené.

Lamináty se dělí na:

- *Dvouvrstvý laminát* se skládá z vnější tkaniny a membrány, které se spojují laminací v jedno. Podšívka bývá volná nebo žádná, která je nahrazena polymery nanesená přímo na membránu. Tento laminát je prodyšnější a také levnější.
- *Třívrstvý laminát* je složen z vnější tkaniny, membrány i podšívky, které se spojí laminací v jedno. Je chráněná před nečistotami a třením, je zde i vyšší mechanická odolnost materiálu, ochrana membrány a životnost výrobku, s tím je také spojená i vyšší cena. Tento laminát je vhodný zejména pro náročné až extrémní podmínky.
- *Podšívkový laminát* je zhotoven tak, že membrána je spojená s podšívkou a vnější materiál je těsně nad nimi. Jedná se spíše o módní záležitost, není tolik používaný pro outdoorové oblečení.

## 1.2 Značky membrán dostupné na trhu

Nejčastěji používané značky na trhu jsou:

- *Gore – tex*: jsou používány zejména pro zajištění dlouhotrvající a pohodlné ochrany proti povětrnostním vlivům. Jedná se o membránu s mikroporézní strukturou. Membrána Gore-tex je extrémně tenká vrstva expandovaného polytetrafluorethylenu (ePTFE). Tkaniny odolávají vodním tlakům, které se vyskytují při špatném počasí a náročných podmínkách. Vlhké tkaniny vedou teplo třikrát rychleji než suché oblečení. Tím že nepropustí vodu zabraňuje tepelné ztrátě. Oblečení zůstane suché a pohodlné, a to i při delším používání a drsných podmínkách. Tkaniny Gore-tex při vysokém namáhání jsou schopné dostatečně dýchat, aby umožňovaly dobré odpařování potu. Firma Gore-tex nabízí různé technologie výroby. Jako jsou oděvy navržené *Gore-tex Pro*, které jsou vyrobeny pro maximální odolnost a jsou ideální pro extrémní a rozšířené použití. A také oděvy navržené s aktivními látkami *Gore-tex Active*, které jsou vyrobeny pro extrémní prodyšnosti a jsou ideální pro denní aktivity.
- *Tomen* je polyuretanová membrána Gelanots, kterou vyvinula Japonská firma. Má velmi kvalitní parametry nepromokavosti a prodyšnosti. Také má velmi dobrou elasticitu a oteřuvzdornost, zachovává si pružnost i v extrémně chladných podmínkách. Výrobce garantované parametry: propustnost vodních par minimálně 20 000 g/m<sup>2</sup>/24 h., nepromokavost 20 000 mm vodního sloupce. Vysoká propustnost vodních par membrány je dána molekulární strukturou speciálního polyuretanu (PUR), ze kterého je vyrobena. Při tělesné námaze se člověk potí a hromadění páry se pod

jeho oděvem zvyšuje. Když se molekula odpařeného potu dostane do styku s membránou Gelanots, je vtažena mezi molekuly PUR a stává se dočasně její součástí. Je tedy hydrofilní membrána.

- *Sympatex Profesional* jedná se o hydrofilní polyester tvořící známou polopropustnou membránu. Vyráběný jako 2 nebo 3 vrstvý laminát. Sympatex vyvinul speciální membránu, která absorbuje vodní páru a odvádí jí přes oděv na vnější stranu. Tím se udržuje tělo v teplých a suchých podmínkách i při extrémních situacích. Čím vyšší je fyzická aktivita, tím účinnější je. Funkční textilie s membránou Sympatex poskytují účinnou ochranu před nízkými teplotami a deštěm.
- Novinkou je *Columbie Omni-Dry*, která dokáže odvést i sražené kapky vody na vnější krycí vrstvě podobně jako Omniclima. Nejedná se o porézní membrány. Jsou vhodné do mrazivého počasí, kdy propustné membrány mohou mít problém s odpařováním. Jedná se o polyetylén s modifikovanou hustotou, která váží  $7\text{g/m}^2$ , je pružný a silný, o 75% lehčí než Gore tex viz obr. 7 a vydrží až 20 000 liber tlaku vody. Woodym Blackford viceprezident pro globální inovace v Kolumbii, vysvětlil početné laboratorní testy, které provedli pro porovnání Omni-Dry s Gore-Textem a dalšími membránami. Na základě jejich testování Columbia tvrdí, že jejich membrána Omni-Dry je nejlehčí membránou v průmyslu a má stejnou vodotěsnost s Gore-Tex, ale je více prodyšná. Columbia je označována jako „nejdynamičtější“ vodotěsná technologie, je navržena tak aby udržovala sportovce v suchu při intenzivní činnosti za jakýchkoliv povětrnostních podmínek. Jedná se o prodyšnou, nepromokavou membránu, která přenáší vlhkost z potu na oděv, kde se může odpařit. Je vysoce odolná proti větru.



Obrázek 7. - porovnání lehkosti membrány Omni – Dry s membránou Gore-Tex. [21]

- Dále z dostupných nepromokavých materiálů jsou např.: ACTIVENT, CONCORDIA, MEMOTEX, HYDROTEX, AQUATEX, BRETEX, POROTEX.

## 2 Vlastností outdoorových oděvů během nošení

Na změnu vlastností outdoorových oděvů působí hodně vlivů, jedním z nejdůležitějších je hlavně lidské tělo, ve kterém dochází k výdeji a příjmu tepla. Při vyšší fyzické námaze dochází k ochlazování organismu a člověk se začíná potit, proto je nezbytné, aby outdoorové oděvy byly schopné propustnosti vodních par, která se udává v gramech páry, které se mohou odpařit přes metr čtvereční látky za 24 h. Při chůzi tělo produkuje  $5000-10\ 000\text{ g/m}^2$ . Při běhu to je  $20\ 000-28\ 000\text{ g/m}^2/24\text{ h}$ . Při extrémní fyzické námaze až  $35\ 000\text{ g/m}^2/24\text{ h}$ .

Nezbytná je také savost oděvů, díky které se nositel cítí v pohodlí a jím vytvořený pot mu tak nestéká po těle.

Během nošení oděvů nebo také praním a sušením může dojít například k jejich zmačkání, což je jedním z velmi důležitých faktorů, které určují estetický vzhled oděvu. Způsobené vrásky mohou značně ovlivnit kvalitu oblečení ale i náladu nositele. Při běžném nošení jsou vrásky způsobené častým ohýbáním a stlačováním například v loktech nebo kolenou.

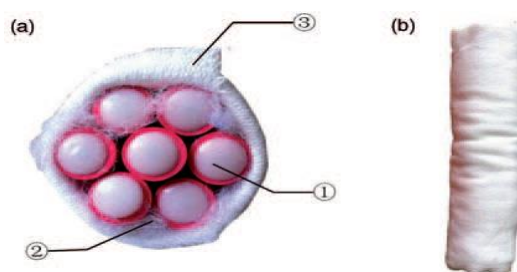
Dalším dopadem na vlastnosti outdoorových výrobků může být prostředí i podnebí, ve kterém se nositel nachází. Hlavní je, aby materiál byl nepromokavý, tudíž aby odolával proniknutí vody zvenčí například při silném dešti nebo sněhu. Nepromokavost se udává výškou vodního sloupce (čím vyšší tím větší nepromokavost). A také prodyšný, aby dokázal propustit vzduch a nositel by se tolik nepotil například při vyšší venkovní teplotě a vyšší fyzické námaze.

### 2.1 Metody využitelné pro testování outdoorových výrobků

Důležitostí při testování je testování vlastností, které má daný oděv splňovat. Je vyrobena i řada různých přístrojů, které testují jednotlivé vlastnosti oděvů. Většina vlastností se testuje v laboratořích, které se snaží simulovat přírodní podmínky, při nichž jsou využity figuríny, které mají nahradit živého člověka nebo pouze jednotlivé klouby napodobující ty lidské. Většina firem pro své testování využívá i řadu špičkových sportovců a členy svého týmu, také mohou i dlouhodobě spolupracovat s horskými službami.

### 2.1.1 Přehled metody pro testování opakovaného namáhání mačkáním

Mezi tyto metody lze zařadit např. i inovované metody pro hodnocení mačkovosti plošných textilií. Hodnocení zvrásnění tkanin je jednou z nejdůležitějších vlastností určující vzhled oděvu. Nejčastěji používané zkušební metody jsou AATCC TM 66-2008, kde je použitý úhel návratu vrásek (WRA) osnovy a útku pro popis zvrásnění tkaniny a AATCC TM 128 2009 se provádí vizuální vyšetření a subjektivní hodnocení k vyhodnocení stupně zvrásnění. S ohledem na vady subjektivního hodnocení, kterými jsou nestabilita výsledků, bylo navrženo spousta metod a technologií, které přinášejí spolehlivější a objektivnější výsledky. Jednou z nich jsou např. ty metody, které se snaží testovat mačkovost textilií, která simuluje pohyb lidského kloubu v oblasti lokte. Autoři Liu, Fu a Wu [1] ve svých studiích uvádí dvě varianty mačkání. Nejdříve se jednalo pouze o simulaci lidského kloubu v loktech, kde byly shledané zápory v ovládní, a proto pro další variantu přistoupili k mechanizaci procesu mačkání pomocí kliky. V práci byl navržen nástroj pro simulaci vytváření vrásek na oděvu v oblasti lokte viz obr. 8. Vrásky vytvořené tímto zařízením jsou velmi podobné těm, které jsou způsobeny skutečným opotřebením v místě lokte. Vrásky jsou způsobeny sklápěním a stlačováním textilií a vizuální vyšetření se používá k vyhodnocení stupně zvrásnění, při kterém se získávají známky vrásek odborníky porovnáváním vráscitých látek se standardními napodobeninami.



Obrázek 8. – a) charakterizuje vnitřek, b) charakterizuje vnějšek simulace paže. 1- houbička, 2- bavlněná spongova hůl, 3- pletenina. [1]

Tento nástroj není dostatečně pevný a nemusí způsobit požadovaný tlak na tkaninu, a proto byl navržen nový přístroj, v důsledku toho že opakovatelnost může být nejistá, jelikož tlak na tkanině z měkkého materiálu zařízení nemusí zůstat stejný. Proto je vyroben z kovového materiálu, který nelze snadno deformovat. Zařízení se skládá ze stěny tvaru U, které se používají k uložení jedné části ohnutého ramene a otočné tyče ve tvaru písmene U, které slouží k upevnění úhlu ohybu ramena viz obr. 9. Úhel ohybu lze nastavit pootočením a utažením šroubu. Jedná se pouze o ruční způsob namáhání, a proto není zaručené dlouhodobé

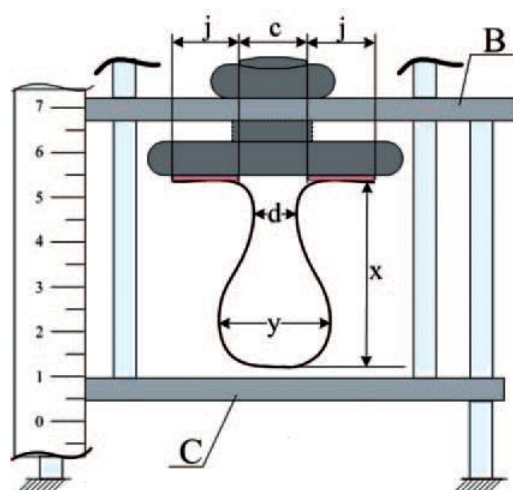
mačkání. Nelze simulovat tímto zařízením dlouhodobé cyklické namáhání, i když se autoři snaží o simulaci opakovaného mačkání.



Obrázek 9. - přístroj na simulaci lidského kloubu [1]

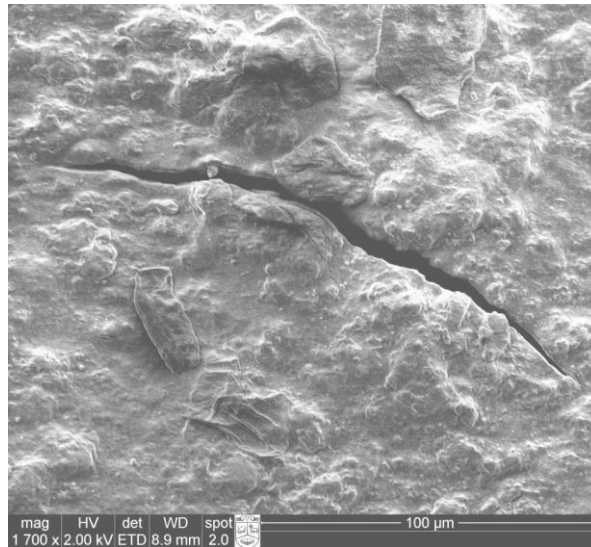
Další metoda, která se snaží zkoumat mačkavost způsobenou ohýbáním v oblasti ramen, je metoda komprimované smyčky potažených a laminovaných tkanin. Autoři Vitalija Masteikaite, Virginija Sacevičiene a Vilija Čironiene [2] ve své práci aplikují metodu kompresního zavěšení smyčky pro hodnocení tuhosti potažené a laminované tkaniny. Tato metoda spočívá ve vytvoření smyčky z proužku materiálu, kde testování závisí na poloze a tvaru smyčky. Testy byly prováděny s fixovaným vzorkem v poloze zavěšené smyčky pomocí napětí Tinius Olsen HT 10 se speciálními svorkami viz obr. 10. Během smyčky lze měřit průměrnou tuhost materiálu, protože vzorek je současně ohnut na obou stranách. Při počáteční kompresy smyčky lze pozorovat pouze minimální změny, až po překročení vzdálenosti 75-85% počáteční výšky smyčky je síla zaznamenána. Při ohýbání smyčky na různé strany je vyhodnocení nerovnoměrné. Je to velmi složitý způsob, neboť horní vrstva smyčky je doformována na jednu stranu a dolní vrstva na stranu opačnou. Ohýbání je prováděno v cyklech, jedná se o cyklické namáhání.

V této studii jde pouze o tvorbu smyčky stlačovanou silou na různá laminované materiály. Hodí se to pouze pro materiály s vyšší plošnou hmotností, které jsou tak odolnější vůči stlačení. Autoři chtěli také dosáhnout skutečnému napodobení ohýbání oděvu v oblasti ramen při nošení. Není to dostatečně podrobná metoda k získání skutečných výsledků. Je to také velice složitý způsob zjištění mačkavosti oděvu. Bylo by dobré tuto metodu ještě vylepšit, neboť nelze, zde provést hlubší prozkoumání struktury a vlastností tkanin.



Obrázek 10. - komprimovaná smyčka [2]

Důležité je také zmínit metody, které se snaží testovat cyklické namáhání a zároveň i voděodolnost a prodyšnost textilií. V této studii jsou textilie potažené vrstvou polyuretanu. Kde autoři Ingrida Padleckienė, Donatas Petrulis [3] se snaží sledovat, jak dlouho bude textilie sloužit jako voděodolná a prodyšná. V této studii bylo použito zařízení FLEX TESTER M262. Zařízení zkouší trubici z tkaniny tím, že jí zakrouť o 90°, čímž stlačuje trubici současně. Po dokončení testu je textilie testována odolnost proti pronikání vody a prodyšnost. Prodyšnost byla měřena na přístroji L14DR a voděodolnost na přístroji SHIRLEY – hydrostatická zkouška M018. Jelikož jde o stlačování v cyklech, jedná se o cyklické namáhání. Po této zkoušce může dojít u některých materiálů ke vzniku trhlin a tím vzorek ztrácí voděodolnost a prodyšnost. Trhliny vznikají po 9 000 cyklech ohýbání viz obr. 11. Pro získání lepších hodnot vodního sloupce je potřeba testovat materiály 58 500- 75 000 cyklů ohýbání. Tato metoda není vhodná pro testování materiálů s nižší pevností, neboť ty slabší se protrhají. K vyššímu ohýbání dochází ve směru osnovy než útku, kde se objevují později, proto nedochází k rovnoměrným výsledkům. Autoři se snaží testovat cyklické namáhání se současnou voděodolností a prodyšností, kde síla způsobující ohýbání vytváří trhliny a tím snižuje voděodolnost a prodyšnost materiálů. Tato metoda se hodí pro měření pouze materiálů s vyšší pevností. Zároveň se autorům také daří napodobit skutečné opotřebení během nošení.

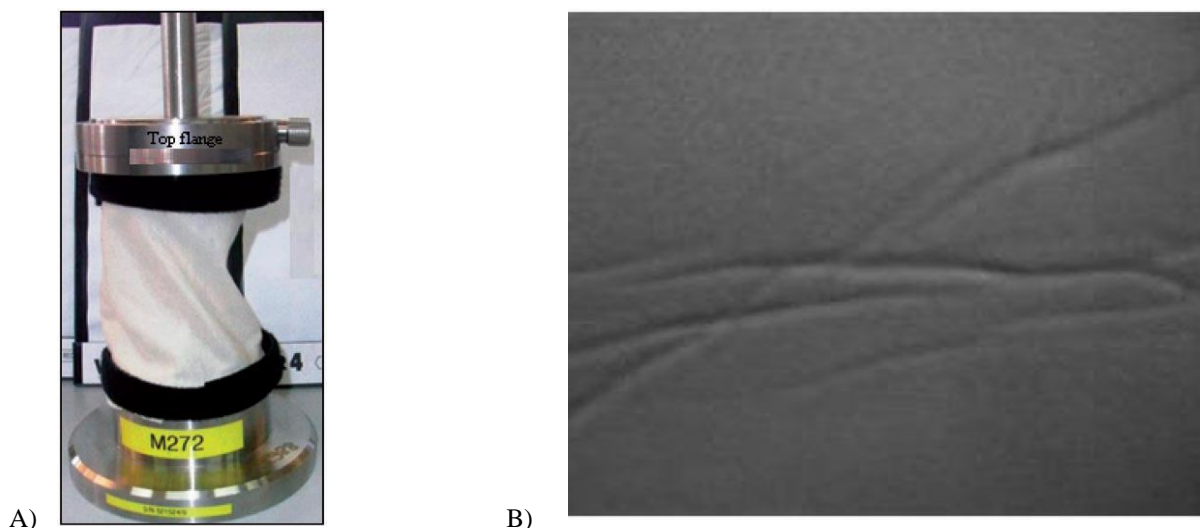


Obrázek 11. - trhlina po 9 000 cyklech ohýbání [3]

### 2.1.2 Metody testování jiných materiálů

Využití metody dutého válce nacházíme také v publikaci Zu" leyha Deg"irmenci1 a Nihat Celik [4]. Metody cyklického namáhání mohou testovat i jiné materiály, než jsou outdoorové například: *autosedačky* lze testovat stejným způsobem jako outdoorové výrobky. Nejčastější způsob je testování na dutém válci a poté porovnání výsledků s etalony. Jedná se o vytváření vrásek. Tato metoda neukazuje přesné výsledky mačkovosti, ale pouze náš odhad. Nejedná se o cyklické namáhání. Jedná se pouze o měření v čase. Ukazuje měření autosedaček pouze jednou, nikoliv opakovaná namáhání. Zde je zařazena studie, která zkoumá účinky vybraných metod konečných úprav na odolnosti proti vráskám laminované a nelaminované textilie na potahy autosedaček. Potahy by měly být silné, odolné vůči plísním, rozměrově stabilní, omyvatelné a odolné proti vráskám. Vznik vrásek závisí především na hmotnosti uživatele viz obr.12.



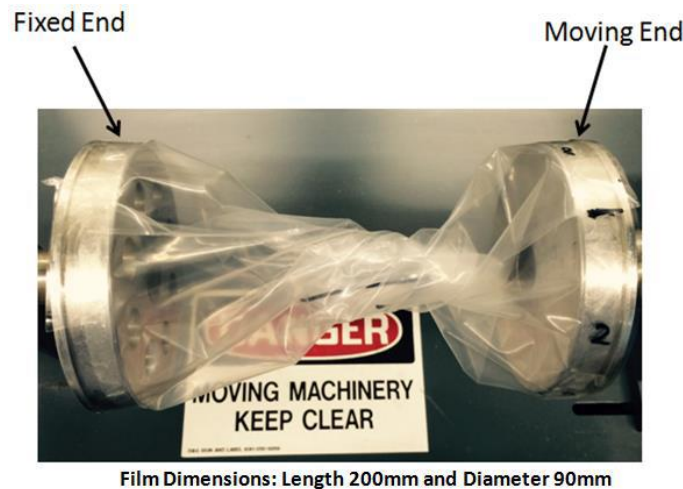


Obrázek 12.- A) Dutý válec- tester AATCC 128-1999, B) Vrásky na potahu autosedačky [4]

V této studii byla použita silikonová změkčovadla, aby tkanina byla pružnější a měkčí. Bylo testováno podle testovací metody AATCC 128-1999 viz obr. 13. Principem této metody je vyvolávání vrásek pod předem stanovenou dobu zatížení, které je porovnáváno s etalony. Měření byla prováděná ve třech časových intervalech, aby se zjistil účinek času na obnovu vrásek. Vracení vrásek posuzované tkaniny bylo mírné, ale jakmile se hmotnost zvedne po 30 minutách a po následujících 24 hodinách se zotavení vrásek zvýšilo o jednu úroveň. Po přidání silikonového změkčovadla nebyly zjištěny žádné další odolnosti proti vráskám. Odolnost proti vráskám laminované a nelaminované textilie byly stejné.

Touto metodou lze testovat i plasty. Zde je zařazena studie testování *metodou dutého válce- Gelbo test* podle metody ASTM F392 (Gelboflex), ve které autoři Ashish Lokhande a spol [5] často používají jako nástroj materiály z plastů, které se používají na výrobu pet lahví pro tekutiny. Většina plastových obalů je vyrobena z polymerů. Štěpení kapaliny v obalu může způsobit ohyb vedoucí k prasknutí, ke snížení trvanlivosti nebo poškození. Opakovaným ohýbáním může vzniknout malá dírka a tím obsah může proniknout ven. Testy na úrovni aplikace jsou prováděné uložením vibračního zatížení na obalu. To je obecně považováno za Gelbo flex test "dírký" jsou podobné "dírkám" vytvořené v naplněných pouzdrech podléhajících silám. Cílem této studie je pochopit materiálové vlastnosti, které vykazují vyšší odolnost vůči tvorbě dírkových otvorů v pružných obalech, které se používají pro kapaliny. Obr. 13 ukazuje deformovaný materiál během testu Gelbo. Odolnost proti trhlinám lze

interpretovat jako odolnost proti opakovanému namáhání. Tento přístroj kvůli velkému počtu cyklů namáhání není vhodný pro testování oděvů.



Obrázek 13. –Dutý válec – tester ASTM F392 (Gelboflex) [5]

## 2.2 Přehled strojního zařízení

Většina oděvů je namáhána nejvíce zejména v oblasti kolen a loktů. V dnešní době existuje mnoho zařízení na měření cyklického namáhání oděvů, které se snaží simulovat jejich namáhání během používání a nošení v běžném životě, a to např.: Flex Tester M262, Gelbo Flex Tester, Cold Flex Temperature Testrer Model 46-12, Flex Durability ASTM F392, Schildknecht Flex Tester TF11B, SDL Atlas Hydrostatic Head Tester. Tyto testovací zařízení by měly odhalit vady a chyby testovaných materiálů či jejich poškození a následně po získání výsledků, tak díky tomu zlepšovat svoji technologii výroby nebo materiálů.

- FLEX TESTER M262 používá se k určení poklesu voděodolnosti potažených tkanin v důsledku ohybu (zakroucení) při použití viz obr. 14. Zařízení zkouší trubici z tkaniny, tím že jí zakroučí o 90° a poté tkaninu stlačí. Po dokončení zkoušky se tkanina testuje na odolnost proti pronikání vody. Tkanina je upnuta mezi dvěma čelistmi. Je vybaven elektrickým počítadlem, kde lze nastavit počet cyklů. Je opatřen bezpečnostním krytem z akrylového plastu. Výhodou je, že testuje odolnost tkanin a zároveň i voděodolnost, což většina přístrojů neposkytuje.



Obrázek 14. - Flex Tester M262 [22]

- GELBO FLEX TESTER je přístroj navržený tak, aby určoval odolnost pružných bariérových materiálů opakovaným namáháním viz obr. 15. Kde vzorek je připevněn k pružným koncům testru. Ohýbání materiálu spočívá opakovaným kroucením a drcením (stlačením). Rychlost bývá 45 cyklů za minutu. Je snadno ovladatelný a bezpečný. Umožňuje umístění pouze jednoho vzorku. Je zde možnost zvolení zkušebního cyklu, který simuluje reálné podmínky.



Obrázek 15.- Gelbo flex tester [23]

- COLD FLEX TEMPERATURE TESTER testuje, jak nízké teploty ovlivňují vlastnosti tuhosti pružných materiálů, kde je vzorek zakroucen pomocí úhlového posunutí kladky točivého momentu viz obr. 16. Deformování vzorku je dáno teplotou lázně a kladkového systému, na kterém je umístěno závaží. Přístroj se skládá z nízkoteplotní lázně s elektronickým regulátorem teploty, topného tělesa a platinového teploměru. Pro zajištění teplotní stability v lázni během chladičoho a

zahřívacího cyklu je na přístroj namontován také míchací motorový systém. Pro dosažení požadované teploty je nutné použití vhodných prostředků, jako je oxid uhličitý (suchý led).



Obrázek 16. – Cold flex temperature Tester [24]

- FLEX DURABILITY ASTM F392 používá se stanovení odolnosti proti ohýbání. Tester je vybaven čtyřmi stanicemi viz obr. 17. Dokáže měřit, až 4 vzorky současně o velikosti 280x200 mm. Přístroj má úhel ohybu 400-440° při frekvenci 45 minut. Vzorky se spojí do tvaru válce a upnou se mezi horní a dolní čelist. Je to dost podobný princip ohybu jako u Gelbo Flex Testeru s výhodou umístění 4 vzorků oproti 1. Je zde možné navolit rychlost stlačení vzorku. Jednoduché umístění vzorků.



Obrázek 17.- Flex Durability ASTM F392 [25]

- SCHILDKNECHT FLEX TESTER TF11B je navržen tak, aby určoval odolnost potažených tkanin vůči poškození ohybem způsobený kmitáním (500x za minutu). Lze

do něho umístít 10 vzorků viz obr. 18. Vzorky mají rozměry 105x50 mm, které jsou sešité do válcového tvaru a upnuty k horní a dolní čelisti. Je vybavený elektrickým počítadlem pro zaznamenání počtu cyklů. Pracuje mnohem rychleji než ostatní Flex Testery a má složitější upnutí vzorků do přístroje. Zařízení je v souladu s normou ČSN EN ISO 7854.



Obrázek 18. – Schildknecht Flex Tester TF11B [26]

- SDL ATLAS HYDROSTATIC HEAD TESTER je určený k měření odolnosti tkanin proti pronikání vody viz obr. 19. Vzorek je vystavován neustálému zvyšování tlaku vody, dokud nedojde k jeho protržení. Je vhodný pro všechny typy tkanin i včetně tkanin ošetřených vodoodpudivou úpravou. Je složený ze šroubového upínacího mechanismu, který drží vzorky.



Obrázek 19.- SDL Atlas Hydrostatic Head Tester [27]

### 3 Experimentální část

Cílem experimentální části je testovat outdoorové materiály. Zjistit jejich výšku vodního sloupce (voděodolnost) a propustnost vodních par. Testovat jejich kvalitu a životnost na odíracím a zátrhovém zařízení. A stanovit jejich mačkavost opakovaným namáháním. Tyto odřené, zatrhnuté a zmačkané vzorky znovu testovat a posoudit, jak se změnila jejich základní vlastnosti. Hmotné vzorky obsahuje Příloha č. 1: Použité materiály. Vše bylo testováno v laboratoři fakulty textilní TUL na katedře oděvnictví a hodnocení textilií.

Experimentální část byla rozdělena na:

- *experimentální hodnocení*, kde byla testována odolnost (oděr a zátrhovost) a cyklická mačkavost outdoorových textilií
- *laboratorní hodnocení*, kdy byly měřeny základní vlastnosti outdoorových textilií před a po mechanickém namáhání
- *mikroskopické hodnocení*, kde předmětem bylo zkoumání vizuální podoby outdoorových materiálů po mechanickém namáhání

#### 3.1 Charakteristika použitého materiálu

Pro testování bylo potřeba zajistit materiál viz. tabulka 1 a 2., kde Softshell, Zerowind fine a Zerowind thermo poskytla firma Atex. Gelanots HB 3L hardshell poskytla firma Direct Alpine. Plošná hmotnost a tloušťka materiálu byly měřené v laboratoři TUL dle norem: ČSN EN 12127 (80 0849). *Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*, ČSN EN ISO 5084 (80 0844). *Digitální tloušťkoměr SDL M034 A – zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Data z měření jsou v Příloha č. 2: Plošná hmotnost a tloušťka materiálu.

Rozdělení materiálu:

- **Materiály pro výrobu bund:** Softshell a Gelanots HB 3L hardshell, které se nejčastěji používá na jarní a podzimní bundy. Softshell je nepromokavý, z rubní strany bývá fleec, který je příjemný na omak a hřejivý. Jedná se o třívrstvý membránový materiál s vysokou odolností proti větru a vlhkosti při zachování prodyšnosti. Výrobce uvedená hodnota vodního sloupce: 10.000 mm a propustnost vodních par: 3000 g/m<sup>2</sup>/24 h. Jako druhý materiál je Gelanots HB 3L hardshell s membránou se dá



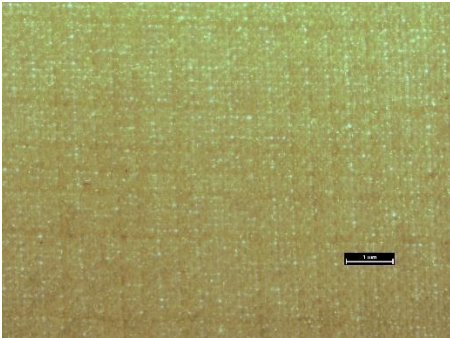
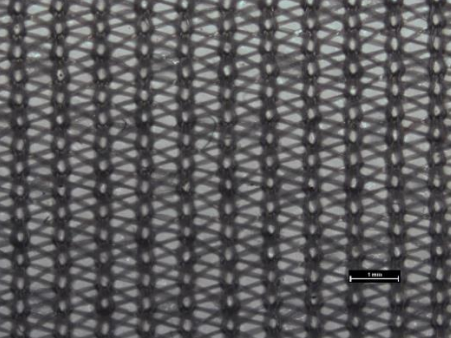
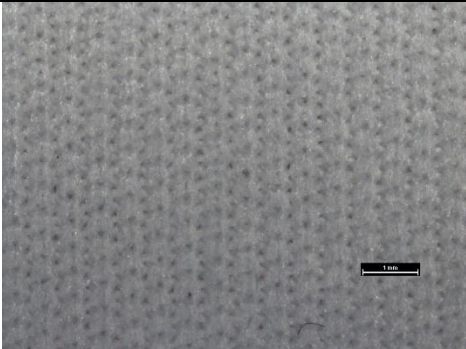
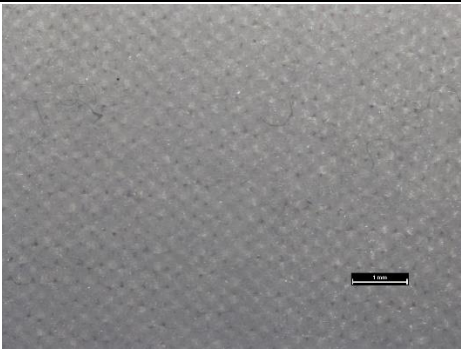
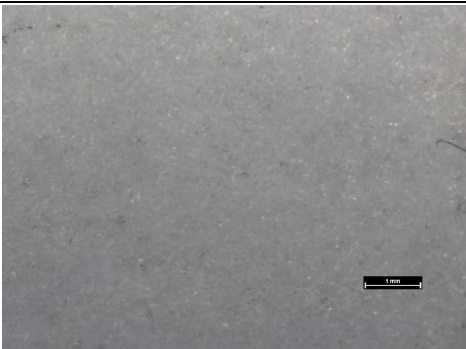
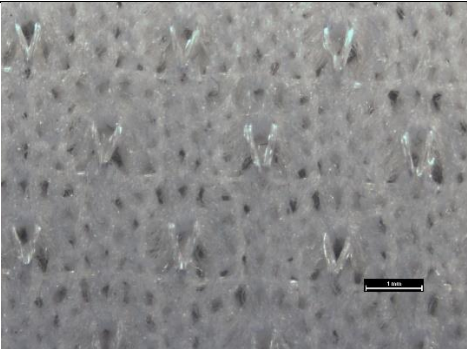
využít pro výrobu jarních bund. Jedná se o velice nepromokavý materiál, který by měl i odvádět pot od těla a udržet tak nositele v pohodlí. Je prodyšný a větruodolný.

- **Materiály pro výrobu mikin:** Zerowind fine a Zerowind thermo jedná se o třívrstvé materiály s vysokou odolností proti větru a vodě, které se používají pro výrobu outdoorových mikin. Podobají se fleezu. Zerowind fine je maximálně prodyšný a paropropustný díky speciální pružné membráně. Materiál je příjemný na omak, hladký, pružný měkký, vzhledově matný a lehce počesaný z rubové strany. Výrobce uvedená hodnota vodního sloupce: 8.000 mm a propustnost vodních par: 24 000 g/m<sup>2</sup>/24 h. Zerowind thermo je hladký, mírně pružný, s jemnou strukturou na lícové straně, z rubové strany zateplený hřejivou fleecovou vrstvou. Výrobce uvedená hodnota vodního sloupce: 10.000 mm a propustnost vodních par: 5000 g/m<sup>2</sup>/24 h.

Tabulka 1.- Charakteristika použitého materiálu

P.č.	Obchodní název	Materiálové složení (vrchní vrstva+ membrána+ spodní vrstva)	Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	Tloušťka [mm]
M1	Softshell	100% polyester + membrána 100% polyuretan + -	343,5	1,48
M2	Gelanots HB 3L hardshell	100% nylon + PUR membrána + PAD podšívka	90,9	0,25
M3	Zerowind fine	100% polyester	242,5	0,96
M4	Zerowind thermo	80% polyester 20% polyuretan	250,9	2,41

Tabulka 2.- Mikroskopický pohled na materiály

Název	Líc	Rub
Softshell		
Gelanots HB 3L hardshell		
Zerowind fine		
Zerowind thermo		



## 3.2 Charakteristika použitého zařízení

### 3.2.1 Metoda stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem

Pro stanovení výšky vodního sloupce byl použitý přístroj SDL Atlas Hydrostatic Head Tester stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem viz. obr. 20. Testování bylo provedeno na katedře hodnocení textilií. Jedná se o přístroj větších rozměrů obdélníkového tvaru s posuvným pístem, do kterého se plní voda. Podstavce, do kterého se upne vzorek, který je pak vystaven zvyšujícímu se tlaku vody. Přítlačná deska, která zatíží vzorek textilie, aby nedošlo k jeho posunutí a elektronickým počítadlem, ten stanoví výšku vodního sloupce v milibarech.



Obrázek 20.- *SDL Atlas Hydrostatic Head Tester*

Testování voděodolnosti bylo provedeno podle normy ČSN EN 20 811 (800 818) = zkouška tlakem vody. Vzorek byl vystaven stále se zvyšujícímu tlaku vody na lící stranu textilie, dokud nedošlo k průniku vody na třech místech. Tlak, při kterém voda pronikla na třetím místě se zaznamenal. Vzorek musel být upnutý do vodorovné polohy, aby nedošlo k pronikání vody, které bylo potřeba minimalizovat u sevřeného okraje vzorku. Pro test musela být použita čerstvě destilovaná voda, kterou bylo potřeba naplnit přístroj až po okraj. Materiál byl vložen, tak aby se líc dotýkal vody, kterou se přístroj naplnil a poté byl přítlačnou deskou zatížen, upevněnou pomocí šroubů a vystaven tak tlaku na lící stranu. Nesmělo dojít k unikání vody před začátkem zkoušky. Po zapnutí přístroje byl vzorek ihned vystaven zvyšujícímu se tlaku a začaly se tvořit kapky na rubní straně vzorku. Tím byla zkouška u konce. Výsledkem byla průměrná hodnota tlaku v milibarech. Každý vzorek byl o rozměrech 180x180 mm kruhového tvaru.

### 3.2.2 Propustnost vodních par

Pro zjištění propustnosti vodních par byl použitý přístroj **Permetest** viz. obr. 21. Způsob měření je založený na použití tzv. „skin modelu – modelu lidské pokožky“, tedy aby měřená textilie nepropustila pot, který je simulovaný vodou, která se pomocí stříkačky vlévá do přístroje. Musí se překalibrovat, čímž se nastaví skutečná teplota daného prostředí, vždy když klesne pod 80 %. Jedná se o měření tepelného a výparného odporu textilií a relativní propustnosti textilií pro vodní páru. Snaží se simulovat reálné podmínky při nošení oděvu, tak jak lidská pokožka produkuje při vyšší námaze pot. Přístroj funguje pomocí programu v počítači PERMTERM. Kde se nastaví tlačítkem start referenční teplota prostředí v zařízení, potvrdí se a poté se vloží vzorek, tak aby se nepoškodila membrána. Tlačítkem start se spustí měření, až se dokončí ukážou se hodnoty dané textilie. Vzorek se vyndá a znovu se musí nastavit teplota prostředí a pak zas vložit nový. Výsledné hodnoty na Permetestu jsou relativní propustnost vodních par  $P$  [%] a odolnost vůči vodním parám  $Ret$  [ $Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$ ].



Obrázek 21. – Permetest

Testování propustnosti vodních par bylo testováno podle normy ISO 11092. Kde vzorek byl vystavován vlhkosti, která se v porézní vrstvě změní v páru a přes separační fólii prochází vzorkem a vnější strana je ofukována 1 m/s. Vzorek se do přístroje vkládá rubní stranou na membránu, která je ve vyklápěcí hlavici na pružinu. Tím vzorek pak přitlačí k přístroji, aby nedošlo k jeho přehnutí, či posunutí během testu. Všechny vzorky byli měřené 3x o minimální velikosti 120x120 mm.

### 3.2.3 Stanovení odolnosti v oděru

Pro zjištění kvality materiálu v oděru byl použitý přístroj **Vrtulkový odírač** stanovení odolnosti v oděru viz. obr. 22. Jedná se o menší přístroj krabicového tvaru se zkušební komorou ve tvaru válce, která je opatřena vrtulkou. Do komory je pak vloženo odírací obložení (brusné plátno). Komora se uzavře víkem, které se pomocí šroubu utáhne, aby nedošlo během zkoušky k jeho odklopení. Z boku zařízení je hlavní vypínač pro jeho zapnutí a vypnutí, dále pak nastavitelnost počtu otáček a doba trvání celé zkoušky. Oděr se uvádí v procentech podle úbytku hmotnosti vzorku.



Obrázek 22. – Vrtulkový odírač

Stanovení odolnosti v oděru bylo testováno podle normy ČSN 80 0833. Vzorek byl současně vystaven ohýbání, stlačování, tření, nárazům, napínání a dalším mechanickým vlivům. Na přístroji se nastavilo 2 000 otáček po dobu 5 minut pro každý měřený vzorek. Testovaný materiál se nejprve zvážil před zkouškou. Vzorek se poté zmačkal, vložil se do válcové komory a víkem se komora uzavřela. Tlačítkem ZAP se přístroj uvedl do chodu tím se spustila celá zkouška a čekalo se do stanovené doby konce, kdy se přístroj sám vypnul a vzorek se vyndal. Testovaný vzorek se očistil od nečistoty a znovu zvážil. Jako odírací obložení bylo použito brusné plátno č. 320, které se po každém testovaném vzorku vyměnilo za nové. Všechny vzorky byli testovány 3x o rozměrech 180x180 mm.

### 3.2.4 Stanovení odolnosti vůči zatržení

Zátrhovost byla měřena na přístroji **Mace snag tester**, která simuluje zatržení nitě daného vzorku ostrým objektem viz. obr. 23. Snaží se tedy napodobit zatržení v přírodě například o větev. Přístroj je složen ze 4 válců, které se otáčejí. Ocelových kuliček opatřenými ostny (trny) viz obr. 24., které se zatrhávají o látku při otáčení válců. Tato norma dnes už není platná. Byla zrušena bez náhrady (ČSN 80 0851 nebo ATSM D3939).



Obrázek 23. - Mace snag tester

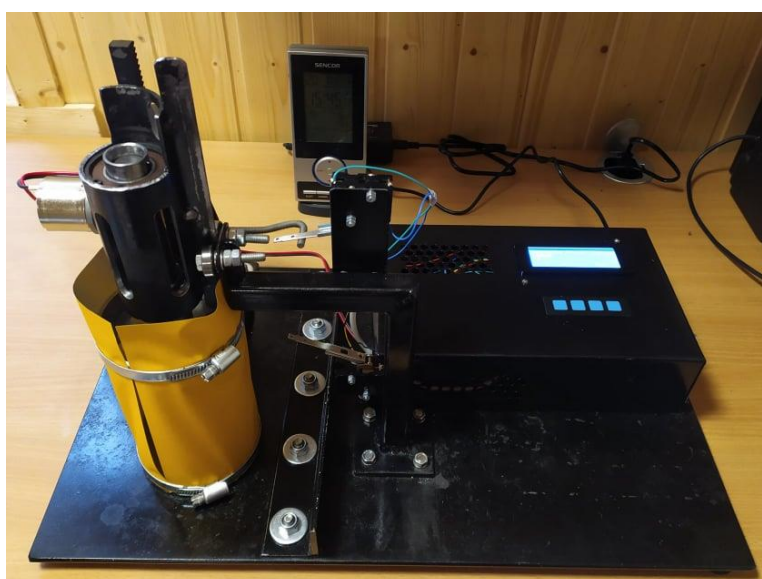


Obrázek 24.- zavěšení ostnaté kuličky

Zkušební vzorek se natahuje na měřicí válec, který je upevněn na obou kocích pryžovým kroužkem. Na počítadle se nastaví požadovaný počet otáček. Na válce se opatrně přiloží kuličky. Poté se přístroj uvede do chodu. Během otáčení válců ohrocená kulička dopadá na látku a zatrhává se o ni. Po dokončení stanoveného počtu otáček se stroj sám vypne. Výsledkem pak bývá vizuální porovnání s etalony. Vzorky jsou 4 o velikosti 200x330 mm (25 mm šev). Vzorky se sešijí L na L, tedy z rubu v šířce 25 mm do kruhového tvaru. Otočí se pak lícem nahoru.

### 3.2.5 Stanovení cyklické mačkavosti

Cyklická mačkavost byla měřena na přístroji vytvořeném studentkou Mádlovou pro její diplomovou práci, na principu dutého válce, který byl vylepšený Ivetou Harcubovou viz obr. 25. Model je vytvořený jako dutý válec, do jehož konstrukce bylo zabudováno zařízení pro testování mačkavosti. Snaží se simulovat ohyb v lokte či kolenou při běžném nošení. Zkouška probíhá v cyklech, kde dochází k poklesu kvality materiálu. Tak jak dokáže být odolný vůči mačkavosti. Vzorky o velikosti 295x170 mm, kde namáhaná plocha byla o velikosti 105x285 mm.



Obrázek 25. – Dutý válec

Metoda testování vychází z normy ČSN 80 0871. K deformaci materiálu dochází ve směru osy. Vzorky před testováním nesmí mít žádné sklady, záhyby ani vady. Vzorek se upne lící stranou ven do přístroje a upevní se kovovými pásky na horní a dolní hlavici, tak aby byl napnutý. Kovové pásky, jejichž uzávěr má šrouby se dotáhnou křížovým šroubovákem, tím se zabrání jeho posunutí. Na začátku testu je horní hlavice uvedena do maximální polohy. Počítadlo cyklů je vynulované. Přídavným časovačem se tak měří doba celkového testu od spuštění až po zastavení přístroje. Přístroj se zapojí do zásuvky tím se rozběhne motor. Horní hlavice se začne posouvat směrem dolů ke spodní. Horní hlavice se opět vrátí zpět nahoru, tento průběh tvoří jeden cyklus za dobu 3 s. Po uplynutí požadovaného počtu cyklů se zastaví pomocí časovači, či vypojení adaptéru ze zásuvky. Pro vyndání vzorků se musí zase kovové pásky uvolnit šroubovákem.

### **3.3 Vlastnosti outdoorových materiálů před namáháním**

Jednou z hlavních vlastností outdoorových materiálů je jejich nepromokavost (voděodolnost), která je důležitá zejména pro ochranu nositele např. proti dešti, či sněhu. Ta se udává výškou vodního sloupce (čím vyšší tím větší nepromokavost). Jako nepromokavé oblečení lze zařadit s výškou vodního sloupce vyšší než 10 000 mm.

Je také nezbytné, aby outdoorové oděvy byly schopné propustnosti vodních par, neboť dokáží propustit pot skrz textilii a udržet tak nositele v pohodlí. Při vyšší fyzické námaze dochází k ochlazení organismu a člověk se začíná potit. Lepší paropropustnost mají tkaniny s nižší hmotností, neboť mohou poskytovat lepší tepelný komfort při sportování.

#### **3.3.1 Odolnost proti pronikání vody**

Voděodolný materiál se vyznačuje výškou vodního sloupce, čím větší vodní sloupec tím lépe ochrání daný materiál nositele proti dešti či sněhu. Testovaný materiál, lze tedy zhodnotit viz. tab. 3, že nejvíce voděodolný je Softshell (M1), který odolá i více než 30 000 mm vodního sloupce. Tento materiál byl během zkoušky zničený tlakem a došlo k pronikání vody skrz těsnící hlavu přístroje. Jako druhý vysoce odolný materiál je Zerowind thermo (M4), který odolá více než 18 000 mm vodního sloupce, jedná se o třívrstvý materiál s membránou, který je vysoce odolný proti vodě. Poté lze zařadit Gelanots HB 3L hardshell (M2) s membránou Gelanots, který se při zkoušce protrhl viz obr. 26. Ten dokáže odolat i více než 17 000 mm vodního sloupce, kdyby nedošlo k protržení materiálu dalo by se předpokládat, že odolá i vyššímu vodnímu sloupci. Zerowind fine (M3) odolá více než 12 000 mm, jedná se o třívrstvý materiál s membránou.

Tabulka 3.- Výsledky měření voděodolnosti testovaných materiálů – před namáháním

Vzorek	Výška vodního sloupce [milibar]		Průměr [milibar]	Výška vodního sloupce [mm]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1. testování	2. testování				
<b>Softshell (M1)</b>	3039	3027	3033	30 330	8,5	0,28
<b>Gelanots HB 3L hardshell (M2)</b>	1715	1698	1706	17 060	12,7	0,7
<b>Zerowind fine (M3)</b>	1277	1243	1260	12 600	24	1,9
<b>Zerowind thermo (M4)</b>	1872	1843	1857	18 570	21,2	1,14

Po dokončení této zkoušky lze tedy říci, že outdoorové materiály chránící proti vodě jsou materiály pro výrobu bund: Softshell a Gelanots HB 3L hardshell, což je velmi důležité, neboť se nosí jako třetí vrstva, která chrání ty ostatní vrstvy proti promoknutí. Materiály pro výrobu mikin Zerowind fine a Zerowind thermo jsou také velmi odolné a člověk se tak nemusí bát úplného pomoknutí, pokud je použije jako poslední vrstvu.



Obrázek 26.- protržení vzorku během testování (Gelanots HB 3L hardshell)

### 3.3.2 Testování propustnosti vodních par

Výsledkem testování jsou dvě hodnoty propustnosti vodních par, kde  $P$  [%] = relativní propustnost pro vodní páry, což je nenormalizovaný ale velmi praktický parametr. Ukazuje kolik % vlhkosti prošlo skrz textilii. Čím více procent tím lépe dovede odvádět vlhkost od těla skrz materiál.  $Ret$  [ $Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$ ] = výparný odpor zkoušeného vzorku. Jedná se odpor, který klade materiál, dokud nepropustí vlhkost ven. Čím je hodnota  $Ret$  nižší, tím snadněji propustí vodní páry od těla ven. Všechna data z měření hodnoty  $Ret$  viz Příloha č. 3: Permetest hodnoty  $Ret$  [ $Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$ ].

Z výsledku zkoušky lze vidět viz. tab. 4., že nejvyšší relativní propustnost vodních par má vzorek M2 s hodnotou 42,2 % a hned M3 s hodnotou relativní propustností vodních par 39,2 %, s produkcí tělesných výparů 9000-20 000  $g/m^2/24$  h. U vzorku M3 výrobce uvádí jeho hodnotu 24 000  $g/m^2/24$  h, což by skoro odpovídalo výsledkům měření. M4 s hodnotou relativní propustností vodních par 26,9 % s produkcí tělesných výparů 5000–9000  $g/m^2/24$  h. Výrobce uvádí 5000  $g/m^2/24$  h. Jedná se o stejnou hodnotu, jako u měření. Neuspokojivý je vzorek M1 s hodnotou relativní propustností vodních par 15,4 %, jehož produkce tělesných výparů je menší než 5000  $g/m^2/24$  h. U tohoto vzorku uvádí výrobce hodnotu 3000  $g/m^2/24$  h, takže také odpovídá výsledku měření.

Tabulka 4. – Výsledky měření propustnosti vodních par

Vzorek	P [%]				Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.	3.	Průměr		
Softshell (M1)	16,6	14	15,6	<b>15,4</b>	1,3	8,4
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	42,1	41,9	42,7	<b>42,2</b>	0,4	0,9
Zerowind fine (M3)	39	40,1	38,5	<b>39,2</b>	0,8	2
Zerowind thermo (M4)	28,4	27	25,2	<b>26,9</b>	2,3	8,5

Po dokončení této zkoušky lze zařadit jako ochranný materiál, který propustí lidský pot skrz textilii Gelanots HB 3L hardshell. Dokáže, tak udržet člověka v maximálním pohodlí. Jako



nevhodný materiál lze označit Softshell, který nepropustí pot ven a člověkem vytvořený pot se tak drží na pokožce, tedy v triku. Nehodí se pro aktivity s vyšší fyzickou námahou. I když oba materiály se hodí pro výrobu bund mají rozlišné výsledky a každý je tak vhodný pro jiné outdoorové aktivity. Výsledky propustnosti vodních par materiálů pro výrobu mikin, tak odpovídají jejich požadavkům a souhlasí tak i s údaji od výrobce. Tyto mikiny jsou vhodné pro různé outdoorové aktivity s vyšší fyzickou námahou a dokáží propustit pot skrz textilii a uspokojit potřeby člověka.

### 3.3.3 Vyhodnocení odolnosti vůči oděru outdoorových materiálů

Stanovení odolnosti v oděru na Vrtulkovém odírači je založeno na úbytku hmotnosti testovaných vzorků viz tab. 5. testování bylo provedeno 3x pro každý vzorek o rozměrech 180x180 mm. Pro testování byl potřeba smirkový papír č. 320, po každé zkoušce byl použitý nový. Všechny vzorky byly měřeny po dobu 5 minut na 2000 otáček. Nejvyšší úbytek hmotnosti byl u materiálu M1 s úbytkem o 1,28 % a nejnižší u materiálu M2 s úbytkem o 0,08 %. Tyto oba materiály se používají pro výrobu bund. Podobný úbytek hmotnosti byl zaznamenán u materiálu pro výrobu mikin M3 o 0,6 % a M4 o 0,7 %.

Tabulka 5.- Výsledky testování na vrtulkovém odírači – úbytek hmotnosti po oděru na vrtulkovém odírači

Vzorek	Měření	Hmotnost [g]			Průměr [g]	Úbytek [%]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
		1.	2.	3.				
Softshell (M1)	Před	11,72	11,26	11,39	11,45	1,28	0,24	2,1
	Po	11,5	11	11,09	11,2		0,27	2,4
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	Před	2,9	2,98	2,87	2,9	0,08	0,06	2,1
	Po	2,78	2,94	2,82	2,8		0,1	3,6
Zerowind fine (M3)	Před	7,7	7,86	8,47	8	0,6	0,4	5
	Po	7,6	7,78	8,39	7,9		0,42	5,3
Zerowind thermo (M4)	Před	8,6	8,65	8,49	8,58	0,7	0,08	0,9
	Po	8,27	8,4	8,25	8,3		0,08	0,96

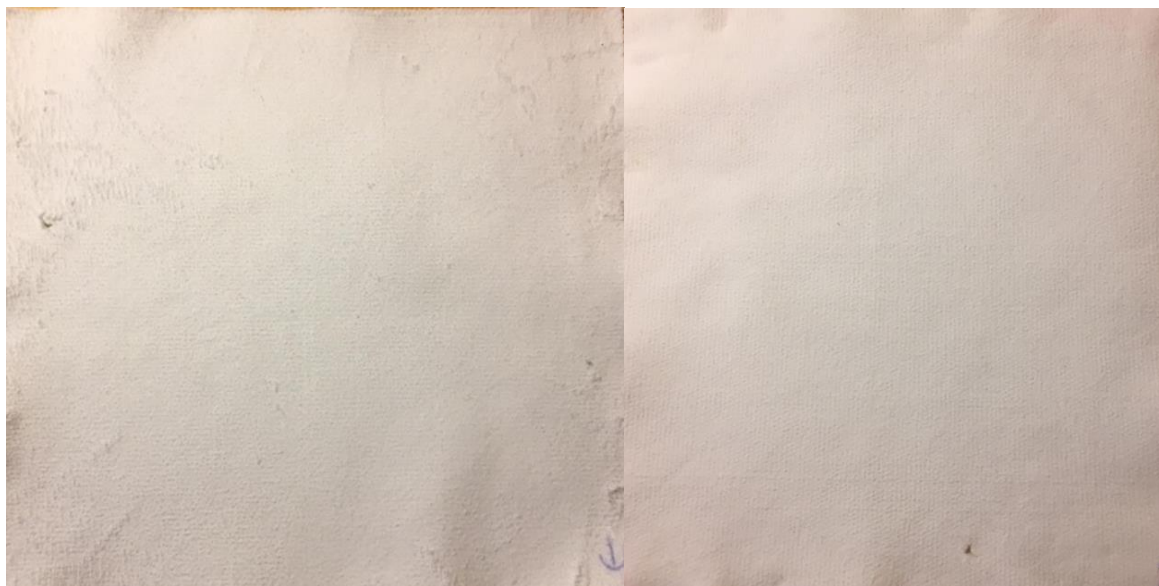
Po srovnání materiálů před oděrem a po, nejvyšší viditelná změna vzhledu byla u materiálu M4 viz. obr. 27. U každého materiálu bylo viditelné poškození, které se podobá rýhám viz obr. 28-30. U materiálu M3 se u třetího měření dokonce vytvořila i malinká dírka. I když materiály vypadají poškozeně, tak se jejich úbytek hmotnosti moc neměnil.



**Líc**

**Rub**

*Obrázek 27. - Změna vzhledu materiálu Zerowind thermo po oděru*



**Líc**

**Rub**

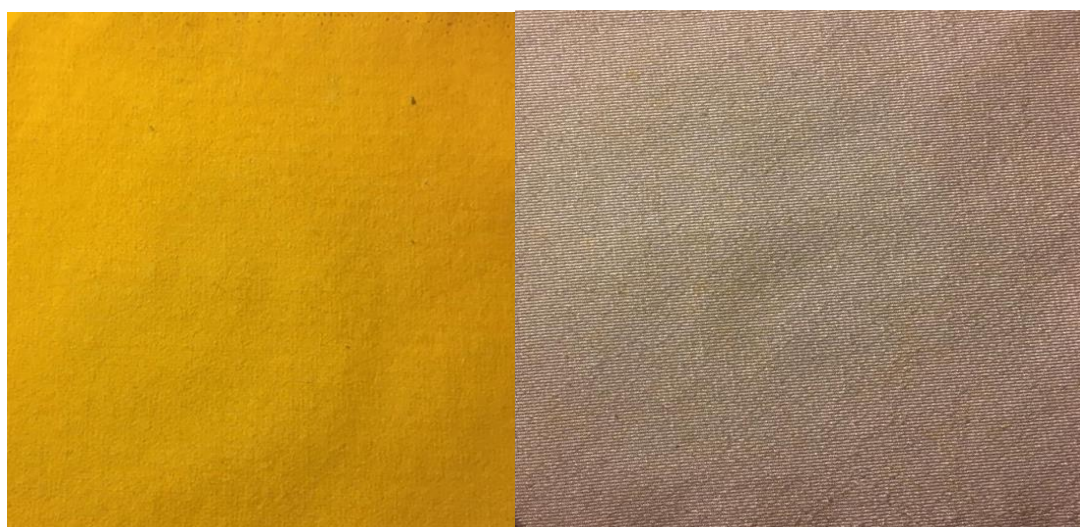
*Obrázek 28.- Změna vzhledu materiálu Zerowind fine po oděru*



**Líc**

**Rub**

*Obrázek 29.- Změna vzhledu materiálu Softshell po oděru*



**Líc**

**Rub**

*Obrázek 30.- Změna vzhledu materiálu Gelanots HB 3L hardshell po oděru*

### **3.3.4 Stanovení odolnosti outdoorových materiálů vůči zatrhnutí**

Pro testování zatrhnutí metodou ohrocené kuličky na Mace snag testeru, byly odebrány 4 vzorky z každého materiálu ve směru osnovy. Ty bylo potřeba sešít na rubní straně o velikosti 200x330 mm s 25 mm švovou záložkou, pak se otočily rubní stranou došpodu a lícni nahoru. Vytvořil se válec o velikosti válců na přístroji. Pro testování bylo potřeba nastavit počet otáček daných válců. Pro 1. a 2. vzorky bylo požito 100 otáček a u 3. a 4. vzorků 600 otáček.

Tyto vzorky se poté nasadí na válce a upevní se pryžovými kroužky na obou stranách. Opatrně se přiloží ohročené kuličky na vzorky a spustí se stroj. Po uplynutí 100 otáček se vypne ručně a odeberou se vzorky 1. a 2., pak se spustí a nechá se dojed 600 otáček pro 3. a 4. vzorky. Stroj se zastaví sám po skončení nastavených otáček, ty se vynulují a stroj se vypne. Ohročené kuličky se vrátí na původní místo, měřené materiály se sundají a nasadí se nové. A celý proces se tak opakuje znovu se všemi materiály. Výsledky se pak porovnávají s etalony viz obr. 31 podle jejich míry zatrhnutí.



Obrázek 31. - Stupnice etalonů Mace snag tester

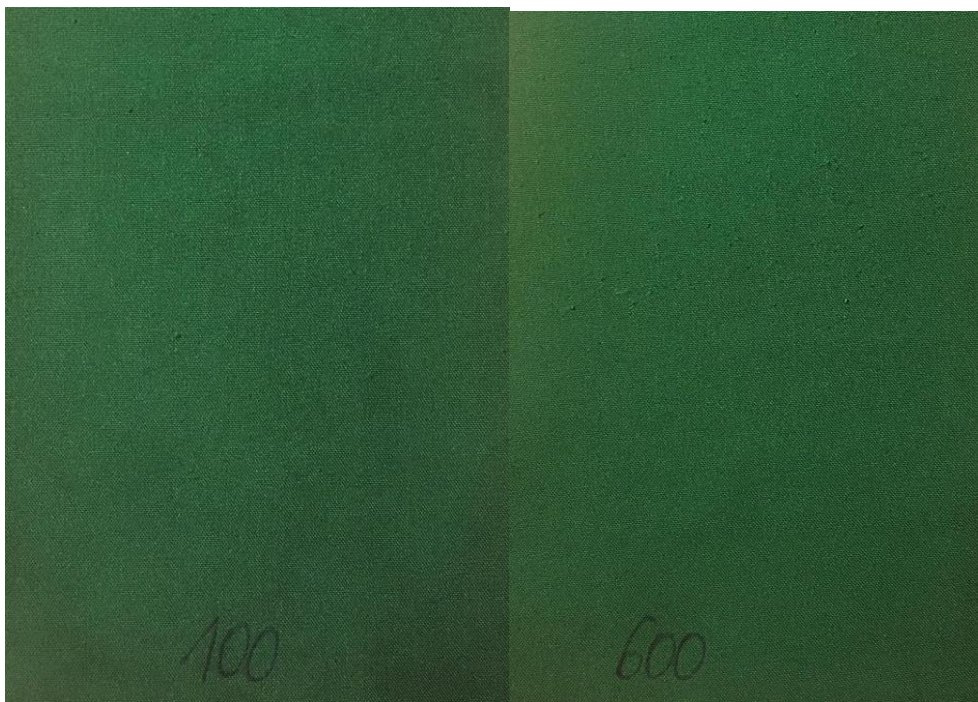
Vzorky byly testované na 100 a 600 otáček a poté porovnány s etalony, kde stupeň 5 ukazuje nejméně viditelné zatrhnutí a stupeň 1 nejvíce viditelné zatrhnutí viz tabulka 6. Vzorky testované na 100 otáček nebyli tolik zatrhnuté viz obr. 32-35. Nejvíce poškozený materiál byl Zerowind thermo a nejméně Zerowind fine. I když se oba materiály hodí pro výrobu mikin, tak jejich kvalita a odolnost se liší. Dle stupně 3 se dá říci, že se jedná o mírné poškození byl Softshell a Gelanots HB 3L hardshell, ty se používají pro výrobu bund, jsou velmi kvalitní a odolné. Cílem bylo zjistit, jak velký rozdíl odolnosti během zatrhnutí má 100 oproti 600 otáčkám, které pak byly dále testované na voděodolnost a propustnost vodních par.

Tabulka 6.- porovnání vzorků s etalony

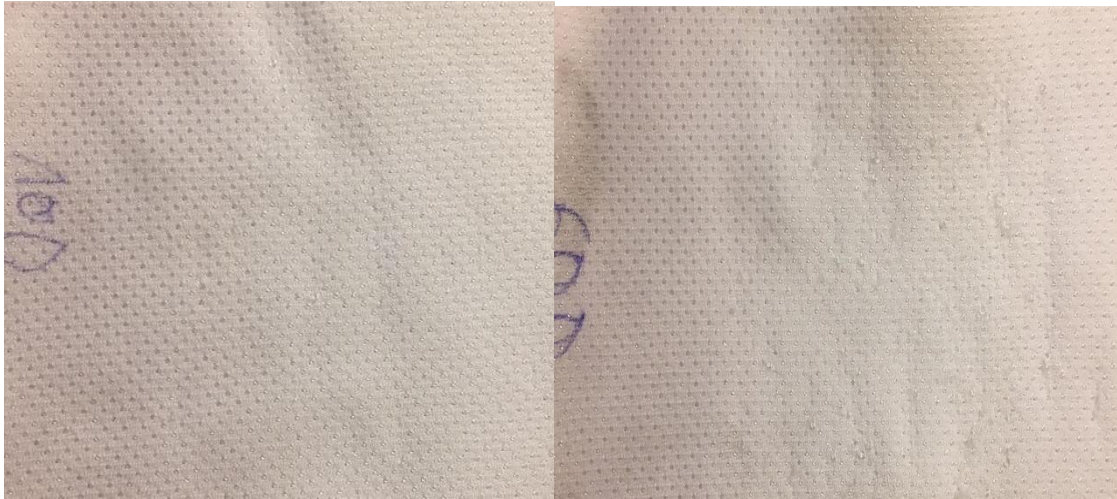
<b>Materiál</b>	<b>Stupeň etalonu po 100 ot.</b>	<b>Stupeň etalonu po 600 ot.</b>
Softshell	Stupeň 5	Stupeň 3
Gelanots HB 3L hardshell	Stupeň 3	Stupeň 3
Zerowind fine	Stupeň 4	Stupeň 4
Zerowind thermo	Stupeň 3	Stupeň 1



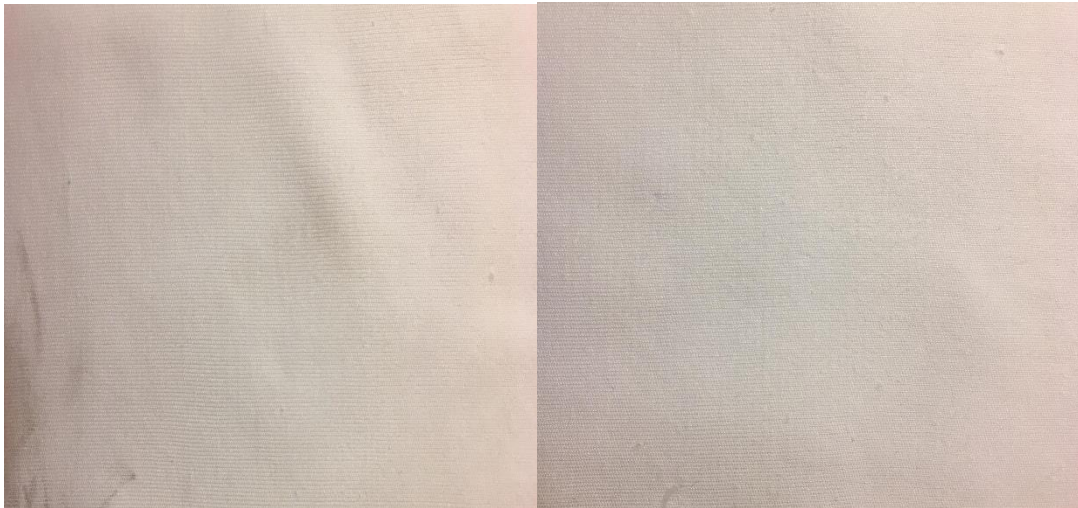
*Obrázek 32. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Gelanots HB 3L hardshell*



*Obrázek 33. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Softshell*



Obrázek 34. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Zerowind Thermo



Obrázek 35. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Zerowind fine

### **3.3.5 Stanovení odolnosti vůči cyklické mačkavosti outdoorových materiálů**

Testování bylo provedeno na principu dutého válce, kde vzorky byly mačkány na 20 000 cyklů po dobu 15 hodin. Kde velikost vzorků byla 285x180 mm v osnovním směru. Namáhaná plocha byla o velikosti 105x285 mm. Vzorky byly sešité do válcového tvaru. Snaží se o simulaci reálného zmačkání např. v ohybu lokte nebo kolenou. Všechny testované materiály jsou na první pohled stejně zmačkané viz tabulka 7. Největší viditelné sklady však má materiál M4 a M2.

Tabulka 7. - Ukazuje vzhled vzorků po cyklické mačkavosti

Materiál	Pohled z líce	Pohled z rubu
Softshell (M1)		
Gelanots HB 3L hardshell (M2)		
Zerowind fine (M3)		
Zerowind thermo (M4)		

Z vizuální stránky lze zhodnotit, že u všech materiálů jsou viditelné lomy z lící i rubní strany. Nejvíce viditelné lomy, jsou pravděpodobně v nejvíce namáhaném místě, které se nachází uprostřed materiálu. Nedošlo k poškození materiálu, ale pouze k jeho zmačkání. Jako

nejvíce zmačkaný se jeví materiál M2, který má také nejnižší tloušťku. Druhý nejvíce zmačkaný se jeví materiál M4, který má naopak nejvyšší tloušťku. Materiály M1 a M3 mají přibližně stejné sklady a jeví se tak stejně zmačkaně.

### 3.4 Vliv oděru na vybrané vlastnosti outdoorového materiálu

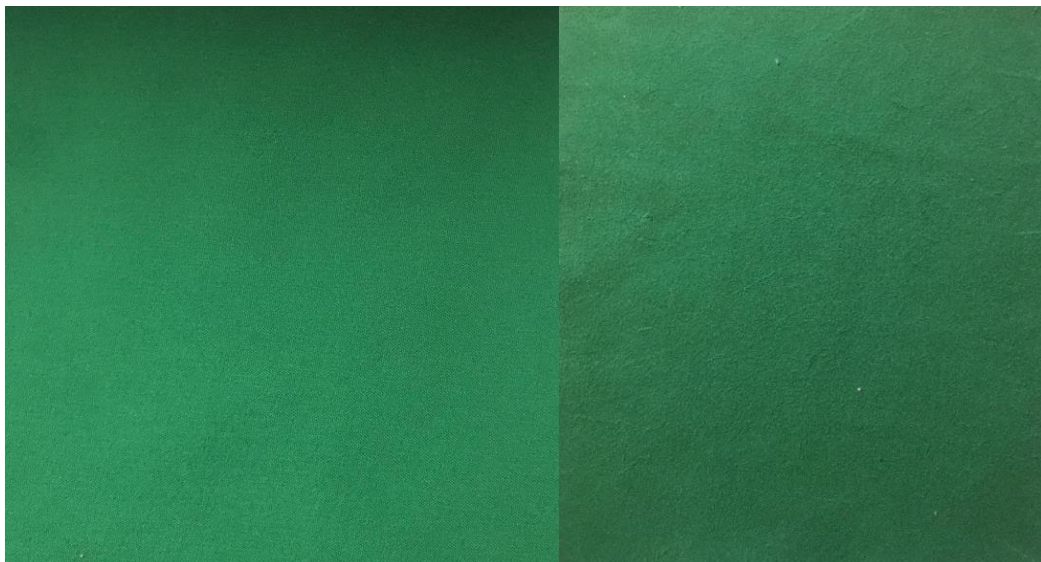
Testováním oděru, lze simulovat reálné podmínky v přírodě např. odřením o skálu či strom. Materiál při testování byl odírán o smirkový papír po dobu 5 minut. Lze usuzovat, že tímto oděrem byla poškozena membrána, neboť se hodnoty vodního sloupce snížily a všechny testované materiály se staly promokavými, s výjimkou materiálu M1 viz tab. 8. Nejvyšší hodnota výšky vodního sloupce byla zaznamenána u materiálu M1 s výškou 22 910 mm. Nejnižší hodnota výšky vodního sloupce byla naměřena u materiálu M2 s hodnotou 965 mm. Podobné hodnoty výšky vodního sloupce byly zaznamená u materiálu M3 s hodnotou 4 460 mm a M4 s hodnotou 5 360 mm. Z hodnot, které ukazuje tabulka lze tedy říci, že jako jediný materiál M1 si zachoval voděodolnost. Ostatní hodnoty výšky vodního sloupce jsou nízké a nedovedou tak ochránit proti dešti.

Tabulka 8. – Výsledky testování voděodolnosti testovaných materiálů po oděru na vrtulkovém odírači

Vzorek	Výška vodního sloupce [milibar]		Průměr [milibar]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Výška vodního sloupce [mm]
	1. testování	2. testování				
Softshell (M1)	1868	2714	2291	598,2	26,1	22 910
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	108	85	96,5	16,3	16,9	965
Zerowind fine (M3)	486	406	446	56,6	12,7	4 460
Zerowind thermo (M4)	538	534	536	2,8	0,5	5 360



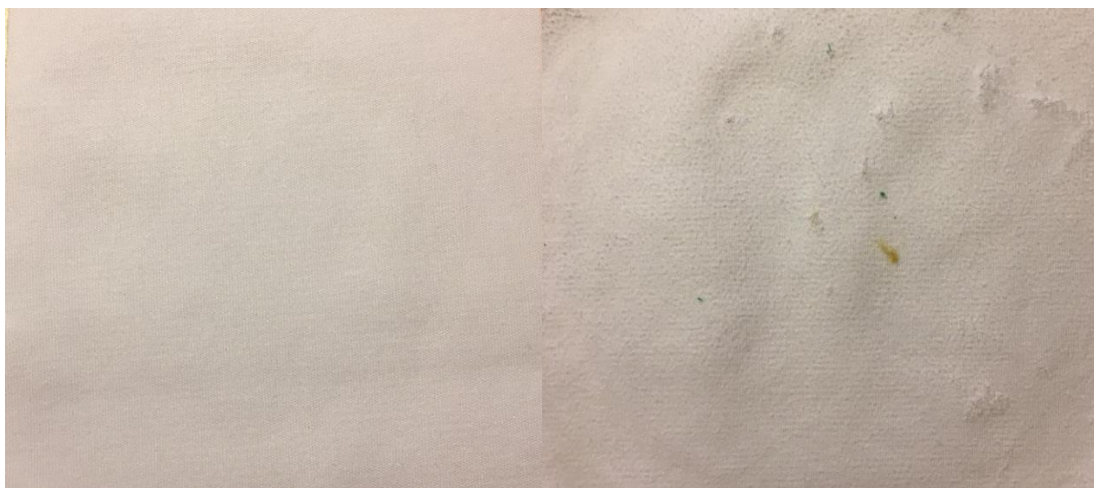
Ohledně vizuální stránky nebyly zaznamenány známky poškození viz obr. 36–39. První kapky pronikly na začátku testování, neboť během oděru došlo k poškození membrány, která nechránila materiál před pronikáním kapek vody.



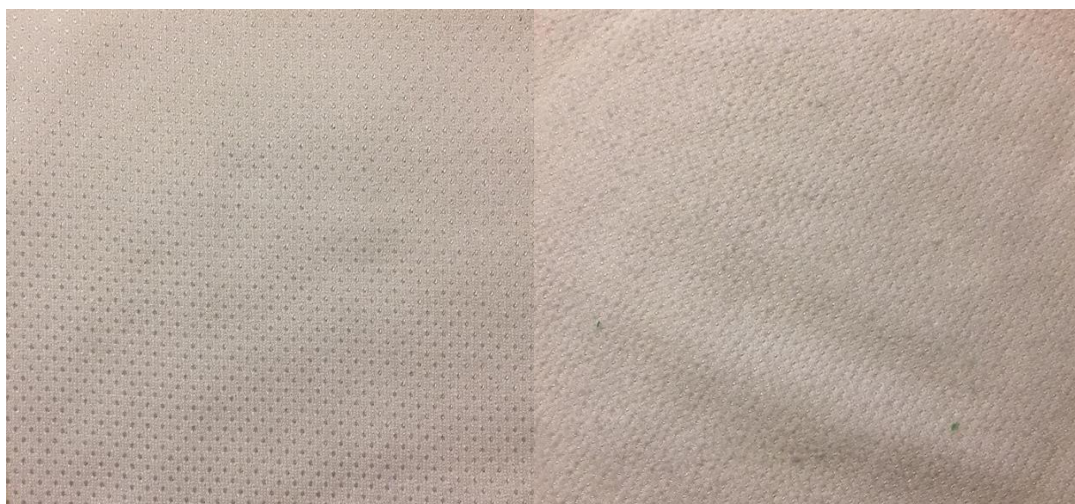
*Obrázek 36. – Porovnání vzorků Softshellu před a po oděru*



*Obrázek 37. - Porovnání vzorků Gelanots HB 3L hardshell před a po oděru*



*Obrázek 38. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po oděru*



*Obrázek 39. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po oděru*

Jak ukazuje tabulka 9. je vidět při srovnání hodnot s nepoškozenými vzorky, že odřením se hodnota vodního sloupce snížila a tkaniny tak rychle propustily vodu. Oděrem se tedy poškodila membrána, díky které docházelo k pronikání vody. Hodnota vodního sloupce u vzorku M1 (Softshell) klesla o 23,6 %, jedná se o nejnižší pokles vodního sloupce po odření a dá se říci, že je tedy vůči oděru nejodolnější. U M2 (Gelanots HB 3L hardshell) klesla o 94,4 %, to je naopak nejvyšší pokles vodního sloupce. Tyto oba materiály se používají pro výrobu bund. Materiál M2 se hodí spíše pro větrové bundy a M1 zase naopak pro bundy pevnější a do většího deště. U Materiál M3 (Zerowind fine) klesla hodnota o 64,6 % a u M4 (Zerowind thermo) klesla o 71,4 %, jedná se o materiály pro výrobu mikin ty mají také výrazný pokles vodního sloupce, ale u těchto materiálů není potřeba, aby byly tolik voděodolné jako

materiály pro bundy. První kapky vody při této zkoušce se začali objevovat v nejvíce prodřených místech viz obr. 40.

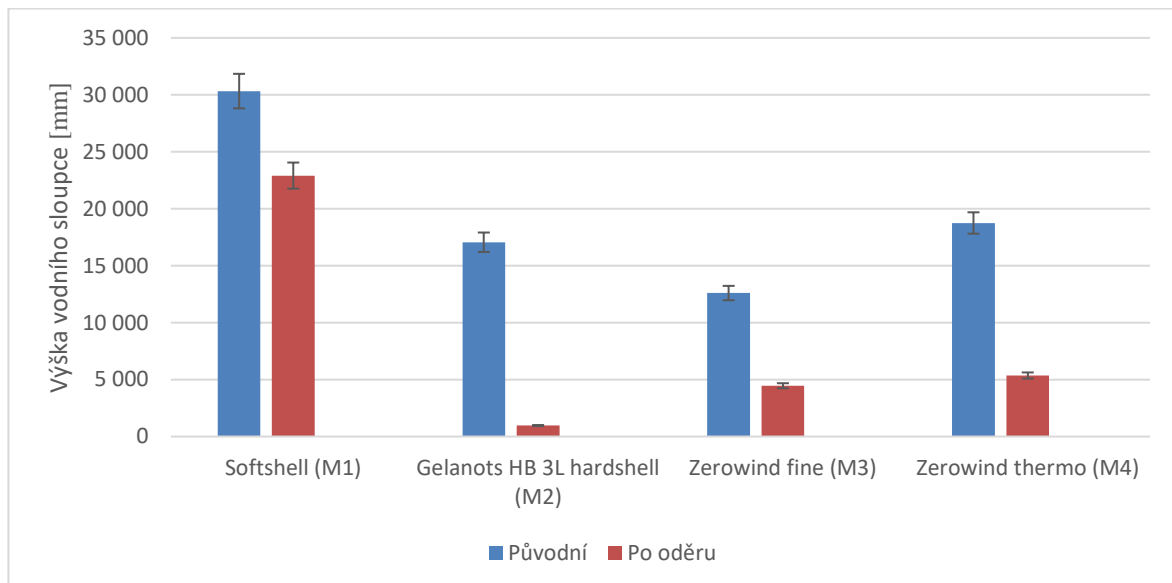
Tabulka 9. -Porovnání výsledků testování voděodolnosti po oděru s původními výsledky

Vzorek	Výška vodního slupce[mm]		Rozdíl [mm]	Rozdíl [%]
	Původní	Po oděru		
Softshell (M1)	30 330	22 910	7 420	24,46
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	17 060	965	16 095	94,4
Zerowind fine (M3)	12 600	4 460	8 140	64,6
Zerowind thermo (M4)	18 750	5 360	13 390	71,4



Obrázek 40. - Pronikání prvních kapek vody u materiálu Zerowind fine

Naměřená data byla graficky zpracována viz obr. 41. Je patrné, že nejvyšší pokles odolnosti vůči pronikání vody měl opravdu materiál M2. Další viditelný pokles měly materiály M3 a M4 mají podobné hodnoty výšky vodního sloupce po oděru, zde je také vidět pokles o více než polovinu. Zde je vidět, že materiál M1 je nejvíce odolný.



Obrázek 41. – Graf závislosti výšky vodního sloupce po opakovaném odírání na vrtulkovém odírači

Z výsledků zkoušky lze dále vidět viz tab. 10, že po testování oděru má nejvyšší propustnost vodních par materiál M3 (Zerowind fine) s hodnotou relativní propustnosti vodních par 43,45 %. Hned poté je materiál M2 (Gelanots HB 3L hardshell) s hodnotou relativní propustnosti vodních par 42,35 %. Materiál M4 (Zerowind thermo), jehož hodnota byla naměřena jako hodnota relativní propustnosti vodních par 29,65 %. Nejnižší propustnost vodních par byla naměřena u materiálu M1 (Softshell), která měla hodnotou relativní propustnosti vodních par 21,6 %. Při srovnání materiálů pro výrobu bund lze říci, že materiál M2 dokáže propustit o polovinu více než materiál M1, proto tedy není vhodné tento materiál používat při vyšší fyzické námaze. Porovnání materiálů pro výrobu mikin lze předpokládat, že materiál M3 je více propustný než M4 a dokáže tak pot odvádět od těla lépe.

Tabulka 10. - Výsledky propustnosti vodních par po oděru

Vzorek	P [%]		Průměr [%]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	20,6	22,6	21,6	1,4	6,5
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	40,6	44,1	42,35	2,5	5,9
Zerowind fine (M3)	41,2	45,7	43,45	3,2	7,36
Zerowind thermo (M4)	28,8	30,5	29,65	1,2	4,05

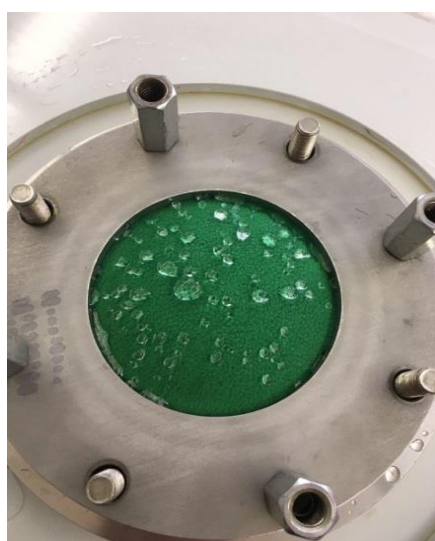
Jak ukazuje tabulka 11 tak se propustnost vodních par po testování oděru zvýšila při porovnání s původními hodnotami. U většina materiálů vlivem oděru se zlepšila propustnost vodních par. Lze tedy předpokládat, že vzniklé trhliny po oděru umožnily tak lepší propustnost vlhkosti skrz materiál. U materiálu M2 byl zaznamenán nejnižší rozdíl, šlo pouze o malé zlepšení. Dá se říci, že jeho propustnost vodních par zůstala stejná. Stále tak má nejvyšší hodnotu relativní propustnosti vodních par. Druhá nejvyšší relativní propustnost vodních par byla zaznamenána u materiálu M3, která se zvýšila o 10,8 %. Nižší propustnost byla zaznamenána u materiálu M4, která se také zvýšila o 10,2 %. Nejnižší relativní propustnost vodních par byla u materiálu M1, která se sice zvýšila o 40,26 %, ale dá se předpokládat, že tento materiál nedovede odvádět vlhkost od těla. U materiálů pro výrobu mikin se propustnost vodních par zvýšila a oba materiály se dají tak použít při vyšší fyzické námaze i po jejich odření.

Tabulka 11. - Porovnání výsledných hodnot po oděru s původními

Vzorek	Průměr P [%]		Rozdíl [%] zvýšení
	Původní	Oděr	
Softshell (M1)	15,4	21,6	40,26
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	42,2	42,35	0,36
Zerowind fine (M3)	39,2	43,45	10,8
Zerowind thermo (M4)	26,9	29,65	10,2

### 3.5 Vliv zátrhovosti na vybrané vlastnosti outdoorového materiálu

Testováním zátrhovosti byla snaha docílit simulace reálných podmínek v přírodě, kde ohročená kulička měla představovat v reálném životě např. zatrnutí o větev. U zátrhovosti byla membrána plně poškozena a materiály tak ztratily vodní sloupec, neboť se ohročená kulička zachytávala během testu o vzorky a vytvářela tak nepatrné dírký, kterými pak pronikla voda. Tlak vody vystavovaný na materiál nemusel být tak velký, neboť voda během chvilky pronikla skrz materiál a vytvořila tak malé kapičky pronikající dírkami viz obr. 42. Testování probíhalo na 100 a 600 otáček.



Obrázek 42. – Pronikání prvních kapek vody u Softshellu

- **100 otáček**

Jak ukazuje tabulka 12 je patrné, že už při 100 otáčkách se hodnoty vodního sloupce snížili natolik, že nemají žádný vodní sloupec.

Tabulka 12. - Výsledky testování voděodolnosti po zátrhovosti na 100 otáček

Vzorek	1. testování	2. testování	Průměr [milibar]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Výška vodního sloupce [mm]
Softshell (M1)	60	61	60,5	0,7	1,16	605
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	34	34	34	0	0	340
Zerowind fine (M3)	27	29	28	1,4	5	280
Zerowind thermo (M4)	12	15	13,5	2,1	15,5	135

- **600 otáček**

Z tabulky 13 lze vyčíst, že čím vyšší počet otáček tím větší poškození a snížení vodního sloupce na minimum. U testování, kapky vody pronikaly dřív než u předchozí zátrhovosti na 100 otáček. Je zde vidět i snížení vodního sloupce oproti 100 otáčkám. Nejvyšší pokles měl materiál M4 a M3, o něco nižší pak M2 a M1 měl nejnižší pokles vodního sloupce. I tak byla membrána u všech vzorků zátrhovosti poškozena a ztratila tak svůj účinek. Všechny tyto materiály se tak staly promokavými, nelze je už použít jako voděodolné. Z hlediska vizuální stránky nelze vidět žádné poškození voděodolnosti viz obr. 43–46.

Tabulka 13. - Výsledky testování voděodolnosti po zátrhovosti na 600 otáček

Vzorek	1. testování	2. testování	Průměr [milibar]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Výška vodního sloupce [mm]
Softshell (M1)	55	48	51,5	4,95	9,6	515
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	34	32	33	1,4	4,2	330
Zerowind fine (M3)	25	24	24,5	0,7	2,9	245
Zerowind thermo (M4)	7	8	7,5	0,7	9,3	75

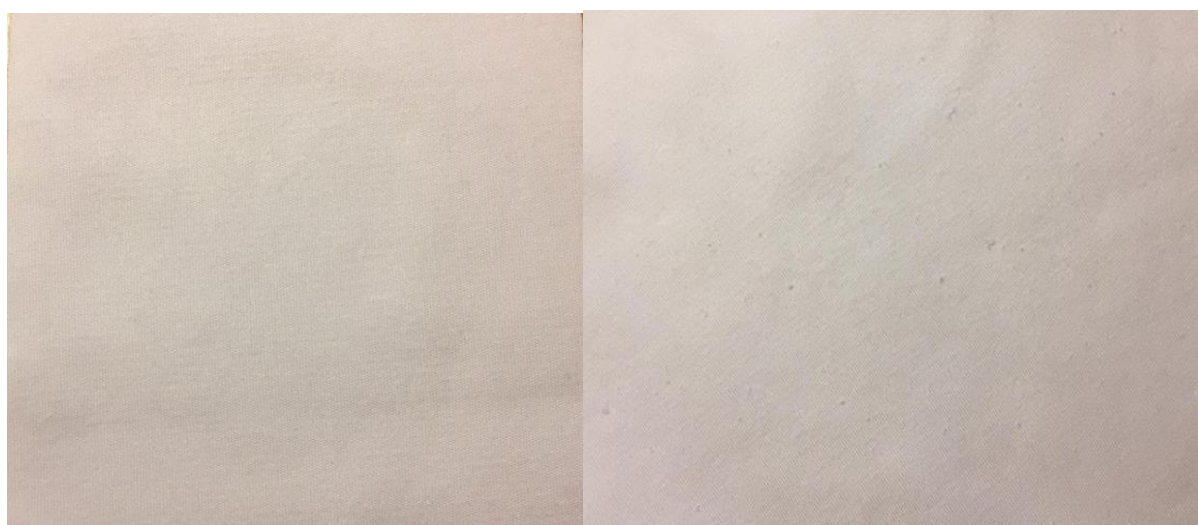


Obrázek 43. - Porovnání vzorků Softshellu před a po zatřnutí

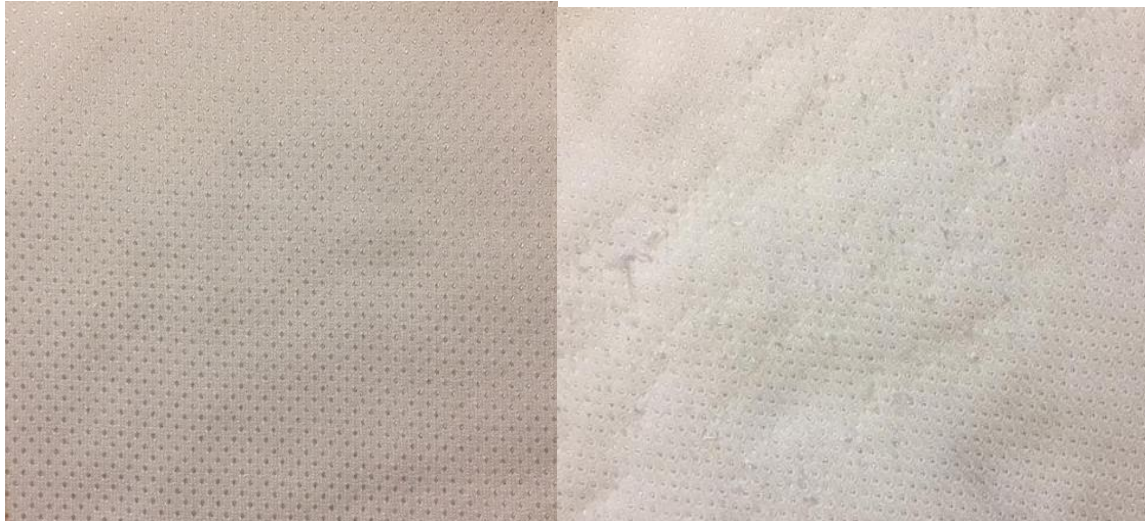




*Obrázek 44. - Porovnání vzorků Gelants HB 3L hardshell před a po zatrhnutí*



*Obrázek 45. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po zatrhnutí*



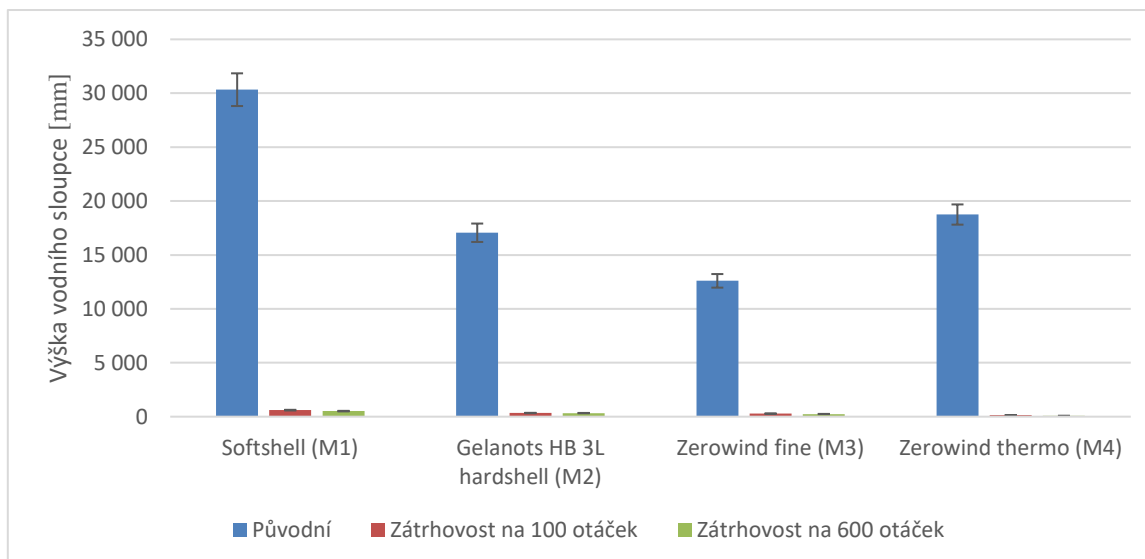
*Obrázek 46. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po zatrhnutí*

Z výsledků zkoušky je patrné viz tabulka 14, že při porovnání hodnot s původními se vlivem zátrhovosti hodnota vodního sloupce snížila a materiály tak rychle propustily vodu. Zátrhovostí se tedy poškodila membrána díky, které byly vzorky promokavé. Neboť ohrocená kulička zanechala v materiálech nepatrné dírky, kterými pronikala voda, už na začátku měření. Hodnota vodního sloupce u všech testovaných materiálů klesla o více jak 97 %, jak u měření 100 otáček tak i u měření 600 otáček. Při porovnání materiálu mezi měřeními na 100 a 600 otáček byl nejvyšší rozdíl zaznamenaná u materiálu M4 o 44,4 %. Materiál M1 se lišil o 14,8 % a materiál M3 o 12,5 %. Nejnižší rozdíl během měření měl materiál M2 pouze o 2,9 %. Z výsledků je patrné, že žádný materiál není odolný vůči zatrhnutí.

Tabulka 14.- Porovnání výsledků testování voděodolnosti po zátrhovosti s původními výsledky

Vzorek	Výška vodního sloupce [mm]			Rozdíl [%]		
	Původní	Zátrhovost na 100 otáček	Zátrhovost na 600 otáček	p-100	p-600	600-100
Softshell (M1)	30 330	605	515	98,1	98,3	14,8
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	17 060	340	330	98	98	2,9
Zerowind fine (M3)	12 600	280	245	97,7	98	12,5
Zerowind thermo (M4)	18 750	135	75	99,28	99,6	44,4

Naměřená data byla graficky zpracována viz obr. 47. Při porovnání výšky vodního sloupce u zátrhovosti na 100 a 600 otáček s původními hodnotami, je patrné že všechny testované materiály ztratili vodní sloupec. Nejvyšší pokles byl zaznamenán u materiál M4, který graf nedokázal zobrazit, jak malou hodnotu vodního sloupce má. Nejnižší pokles měl materiál M1, který je mechanicky odolnější vůči poškození. Materiály M2 a M3 mají podobné hodnoty.



Obrázek 47. – Graf zobrazující porovnání voděodolnosti po zátrhovosti s původními hodnotami

- **Zátrhovost na 100 otáček**

Z tabulky 15 vyplývá, že nejvyšší propustnost vodních par měl materiál M3 s hodnotou relativní propustností vodních par 40,8 %. Jako druhý je materiál M2 s hodnotou relativní propustností vodních par 40,05 %. Nejnižší propustnost vodních par měl materiál M4 s hodnotou relativní propustností vodních par 29,1 % a materiál M1 s hodnotou relativní propustností vodních par 16,25 %.

Tabulka 15. - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 100 otáček

Vzorek	P [%]		Průměr [%]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	16,1	16,4	16,25	0,21	1,3
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	40,6	39,5	40,05	0,77	1,92
Zerowind fine (M3)	41	40,6	40,8	0,28	0,7
Zerowind thermo (M4)	29,4	28,8	29,1	0,42	1,4

- **Zátrhovost na 600 otáček**

Z tabulky 16 je vidět, že se hodnoty propustnosti vodních par zvýšily oproti zátrhovosti na 100 otáček. Nejvyšší propustnost vodních par měl materiál M3 s hodnotou relativní propustností vodních par 52 %. Hned po ní je materiál M2 stejně jako u 100 otáček s hodnotou relativní propustností vodních par 44,5 %. Materiál M4 hodnotou relativní propustností vodních par 35,7 %. Materiál M1 má nejnižší výsledky s hodnotou relativní propustností vodních par 18,3 %.

Tabulka 16. - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 600 otáček

Vzorek	P [%]		Průměr [%]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	18,2	18,4	18,3	0,14	0,76
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	45,8	43,2	44,5	1,84	4,13
Zerowind fine (M3)	55,6	48,4	52	5,1	9,8
Zerowind thermo (M4)	35,4	36	35,7	0,42	1,17

Lze tedy říci, že při měření propustnosti vodních par po zátrhovosti se výsledky při porovnání s původními lišily viz tab. 17. Z výsledku testu také vyplývá, že vyšší počet otáček zlepšuje hodnoty propustnosti vodních par. Způsobené dírky ohrocenou kuličkou umožnily tak rychleji propustit vlhkost skrz daný materiál a odvod vlhkosti byl tak lepší než u původního měření. Při porovnání s původní hodnotou u zátrhovosti na 100 otáček se hodnoty zvýšily pouze o malé hodnoty. S výjimkou materiál M2, který se snížil o 5,37 %. Při porovnání zátrhovosti na 600 otáček bylo zvýšení patrné. S výjimkou materiálu M3, který se zvýšil pouze o 5,45 %. Stále jsou jeho hodnoty uspokojivé. Nejvyšší zvýšení hodnoty relativní propustnosti vodních par bylo zaznamenáno u materiálu M3 o 32,65 %, hned poté u materiálu M4 o 32,7 %. Materiál M1 se zvýšil o 18,83 %, ale jeho hodnota relativní propustnosti vodních par je stále nízká a dá se předpokládat, že nedovede odvádět vlhkost od těla.

Tabulka 17. - Porovnání výsledných hodnot po zátrhovosti s původními

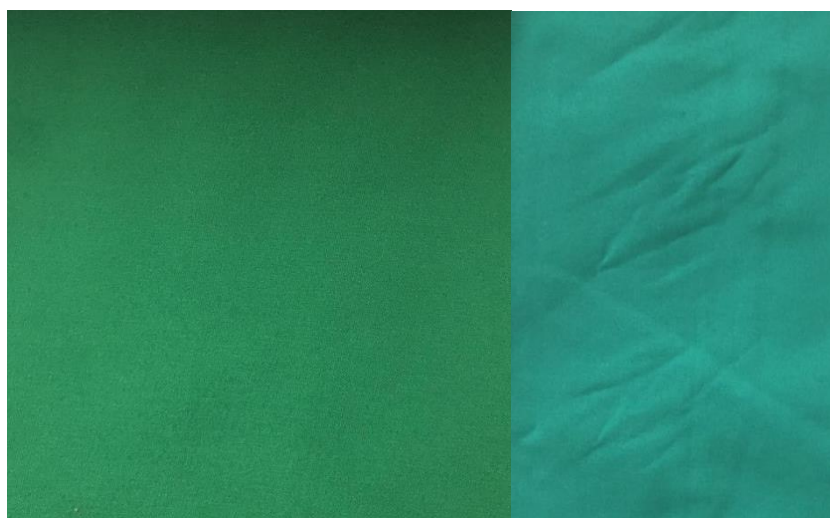
Vzorek	Průměr P [%]			Rozdíl [%]		
	Původní	Zátrhovost 100	Zátrhovost 600	p-100	p-600	100-600
Softshell (M1)	15,4	16,25	18,3	5,5	18,83	12,62
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	42,2	40,05	44,5	5,37	5,45	11,1
Zerowind fine (M3)	39,2	40,8	52	4,08	32,65	27,45
Zerowind thermo (M4)	26,9	29,1	35,7	8,18	32,7	22,7

### 3.6 Vliv cyklického mačkavosti na vybrané vlastnosti outdoorových materiálů

Testování bylo provedeno na principu dutého válce, kde vzorky byly mačkány na 20 000 cyklů po dobu 15 hodin. Jedná se o simulaci ohybu v lokti či kolenou, během nošení. Jak ukazuje tabulka 18 naměřené hodnoty vodního sloupce jsou poměrně vysoké a dá se předpokládat, že nedošlo k poškození membrány. Nejvyšší výška vodního sloupce byla naměřena u materiálu M1 s hodnotou 30 160 mm. Druhá nevyšší hodnota vodního sloupce byla zaznamenána u materiálu M2 s výškou 15 650 mm. Oba materiály se hodí pro výrobu bund a dají se po cyklické mačkavosti označit jako voděodolné. Materiály pro výrobu mikin mají také vysoké hodnoty vodního sloupce, kde materiál M4 má hodnotu 12 425 mm a M3 má hodnotu 9 360 mm. Z vizuální stránky během testování voděodolnosti nedošlo k jejich poškození viz obr. 48-51. Jsou zde vidět pouze záhyby způsobené mačkavostí.

Tabulka 18. - Výsledky testování voděodolnosti po cyklické mačkavosti

Vzorek	Výška vodního sloupce [milibar]		Průměr [milibar]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Výška vodního sloupce [mm]
	1. testování	2. testování				
Softshell (M1)	3011	3021	3016	5	0,17	30 160
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	1404	1726	1565	227,7	14,5	15 650
Zerowind fine (M3)	1083	789	936	207,9	22,2	9 360
Zerowind thermo (M4)	1218	1267	1242,5	34,6	2,8	12 425



Obrázek 48. - Porovnání vzorků Softshellu před a po cyklické mačkavosti



*Obrázek 49. - Porovnání vzorků Gelanots HB 3L hardshell před a po cyklické mačkavosti*



*Obrázek 50. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po cyklické mačkavosti*



*Obrázek 51. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po cyklické mačkavosti*



Tabulka 19 ukazuje, že u cyklické mačkavosti jsou rozdíly měření s nepoškozenými vzorky malé, než u předchozích měření (zátrhovost a oděr). První kapky vody se začaly objevovat v záhybech. Materiál M1 dosahoval podobných výsledků voděodolnosti nepoškozených vzorků pouze o 0,56 % rozdílu. Materiál byl tlakem při testování z rubní strany protržen viz obr. 52. Dále u materiálu M2 se vodní sloupec zmenšil o 8,3 %, jedná se o nejnižší pokles. Oba materiály se používají pro výrobu bund a mačkavost tedy není překážkou při poškození jejich membrány a dokáží tak nositele ochránit před deštěm. Naopak u materiálu M3 klesl vodní sloupec o 25,7 % a M4 klesl o 33,7 %, což je nejvyšší úbytek vodního sloupce a dá se předpokládat, že mohla být poškozená membrána. I tak má, ale pořád vysokou hodnotu vodního sloupce, jelikož se ale jedná o materiály pro výrobu mikin, u těchto materiálů není potřeba velká nepromokavost. Z výsledků zkoušky lze tedy předpokládat, že vlivem cyklické mačkavosti nedošlo u materiálů M1 a M2 k porušení membrány, neboť jejich hodnoty vodního sloupce jsou velmi blízké původním hodnotám. Jejich vrchní a spodní vrstva má pevnou konstrukci a ochránila tak membránu uvnitř. Za to u materiálů M3 a M4 se dá předpokládat poškození membrány vlivem mačkavosti, neboť jejich konstrukce není dostatečně pevná a záhyby způsobené mačkavostí tak poškodily membránu.

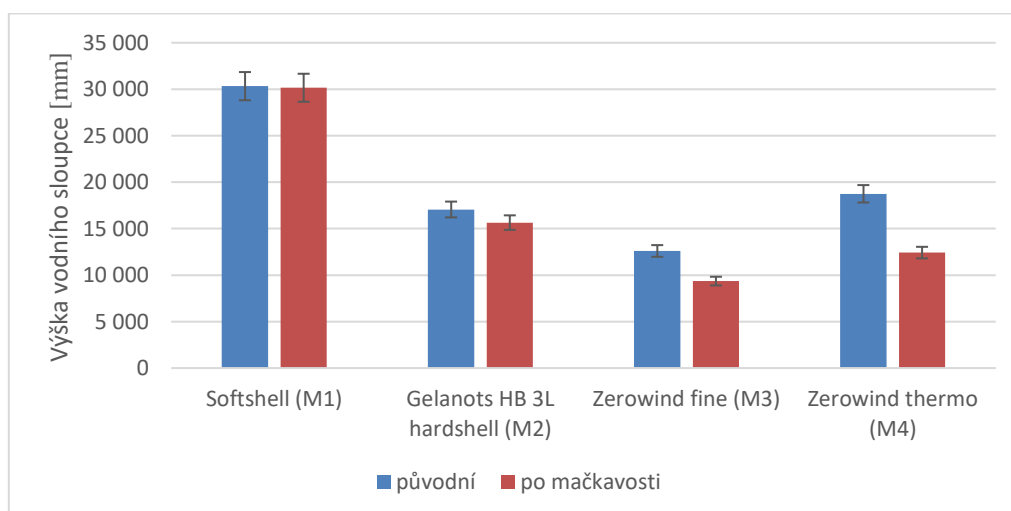


Obrázek 52. - Protržení Softshellu z rubní strany

Tabulka 19. - Porovnání výsledků testování voděodolnosti po cyklické mačkavosti s původními výsledky

Vzorek	Výška vodního sloupce [mm]		Rozdíl [mm]	Rozdíl [%]
	Původní	Po mačkavosti		
Softshell (M1)	30 330	30 160	170	0,56
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	17 060	15 650	1 410	8,3
Zerowind fine (M3)	12 600	9 360	3 240	25,7
Zerowind thermo (M4)	18 750	12 425	6 325	33,7

Naměřená data byla graficky zpracována viz obr. 53. Je patrné, že nejvyšší pokles odolnosti vůči pronikání vody vlivem cyklického mačkání byl zaznamenán u materiálu M3. Zde je vidět, že materiál M1 je nejvíce odolný a výška vodního sloupce se vlivem cyklického mačkání nezměnila. U materiálu M2 je vidět, že jeho hodnota je hodně blízká té původní. U materiálu M4 hodnota vodního sloupce klesla o 34 %.



Obrázek 53. - Graf závislosti výšky vodního sloupce na počtu deformačních cyklů

Vliv cyklické mačkavosti na propustnost vodních par lze vyčíst z tabulky 20, kde nejnižší propustnost vodních par měl materiál M1 s hodnotou relativní propustností vodních par 18,95 %, dá se předpokládat, že tato hodnota nepropustí skrz textílii žádnou vlhkost. Nejvyšší výsledky měření měl materiál M3 s hodnotou relativní propustností vodních par 46,5 %. Dá se použít i pro aktivity s vyšší fyzickou námahou. Hned poté je materiál M2 s hodnotou relativní propustností vodních par 44,65 %. Materiál M4 s hodnotou relativní propustností vodních par 32,2 %. Při srovnání materiálů pro výrobu bund lze říci, že materiál M2 dokáže propustit o víc jak polovinu než materiál M1, proto tedy není vhodné tento materiál používat při vyšší fyzické námaze. Porovnání materiálů pro výrobu mikin lze říci, že materiál M3 je více propustný než M4 a dokáže tak pot odvádět od těla lépe.

Tabulka 20. - Výsledky propustnosti vodních par po cyklické mačkavosti

Vzorek	P [%]		Průměr [%]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	18,4	19,5	18,95	0,77	4,06
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	43,8	45,5	44,65	1,2	2,7
Zerowind fine (M3)	45,9	47,1	46,5	0,84	1,8
Zerowind thermo (M4)	33	31,4	32,2	1,13	3,5

Jak ukazuje tabulka 21, tak se propustnost vodních par po testování cyklické mačkavosti zvýšila při porovnání s původními hodnotami, což znamená že čím vyšší hodnota tím lepší propustnost vodních par. Lze tedy předpokládat, že u většina materiálů vlivem mačkavosti se zlepšila propustnost vodních par. Lze se také domnívat, že mohlo vlivem deformačních cyklů dojít k poškození konstrukce textílie a vlhkost se tak lépe dokázala odvádět skrz materiál. U materiálu M3 se hodnota zvýšila o 18,6 %. Jedná se tak o nejvyšší hodnotu relativní propustnosti vodních par. Poté u vzorku M2 se hodnota zvýšila o 5,81 %, dále pak u vzorku M4 o 19,7 %. U vzorku M1 se hodnota zvýšila o 23,05 %. Jedná se o nejnižší hodnotu

relativní propustnosti vodních par. U materiálu pro výrobu mikin jsou vhodné oba materiály M3 a M4, které vlivem cyklické mačkavosti si zachovaly propustnost vodních par.

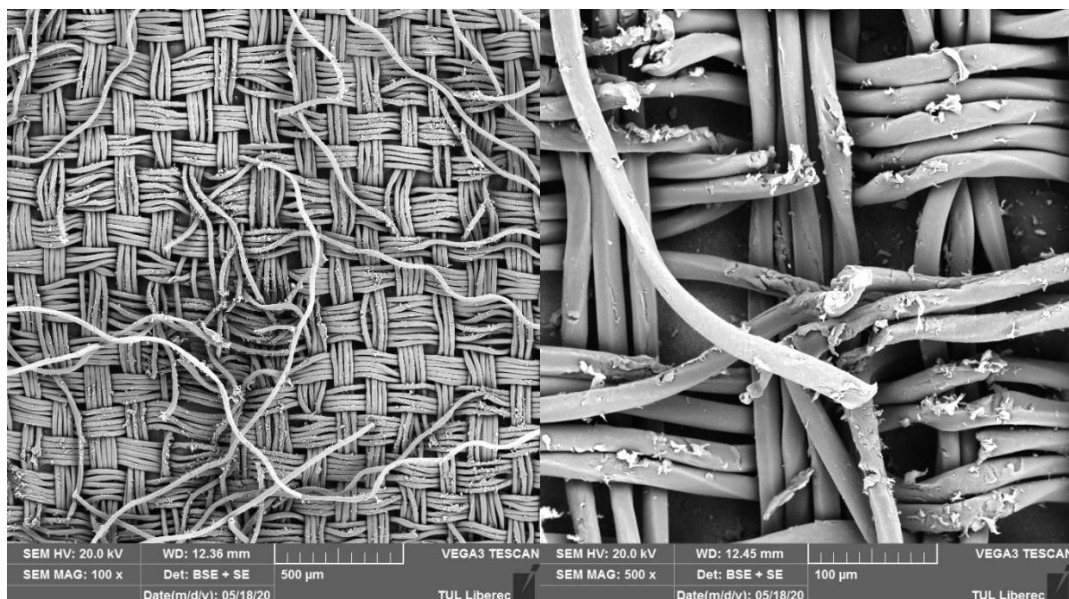
Tabulka 21. - Porovnání výsledných hodnot po cyklické mačkavosti s původními

Vzorek	Průměr P [%]		Rozdíl [%] zvýšení
	Původní	Cyklická mačkavost	
Softshell (M1)	15,4	18,95	23,05
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	42,2	44,65	5,81
Zerowind fine (M3)	39,2	46,5	18,6
Zerowind thermo (M4)	26,9	32,2	19,7

## Mikroskopická zkouška

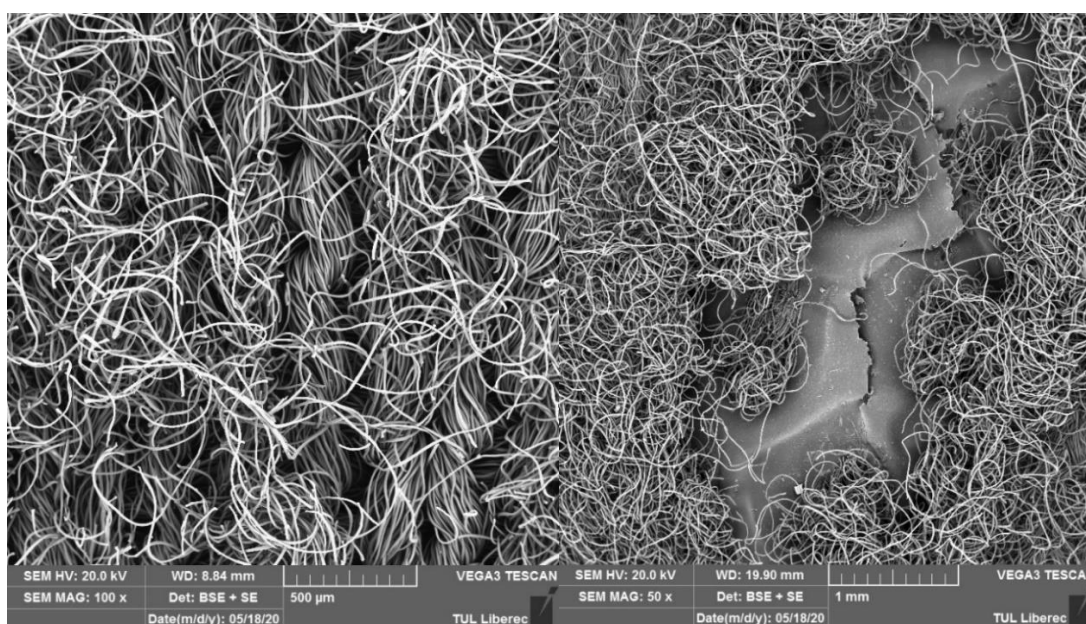
U vybraných vzorků byla hodnocena vizuální charakteristika poškození membrány a jednotlivých vláken po mechanickém namáhání na elektronovém mikroskopu, s rozlišením 10 mikrometrů.

Snímky ukazují materiál M2 a M3 po oděru na vrtulkovém odírači z lící strany. Každý vzorek byl měřený po dobu 5 minut na 2000 otáček. Obrázek 54. ukazuje materiál M2, kde je patrné poškození jednotlivých vláken, které byly přetrhány vlivem odření. Tento materiál se hodí pro výrobu bund. Nedošlo k velké rozrušení tkané vazby, ale je zde patrné uvolnění ve vazných bodech osnovních a útkových nití. Mezery mezi vlákny tak umožnily lepší propuštění vlhkosti skrz materiál. Naopak kapky vody tak pronikly rychleji a vodní sloupec se tak snížil na minimum.



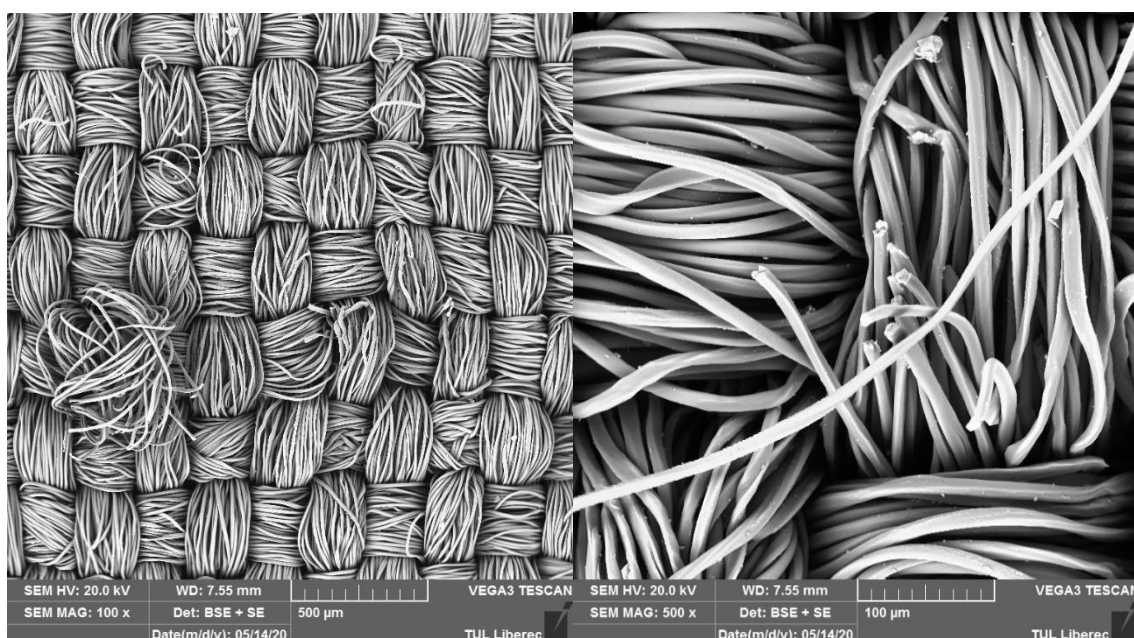
Obrázek 54. – Mikroskopický pohled po oděru u materiálu M2 (Gelanots HB 3L hardshell)

Obrázek 55. zobrazuje materiál M3, u kterého je patrné uvolnění velkého množství jednotlivých vláken způsobené velkým počtem otáček. Zde je zobrazené i prasknutí membrány, díky které došlo k rychlejšímu pronikání kapek vody během testování voděodolnosti a snížení hodnoty vodního sloupce. Díky uvolněným vláknům a narušené membráně mohla vlhkost lépe proniknout skrz materiál a došlo ke zvýšení hodnoty relativní propustnosti vodních par. U materiálu pro výrobu mikin se vlákna během oděru uvolnila více.



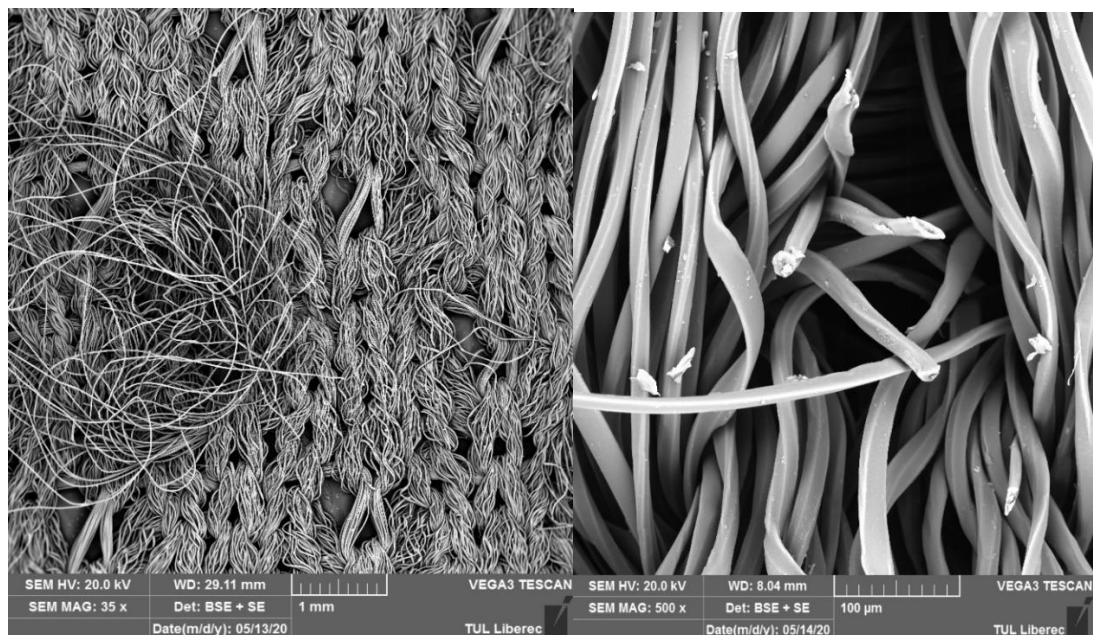
Obrázek 55.– Mikroskopický pohled po oděru u materiálu M3 (Zerowind fine)

Další snímky zobrazují materiály M1 a M4 po zátřhovosti na 600 otáček z lící strany. Zde je patrné poničení vláken. Ohročená kulička tak způsobila nepatrné dírky, díky nim docházelo k rychlému pronikání vodních kapek a hodnoty vodního sloupce tak klesly na minimum až o 98 %. U obou materiálů je viditelné uvolnění vláken po levé straně. Obrázek 56. ukazuje materiál M1, kde došlo k přetrhu jednotlivých vláken, kvůli průniku ostnů na ohrožené kličce. Vazba osnovních a útkových nití byla do značné míry zachována, kde došlou pouze k přetrhání vláken. Tím se dá předpovídat i malé zvýšení hodnoty relativní propustnosti vodních par. Neboť zde je patrná pevná vazba mezi osnovními a útkovými nitěmi. Softshell sám o sobě propustný pro vodní páry není.



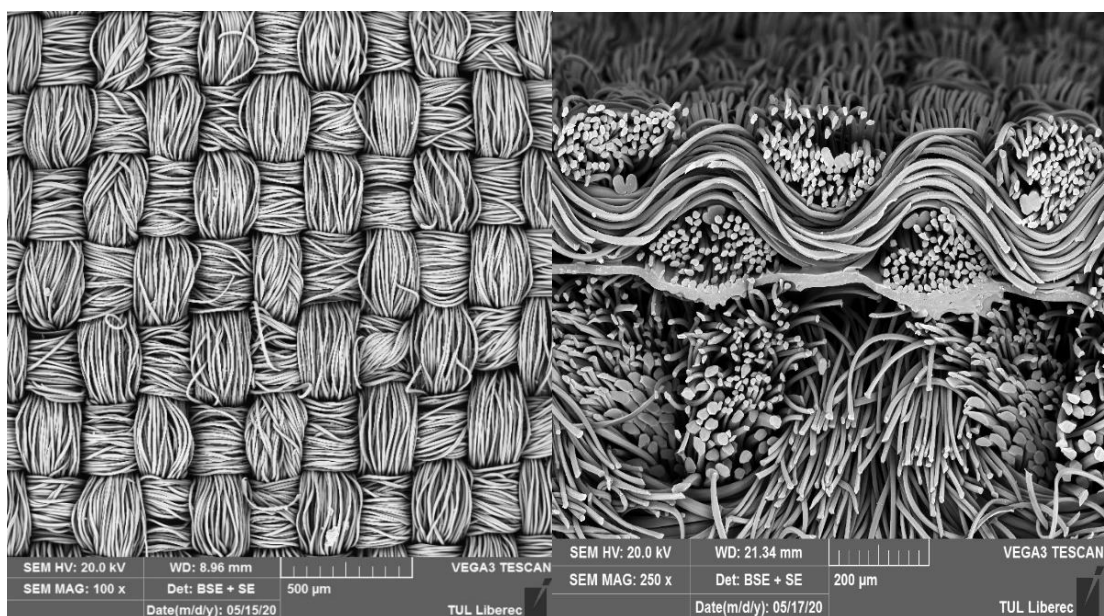
Obrázek 56. – Mikroskopický pohled po zátřhovosti u materiálu M1 (Softshell)

Obrázek 57. ukazuje materiál M4. Zde je patrně vyšší vytažení vláken ze svazků a popraskání jednotlivých vláken. U materiálu pro výrobu mikin se vlákna během zátřhovosti uvolnila více než u materiálů pro výrobu bund. Přičemž výsledky testování voděodolnosti byly u obou materiálů přibližně stejné. Zato u materiálu pro výrobu mikin se hodnota relativní propustnosti vodních par zvýšila více, neboť tento materiál je propustný pro vodní páry a rozrušená struktura tak umožnila lepší průchod vlhkosti ven.



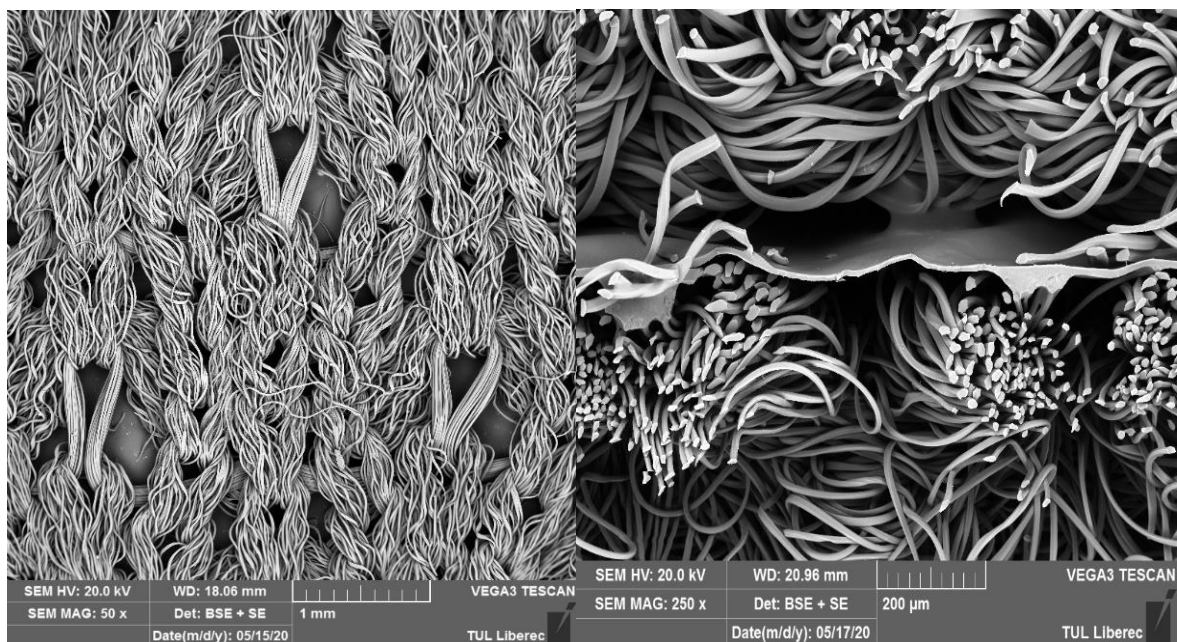
Obrázek 57. – Mikroskopický pohled po zátrhovosti u materiálu M4 (Zerowind thermo)

Na obrázku 58. je zobrazený materiál M1 po cyklické mačkavosti z lící strany a řez materiálem. Na snímcích je viditelné jen přehnutí vláken. Během testování nedošlo k destrukci vláken pouze k pomačkání, které způsobilo viditelné rýhy. Struktura vláken zůstala zachována. Zde jsou zobrazeny vlákna v rýhách. V řezu není patrné porušení membrány. Díky tomu si materiál zachoval voděodolnost, neboť rozdíl zde byl nepatrný (0,56 %).



Obrázek 58. – Mikroskopický pohled po cyklické mačkavosti u materiálu M1 (Softshell)

Na obrázku 59 je zobrazený materiál M4 po cyklické mačkavosti z lící strany a řez materiálem. Není zde patrné poškození vláken ani membrány. Pouze nepatrnému uvolnění vláken. Podle výsledků testování voděodolnosti byl pokles hodnoty vodního sloupce o 33,7 %. Dá se předpokládat, že způsobené rýhy po mačkavosti, mohly umožnit rychlejší průnik vody, ale nepoškodit tak membránu. A docházelo tak i k vyššímu propouštění vlhkosti skrz materiál. Neboť se hodnoty relativní propustnosti vodních par zvýšily.



*Obrázek 59. – Mikroskopický pohled po cyklické mačkavosti u materiálu M4 (Zerowind thermo)*



## 4 Diskuze výsledků

Dosažené výsledky bakalářské práce odpovídají stanoveným třem cílům.

Bylo provedeno testování nepoškozených vzorků na výšku vodního sloupce a propustnost vodních par. Dále bylo provedeno testování vzorků na oděr, zátrhovost a cyklickou mačkavost. Cílem práce pak bylo zjistit vliv mechanického namáhání na změnu výsledků voděodolnosti a relativní propustnosti vodních par.

### *1. Testování vlastností outdoorových materiálů na nepoškozených vzorcích*

Během experimentální části bylo provedeno laboratorní hodnocení na 4 vybraných vzorcích – třívrstvé membránové materiály. Prvním cílem bylo zjistit u testovaných materiálů jejich výšku vodního sloupce a propustnost vodních par před poškozením vzorků. Pro stanovení výšky vodního sloupce byl použitý přístroj SDL Atlas Hydrostatic Head Tester podle normy ČSN EN 20 811 (800 818) = zkouška tlakem vody. Zde vycházely hodnoty výšky vodního sloupce přibližně stejné jako uváděl výrobce. U každého materiálu vycházely hodnoty výšky vodního sloupce vysoké a potvrdily tak jejich odolnost. Lze tedy říci, že outdoorové materiály chránící proti vodě jsou materiály pro výrobu bund: Softshell s výškou vodního sloupce více jak 30 000 mm a Gelanots HB 3L hardshell s výškou více jak 17 000 mm, což je velmi důležité, neboť se nosí jako třetí vrstva, která chrání ty ostatní vrstvy proti promoknutí. Materiály pro výrobu mikin Zerowind fine s hodnotou výšky vodního sloupce více jak 12 000 mm a Zerowind thermo více jak 18 000 mm jsou také velmi odolné a člověk se tak nemusí bát úplného pomoknutí. Cílem bylo dosáhnout hodnot vyšších více jak 10 000 mm vodního sloupce, neboť tyto materiály se řadí mezi voděodolné.

Relativní propustnost vodních par byla měřena na přístroji Permetest podle normy ISO 11092. U tohoto měření vycházely u testovaných materiálu podobné výsledky, jaké uváděl výrobce. Jako ochranný materiál, který propustí lidský pot skrz textilií lze zařadit Gelanots HB 3L hardshell. Dokáže, tak udržet člověka v maximálním pohodlí. Jako nevhodný materiál lze označit Softshell, který nepropustí pot ven a člověkem vytvořený pot se tak drží na pokožce, tedy v triku. Nehodí se pro aktivity s vyšší fyzickou námahou. I když oba materiály se hodí pro výrobu bund mají rozlišné výsledky a každý je tak vhodný pro jiné outdoorové aktivity. Výsledky relativní propustnosti vodních par materiálů pro výrobu mikin, tak odpovídají jejich požadavkům a souhlasí tak i s údaji od výrobce. Tyto mikiny jsou vhodné pro různé outdoorové aktivity s vyšší fyzickou námahou a dokáží propustit pot skrz textilií a uspokojit potřeby člověka.

## *2. Testování mechanického namáhání*

Druhým cílem bylo testování mechanického namáhání vzorků. Bylo provedeno testování oděru, kde byl použitý přístroj Vrtulkový odírač podle normy ČSN 80 0833. U této zkoušky šlo o pokles hmotnosti měřených vzorků. Hmotnost u všech testovaných materiálů klesla pouze o 1 % nejvíce. Nebyl tedy zaznamenán velký úbytek hmotnosti. U každého materiálu bylo, ale naopak viditelné poškození, které se podobalo rýhám. Dá se tedy předpokládat, že mohlo dojít k poškození membrány, která tak přestala chránit a materiály se staly promokavými.

Další mechanické poškození bylo testování zátrhovosti, která byla měřena na přístroji Mace snag tester. Tato norma dnes už není platná. Byla zrušena bez náhrady (ČSN 80 0851 nebo ATSM D3939). Testování bylo provedeno na základě zatrhnutí metodou ohrocené kuličky na Mace snag testeru. Zde bylo testování rozděleno podle počtu otáček. Pro 1. a 2. vzorky bylo požitó 100 otáček a u 3. a 4. vzorků 600 otáček. U při prvních pár otáčkách se dalo předpokládat o poškození materiálu a jeho membrány. Neboť hroty kuličky způsobily v materiálu nepatrné dírky, díky nim pak pronikla voda skrz materiál. Podle výsledků stupně zatrhnutí se dalo předpokládat z vizuální stránky, že menší počet otáček nezpůsobí velké viditelné poškození vzorku oproti 600 otáčkám. Nejvíce odolný se jevíly materiály Softshell, Gelanots HB 3L hardshell a Zerowind fine, které podle vizuální stránky nebyly tolik poškozené. Nejvíce poškozený pak byl materiál Zerowind thermo.

Cyklická mačkavost byla měřena na přístroji, který byl vytvořen na principu dutého válce. Metoda testování vychází z normy ČSN 80 0871. Snaží se o simulaci reálného zmačkání např. v ohybu lokte nebo kolenou. Vzorky byly mačkány na 20 000 cyklů po dobu 15 hodin. Zde se dá předpokládat, že membrána nebyla narušena, neboť z vizuální stránky nebyly viditelné známky poškození. Šlo tedy pouze o zmačkání materiálu. Z vizuální stránky lze zhodnotit, že u všech materiálů jsou viditelné lomy z lícni i rubní strany. Nejvíce viditelné lomy, jsou pravděpodobně v nejvíce namáhaném místě, které se nachází uprostřed materiálu.

## *3. Závěrečné zjištění odolnosti outdoorových materiálů po mechanickém namáhání na vybrané vlastnosti outdoorových materiálů a mikroskopická zkouška*

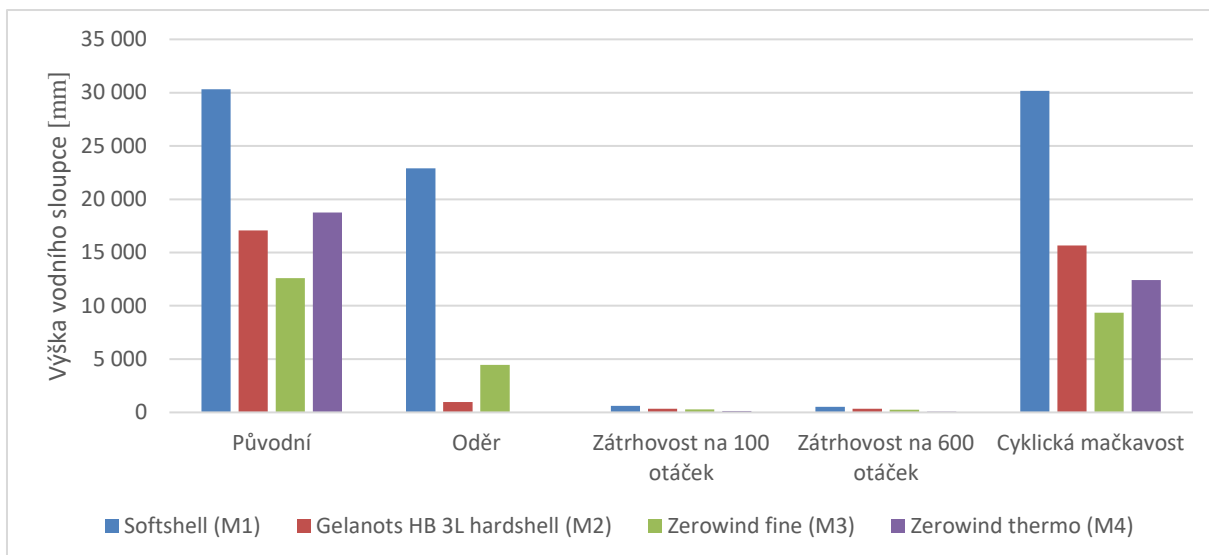
Bylo provedeno laboratorní hodnocení po deformaci materiálu na měření odolnosti proti pronikání vody pod tlakem dle normy ČSN EN 20 811 (800 818) a měření propustnosti vodních par dle normy ISO 11092.

- **Výsledky testování voděodolnosti**

Cílem bylo zjistit, jakou má odolnost daný materiál a porovnat s původní hodnotou naměřeného vodního sloupce. Tímto měřením bylo potvrzeno, jak ukazuje tabulka 22 a obrázek 60., že po měření zátrhovosti na 600 otáček a poté hned na 100 otáček je nejvyšší pokles vodní sloupec u všech materiálů. Z výsledků je tedy jednoznačné, že každý materiál vlivem zatrhnutí ztrácí vodní sloupec, neboť se díky tomu vytvoří dírky, které poškodí membránu. Bylo i prokázáno, že největší vodní sloupec si zachovala cyklická mačkavost a dá se předpokládat, že nedošlo k poškození membrány a není tedy překážkou pro voděodolnost materiálu. I u oděru byl naměřený vodní sloupec malých hodnot. Odřením nemusí materiál ztratit vodní sloupec, pokud se jedná o lehké povrchové odření např.: o strom či skálu a nedojde k vytvoření dírky, která by poškodila membránu. Z výsledků je tedy zřejmé, že u materiálů M2, M3 a M4 došlo k poškození membrány, neboť jejich hodnoty vodního sloupce klesly pod 10 000 mm. Za to u materiálu M1 vyšla hodnota vodního sloupce více jak 22 000 mm. Je tedy potvrzeno, že Softshell odolává i většímu prodření.

Tabulka 22. - Srovnání vodního sloupce u všech měření

Vzorek	Vodní sloupec [mm]				
	Původní	Oděr	Zátrhovost na 100 otáček	Zátrhovost na 600 otáček	Cyklická mačkavost
Softshell (M1)	30 330	22 910	605	515	30 160
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	17 060	965	340	330	15 650
Zerowind fine (M3)	12 600	4 460	280	245	9 360
Zerowind thermo (M4)	18 750	5 360	135	75	12 425



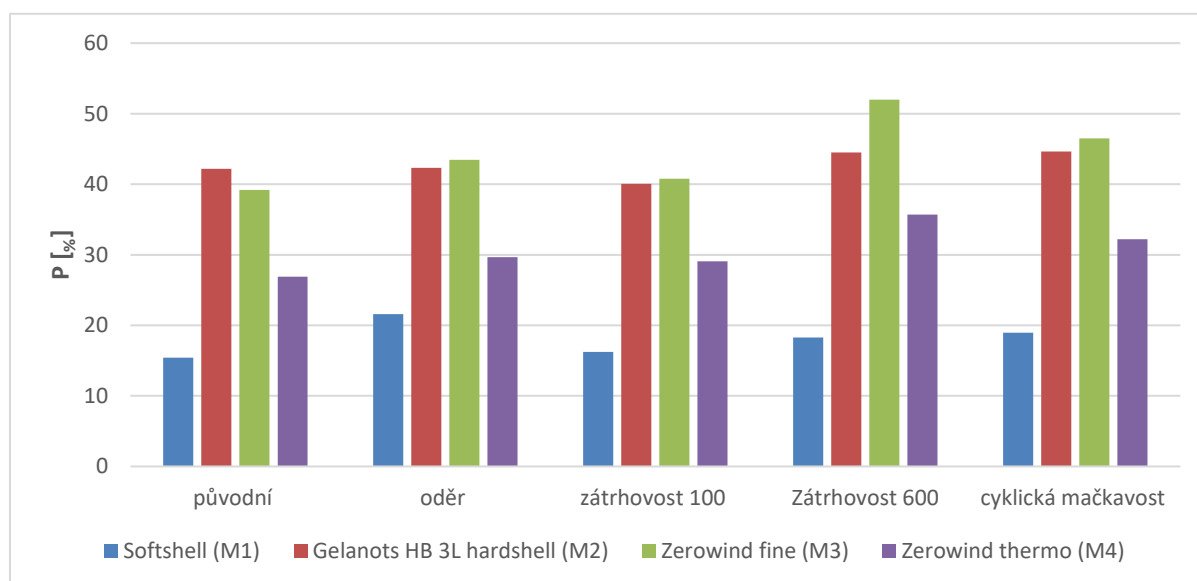
Obrázek 60. - Graf zobrazující výsledky měření voděodolnosti

- **Výsledky měření relativní propustnosti vodních par**

Cílem bylo také zjistit, jak dané mechanické namáhání má vliv na relativní propustnost vodních par. Jak ukazuje tabulka 23 a obrázek 61., nejnižší hodnoty relativní propustnosti vodních par byly naměřené u cyklické mačkavosti, lze tedy předpokládat, že vlivem mačkání materiály neodvádí rychleji vlhkost skrz materiál. Z předchozích poznatků je tedy potvrzeno, že šlo pouze o zmačkání materiálů a způsobené záhyby, tak neumožňují rychlejší odvod vlhkosti. Uspokojivé hodnoty relativní propustnosti vodních par byly naopak naměřené po zátrhovosti a poté po oděru. Dá se předpokládat, že způsobené nepatrné dírký po zátrhovosti a vytvořené rýhy po oděru, tak umožňují rychlejší odvod vlhkosti skrz materiál. Při porovnání materiálů pro výrobu bund a materiály pro výrobu mikin jsou jejich výsledky rozdílné. Z provedeného měření vyplývá, že nejlepší relativní propustnost vodních par byla zaznamenána u materiálu M3 a poté hned M2. Materiál M4 vlivem mechanického namáhání zvýšil hodnoty relativní propustnosti vodních par a je možné ho použít pro vyšší fyzickou námahu, neboť by nositel se mohl cítit v pohodlí. U materiálu M1 podle zjištěných výsledků se dá říci, že nedovede odvádět vlhkost do okolního prostředí a námi vytvořený pot tak zůstane uvnitř. Bylo zjištěno, že hodnoty relativní propustnosti vodních par se zvyšují s nárůstem deformačních parametrů a ukazují, že struktura tkanin s prodyšnou povrchovou úpravou se mění a nevratně poškozuje.

Tabulka 23. - Porovnání výsledných hodnot testování relativní propustnosti vodních par

Vzorek	Průměr P [%]				
	Původní	Oděr	Zátrhovost 100	Zátrhovost 600	Cyklická mačkavost
Softshell (M1)	15,4	21,6	16,25	18,3	18,95
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	42,2	42,35	40,05	44,5	44,65
Zerowind fine (M3)	39,2	43,45	40,8	52	46,5
Zerowind thermo (M4)	26,9	29,65	29,1	35,7	32,2



Obrázek 61. – Graf zobrazující výsledky testování propustnosti vodních par po mechanickém namáhání

Závěrem bakalářské práce byla provedena mikroskopická zkouška, ve které byl zkoumán vliv mechanického namáhání na poškození materiálu. Na mikroskopických pohledech je po testování oděru a zátrhovosti patrná destrukce jednotlivých vláken a poškození membrány. U cyklické mačkavosti nebylo patrné porušení vláken ani membrány. Dá se říci, že mikroskopické snímky, tak odpovídají výsledkům měření.

## 5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo testování outdoorových materiálů. Pro měření byly použité 4 materiály: Softshell, Gelanots HB 3L hardshell, Zerowind fine a Zerowind thermo. Nejprve byly měřené na oděr, zátrhovost a cyklickou mačkavost. Poté byla zjištěna jejich výška vodního sloupce a relativní propustnost vodních par před mechanickým namáháním a po mechanickém namáhání. Cílem bylo zjistit, jakou má odolnost daný materiál a porovnat s původní hodnotou vodního sloupce a relativní propustnosti vodních par.

V rešeršní části bakalářské práce je popsána charakteristika a přehled outdoorových materiálů. Charakterizuje druhy membrán a jejich rozdělení na mikroporézní a hydrofilní a jejich aplikaci. Zahrnuje i značky dostupných membrán na trhu. Shrnuje metodiky testování outdoorových materiálů pomocí simulačních zařízení, kde se snaží výrobci nejvíce napodobit reálné podmínky použití. Nejideálnější metoda se jeví jako metoda dutého válce, která dokáže testovat i jiné materiály než outdoorové, jako jsou autosedačky nebo plasty. Tato metoda byla použita i v experimentální části pro stanovení cyklické mačkavosti.

Závěry z bakalářské práce:

- Bylo provedeno stanovení voděodolnosti (ČSN EN 20 811 (800 818)) a propustnosti vodních par (ISO 11092) před mechanickým namáháním i po mechanickém namáhání.
- Bylo provedeno testování oděru (ČSN 80 0833) s použitím smirkového papíru.
- Bylo provedeno testování zátrhovosti (Tato norma dnes už není platná. Byla zrušena bez náhrady (ČSN 80 0851 nebo ATSM D3939)) ohrocenou kuličkou.
- Stanovení cyklické mačkavosti metodou dutého válce (ČSN 80 0871). Měřena na přístroji vytvořeném studentkou Mádlovou pro její diplomovou práci, na principu dutého válce, který byl vylepšený Ivetou Harcubovou. Kde bylo použito 20 000 cyklů.

Z dosažených výsledků testování voděodolnosti vyplývá, že:

- Nejnižší pokles vodní sloupec byl u všech materiálů po měření zátrhovosti na 600 otáček a poté hned na 100 otáček. Z výsledků je tedy jasné, že každý materiál vlivem zadržování ztrácí vodní sloupec, neboť se díky tomu vytvoří dírký, které poškodí membránu.

- Nejvyšší hodnoty vodního sloupce byly zaznamenány u cyklické mačkavosti, u které byla zachována voděodolnost. I u oděru byl naměřený vodní sloupec, ale malých hodnot.
- Odřením nemusí materiál ztratit vodní sloupec, pokud se jedná o lehké povrchové odření např.: o strom či skálu a nedojde k vytvoření dírky, která by poškodila membránu.
- Při srovnání měřených materiálů, lze říci že Softshell je vůči mechanickému namáhání nejdolnější, který si zachoval vysoké hodnoty vodního sloupce i po oděru. Lze ho tedy použít pro většinu outdoorových aktivit. Gelanots HB 3L hardshell měl naměřenou nejvyšší hodnotu vodního sloupce u cyklické mačkavosti. Oba materiály se hodí pro výrobu bund, zde je patrné, že Gelanots HB 3L hardshell je ze slabšího materiálu a je hned prodřený, zato Softshell je silnější a odolá více namáhání. Každý materiál se tedy hodí pro bundy jiných aktivit.
- Zerowind fine a Zerowind thermo mají podobné hodnoty u jednotlivých měření s výjimkou zátrhovosti na 600 otáček tam se liší o přibližně 70 %. Oba materiály se hodí pro výrobu mikin, kde není potřeba vysoká voděodolnost.

Výsledky testování relativní propustnosti vodních par ukazují při porovnání s původními, že nejnižší hodnoty propustnosti vodních par byly naměřené u cyklické mačkavosti, lze tedy předpokládat, že vlivem mačkání materiály pomaleji odvádí vlhkost skrz materiál. Zato vhodné hodnoty byly naopak naměřené po zátrhovosti a poté po oděru. Softshell jako jediný testovaný materiál není sám o sobě propustný pro vodní páry a nelze ho použít pro vyšší fyzickou námahu, neboť by nositel se necítil v pohodlí a jím vytvořený pot by mu mohl být nepříjemný. Všechny jeho hodnoty vyšly jako neuspokojivé. Za to u všech ostatních materiálů hodnoty vyšly jako uspokojivé. Nejvyšší relativní propustnost vodních par byla zaznamenána u materiálu Zerowind fine a poté hned Gelanots HB 3L hardshell.

## Použitá literatura

- [1] Chengxia Liu Investigation on the novel measurement for fabric wrinkle simulating actual wear, *The Journal of the Textile Institute* 2017, 108:2, 279-286
- [2] Masteikaite V., Sacevičiene V., Čironiene V. Compressed Loop Method for the bending behaviour of coated and laminated fabrics analysis. *Journal of Industrial Textiles* 2014, 43 (3), 350–365
- [3] Padleckiene I., Petrusis D. Monitoring flexing fatigue damage in the coating of breathable – coated textiles. *Fibres Tex East Eur* 2010; 18: 73-77
- [4] Degirmenci Z., Celik N. The effects of selected improving methods on wrinkle resistance of warp knitted and laminated car seat cover fabrics. *Reprints and permissions* 2014, Vol. 44 (2) 245–256
- [5] Lokhande A., Valavala P., Thakre P., Athreya S., Zawisza J., Crabtree S., Patel R., Berilgen T., Chopin III. L. Role of Polymer Film Mechanical Behaviour in Liquid Packaging Application : Deformation Modeling of Gelbo Test. *The Down Chemical Company Anaheim* 2017, 967- 971
- [6] *Funkční prádlo: vrstvy funkčního prádla* [online]. [Citace: 15.10. 2019].  
Dostupné z: <http://www.funkcni-pradlo.eu/>
- [7] *Outdoor guide: fleece* [online] © 2010 OutdoorGuide. [Citace: 15.10. 2019].  
Dostupné z: <http://www.outdoorguide.cz/fleece-46.html>
- [8] *Kalimera: membrány a zátěry* [online] Kalimera © 2005. [Citace: 18.10. 2019].  
Dostupné z: [https://www.kalimera.cz/membrany\\_a\\_zatery\\_pod\\_lupou.html](https://www.kalimera.cz/membrany_a_zatery_pod_lupou.html)
- [9] *Wikipedia: Softshell* [online] © 2019 Wikipedia. [Citace: 21.10. 2019]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Softshell>
- [10] *Treking: Softshell* [online] © Treking 2009. [Citace: 1.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.treking.cz/testy/softshell.htm>
- [11] *Iq sport: membrány v outdooru* [online]. [Citace: 10.11. 2019]. Dostupné z: <https://iqsport.cz/blog/membrany-v-outdooru>
- [12] *Outdoor guide: zátěr a membrány* [online] © 2010 OutdoorGuide. [Citace: 10.11. 2019].  
Dostupné z: <http://www.outdoorguide.cz/zater-a--membrana-40.html>



- [13] *Jump sport: mikroporézní a hydrofilní membrány* [online] © 2007. [Citace: 11.11. 2019]. Dostupné z: <https://jumpsport.cz/poradna/vite-co-si-oblekate>
- [14] *Nanomembrane: nanomembrány* [online] © 2019 Nanomembrane. [Citace: 15.11. 2019]. Dostupné z: <http://www.nanomembrane.cz/cs>
- [15] KNÍŽEK, R. *Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-807494-012-5.
- [16] *Gore-tex* [online] © Copyright 2019. [Citace: 15.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.gore-tex.com/>
- [17] *Gami sport: membrána Gelanots* [online] © 2019 Gamisport. [Citace: 17.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.gamisport.cz/s/membrana-gelanots/>
- [18] *Sympatex: membrána sympatex* [online] © 2019 SympaTex. [Citace: 22.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.sympatex.com/en/>
- [19] *Columbia sportswear* [online] © 2009-2019 Columbia sportswear. [Citace: 22.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.columbiasportswear.co.uk/>
- [20] *Complex: Columbia omni dry* [online] © 2013 Complex. [Citace: 29.11. 2019]. Dostupné z: <https://www.complex.com/sneakers/2013/11/know-tech-columbia-omni-dry>
- [21] *Back packing light: značky membrán* [online] © Copyright 2001-2019 [Citace: 3.12. 2019]. Dostupné z: [https://backpackinglight.com/orwm\\_2011\\_wrapup\\_waterproof-breathable\\_technologies/](https://backpackinglight.com/orwm_2011_wrapup_waterproof-breathable_technologies/)
- [22] *SDL Atlas: Flex tester M262* [online] © 2019 SDL Atlas [Citace: 3.12. 2019]. Dostupné z: <https://sdlatlas.com/products/crumpleflex-tester>
- [23] *Vinatoru: Gelbo flex tester* [online]. [Citace: 15.12. 2019]. Dostupné z: <https://vinatoru.com/product/gft-gelbo-flex-tester/>
- [24] *Testing machines: Cold flex temperature tester* [online] © 2019 Testing Machines. [Citace: 15.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.testingmachines.com/product/46-12-cold-flex-temperature-tester>
- [25] *Directin dustry: Flex durability ASTM F392* [online] © 2019. [Citace: 5.1. 2019]. Dostupné z: <https://www.directindustry.com/prod/labthink-instruments-co-ltd/product-58198-824293.html>
- [26] *Testex textile: Schildknecht Flex Tester TF11B* [online] © 2010 Copyright. [Citace: 15.1. 2019]. Dostupné z: <https://www.testextextile.com/product/schildknecht-flexing-tester-tf117b/>

- [27] *SDL Atlas: SDL Atlas Hydrostatic Head Tester* [online] Copyright © 2019 SDL Atlas. [Citace: 20.1. 2019]. Dostupné z: <https://sdlatlas.com/products/hydropro-hydrostatic-head-tester#product-details>
- [28] *Premier color scan: SDL Atlas Hydrostatic Head Tester* [online] © 2016 Premier colorsan. [Citace: 20.1. 2019]. Dostupné z: [http://www.premiercolorscan.com/quality\\_testing\\_instruments/SDL-Atlas/m018-hydrostatic-head-tester.php](http://www.premiercolorscan.com/quality_testing_instruments/SDL-Atlas/m018-hydrostatic-head-tester.php)
- [29] ING. DAGMAR RŮŽIČKOVÁ *Oděvní materiály*, skripta Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80–7083-682–2.
- [30] ČSN EN 20 811 (800 818). *Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody pod tlakem. Zkouška tlakem vody*. Praha: Český normalizační institut, 1994
- [31] IN 23–304–01/01. *Stanovení termofyziologických vlastností textilií*. Liberec Technická univerzita, Fakulta textilní.
- [32] ČSN 80 0833. *Plošné textilie. Stanovení odolnosti v oděru na vrtulkovém odírači*.
- [33] ČSN EN 12127 (800849). *Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [34] ČSN EN ISO 5084 (800844). *Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [35] ČSN EN ISO 7854 – *Textilie provrstvení pryží nebo plasty – Zjišťování odolnosti proti poškození ohybem*. Praha: Český normalizační institut, 1998, str. 16
- [36] ČSN EN 343+a+ - *Ochranné oděvy – ochrana proti dešti*. Praha: Český normalizační institut, 2008, str. 17.
- [37] ČSN 80 0851. *Zkoušení odolnosti pletenin proti zatrhávání*. Tato norma dnes už není platná. Byla zrušena bez náhrady.

## Seznam obrázků

Obrázek 1. - tři vrstvy outdoorového oblečení [6] .....	11
Obrázek 2. - vlastnosti jednotlivých materiálů funkčního prádla. [6].....	12
Obrázek 3. - odolnost membrány proti větru [11].....	14
Obrázek 4. - podlepené švy na bundě [11].....	15
Obrázek 5.- Mikroporézní membrány [13] .....	16
Obrázek 6. - Srovnává propustnost vodních par i membrán. [14] .....	17
Obrázek 7. - porovnání lehkosti membrány Omni – Dry s membránou Gore-Tex. [21].....	19
Obrázek 8. – a) charakterizuje vnitřek, b) charakterizuje vnějšek simulace paže. 1- houbička, 2- bavlněná špongová hůl, 3- pletenina [1]. .....	21
Obrázek 9. - přístroj na simulaci lidského kloubu [1].....	22
Obrázek 10. - komprimovaná smyčka [2] .....	23
Obrázek 11. - trhlina po 9 000 cyklech ohýbání [3].....	24
Obrázek 12.- A) Dutý válec- tester AATCC 128-1999, B) Vrásky na potahu autosedačky [4] .....	25
Obrázek 13. –Dutý válec – tester ASTM F392 (Gelboflex) [5].....	26
Obrázek 14. - Flex Tester M262 [22].....	27
Obrázek 15.- Gelbo flex tester [23].....	27
Obrázek 16. – Cold flex temperature Tester [24].....	28
Obrázek 17.- Flex Durability ASTM F392 [25] .....	28
Obrázek 18. – Schildknecht Flex Tester TF11B [26] .....	29
Obrázek 19.- SDL Atlas Hydrostatic Head Tester [27] .....	29
Obrázek 20.- SDL Atlas Hydrostatic Head Tester .....	33
Obrázek 21. – Permetest.....	34
Obrázek 22. – Vrtulkový odírač .....	35
Obrázek 23. - Mace snag tester.....	34
Obrázek 24.- zavěšení ostnaté kuličky .....	36
Obrázek 25. – Dutý válec .....	37
Obrázek 26.- protržení vzorku během testování (Gelanots HB 3L hardshell).....	39
Obrázek 27. - Změna vzhledu materiálu Zerowind thermo po oděru .....	42
Obrázek 28.- Změna vzhledu materiálu Zerowind fine po oděru .....	42
Obrázek 29.- Změna vzhledu materiálu Softshell po oděru.....	43
Obrázek 30.- Změna vzhledu materiálu Gelanots HB 3L hardshell po oděru .....	43

Obrázek 31. - Stupnice etalonů Mace snag tester .....	44
Obrázek 32. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Gelanots HB 3L hardshell .....	45
Obrázek 33. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Softshell .....	45
Obrázek 34. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Zerowind Thermo .....	46
Obrázek 35. - porovnání po uplynutí 100 a 600 otáček na materiálu Zerowind fine.....	46
Obrázek 36. – Porovnání vzorků Softshellu před a po oděru.....	49
Obrázek 37. - Porovnání vzorků Gelanots HB 3L hardshell před a po oděru.....	49
Obrázek 38. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po oděru.....	50
Obrázek 39. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po oděru.....	50
Obrázek 40. - Pronikání prvních kapek vody u materiálu Zerowind fine .....	51
Obrázek 41. – Graf závislosti výšky vodního sloupce po opakovaném odírání na vrtulkovém odírači.....	52
Obrázek 42. – Pronikání prvních kapek vody u Softshellu .....	54
Obrázek 43. - Porovnání vzorků Softshellu před a po zatrhnutí .....	56
Obrázek 44. - Porovnání vzorků Gelanots HB 3L hardshell před a po zatrhnutí .....	57
Obrázek 45. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po zatrhnutí.....	57
Obrázek 46. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po zatrhnutí .....	58
Obrázek 47. – Graf zobrazující porovnání voděodolnosti po zátrhovosti s původními hodnotami.....	60
Obrázek 48. - Porovnání vzorků Softshellu před a po cyklické mačkavosti.....	63
Obrázek 49. - Porovnání vzorků Gelanots HB 3L hardshell před a po cyklické mačkavosti ..	64
Obrázek 50. - Porovnání vzorků Zerowind fine před a po cyklické mačkavosti .....	64
Obrázek 51. - Porovnání vzorků Zerowind thermo před a po cyklické mačkavosti .....	64
Obrázek 52. - Protržení Softshellu z rubní strany .....	65
Obrázek 53. - Graf závislosti výšky vodního sloupce na počtu deformačních cyklů .....	66
Obrázek 54. - Mikroskopický pohled po oděru u materiálu M2 (Gelanots HB 3L hardshell)	69
Obrázek 55. - Mikroskopický pohled po oděru u materiálu M3 (Zerowind fine).....	69
Obrázek 56. - Mikroskopický pohled po zátrhovosti u materiálu M1 (Softshell).....	70
Obrázek 57. - Mikroskopický pohled po zátrhovosti u materiálu M4 (Zerowind thermo).....	71
Obrázek 58. - Mikroskopický pohled po cyklické mačkavosti u materiálu M1 (Softshell) ....	71
Obrázek 59. - Mikroskopický pohled po cyklické mačkavosti u materiálu M4 (Zerowind thermo) .....	72
Obrázek 60. - Graf zobrazující výsledky měření voděodolnosti.....	76

Obrázek 61. – Graf zobrazující výsledky testování propustnosti vodních par po mechanickém namáhání ..... 77

## Seznam tabulek

Tabulka 1.- Charakteristika použitého materiálu .....	31
Tabulka 2.- Mikroskopický pohled na materiály .....	32
Tabulka 3.- Výsledky měření voděodolnosti testovaných materiálů – před namáháním .....	39
Tabulka 4. – Výsledky měření propustnosti vodních par.....	40
Tabulka 5.- Výsledky testování na vrtulkovém odírači – úbytek hmotnosti po oděru na vrtulkovém odírači .....	41
Tabulka 6.- porovnání vzorků s etalony .....	44
Tabulka 7. - Ukazuje vzhled vzorků po cyklické mačkavosti.....	47
Tabulka 8. – Výsledky testování voděodolnosti testovaných materiálů po oděru na vrtulkovém odírači.....	48
Tabulka 9. -Porovnání výsledků testování voděodolnosti po oděru s původními výsledky ....	51
Tabulka 10. - Výsledky propustnosti vodních par po oděru .....	53
Tabulka 11. - Porovnání výsledných hodnot po oděru s původními.....	54
Tabulka 12. - Výsledky testování voděodolnosti po zátrhovosti na 100 otáček .....	55
Tabulka 13. - Výsledky testování voděodolnosti po zátrhovosti na 600 otáček .....	56
Tabulka 14.- Porovnání výsledků testování voděodolnosti po zátrhovosti s původními výsledky .....	59
Tabulka 15. - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 100 otáček .....	60
Tabulka 16. - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 600 otáček .....	61
Tabulka 17. - Porovnání výsledných hodnot po zátrhovosti s původními.....	62
Tabulka 18. - Výsledky testování voděodolnosti po cyklické mačkavosti .....	63
Tabulka 19. - Porovnání výsledků testování voděodolnosti po cyklické mačkavosti s původními výsledky.....	66
Tabulka 20. - Výsledky propustnosti vodních par po cyklické mačkavosti.....	67
Tabulka 21. - Porovnání výsledných hodnot po cyklické mačkavosti s původními.....	68
Tabulka 22. - Srovnání vodního sloupce u všech měření .....	75
Tabulka 23. - Porovnání výsledných hodnot testování relativní propustnosti vodních par .....	77

## **Přílohy**

**Příloha č. 1: Použité materiály**

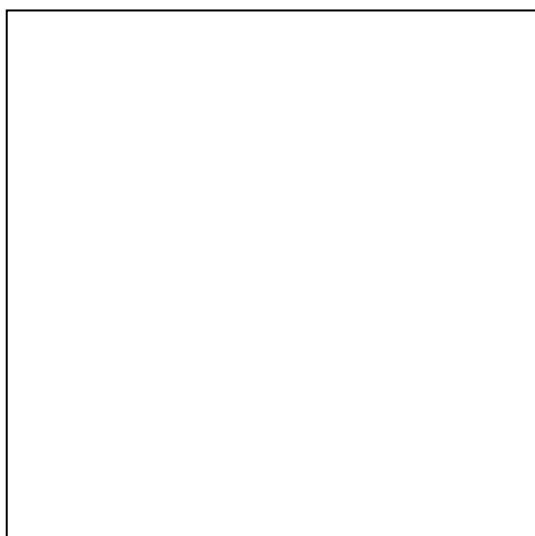
**Příloha č. 2: Plošná hmotnost a tloušťka materiálu**

**Příloha č. 3: Permetest hodnoty Ret [ $\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ ]**

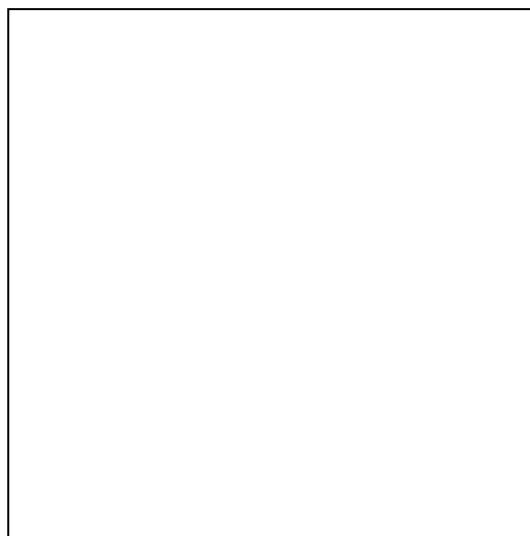
## **Příloha č. 1: Použité materiály**



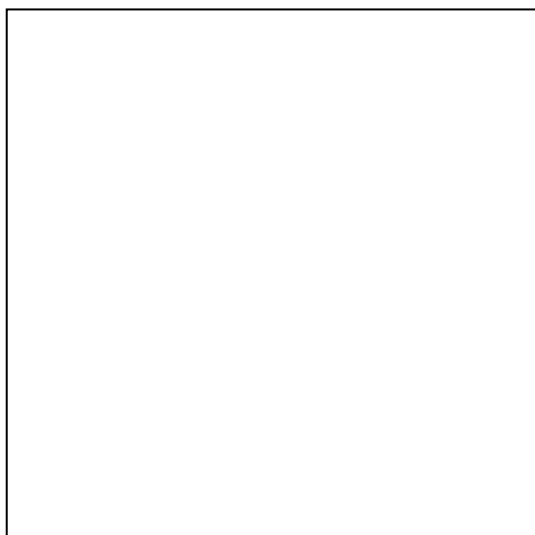
## Nepoškozené vzorky



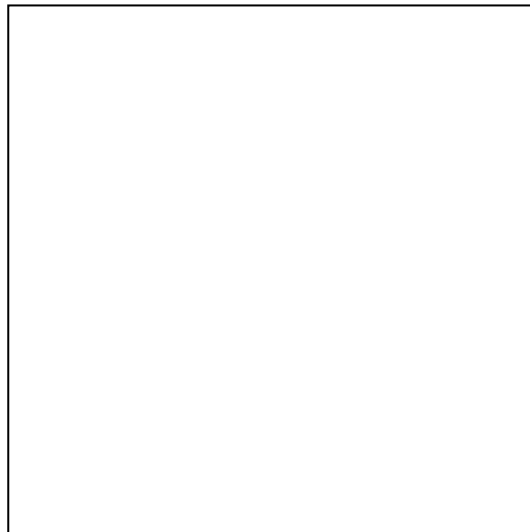
Softshell



Gelanots HB 3L hardshell

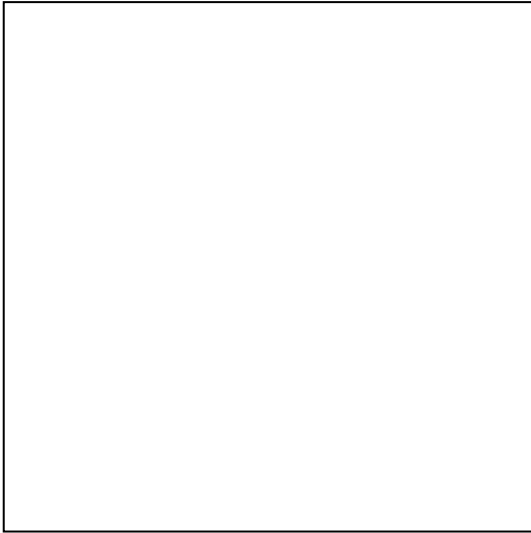


Zerowind fine

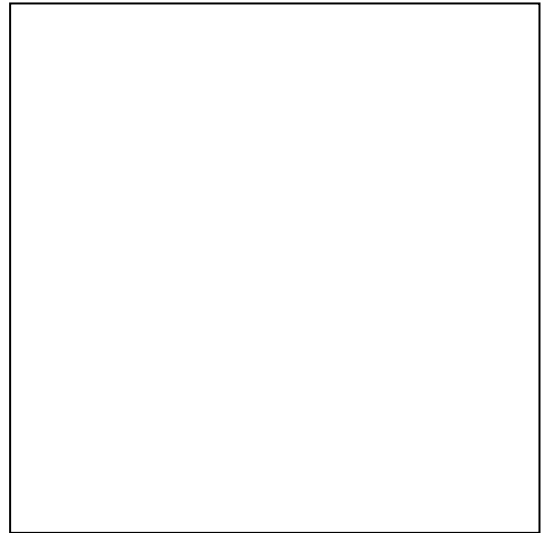


Zerowind thermo

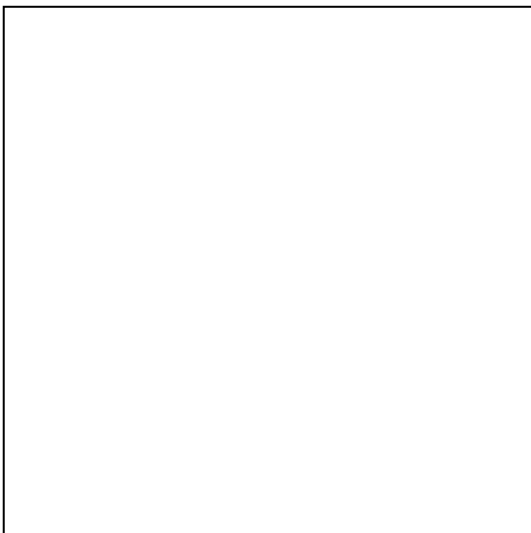
## Oděr



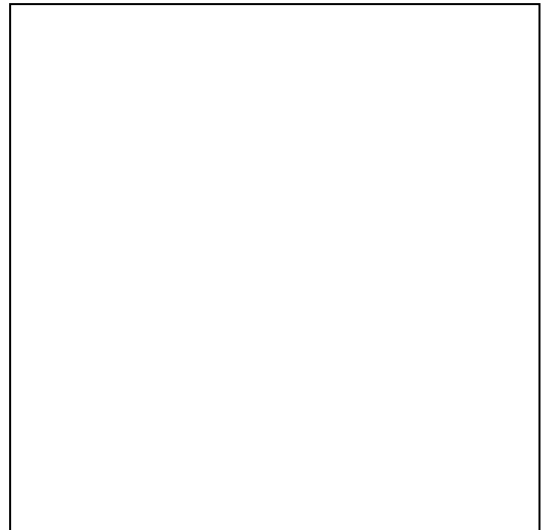
Softshell



Gelanots HB 3L hardshell

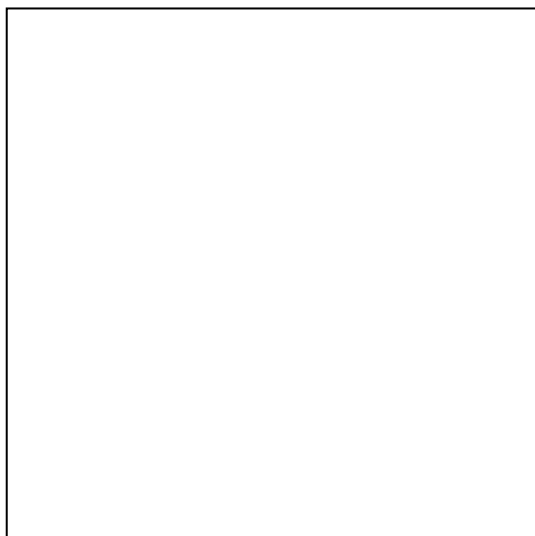


Zerowind fine

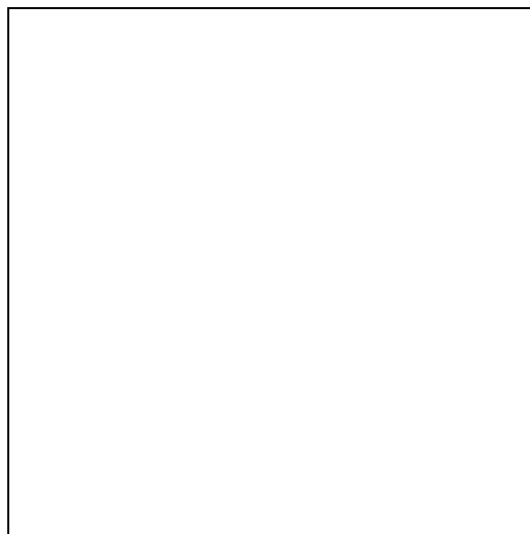


Zerowind thermo

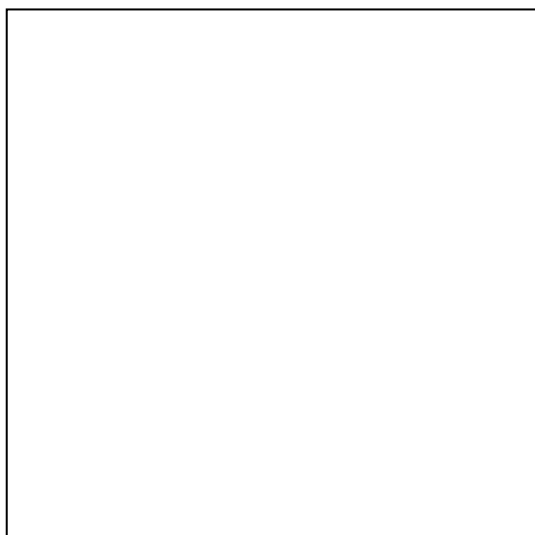
## Zátrhovost na 600 otáček



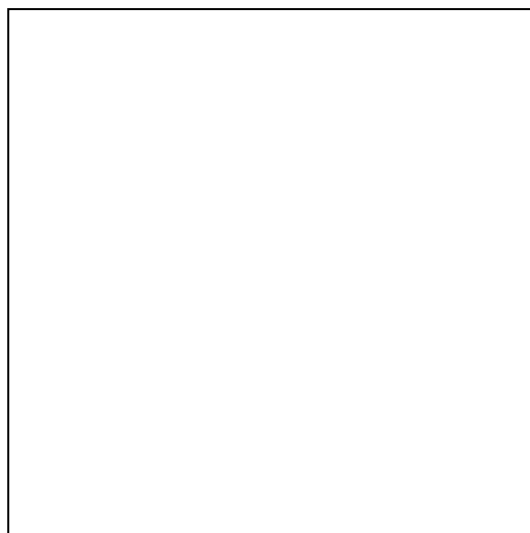
Softshell



Gelanots HB 3L hardshell

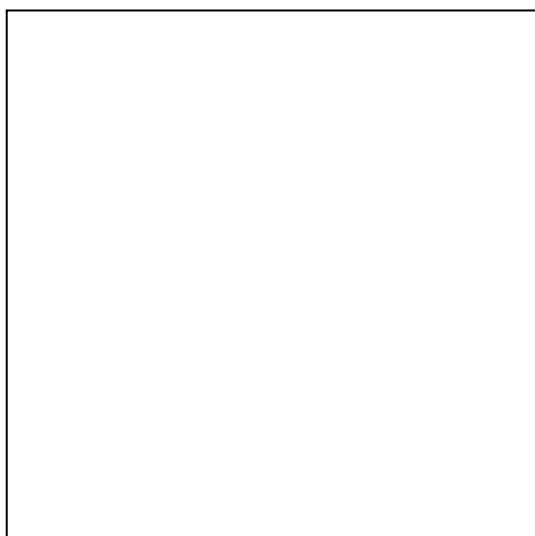


Zerowind fine

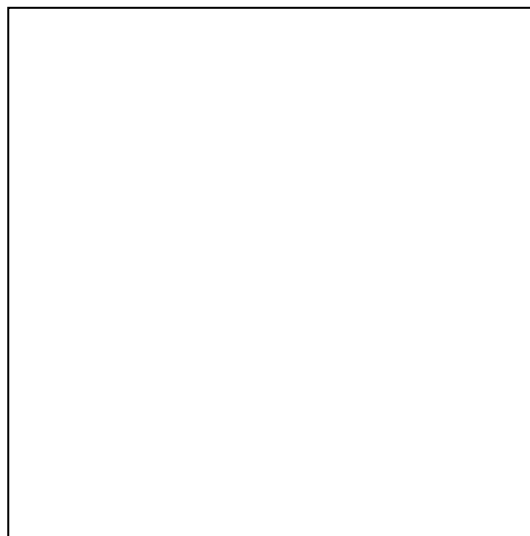


Zerowind thermo

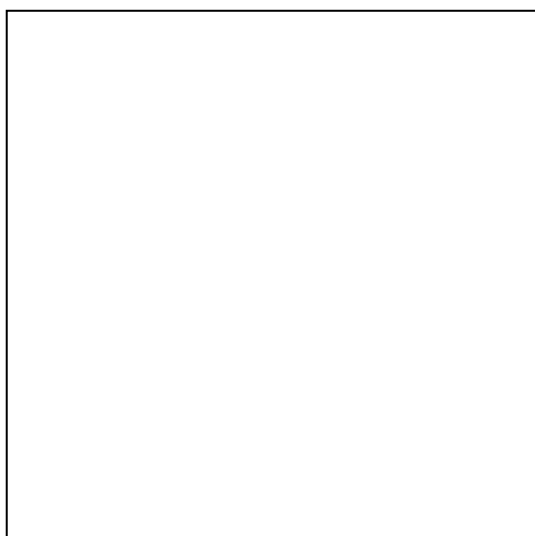
## Cyklická mačkovosť



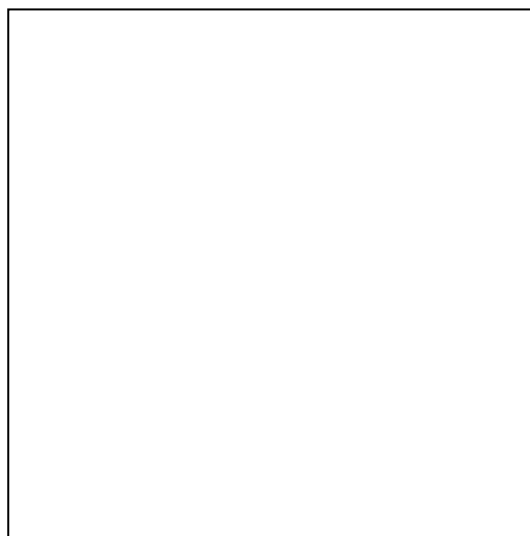
Softshell



Gelanots HB 3L hardshell



Zerowind fine



Zerowind thermo

## **Příloha č. 2: Plošná hmotnost a tloušťka materiálu**

Měřeno dle normy: ČSN EN 12127 (80 0849). Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků.

Tabulka 24. - Plošná hmotnost materiálu

Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]						
Vzorek	1. měření	2. měření	3.měření	4. měření	5. měření	Průměr
Softshell	350,8	335,4	341,8	343,1	346,6	343,54
Gelanots HB 3L hardshell	92,4	84,4	91,8	90,2	95,6	90,88
Zerowind fine	256,9	235,7	241,5	236,3	242	242,5
Zerowind thermo	254,8	263,9	249,9	247,3	238,4	250,9

Měřeno dle normy: ČSN EN ISO 5084 (80 0844). Digitální tloušťkoměr SDL M034 A – zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků.

Tabulka 25. - Měření tloušťky materiálu

Tloušťka materiálu [mm]						
Vzorek	1. měření	2. měření	3.měření	4. měření	5. měření	Průměr
Softshell	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
Gelanots HB 3L hardshell	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Zerowind fine	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Zerowind thermo	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41

### **Příloha č. 3: Permetest hodnoty Ret [Pa\*m<sup>2</sup>\*W-1]**

Měřeno dle: IN 23–304–01/01. Stanovení termofyziologických vlastností textílie.

Tabulka 26- Výsledky propustnosti vodních par před mechanickým namáháním

Vzorek	Ret [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]			Průměr [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.	3.			
Softshell (M1)	28,6	34,3	29,8	<b>30,9</b>	3	9,7
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	7,5	7,6	7,2	<b>7,4</b>	0,2	2,7
Zerowind fine (M3)	8,3	7,8	8,4	<b>8,2</b>	0,1	1,2
Zerowind thermo (M4)	13,4	14,4	15,5	<b>14,4</b>	1	6,9

Tabulka 27- Výsledky propustnosti vodních par po oděru

Vzorek	Ret [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]		Průměr [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	59,9	54,6	57,25	3,7	6,5
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	22,3	19,6	20,95	1,9	9,1
Zerowind fine (M3)	21,3	17,9	19,6	2,4	12,2
Zerowind thermo (M4)	36,7	34,5	35,6	1,5	4,2



Tabulka 28- Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 100 otáček

Vzorek	Ret [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]		Průměr [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	52,7	50,4	51,55	1,6	3,1
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	11,3	11,6	11,45	0,21	1,3
Zerowind fine (M3)	13,3	13,3	13,3	0	0
Zerowind thermo (M4)	21,2	22,1	21,65	0,6	2,8

Tabulka 29 - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 600 otáček

Vzorek	Ret [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]		Průměr [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	40	40,4	40,2	0,28	0,7
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	13,1	13,6	13,35	0,35	2,62
Zerowind fine (M3)	14,6	18,3	16,45	2,6	15,8
Zerowind thermo (M4)	31,5	30,3	30,9	0,85	2,75

Tabulka 30- Výsledky propustnosti vodních par po cyklické mačkavosti

Vzorek	Ret [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]		Průměr [Pa*m <sup>2</sup> *W <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]
	1.	2.			
Softshell (M1)	76,2	70,1	73,15	4,3	5,9
Gelanots HB 3L hardshell (M2)	21,4	19,6	20,5	1,27	6,2
Zerowind fine (M3)	19,3	17,9	18,6	0,98	5,27
Zerowind thermo (M4)	31,9	33,7	32,8	1,27	3,87

## Seznam tabulek příloh

Tabulka 24. - Plošná hmotnost materiálu .....	94
Tabulka 25. - Měření tloušťky materiálu .....	94
Tabulka 26- Výsledky propustnosti vodních par před mechanickým namáháním .....	96
Tabulka 27- Výsledky propustnosti vodních par po oděru .....	96
Tabulka 28- Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 100 otáček .....	97
Tabulka 29 - Výsledky propustnosti vodních par po zátrhovosti na 600 otáček .....	97
Tabulka 30- Výsledky propustnosti vodních par po cyklické mačkavosti.....	98