

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2011**

**PAVLÍNA ŠTEKLOVÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**VLIV WATERREPELLENT PŘÍPRAVKŮ NA  
OUTDOOROVÉ MATERIÁLY**  
**INFLUENCE OF WATERREPELLENT  
PREPARATION ON OUTDOOR MATERIALS**

Pavλίna Šteklová

KHT-poř. č. 785

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Roman Knížek

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...40

Počet obrázků .....29

Počet tabulek .....5

Počet grafů.....16

Počet stran příloh..9

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavína ŠTEKLOVÁ**  
Osobní číslo: **T08000422**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Vliv waterrepellent přípravků na outdoorové materiály**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

- 1) Prostudujte problematiku v oblasti outdoorových materiálů, zvláště pak membrány, a to jak mikroporézní tak i neporézní, a jejich doporučenou údržbu.
- 2) Prostudujte problematiku v oblasti waterrepellent přípravků a vypracujte rešerši.
- 3) Proměřte 5 vybraných materiálů: - paropropustnost, větruodolnost, perličkový efekt, úhel smáčení.
- 4) Následně naneste hydrofobní přípravek na materiály dle návodu použití a měření opakujte.
- 5) Následně vyperte dle návodu použití a znovu měření opakujte.
- 6) Zpracujte výsledky a v závěru zhodnoťte.



## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 9. Května 2011

.....  
Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla velice poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanu Knížkovi za cenné rady a odborné vedení při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za pomoc při měření úhlu smáčení a dále paní Martině Čimburové za pomoc při měření perličkového efektu.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku v oblasti waterrepellent přípravků používaných na outdoorové materiály, zvláště na mikroporézní a neporézní membrány.

V práci je provedeno hodnocení na paropropustnost, výparný odpor, větruodolnost, perličkový efekt a úhel smáčení. Tyto vlastnosti jsou měřeny u vybraných materiálů před, po nanesení hydrofobních přípravků a po vyprání.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Waterrepellent přípravky, mikroporézní membrány, neporézní membrány, paropropustnost, výparný odpor, větruodolnost, perličkový efekt, úhel smáčení.

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis is aimed on problematic in field of waterrepellent products used for outdoor materials, specially focused on microporous and non-porous membranes.

In the thesis is evaluated vapour permeability, resistance of water vapour, windtight, pearl effect and wetting angle. These characteristics are measured for selected materials. Measurement is done before, and after application of hydrophobic products, and after washing.

### **KEY WORDS:**

Waterrepellent products, microporous membranes, non-porous membranes, vapour permeability, resistance of water vapour, windtight, pearl effect, wetting angle

## OBSAH

ÚVOD.....	9
TEORETICKÁ ČÁST .....	10
1. Outdoor .....	10
1.1. Outdoorové oblečení .....	10
1.2. Outdoorové materiály.....	10
Základní rozdělení textilií a folií pro outdoorové materiály.....	12
1.3. Laminování užití membrán .....	12
1.3.1. Lamináty .....	13
1.4. Mikroporézní membrány.....	14
1.4.1. Firma GORE-TEX®.....	14
1.5. Neporézní membrány .....	16
1.5.1. Firma Sympatex .....	16
1.5.2. Firma Tomen Corporation .....	17
2. Doporučená údržba membránových oděvů .....	18
3. Obnovování vodoodpudivosti.....	20
3.1. Rešerše waterrepellent přípravků .....	20
3.1.1. Dostupné impregnační prostředky na českém trhu.....	23
PRAKTICKÁ ČÁST .....	24
Postup měření .....	24
4. Popis jednotlivých vzorků materialu .....	24
5. Použité waterrepellent přípravky .....	27
HIGHTECH Nano Protektor Spray .....	27
Permanent Water-Guard® .....	27
Trekking Silicone Protector spray .....	27
6. Popis přístrojů .....	28
PERMETEST.....	29

FX 3300 .....	30
ZKRÁPĚCÍ ZAŘÍZENÍ .....	31
MĚŘENÍ ÚHLU SMÁČENÍ .....	31
AUTOMATICKÁ PRAČKA .....	32
SUŠIČKA PRÁDLA .....	32
6.1. Výsledky měření na paropropustnosti a výparného odporu na přístroji PERMETEST .....	33
6.2. Výsledky měření propustnosti pro vzduch (větruodolnosti) na přístroji FX 3300 .....	40
6.3. Výsledky měření odolnosti vůči povrchovému smáčení (perličkový efekt) na zkrápěcím zařízení .....	43
6.4. Výsledky měření úhlu smáčení .....	45
ZÁVĚR .....	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	50
PŘÍLOHA .....	52



## **SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

apod. - a podobně

atd. – a tak dál

č. - číslo

např. – například

obr. – obrázek

PET- polyethylentereftalát

PL- polyester

PTFE – polytetrafluoretylen

PU- polyuretan

tzv. – tak zvaně

v. s. – vodní sloupec

## ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem waterrepellent přípravků na outdoorové materiály. Cílem této práce bylo měřením určit, který waterrepellent přípravek vykazuje nejlepší parametry a jak se mění vlastnosti outdoorového materiálu před, po nanesení waterrepellent přípravků a následně po jednom vyprání. V práci je provedeno hodnocení na paropropustnost, výparný odpor, větruodolnost, perličkový efekt a úhel smáčení. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V první kapitole teoretické části je uvedena definice outdooru, outdoorového oblečení a u outdoorových materiálů jsou uvedeny vlastnosti, které by měl outdoorový materiál splňovat. V další části je uvedeno základní rozdělení textilií a folií používaných na outdoorové oblečení. Zde jsou také uvedeny nejpoužívanější typy membrán a to mikroporézní a neporézní. U každého typu těchto membrán je uvedena firma, která tyto membrány vyrábí, u mikroporézní membrány je to firma GORE-TEX® a u neporézní membrány firmy Sympatex a Tomen Corporation. Dále je v teoretické části popsána doporučená údržba membránových oděvů spolu se symboly údržby. V závěru teoretické části je provedena rešerše waterrepellent přípravků a to na bázi nano částic, fluoropolymeru a silikonu.

V praktické části je uveden postup měření, popis jednotlivých vzorků materiálu, popis použitých waterrepellent přípravků, popis přístrojů, na kterých bylo provádělo měření. Dále jsou zde graficky znázorněny výsledky měření paropropustnosti a výparného odporu na přístroji PERMETEST. Následně výsledky měření větru odolnosti na přístroji FX 3300, výsledky měření odolnosti vůči povrchovému smáčení na zkrápěcím zařízení a nakonec výsledky měření úhlu smáčení.

## TEORETICKÁ ČÁST

### 1. OUTDOOR

Dnes se tento název používá zejména pro oblast trávení volného času v přírodě. Především se pojem outdoor užívá jako obchodní označení s oblečením a vybavením pro pobyt venku. Outdooroví zákazníci představují velký podíl na trhu a nespojuje je jen zájem o přírodu, ale i nákupní zvyklosti [1].

#### 1.1. Outdoorové oblečení

Outdoorové oblečení oblékáme v případě potřeby vykonávat určitou, většinou sportovní činnost ve volné přírodě jako je lyžování, turistika, rybaření, horolezectví, trekking apod. Jeho úkolem je ochránit nás po delší čas především před chladem, větrem a deštěm. Kvalitní moderní outdoorové oblečení je nepromokavé, vysoce prodyšné, paropropustné, mechanicky odolné, větruodolné a pohodlné [1].

#### 1.2. Outdoorové materiály

Aby materiál dokázal odolávat vytrvalejším vodním srážkám, musí být voděodolný a k tomu je třeba jiných technologií a úprav, než těch, které postačují v případě vododpudivosti [1].

Schopnost materiálu odolávat vodě se vyjadřuje hydrostatickou odolností (výškou vodního sloupce), kterou je tento materiál schopen udržet, než začne bezprostředně vodu propouštět. Většinou se udává v mm vodního sloupce a platí, že čím vyšší sloupec materiál udrží, tím více je schopen odolávat promoknutí. Aby mohl být oděv prezentován jako nepromokavý, musí být především ušitý z materiálu, který odolává

alespoň 1 300 mm vodního sloupce. Vodní sloupec je ale jen jeden z parametrů, na který je třeba se při výběru outdoorového oblečení zaměřit [1].

Vodoodpudivostí nazýváme schopnost textilií do určité doby odolávat dešti. Vodoodpudivé textilie nenasáknou déšť do své struktury okamžitě, ale naopak tvoří na povrchu izolované kapky, které můžeme např. klepnutím z oděvu snadno odstranit. Nelze však tuto vlastnost zaměňovat s nepromokavostí [1].

Textilie s vodoodpudivou úpravou jsou tedy schopny po určitou dobu ochránit před promoknutím, ne však po delší dobu, ne za silného deště a ne v případě, kdy z určitých příčin je voda mechanicky vtačována do látky, jako např. při silném větru, při otírání oděvu o různé předměty jako větve stromů, trávu apod. Vodoodpudivosti se docílí různými tepelnými nebo chemickými úpravami tkaniny. Vysoké vodoodpudivosti lze dosáhnout potažením textilie vrstvou silikonu, fluoropolymeru a v poslední době tzv. nanotechnologií [1].

Doba, po kterou si materiály udrží schopnost odpuzovat vodu, je různá. Záleží na způsobu úpravy. V každém případě se však vodoodpudivost po určité době ztrácí vlivem mechanického působení, působením deště, znečištěním textilie a i vlastním praním, zvláště při používání nevhodných pracích prostředků. Vodoodpudivost textilií je proto třeba obnovovat. Oděv, který ztratí schopnost odpuzovat vodu, nasákne a ztěžkne a nevypadá na uživateli nijak půvabně. Hlavně však utvoření souvislého vodního filmu podstatně zhorší nebo zcela zamezí schopnost oděvu „dýchat“. Jinými slovy omezí jeho schopnost být paropropustný [1].

Dobry outdoorový oděv musí být tedy i dostatečně paropropustný pro vodní páry (pot), abychom v něm vydrželi provozovat dlouhodobě, aktivní činnost a následně po jejím ukončení neprochladli. Vysoce kvalitní materiály dnes splňují vysoké požadavky na paropropustnost i při vysoké voděodolnosti [1]. Paropropustnost se udává v  $\text{g/m}^2/24$  hod nebo Ret [ $\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ].

## ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ TEXTILIÍ A FOLIÍ PRO OUTDOOROVÉ MATERIÁLY

- Tkanina s hustou dostavou (až 7000 nití/cm)
  - velikost póru <10-3  $\mu\text{m}$
- Tkanina povrstvená následujícími způsoby
  - mikroporézní vrstva (velikost póru <2-3  $\mu\text{m}$ )
  - koagulační technika
  - hydrofilní povrstvení (velikost póru <0,001  $\mu\text{m}$ )
- Laminování užitím membrán
  - mikroporézní, hydrofobní membrány (průměr póru 0,1-3  $\mu\text{m}$ )
  - neporézní, hydrofilní film (velikost póru <0,001  $\mu\text{m}$ ) [2]

### 1.3. Laminování užití membrán

Membrány u funkčního sportovního oblečení obecně zajišťují, že odpařený pot může procházet přes membránu ven a zároveň vnější vlhkost nepronikne dovnitř.

Každý materiál označovaný jako membrána musí mít tyto základní vlastnosti:

- paropropustnost pro vodní páry
- odolnost proti působení deště a tlaku vody
- odolnost proti větru
- atd.

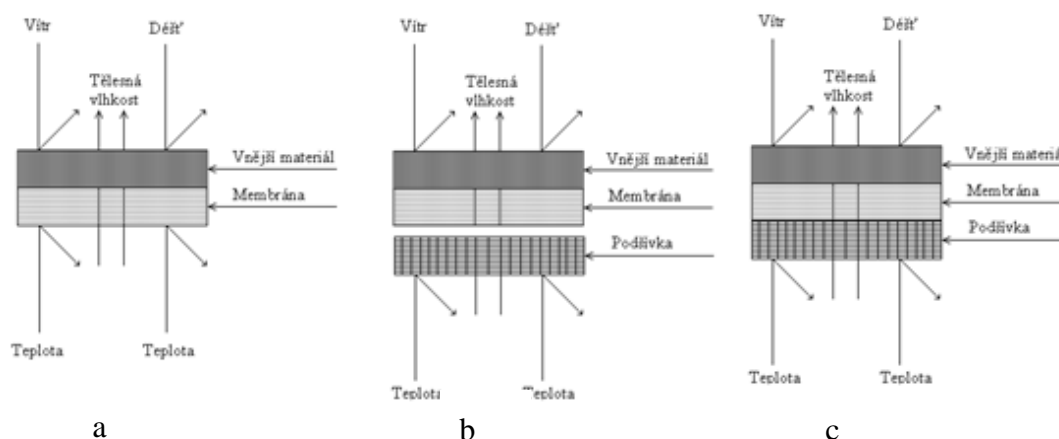
V dnešní době existují dva typy membrán a to:

- mikroporézní, hydrofobní membrány
- neporézní, hydrofilní membrána [2]

### 1.3.1. Lamináty

Laminace je v textilu pojem pro spojení dvou a více látek stejného či různého složení i určení (např. podšívka, vrchní materiál). Na obr. 1 můžeme vidět tři základní laminace membrán:

- vrchní látka + membrána (Obr. 1a)
- vrchní látka + membrána + volná podšívka (Obr. 1b)
- vrchní látka + membrána + podšívka (Obr. 1c)



Obr. 1 Druhy laminace

Laminace samotné vrchní látky a membrány má svá úskalí, a to především, že membrána není chráněná a dochází k jejímu poškození vlivem tření mezi nositelem a membránou a špatnou ochranou před znečištěním (např. potem). Samotná odolnost proti proniknutí vody je ovšem stejná jako u třívrstvého laminátu, avšak samotný laminát je lehčí a paropropustnější ( $\text{Gore-tex Paclite Ret} < 4 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ ) [3].

Laminace vrchní látky, membrány a podšívky je nejběžnější, neboť odpadají potíže, které jsou u dvouvrstvého laminátu. Membrána je velmi dobře chráněná před nečistotami a třením. Někteří výrobci v tomto případě dosahují i dobrých hodnot v paropropustnosti [3].

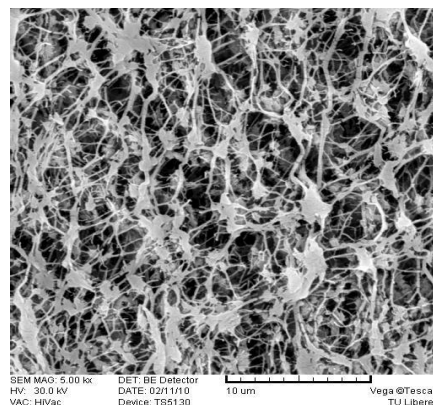
Laminace vrchního materiálu a membrány společně s volnou podšívkou není již příliš běžná. Důvodem je, že podšívka sice chrání membránu, ale jelikož není zalaminována s membránou, dochází při nošení ke tření těchto dvou ploch a k

následnému poškození membrány. Paroprupostnost je též horší, protože mezi podšívkou a membránou je vzduch, který významně ovlivňuje odpor vodních par (potu) [3].

## 1.4. Mikroporézní membrány

V této membráně jsou mikroskopické póry, které jsou mnohem větší než samostatná molekula vody (vodní pára), ale přitom mnohem menší než nejmenší kapička vody. Vodní pára tedy přes mikropóry prochází, ale kapalná voda již ne [4].

Nejznámějším výrobcem mikroporézních membrán je firma **GORE-TEX®**.

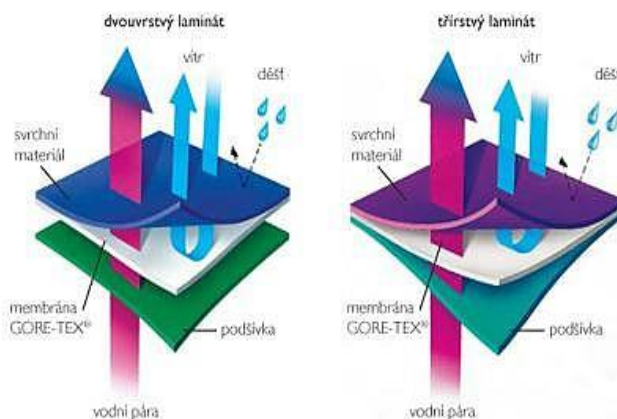


Obr. 2 Mikroporézní membrána

### 1.4.1. Firma GORE-TEX®

Firma GORE-TEX® vyvinula mimořádně lehkou a tenkou teflonovou membránu (PTFE). Tato membrána je nepromokavá a zároveň paropropustná, přitom však větruvzdorná. Samotný materiál je vodoodpudivý, jednotlivé póry membrány jsou 20.000- krát menší než kapka vody a současně 700- krát větší než molekuly vodní páry (pot). Větruvzdornost je dána labyrintovou strukturou membrány, která představuje pro vítr nepřekonatelnou překážku [5, 6].

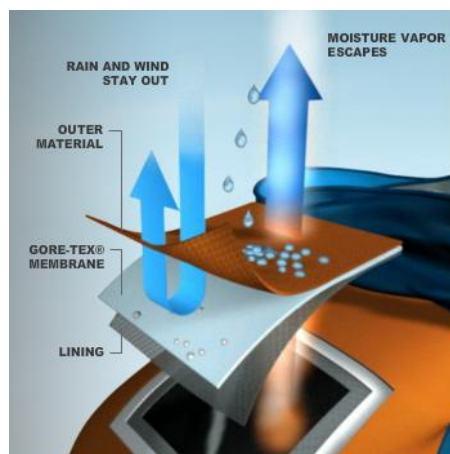
GORE-TEX® se nejčastěji používá ve formě laminátů. Rozlišujeme dvouvrstvý a třívrstvý laminát. Výrobky z dvouvrstvého GORE-TEX®u jsou lehčí a prodyšnější oproti tomu oblečení z klasického třívrstvého GORE-TEX®u vyniká odolností [5, 6].



Obr. 3 Druhy laminátů GORE-TEX®

- **Gore-Tex® XCR® 3L (třívrstvý laminát)** - Inovovaná membrána se zvýšenou prodyšností (o 25%). Membrána je nalaminována mezi vnější tkaninu a podšívku, všechny tři vrstvy jsou pevně spojeny dohromady. Používá se k výrobě svrchního oblečení do nejnáročnějších podmínek při horolezectví, apod. [6, 7]
- **Gore-Tex®** - Porézní membrána PTFE, laminovaná na různé polyamidové nebo polyesterové tkaniny se používá na výrobu svrchních oděvů do extrémních podmínek. Lamináty různých konstrukcí se vyznačují výjimečnou 100% nepromokavostí, naprostou odolností proti větru a vysokou prodyšností [6, 7].
- **Gore-Tex® Paclite®** - Nejprodyšnější odlehčený laminát s membránou Gore, která je z vnitřní strany opatřena speciální ochrannou vrstvou s karbonovými vlákny, nahrazující podšívku a zpevňující celý materiál. Díky tomu se zjednoduší konstrukce oblečení a výsledkem je oblečení s minimální hmotností a velmi dobrou skladností. Využívá se pro turistiku, cyklistiku a běh, kde je potřeba ušetřit hmotnost a prostor [6, 7].
- **Gore-Tex® XCR®** - Inovovaná membrána se zvýšenou prodyšností (o 25%). Je to nejprodyšnější běžně používaný materiál z dílny Gore. Membrána je slaminována s vnější tkaninou, podšívka je volná. Využití najde při horolezectví, zimních sportech, turistice i cestování [6, 7].

- **Gore-Tex® Pro Shell** - GORE-TEX® PRO SHELL je optimálním řešením pro outdoorové profesionály a sportovní nadšence, kteří musejí čelit extrémnímu počasí a náročným podmínkám. Vyroben z těch nejodolnějších, nejprodyšnějších, trvale nepromokavých a větruvzdorných textilií [6, 7].



Obr. 4 Gore-Tex® Pro Shell

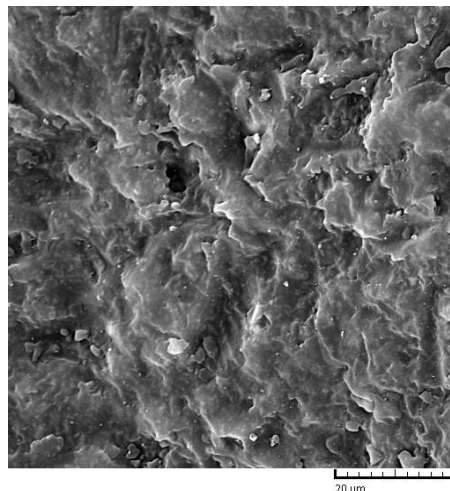
- **Gore-Tex® Paclite® Shell** - Vhodný pro turistiku, cyklistiku, běh a jiné sporty, kde potřebujete ušetřit hmotnost a prostor. GORE-TEX® PACLITE® Shell kombinuje



mimořádnou prodyšnost, trvalou větruvzdornost a nepromokavost s minimální hmotností a malým objemem po sbalení [6, 7].

## 1.5. Neporézní membrány

Tato membrána nemá žádné otvory, přenos vlhkosti je založen na chemickém principu, kdy se voda na určitou dobu stává součástí membrány. Membrána je skryta mezi vnější a vnitřní látkou oděvu. Strukturou se jedná o homogenní neporézní hladký povlak, který je mimořádně lehký a pružný. Pot ve formě vlhkosti se velmi lehce odpařuje ven. Údržba této membrány je snadná, lze ji prát v běžných pracích prostředcích při teplotě 30°C bez aviváže [4].



Obr. 5 Neporézní membrána

### 1.5.1. Firma Sympatex

Sympatex® Technology byl první výrobce větruvzdorných, vodoodpudivých a prodyšných membrán.

Většina membrán firmy Sympatex je na bázi polymerů PL/PET hydrofobních/hydrofilních [8, 9].

Materiály jejich kolekcí se rozdělují na několik kategorií:

**Sympatex Windmaster** - lamináty "softshellového" typu, fleece s membránou apod. Membrány 5 a 10 mikronů.

**Sympatex Allweather** - lamináty pro běžné nošení a běžný aktivní sport. Membrány 10 a 15 mikronů.

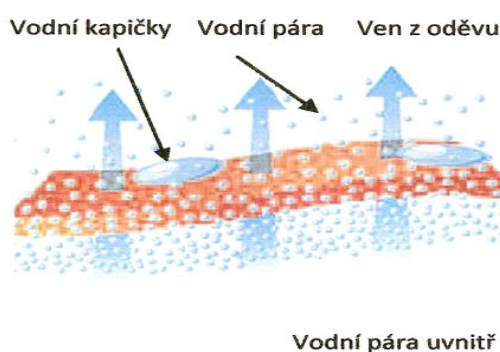
**Sympatex Professional** - lamináty pro aktivní a extrémní sporty a zátěž, jakož i na ochranné a profesní oděvy. Membrány většinou 15 mikronů.

**Sympatex High 2 Out** - lamináty se speciální membránou, zajišťující rychlé odvedení vlhkosti z vnitřní strany laminátu na jeho stranu vnější. Membrány většinou 15 mikronů.

**Sympatex Phaseable** - lamináty se speciální membránou, pokrytou body z polyuretanu, které membránu chrání před poškozením. Membrány většinou 15 mikronů.

**Sympatex Reflection** - lamináty se speciální aluminiovou vrstvou, která zadržuje až 70% tepla vydaného tělem. Membrány většinou 15 mikronů.

Vysoce rozvinutá technologie Sympatex umožňuje dokonale spojit ty nejrůznější lamináty spojením membrány a podkladové látky – s pečlivě vzorovanými oděvy nebo progresivními tvary obuvi [8, 9].



Obr. 6 Přenos vlhkých vodních par přes hydrofilní membránu Sympatex

### 1.5.2. Firma Tomen Corporation

Tomen Corporation je významná japonská textilní firma, která je výrobcem materiálu **GELANOTS** a majitelem této ochranné známky. Věnuje se jen výrobě a vývoji a starost o obchodní značku nechává na svých odběratelích [10].

Vysoká paropropustnost membrány Gelanots je dána molekulární strukturou speciálního polyuretanu (PU), ze kterého je vyrobena. Mezi jeho molekulami jsou poměrně velké mezery a vzájemné síly, kterými na sebe působí molekula polyuretanu a vody, jsou pro tuto funkci optimální. Při tělesné námaze se člověk potí a koncentrace páry pod jeho oděvem narůstá. Když se molekula odpařeného potu dostane do blízkosti



Obr. 7 Dvouvrstvý laminát Gelanots

membrány Gelanots, je vtažena mezi molekuly PU a stává se dočasně její součástí. Tomu říkáme, že membrána je hydrofilní. Díky vyšším parciálním tlakům nasycené páry uvnitř oděvu a vyšší teplotě na vnitřní straně membrány je pak vodní pára plynule protlačována skrz membránu [10].

Pro membránu **GELANOTS XP** výrobce garantuje hodnotu minimálně 20 000 g / m<sup>2</sup>.24hod. Další vývoj směřuje ke snižování odporu proti průchodu páry u pojiva (lepidla), kterým se membrána laminuje k látce. Poslední výsledky naznačují, že se brzy dočkáme i garantovaných hodnot přes 35 000 g /m<sup>2</sup>. 24. hod.

Klasické porézní membrány, dosahují za klidu určitých hodnot nepromokavosti. Vlivem nošení, ohýbání, natahování nebo nevhodným praním (kroucením) se póry v zatěžovaných místech roztáhnou, nepromokavost postupně klesá a po čase může docházet k promokání tak exponovaných míst jako jsou ramena pod popruhy batohu, lokty a kolena z vnitřní i vnější strany, ohyby u bot atd. Neporézní struktura membrány Gelanots je proto i zde velkou výhodou. Gelanots je kompaktní a velmi pružný a vlivem natahování při běžném používání nehrozí jakékoliv poškození membrány, které by mělo za následek snížení odolnosti proti tlaku [10].

## 2. DOPORUČENÁ ÚDRŽBA MEMBRÁNOVÝCH ODĚVŮ

### Odstraňování nečistot

- Používá se klasické mokré praní v pračce na jemný program nebo ruční praní.
- Membránové oděvy se doporučuje prát odděleně od ostatních oděvů a pokud možno jednotlivě.
- Je nutné zapnout řádně na oděvu suché zipy. Ty by mohly poškodit materiál. Dodržuje se teplota doporučená výrobcem 30°C- 40°C.
- Pro praní se používají výhradně prací prostředky, nejlépe tekuté, určené pro tyto materiály. Ty jsou také schopny obnovit vodoodpudivou úpravu. Prací prostředek nesmí obsahovat saponáty. Praní se provádí v prostředku na bázi tekutého mýdla. Mýdlo snižuje povrchové napětí vody a tím zvyšuje smáčitelnost textilií.

- Pro praní zejména membránových materiálů se doporučuje nešetřit a raději použít prací prostředek doporučený výrobcem membrány. Většina moderních pracích prostředků je nevhodná, protože obsahuje bělicí, změkčovací přísady a aviváže, které nejsou vhodné pro praní jakýchkoliv membránových materiálů a navíc naruší vodoodpudivost.
- Po praní je nutno oblečení důkladně vymáchat, aby se vyplavily i sebemenší zbytky pracích látek a nečistot, které výrazně zhoršují vodoodpudivou úpravu.
- Voda se nechává ze zavěšeného oděvu vykapat a dosušuje při pokojové teplotě nebo je možno sušit v sušičce na nejnižší teplotu [11].

### Symboly údržby



Maximální teplota 30 °C.  
Mírný postup.



Výrobek se nesmí bělit.



Výrobek se může sušit v bubnové sušičce  
na nižší teplotu.



Žehlení při maximální teplotě žehlicí plochy 110 °C,  
bez použití páry.



Výrobek se nesmí chemicky čistit.



Sušení v závěsu  
(po vyprání neodstřeďovat, jen vyvěsit a nechat odkapat).



Nikdy nekroutit [12].

### 3. OBNOVOVÁNÍ VODOODPUDIVOSTI

Všechny naimpregnované prodyšné látky, používané u outdoorového oblečení, jsou již při výrobě upravovány vodooodpudivými činidly, například fluorkarbonovými prostředky (perfluoralkany), hydrofobními přípravky na bázi silikonů (polysiloxanů), parafinovými emulzemi s hlinitými nebo zirkoničitými solemi, ještě před tím, než se z látky ušije oděv. Tato úprava je nezbytná a zabraňuje vodě prosáknout vnější látkou a takové materiály se označují (DWR- „Durable Water Repellent“), neboli trvanlivě vodě repelentní“ [13].

Materiály s touto úpravou se vyznačují dlouhodobou nesmáčivostí. Voda po povrchu materiálu jednoduše steče v podobě drobných kapek. Nejčastěji se používá na voděodolných a prodyšných materiálech [13].

Označení odolnosti proti pronikání deště, vody:

- waterrepellent: povrchová úprava impregnací, kalandrováním nebo napuštěním. Při kratším dešti se udělají kapičky, které sklouznou. Při větší zátěži už voda proteče (přibližně 0,5 m v.s.).
- waterresistant: vrstvené materiály, zátěrované (zátěr na bázi polyuretanu, fluorkarbonu, teflonu, akrylu). Materiály jsou vodovzdorné, vydrží tlak vodního sloupce cca 1,1 m.
- waterproof: vodotěsné a vysoce nepromokavé materiály, které odolávají tlaku vodního sloupce nad 1,3 m [13].

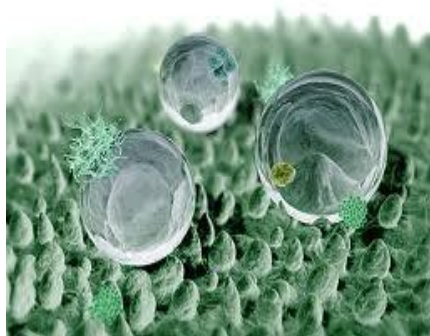
#### 3.1. Rešerše waterrepellent přípravků

##### Waterrepellent přípravek na bázi nano částic

Nano impregnace je impregnace na bázi vody, neobsahující rozpouštědla, s hydrofobním a oleofobním účinkem. Po aplikaci se jednotlivá vlákna obalí nano částicemi a vytváří neviditelný, slabý, povrchový film kolem vláken, která se stanou výrazně odolnější proti vodě a nečistotám. Když je povrch hladký a tím pádem nesavý, spojí se nano částice pevně s povrchem formou sítě a tak se kapaliny spolu s nečistotami kulovitě smršťují do tvaru perličky. U porézních povrchů mohou nano částice

proniknout do pórů a vyplnit jejich vnitřní stěny. Nečistoty a kapaliny již nepronikají do povrchů a odpovídajícím způsobem se odperlují a vytváří se tzv. lotosový efekt. Tím je zaručeno, že i velké znečištění se dá poté snadno odstranit[14, 15].

Lotosový efekt spočívá v tom, že malé výčnělky, jednu miliardtinu metru vysoké, pokrývají povrch listu a zabraňují vodě a špíně na povrchu přilnout. Tento efekt udržuje listy čisté a suché i při velkých srážkách[16].



*Obr. 8 Povrch listu lotosu*

**Výhody:**

- vhodné pro všechny textilie
- dlouhodobá nano impregnace
- stabilní do teploty praní 40 °C
- nečistoty lze jednoduše omýt vodou
- brání znečištění čajem, kávou, červeným vínem, kečupem atd.
- chrání textilie a kůži dlouhodobě před vodou, nečistotami a mastnotou[15].

Waterrepellent na bázi fluoropolymeru

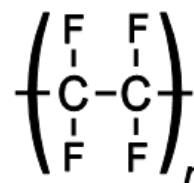
Fluoropolymerový přípravek slouží k ošetření povrchu tkanin. Je bez rozpouštědel, silikonu, voskových přísad nebo jiných plnidel. Impregnace je na je bázi technologií nano-vrstvy. Tento fluorokarbonový polymer na bázi vody nahrazuje DWR úpravu z výroby. Obnovuje prodyšnou vodoodpudivost vnější vrstvy u všech vodoodpudivých a nepromokavých prodyšných systémů. Po ošetření povrchu materiálu přípravkem tvoří voda krůpěje, stéká a materiál zůstává suchý a prodyšný. Přípravek na bázi fluoropolymeru odpuzuje špínu, mastnoty, soli, oleje, a tím zabraňuje znečištění, tvorbě skvrn a poškozování materiálů [17, 18].

**Výhody:**

- odpuzuje vodu
- zabraňuje tvorbě skvrn
- na všechny prací tkaniny

- bez zápachu
- bez zjasňujících UV-přísad
- stačí pouze jeden nástřik [17, 18].

Na obrázku číslo 9 je znázorněn chemický vzorec fluoropolymeru.



*Obr. 9 Chemický vzorec fluoropolymeru*

### Waterrepellent přípravky na bázi silikonu

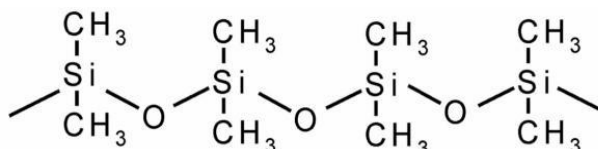
Přípravky na bázi silikonů obsahují 13 % silikonového polymeru s křížovou vazbou, kterým je zajištěna vysoká vodovzdornost a prodyšnost impregnovaného materiálu. Po vstřebání a zaschnutí je impregnace bez zápachu, odolává soli, brání tvorbě skvrn, nepřijímá prach ani jiné nečistoty a nezpůsobuje tuhnutí materiálů.

Umožňuje materiálům dýchat, a proto jím lze bezpečně a spolehlivě ošetřit vnější povrch oděvů, obuvi a dalších výrobků s nepromokavými prodyšnými systémy. Přípravek neobsahuje chlorová rozpouštědla, freony [14,19].

#### **Výhody:**

- bez zápachu
- stačí pouze jeden nástřik
- vhodný také na "opravu" impregnace, když potřebujeme naimpregnovat pouze více exponovaná místa [14,19].

Na obrázku číslo 10 je znázorněn polysiloxanový řetězec.



*Obr. 10 Polysiloxanový řetězec*

### 3.1.1. Dostupné impregnační prostředky na českém trhu

Tabulka č. 1

<b>Přehled impregnačních přípravků na outdoorové materiály</b>			
<b>Značka výrobce</b>	<b>Impregnační prostředky podle aplikace</b>		
	<b>práním</b>	<b>v aerosolu</b>	<b>s mechanickým rozprašovačem</b>
<b>ATSKO</b>		Silicone Water-Guard®, Permanent Water-Guard®	Permanent Water-Guard®
<b>TARRAGO</b>	HIGHTECH Liquid Protector	HIGHTECH Nano Protector, Trekking Silicone Protector	
<b>NIKWAX</b>	Wash-in TX.Direct		TX.Direct®
<b>GRANGERS</b>		Superpruf	XT Proofer
<b>HOLMENKOL</b>		Textile Proof	
<b>MCNETT</b>			REVIVEX

V tabulce číslo 1 je uveden přehled impregnačních přípravků na outdoorové materiály na českém trhu. Jsou zde uvedeny nejznámější značky výrobců a dále jsou zde uvedeny možné aplikace impregnačních prostředků. Jak je patrné z tabulky, nejvíce se vyrábí impregnační prostředky v aerosolu, dále pak s mechanickým rozprašovačem a nejméně se provádí impregnace pomocí praní.



## PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část této bakalářské práce spočívá v proměření 5 vybraných outdoorových materiálů a jedné tkaniny ze 100% bavlny, která byla zařazena do měření, pro velký kontrast proti outdoorovému materiálu na:

- paropropustnost
- větruodolnost
- perličkový efekt
- úhel smáčení

a porovnáním účinnosti použitých waterrepellent přípravků.

Vzorky byly proměřeny na níže uvedených přístrojích a výsledky jsou uvedeny a popsány v grafech a v tabulkách.

### Postup měření

1. Proměření výchozího stavu vzorků na přístrojích PERMETEST, FX 3300, zkrápěcím zařízení a dále na přístroji měřícím úhel smáčení.
2. Následně byly vzorky materiálů naimpregnovány waterrepellent přípravky dle návodu uvedeného na obalu přípravku. Takto upravené vzorky byly opět proměřeny na zmíněných přístrojích.
3. Naimpregnované vzorky byly dále vyprány jedním pracím cyklem v pračce a následně sušeny v sušičce a naposledy proměřeny.

## 4. POPIS JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ MATERIALU

Druhy materiálů, na kterých bylo prováděno měření účinnosti waterrepellent přípravků, jsou následující:

MATERIÁL 1: GORE-TEX® Paclite, jedná se o mikroporézní, hydrofobní membránu z polytetrafluoretylenu (teflonu)



*Obr. 11 Materiál 1*

MATERIÁL 2: 100 % nylon s waterrepellent úpravou



*Obr. 12 Materiál 2*

MATERIÁL 3: 100 % nylon bez úpravy



*Obr. 13 Materiál 3*

MATERIÁL 4: soft shell s hydrofilní, neporézní membránou



*Obr. 14 Materiál 4*

MATERIÁL 5: syntetický materiál s hydrofilní, neporézní membránou



*Obr. 15 Materiál 5*

MATERIÁL 6: tkanina v plátňové vazbě ze 100 % bavlny



*Obr. 16 Materiál 6*

## 5. POUŽITÉ WATERREPELLENT PŘÍPRAVKY

V bakalářské práci byly na zkušební vzorky nanášeny tři druhy waterrepellent přípravků na různé bázi a to na bázi nano částic, fluoropolymeru a silikonu.

### **HIGHTECH Nano Protektor Spray**

Impregnace od výrobce značky TARRAGO, se prodává na trhu průměrně za 306 Kč/ 400 ml. Impregnace, jednotlivá vlákna impregnovaného výrobku obalí a stanou se tak výrazně odolnější proti vodě a nečistotám [14].

*Obr. 17 HIGHTECH  
Nano Protektor*



### **Permanent Water-Guard®**

Impregnace od výrobce značky ATSKO, se prodává na trhu průměrně za 246 Kč/ 285 ml. Permanent Water-Guard® je přípravek typu DWR s vysokou a trvanlivou účinností proti vodě a špíně. Obnovuje prodyšnou vodoodpudivost vnější vrstvy u všech vodoodpudivých a nepromokavých prodyšných systémů. Odpuzuje špínu, mastnoty, soli, oleje, a tím zabraňuje znečištění, tvorbě skvrn a poškozování materiálů [17].

*Obr. 18 Permanent  
Water-Guard®*



### **Trekking Silicone Protector spray**

Silikonová impregnace od výrobce značky TARRAGO, se prodává na trhu průměrně za 260 Kč/ 400 ml. Impregnace vytváří vysoce vodoodpudivou vrstvu a tím účinně chrání před mokrem, vlhkostí, mastnotami, olejovými skvrnami a hlubokým znečištěním [19].

*Obr. 19 Trekking  
Silicone protector*



Způsob užívání prostředků dle pokynů výrobce: před použitím byl přípravek dobře protřepán ve svislé poloze. Následně rovnoměrně nastříkán ze vzdálenosti přibližně 30 cm na čistý a suchý povrch vzorků a nakonec nechán uschnout.

Zkušební vzorky byly před posledním měřením vyprány přípravkem **Sport-Wash®** od značky ATSKO. Prací prostředek Sport-Wash® slouží pro praní všech outdoorových materiálů, a přitom je dostatečně účinný, aby odstranil pachy i nejodolnější skvrny (např. od hlíny, krve a trávy). Prací prostředek Sport-Wash® je na bázi nanotechnologie, nezanechává díky schopnosti dokonalého vymáchání nic, co by mohlo vydávat vůni nebo pach, ucpávat póry nebo odrážet světlo pomocí zjasňujících přísad.



Obr. 20 Sport-Wash®

Přípravek obnovuje prodyšnost a vodoodpudivost trvanlivé vodoodpudivé úpravy (DWR) z výroby. Přípravek neobsahuje bělidla, fosfáty, barviva, enzymy, změkčovadla textilu (aviváže), zjasňovače nebo vonící přísady [20].

Způsob užívání prostředku dle pokynů výrobce: Potřebný počet aplikací je pouze jedna. Způsob aplikace je praním v pračce nebo ručním praním. Dávkování pro praní v pračce je 30ml na normálně zašpiněný oděv, 45ml na silně znečištěný oděv. Nezáleží na teplotě vody, protože přípravek pere stejně dobře v teplé i studené vodě [20].

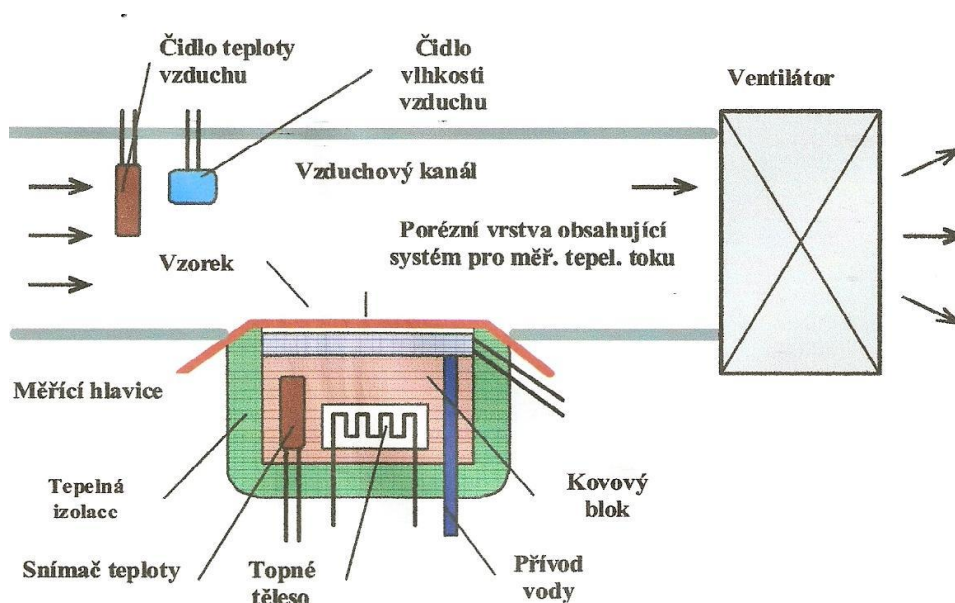
## 6. POPIS PŘÍSTROJŮ

Zde je uveden seznam jednotlivých přístrojů, na kterých bylo prováděno měření, praní a sušení:

- PERMETEST
- FX 3300
- ZKRÁPĚCÍ ZAŘÍZENÍ
- ÚHEL SMÁČENÍ
- AUTOMATICKÁ PRAČKA
- SUŠIČKA PRÁDLA

## **PERMETEST**

Přístroj PERMETEST je speciální přenosný přístroj umožňující rychlé a zároveň neničivé měření paropropustnosti a tepelného odporu. Přístroj je svou podstatnou tzv. SKIN MODEL malých rozměrů založený na přímém měření tepelného toku procházejícího povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zavlažován, čímž se simuluje funkce ochlazování pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována [2].



Obr. 21 Schéma přístroje PERMETEST

### **Měření paropropustnosti a výparného odporu**

Při měření je hlavice (skin model) udržována na teplotě okolního vzduchu a tím jsou zajištěny izotermické podmínky měření. Vlhkost v porézní vrstvě se mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Výparný odpor je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. V obou případech se nejdříve měří tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky [2].

Relativní propustnost textilií pro vodní páry  $p$  [%], což je

nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok  $q_0$ , vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží o hodnotu  $q_v$  [2].

Paropropustnost se vypočítá dle vzorce:

$$p = 100(q_v/q_0) \quad [\%] \quad (1)$$

Výparný odpor

$$Ret = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_0^{-1}) \quad [\text{Pa} \cdot \text{m}^2/\text{W}] \quad (2)$$

$P_m$ ..... nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa]

$P_a$ ..... parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa] [2].

### **Měření tepelného odporu**

Měřicí hlavice musí být suchá a udržována na teplotě 10-20°C. Tepelný tok odváděný ze vzorku konvencí do okolního proudícího vzduchu je registrován.

VÝHODY:

- nedestrukční způsob měření – možnost vkládat textilní výrobek vcelku
- malý rozměr, který umožňuje přenést přístroj na jakékoliv místo
- krátká doba měření (2 - 3 minuty)
- možnost měření v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách [2].

### **FX 3300**

Tento přístroj slouží k měření paropropustnosti textilií pro vzduch neboli prodyšnosti a je výrobkem švýcarské firmy TEXTEST AG. Princip spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy testované textilie a měření takto vyvolaného průtoku vzduchu. Měřená textilie se vkládá do přístroje vcelku a tak není třeba vystříhnout vzorek o speciálních rozměrech [2].



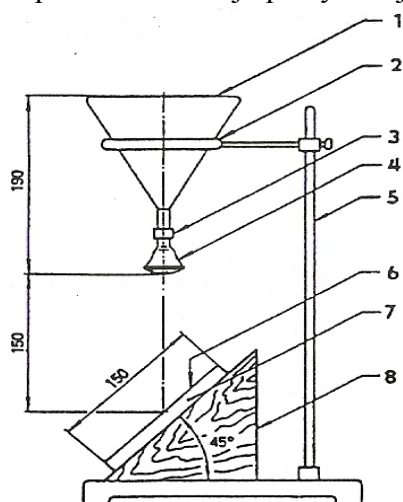
Obr. 22 Přístroj FX 3300

## ZKRÁPĚCÍ ZAŘÍZENÍ

Zkušební vzorek byl upevněn do držáku pod úhlem 45° lícem nahoru a umístěn na podložku. 250 ml vody se rychle, avšak nepřetržitě nalilo do nálevky tak, aby zkrápění bylo od začátku kontinuální. Ihned po ukončení zkrápění se držák se zkušebním vzorkem sejmul a dvakrát silně oklepán o masivní předmět (v protilehlých bodech rámečku). Během tohoto postupu musí být plošná textilie ve vodorovné poloze s lícem vespodu. Po oklepnutí byl zkušební vzorek ponechán



v držáku a hodnotil se podle předepsané srovnávací stupnice. Zkušebnímu vzorku byla udělena hodnota pro smáčení povrchu, vždy podle toho, který z těchto pozorovaných stupňů smáčení nejlépe vystihuje [21].



1. Skleněná nálevka o průměru 150 mm
2. Kruhový držák
3. Pryžová kruhová spojka
4. Nástavec pro zkrápění vody
5. Stojan
6. Vzorek
7. Držák vzorku
8. Podstavec [21]

Obr. 24 Schéma zkrápěcího zařízení

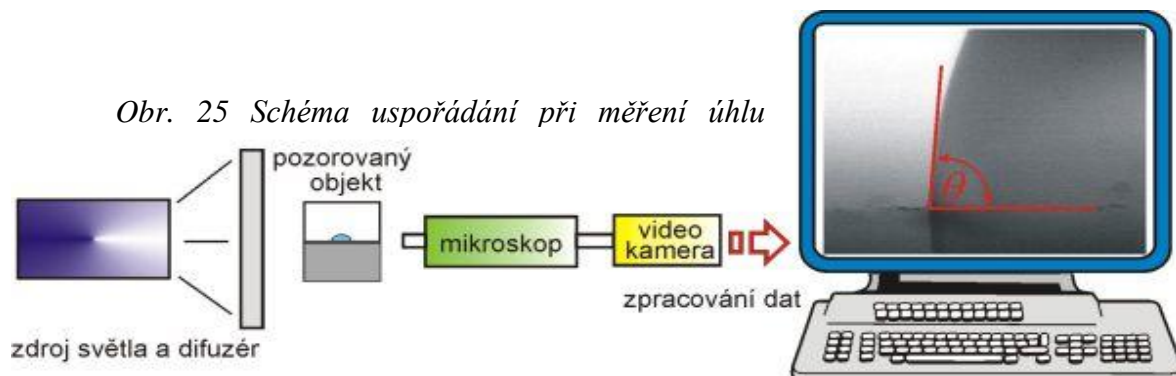
## MĚŘENÍ ÚHLU SMÁČENÍ

Úhel smáčení je jednou z mála přímo měřitelných vlastností fázového rozhraní pevná látka/kapalina/plyn. Může být stanoven přímým goniometrickým měřením nebo nepřímými, tenziometrickými metodami, popř. metodami založenými na geometrické analýze tvaru menisku [22].

Při měření úhlu smáčení pro zpracování bakalářské práce byla zvolena metoda, kdy byl vzorek umístěn na kovové destičce a snímán pomocí mikroskopu s videokamerou do počítače. Na vzorek byla pomocí mikropipety nanášena kapka vody o velikosti 10  $\mu$ l.



Jako softwarový systém byl zvolen LUCIA G pro analýzu obrazu. Systém umožňuje komunikaci mezi snímacím zařízením (kamerou), snímací kartou a počítačem [23]. Při použití videokamery pro snímání obrazu kapky a počítače pro jeho digitalizaci a vyhodnocení se přesnost zvyšuje a lze očekávat stanovení úhlu smáčení s přesností okolo 1°.



## AUTOMATICKÁ PRAČKA

Zkušební vzorky byly před posledním proměřováním vyprané v automatické pračce Miele PROFESSIONAL. Pro praní byl zvolen takový program, aby odpovídal doporučené údržbě materiálů, proto byl zvolen program na outdoorové materiály. Samotné praní probíhalo při teplotě 30°.



Obr. 26 Automatická pračka Miele PROFESSIONAL

## SUŠIČKA PRÁDLA

Vyprané vzorky byly vysušeny v kondenzační sušičce prádla Miele PROFESSIONAL. Zde byl také zvolen takový program, aby odpovídal doporučené údržbě materiálů, proto byl zvolen také program na outdoorové materiály



Obr. 27 Sušička prádla Miele PROFESSIONAL

## 6.1. Výsledky měření na paropropustnosti a výparného odporu na přístroji PERMETEST

Měření probíhalo v laboratoři KHT za těchto klimatických podmínkách:

1. Měření bez úpravy

TEPLOTA 24,1 °C

VLHKOST 22 %

2. Měření po nanesení waterrepellent přípravků

TEPLOTA 21,9 °C

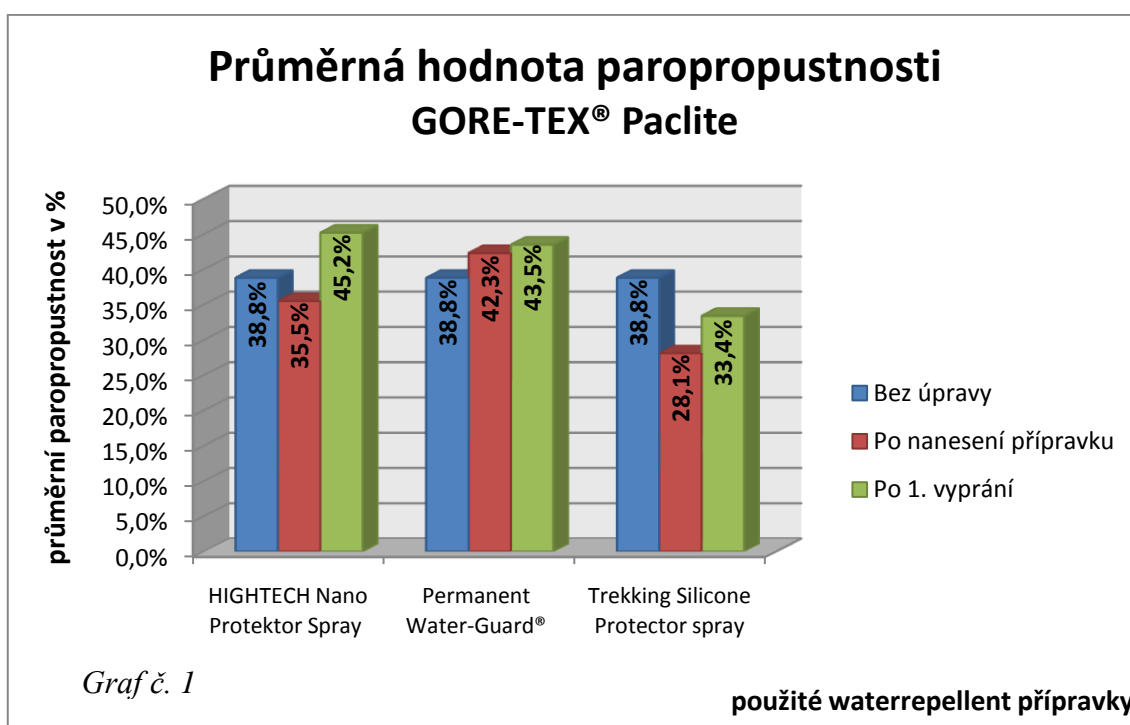
VLHKOST 22 %

3. Měření po 1. vyprání

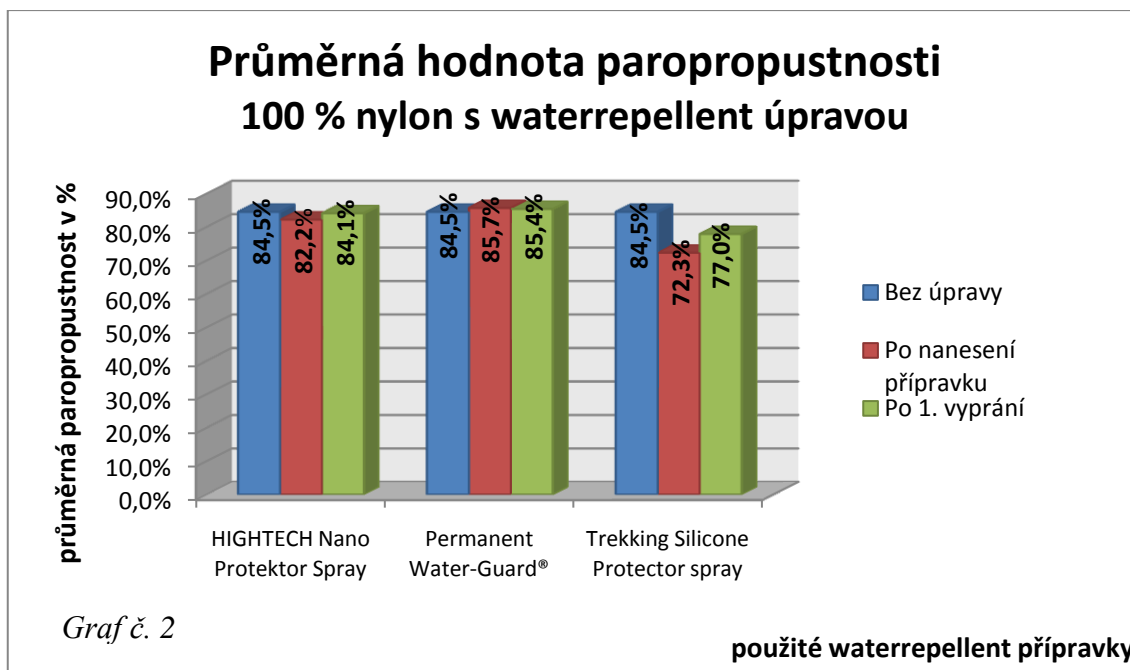
TEPLOTA 22,6 °C

VLHKOST 24 %

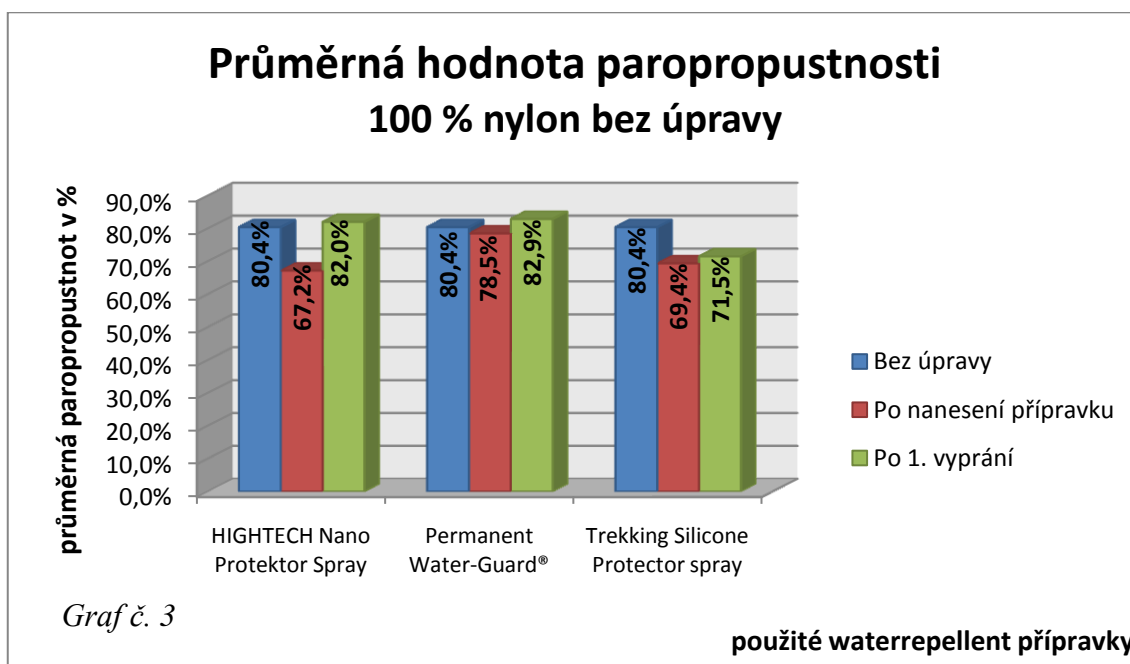
Každý ze vzorků byl 3x proměřen a průměrné hodnoty paropropustnosti a výparného odporu jsou uvedeny a popsány v následujících grafech a tabulce.



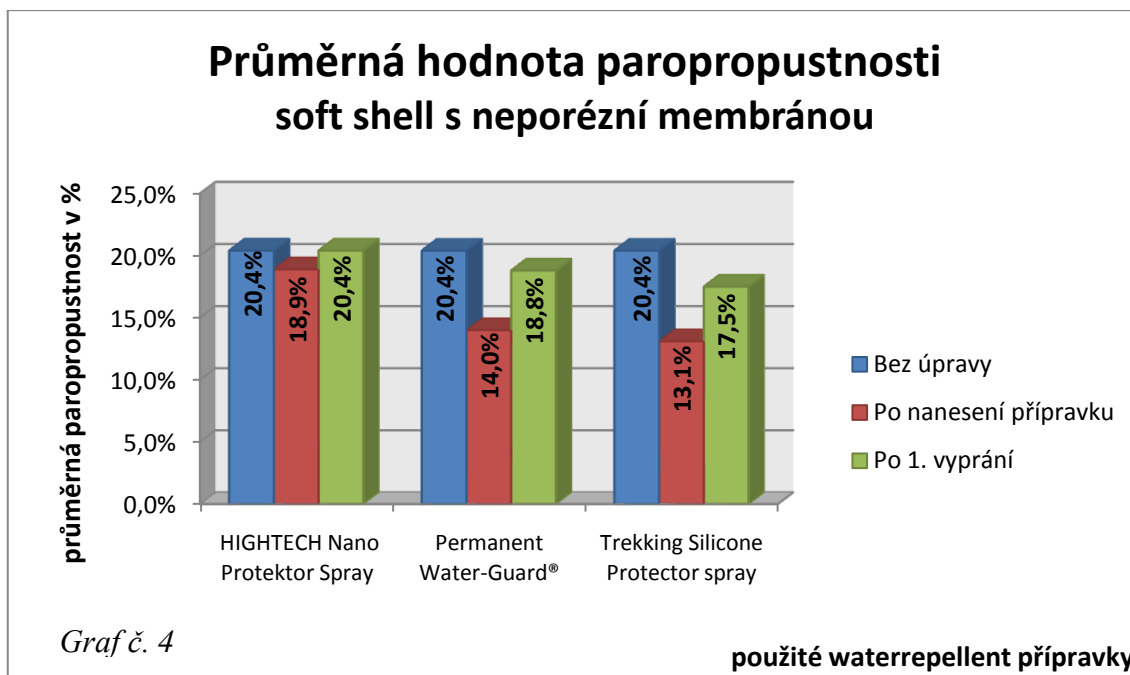
Z grafu číslo 1 lze vyčíst, že po nanesení waterrepellent přípravků se ve většině případů paropropustnost pro vodní páry snížila a po vybrání opět obnovila.



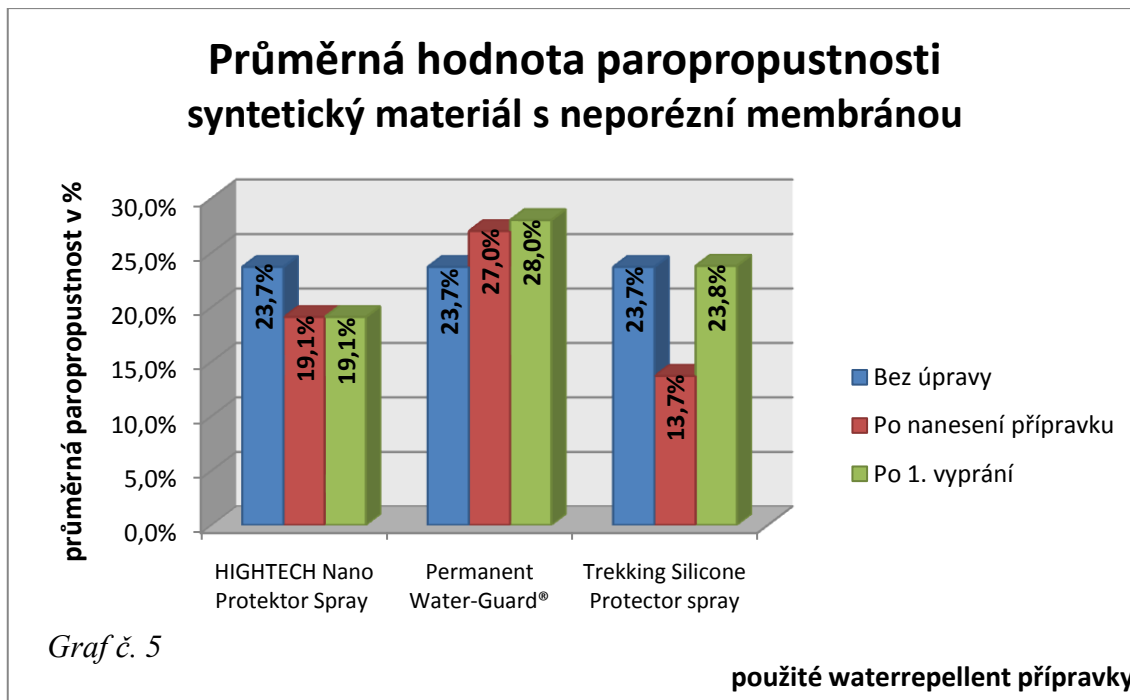
Na grafu číslo 2 je vidět, že materiál je velmi paropropustný a dosahuje vysokých hodnot a změny jsou patrné pouze u vzorku, kde byla použita impregnace Trekking Silicone Protector spray.



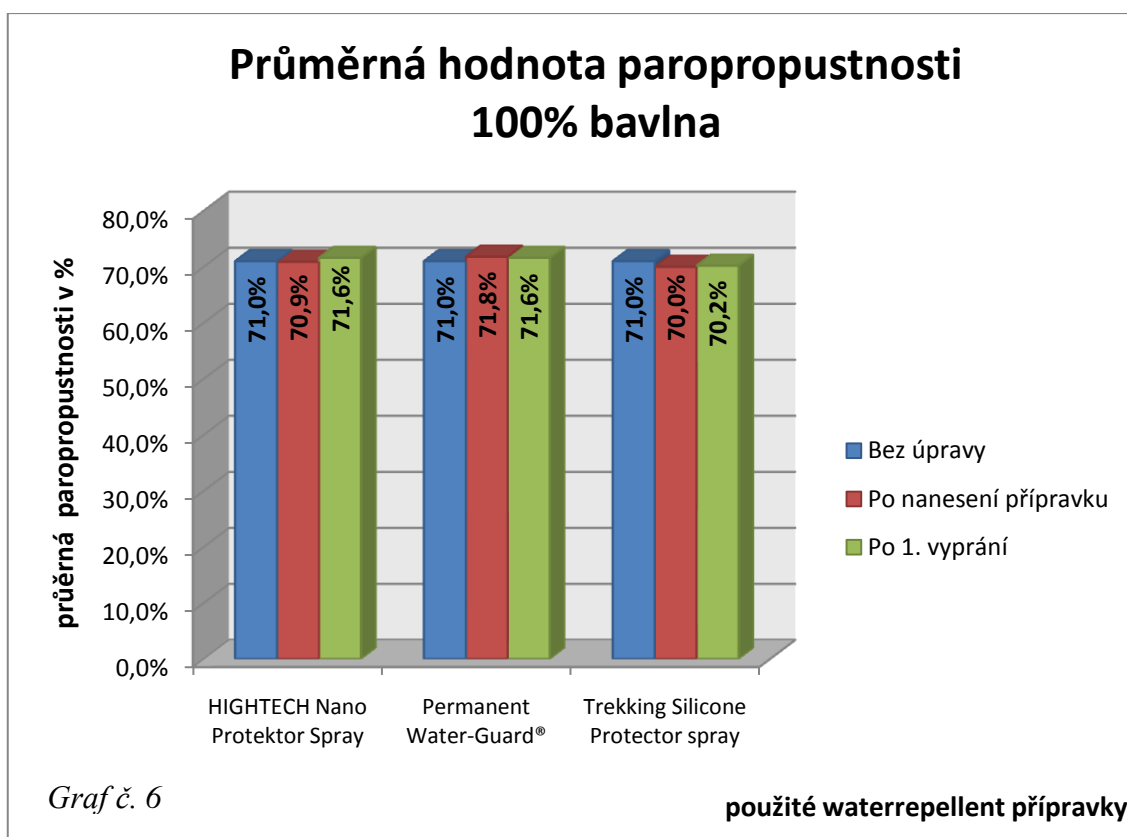
Z grafu číslo 3 je patrné, že po nanesení waterrepellent přípravků se paropropustnost pro vodní páry snížila a to zejména u vzorku s použitou impregnací HIGHTTECH Nano Protektor Spray a u vzorku s impregnací Trekking Silicone Protector spray. Po vyprání se paropropustnost opět zvýšila a ve dvou případech dokonce více než zpočátku. Zde jsou hodnoty paropropustnosti také vysoké.



Na tomto grafu číslo 4 jsou hodnoty paropropustnosti velmi nízké a po nanesení přípravků se tyto hodnoty ještě zhoršily.



Na grafu číslo 5 jsou hodnoty paropropustnosti nízké avšak u vzorku s použitou impregnací Permanent Water-Guard® se hodnoty po nanesení a po vyprání o něco zvýšily. Oproti tomu u vzorku s přípravkem Trekking Silicone Protector spray se paropropustnost po nanesení výrazně snížila.



Na grafu číslo 6 jde vidět, že nanesení přípravků či vyprání vzorků nemělo na paropropustnost skoro žádný vliv.

Dále byl na přístroji PERMETEST hodnocen výparný odpor označován také Ret v  $\text{Pa}/\text{m}^2/\text{W}$ .

*Tabulka č. 2*

Klasifikace paropropustnosti pro vodní páry dle stávající normy ISO 11092	
<b>Ret &lt; 6</b>	velmi dobrá
<b>Ret 6 - 13</b>	dobrá
<b>Ret 13 -20</b>	uspokojivá
<b>Ret &gt; 20</b>	neuspokojivá

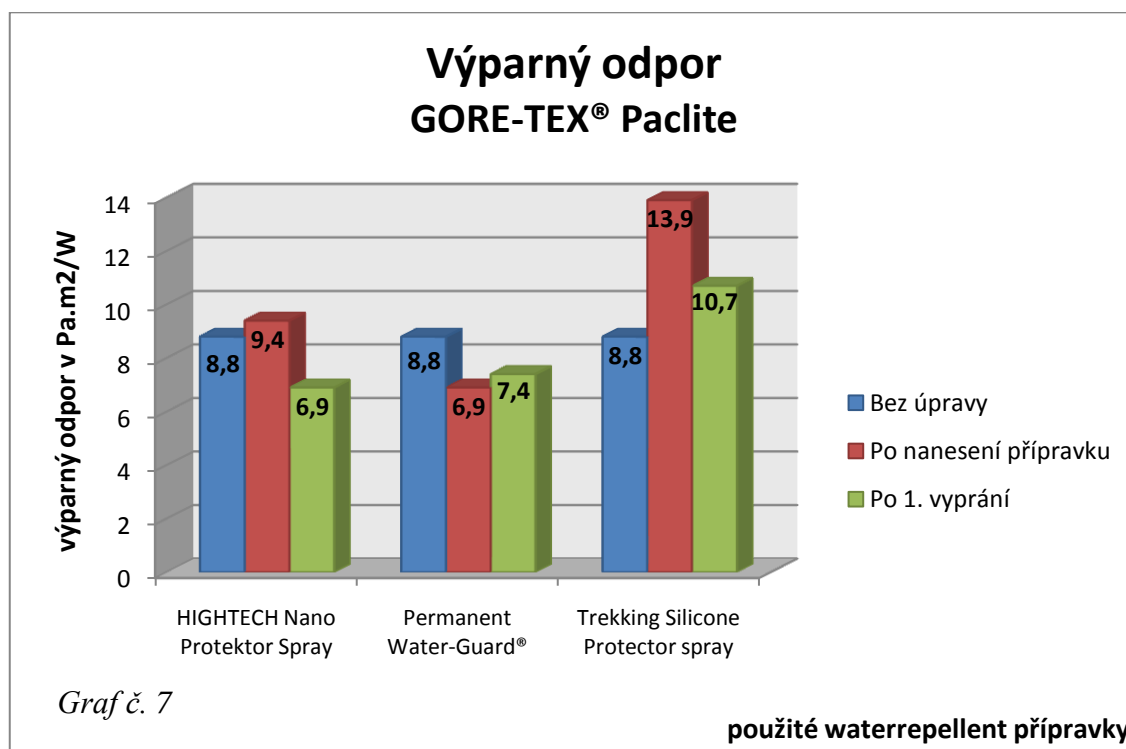
[2]

V tabulce číslo 2 je uvedena klasifikace paropropustnosti pro vodní páry, kde je možno vyčíst, zda je výparný odpor vyhovující či nikoliv.

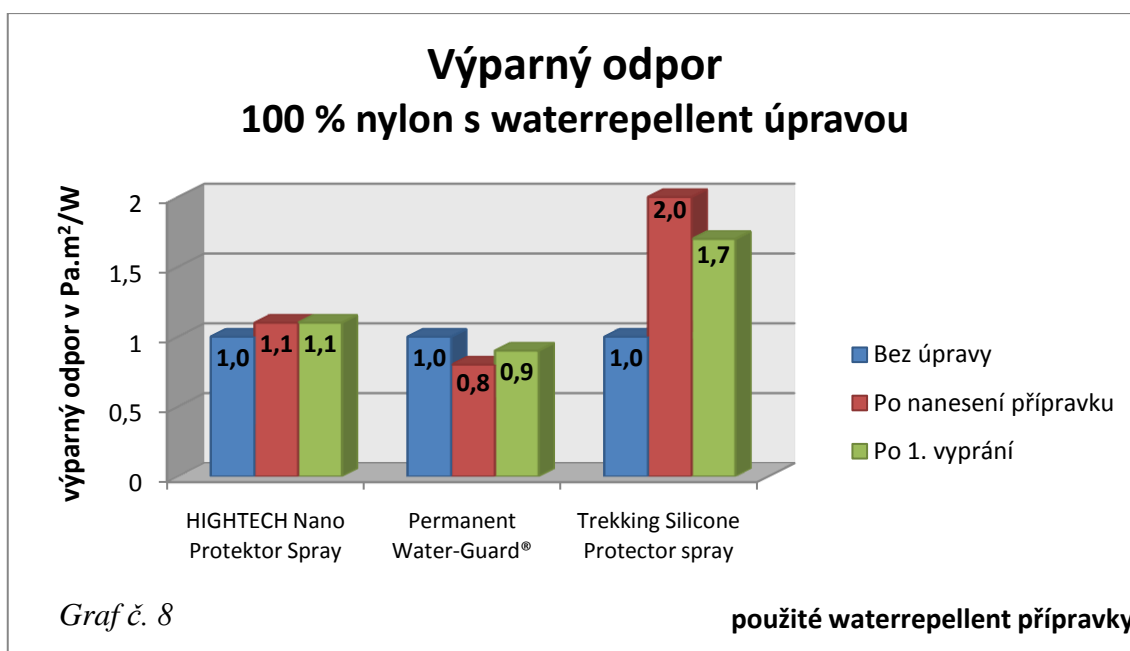
Tabulka č. 3

MATERIÁL	HODNOTY VÝPARNÉHO ODPORU
GORE-TEX® Paclite	Ret 6,9 - 13,9
100 % nylon s úpravou	Ret 0,8 - 2
100 % nylon bez úpravy	Ret 1,2 -2,4
soft shell s neporézní membránou	Ret 21,8 – 35,2
syntetický materiál s neporézní membránou	Ret 13 -33,9
100% bavlna	Ret 1,8 – 2,9

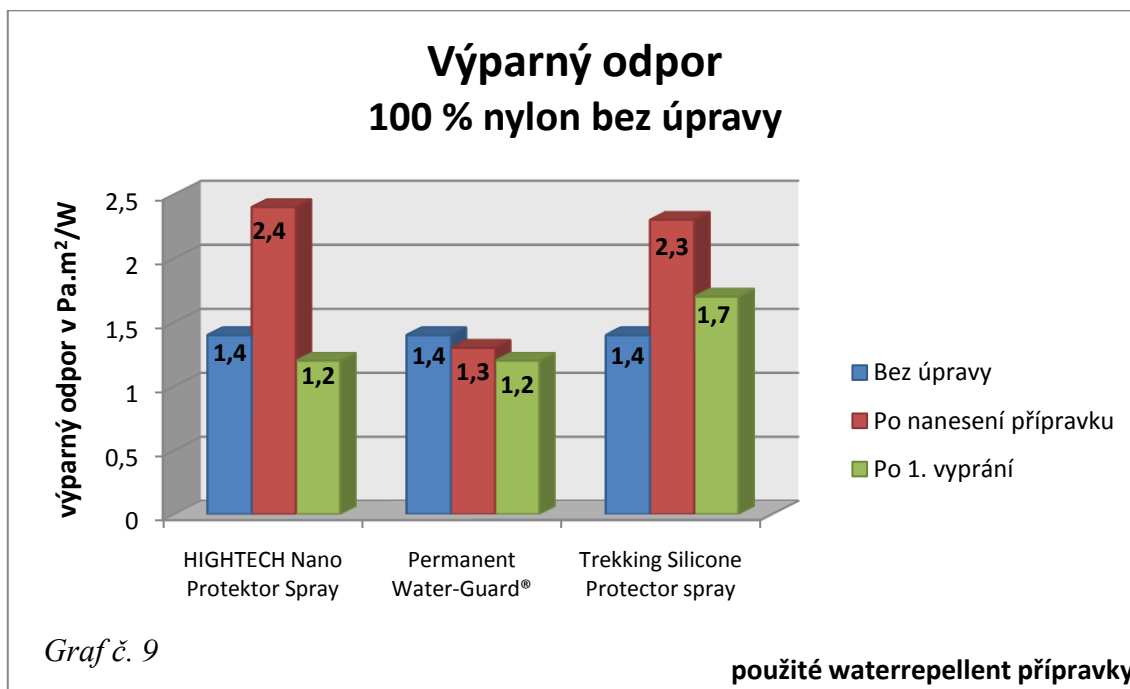
V tabulce číslo 3 jsou vidět naměřené hodnoty výparného odporu, které jsou níže zakresleny v grafech.



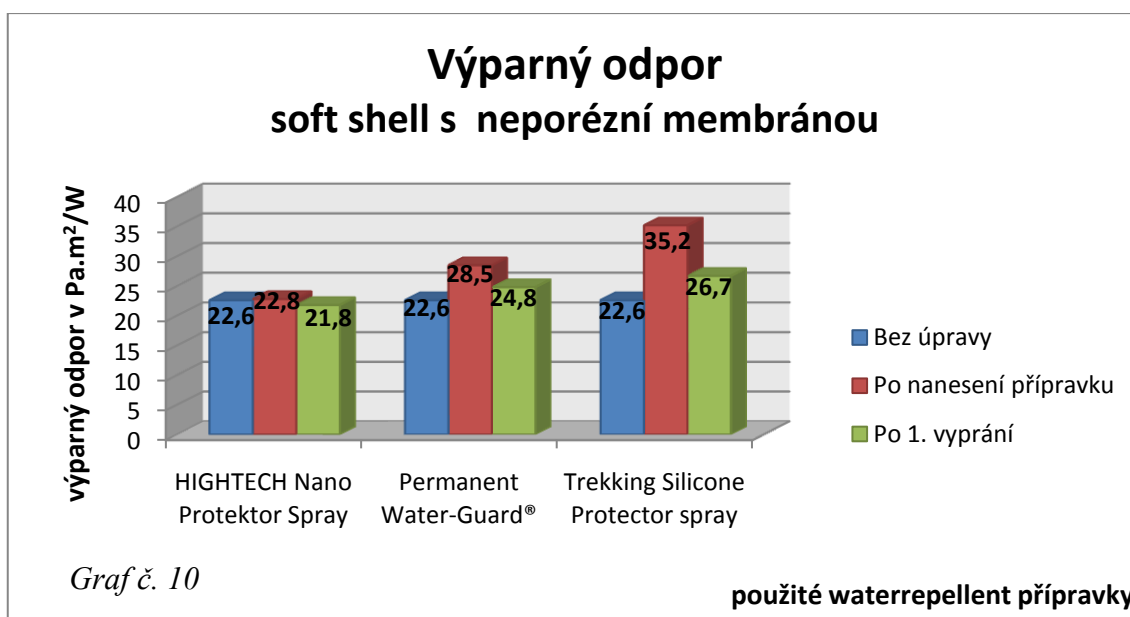
Na grafu číslo 7 je vidět výrazné zhoršení výparného odporu po nanesení přípravku Trekking Silicone Protector spray.



Z grafu číslo 8 je patrné, že po použití impregnace Trekking Silicone Protector spray se výparný odpor zhoršil, ale je stále velmi dobrý.

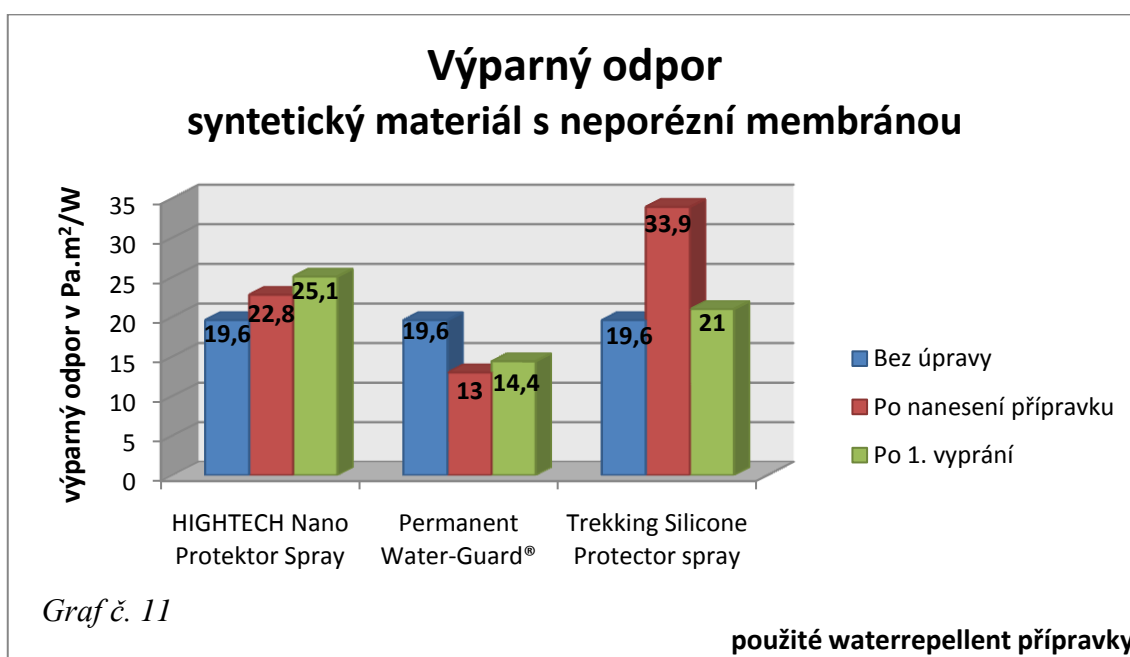


Z grafu číslo 9 lze vyčíst, že impregnace Permanent Water-Guard® neměla vliv na výparný odpor.



Graf č. 10

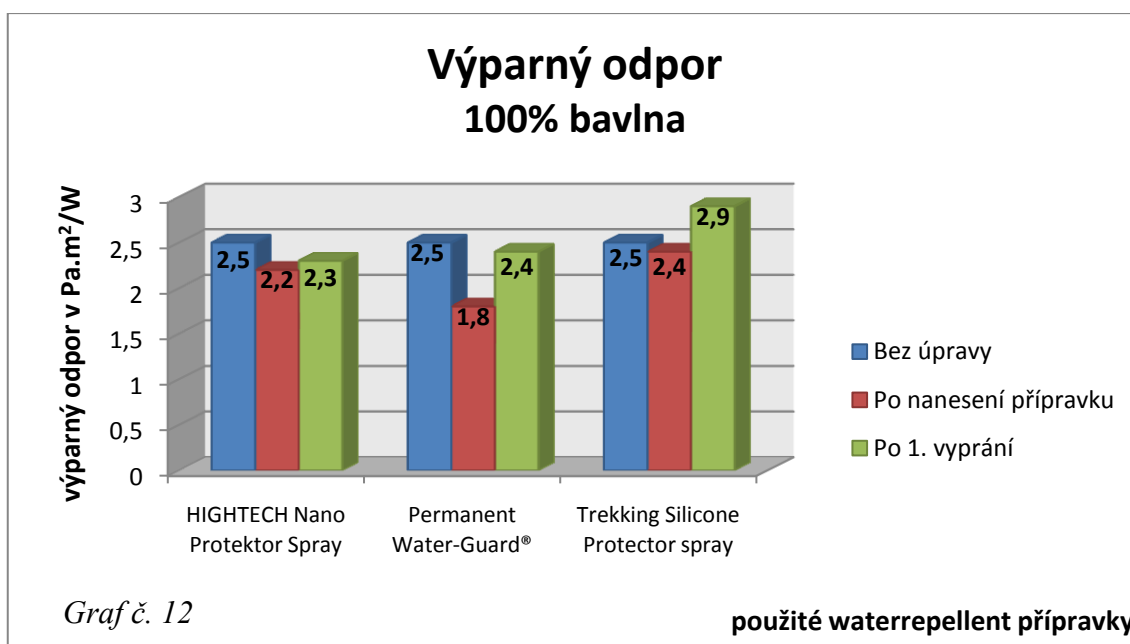
Z grafu číslo 10 je patrné, že impregnace Trekking Silicone Protector spray měla největší vliv na zhoršení výparného odporu. Všechny hodnoty výparného odporu jsou neuspokojivé.



Graf č. 11

Na grafu číslo 11 je vidět, že impregnace Trekking Silicone Protector spray opět výrazně zhoršila výparný odpor.





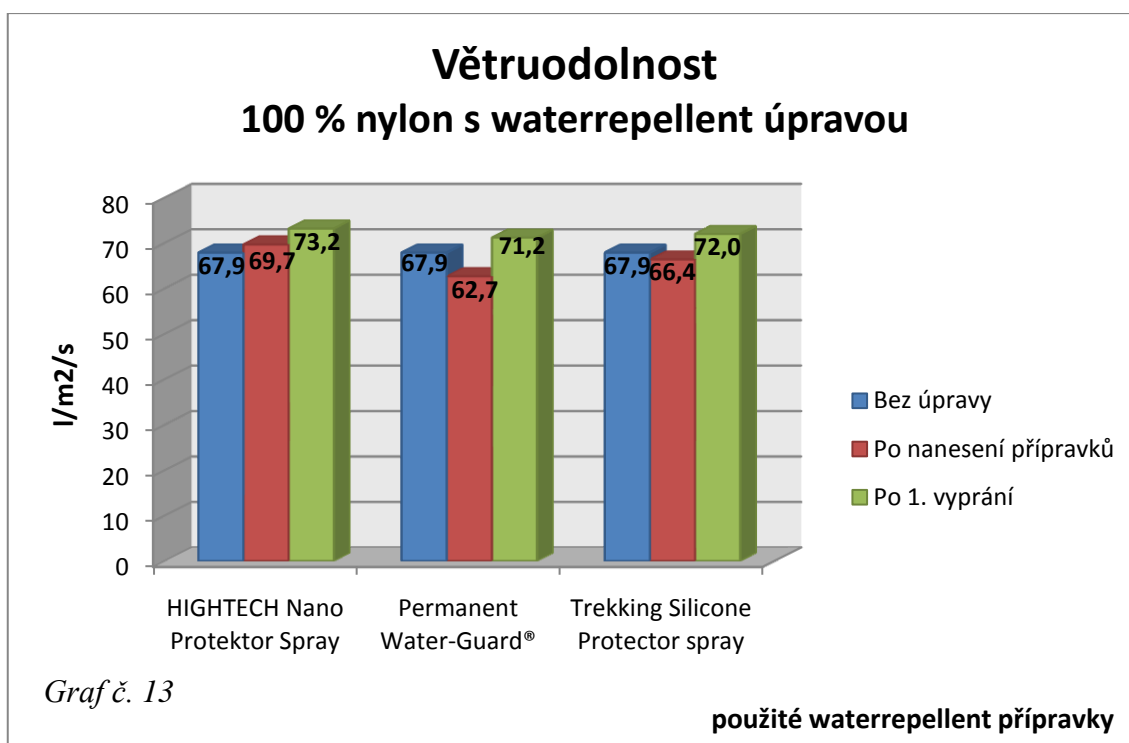
Na grafu číslo 12 vidíme, že žádná impregnace neměla výrazný vliv.

## 6.2. Výsledky měření propustnosti pro vzduch (větruodolnosti) na přístroji FX 3300

Měření probíhalo v laboratoři KHT za stejných klimatických podmínek jako u přístroje PERMETEST.

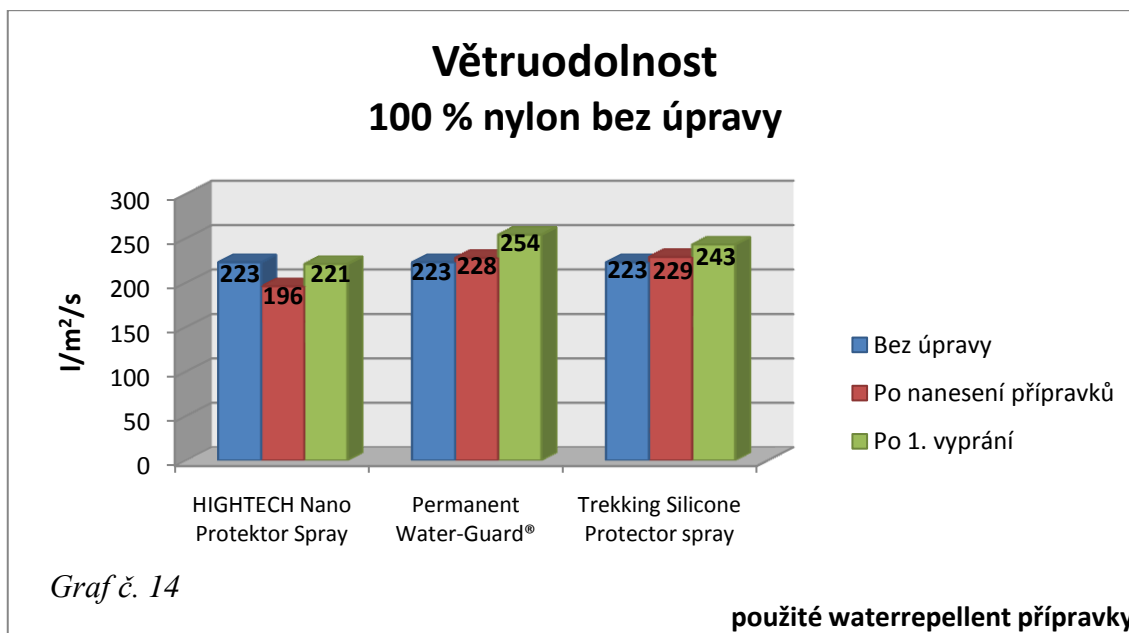
Každý ze vzorků byl 5x proměřen při přetlaku 100 Pa a výsledky jsou měřeny v jednotkách  $l/m^2/s$  a proměřené hodnoty propustnosti pro vzduch uvedeny v následujících grafech.

U materiálu **GORE-TEX® Paclite** a u syntetického materiálu s neporézní membránou byla vždy naměřena hodnota propustnosti pro vzduch  $0 l/m^2/s$ , což znamená, že materiál je 100% větruodolný.



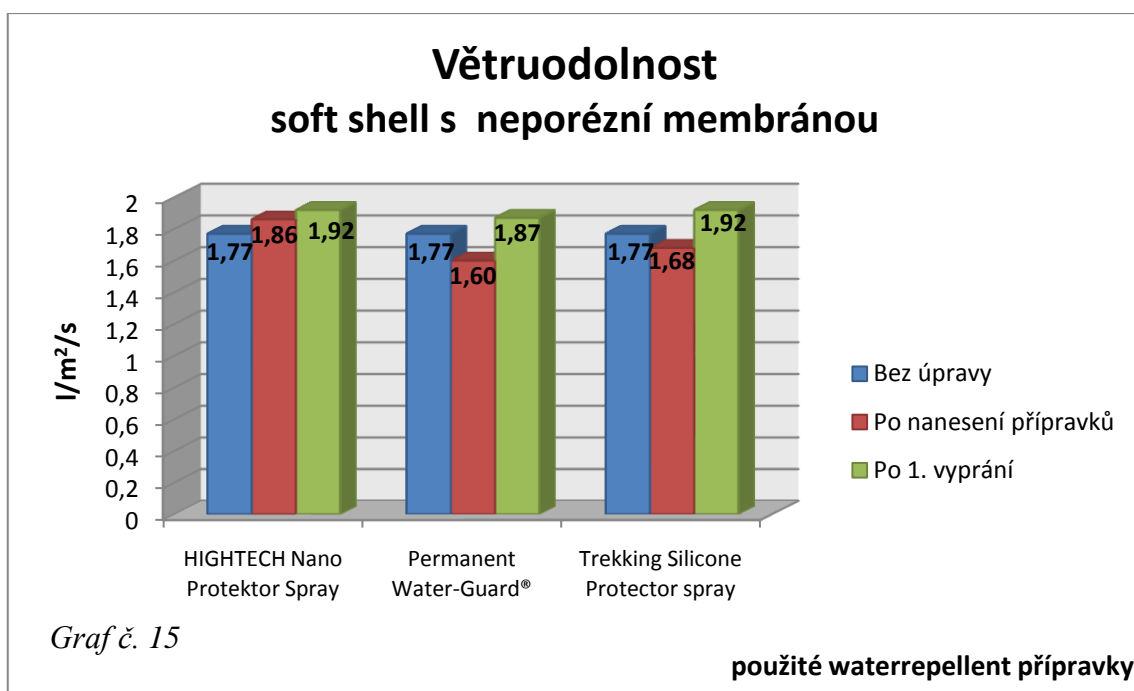
Graf č. 13

Na grafu číslo 13 je vidět, že nanesení waterrepellent přípravků nemělo na větruodolnost téměř žádný vliv.



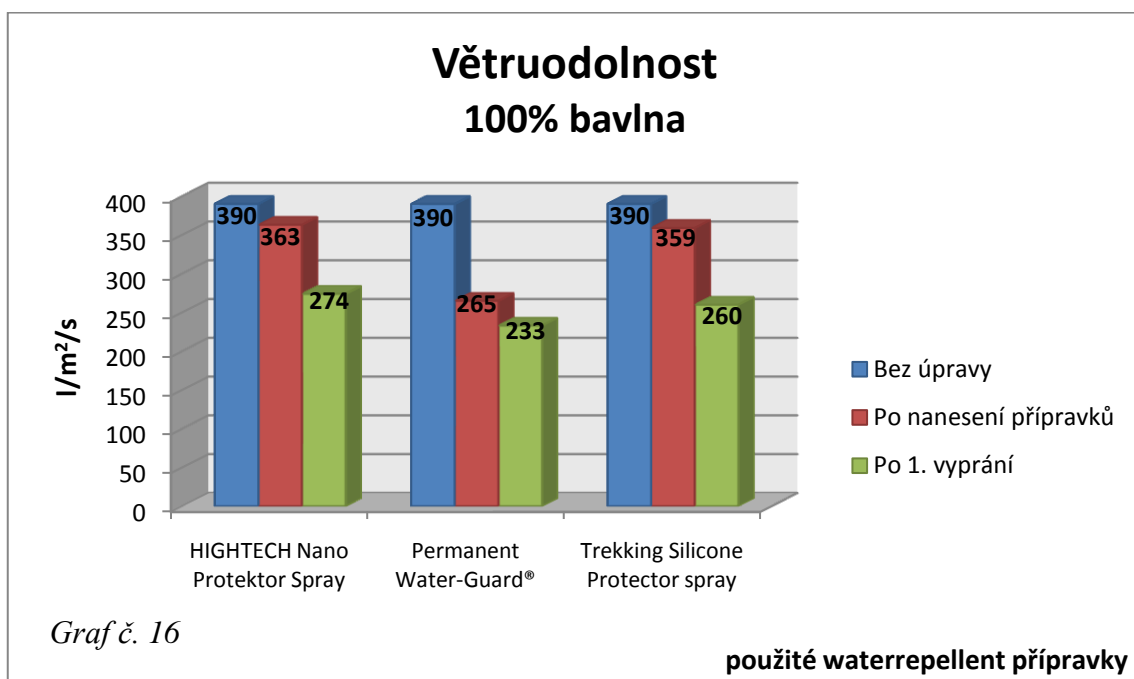
Graf č. 14

Z grafu číslo 14 vyplývá, že impregnace neměla výrazný vliv na větruodolnost.



Graf č. 15

Na grafu číslo 15 nelze vidět výraznou změnu po nanesení waterrepellent přípravků.

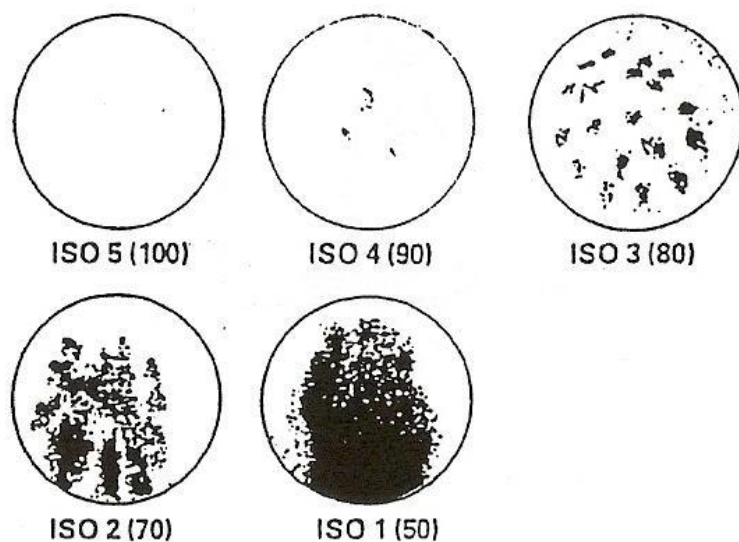


Graf č. 16

Z grafu číslo 16 lze vyčíst výrazné zhoršení větruodolnosti po nanesení impregnace a ještě větší zhoršení po vyprání.

### 6.3. Výsledky měření odolnosti vůči povrchovému smáčení (perličkový efekt) na zkrápěcím zařízení

Měření probíhalo na katedře KTC.



*Obr. 28 Stupnice ISO pro hodnocení zkrápění*

- ISO 5- žádné ulpění nebo smočení povrchu
- ISO 4- nepatrné ulpění nebo smočení povrchu
- ISO 3- smočení povrchu ve zkrápěných bodech
- ISO 2- částečné smočení celého povrchu
- ISO 1- celkové smočení celého povrchu [21]

V tabulce číslo 4 jsou uvedeny hodnoty ISO bez použití impregnace, za použití impregnace a po vyprání, kde impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray je značena jako A, impregnace Permanent Water-Guard<sup>®</sup> značena jako B a impregnace Trekking Silicone Protector spray jako C.

Tabulka č. 4

MATERIÁL	bez úpravy	A	B	C	A po vyprání	B po vyprání	C po vyprání
GORE-TEX® Paclite	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
100 % nylon s úpravou	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
100 % nylon bez úpravy	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
soft shell s neporézní membránou	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
syntetický materiál s neporézní membránou	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
100% bavlna	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

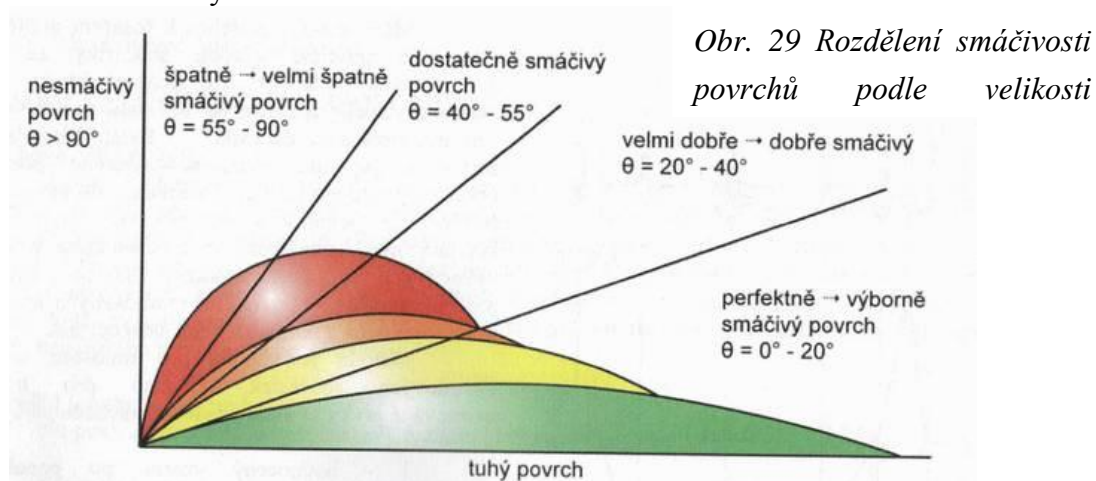
U všech vzorků materiálů se po použití impregnace zvýšila odolnost vůči povrchovému smáčení a zůstala zvýšena i po vyprání. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při aplikaci impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray.

U 100% nylonu bez úpravy a u 100% bavlny došlo k výraznému zlepšení odolnosti vůči povrchovému smáčení, avšak po vyprání odolnost opět poklesla.

Fotografie z měření perličkového efektu jsou uvedeny v příloze.

## 6.4. Výsledky měření úhlu smáčení

Na obrázku číslo 27 jsou vidět hodnoty úhlu smáčení, ve kterých hodnotíme, zda je materiál smáčivý či nikoliv.



V tabulce číslo 5 jsou uvedeny hodnoty úhlu smáčení bez použití impregnace, za použití impregnace a po vyprání, kde impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray je značena jako A, impregnace Permanent Water-Guard<sup>®</sup> značena jako B a impregnace Trekking Silicone Protector spray jako C.

Tabulka č. 5

MATERIÁL	bez úpravy	A	B	C	A po vyprání	B po vyprání	C po vyprání
GORE-TEX <sup>®</sup> Paclite	101°	108°	102°	102°	101°	102°	101°
100 % nylon s úpravou	102°	111°	102°	107°	110°	106°	106°
100 % nylon bez úpravy	0°	98°	56°	97°	55°	77°	94°
soft shell s neporézní membránou	97°	107°	114°	98°	106°	110°	106°
syntetický materiál s neporézní membránou	101°	102°	102°	100°	101°	102°	98°
100% bavlna	0°	108°	53°	99°	83°	60°	91°

Z tabulky číslo 5 plyne, že u materiálů 3 a 6 bez úpravy nebylo možné změřit úhel smáčení (kapka se do materiálu vsákla během několika vteřin). Ve všech případech hodnota úhlu smáčení po nanesení impregnace vzrostla a nejvíce u impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo prostudovat a měřením zjistit, které waterrepellent přípravky, běžné k dostání pro konečného spotřebitele, jsou nejvhodnější k použití na outdoorové materiály. Práce se zabývá hodnocením třech různých waterrepellent přípravků vyrobených na bázi nano částic, fluoropolymeru a silikonu. Účinnost impregnace byla zkoumána na pěti různých outdoorových materiálech a jedné tkanině ze 100% bavlny. Zkoumané materiály byly měřeny a hodnoceny na paropropustnost, výparný odpor, větruodolnost, perličkový efekt a úhel smáčení. U každé funkce je uvedena metoda měření, popis přístroje, který tuto funkci měří. Do bakalářské práce nebylo zařazeno měření hydrostatické odolnosti, důvodem bylo nedostatečné množství vzorků materiálů (měřením se materiály deformují a nelze je dále použít pro další měření).

V této práci byla prostudována problematika v oblasti outdoorových materiálu, zvláště pak membrány, a to jak mikroporézní, tak i neporézní a jejich doporučená údržba. Dále byla provedena rešerše waterrepellent přípravků a vytvořena tabulka se seznamem impregnačních přípravků dosažitelných na českém trhu. Pro tuto bakalářskou práci byly vybrány impregnace HIGHTECH Nano Protektor Spray (na bázi nano částic), Permanent Water-Guard® (na bázi fluoropolymeru) a impregnace Trekking Silicone Protector spray (na bázi silikonu).

Všechny vzorky textilních materiálů byly měřeny nejprve bez použití waterrepellent přípravků, následně byl nanesen hydrofobní přípravek dle návodu použití a měření opakováno. Před posledním měřením byly materiály vyprány a sušeny v sušičce a měření opakováno.

Výsledky měření jsou uvedeny a popsány v grafech a v tabulkách v praktické části této bakalářské práce.

Při měření hodnot paropropustnosti na přístroji PERMETEST bylo zjištěno, že po nanesení waterrepellent přípravků se ve většině případů paropropustnost pro vodní páry snížila a po vyprání opět obnovila. Nejhorší hodnoty byly naměřeny u impregnace Trekking Silicone Protector spray, kdy došlo ke zhoršení paropropustnosti až o 10%.



Nejmenší vliv na paropropustnost se projevil u impregnace Permanent Water-Guard®, kde došlo ke zhoršení zhruba o 4%.

Z výsledků měření hodnot výparného odporu na přístroji PERMETEST vyplývá, že impregnace Trekking Silicone Protector spray výrazně zhoršila výparný odpor u všech membránových materiálů, zejména pak u neporézních membrán, na hodnoty Ret až 35 Pa.m<sup>2</sup>/W. Nejmenší vliv na hodnoty výparného odporu se projevil opět u impregnace Permanent Water-Guard®.

Při měření větruodolnosti na přístroji FX 3300, bylo zjištěno, že použití waterrepellent přípravků, nemělo na změnu hodnot téměř žádný vliv. Membránové materiály, jsou i bez použití impregnace téměř 100% větruodolné.

Při hodnocení odolnosti vůči povrchovému smáčení (perličkový efekt) na zkrápěcím zařízení se zjistilo, že téměř u všech vzorků materiálů se po použití impregnace zvýšila odolnost vůči povrchovému smáčení a zůstala zvýšena i po vyprání. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při aplikaci impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray. U 100% nylonu bez úpravy a u 100% bavlny došlo k výraznému zlepšení odolnosti vůči povrchovému smáčení, avšak po vyprání odolnost opět poklesla. Nejhorších, avšak ještě přijatelných hodnot bylo dosaženo po použití impregnace Permanent Water-Guard®.

Během měření úhlu smáčení nebylo možné u materiálu ze 100% nylonu bez úpravy a u 100% bavlny změřit úhel smáčení (kapka se do materiálu vsákla během několika vteřin). U všech ostatních materiálů hodnota úhlu smáčení po nanesení impregnace vzrostla a nejvíce u impregnace HIGHTTECH Nano Protector Spray. Hodnoty se pohybovaly od 97° do 114°, což značí nesmáčivý povrch.

Po vyhodnocení všech parametrů (paropropustnost, výparný odpor, větruodolnost, perličkový efekt a úhel smáčení) ukazuje, že nejvhodnější waterrepellent přípravek na outdoorové materiály je impregnace na bázi nano částic značky HIGHTTECH Nano Protector Spray. Při hodnocení vlivu na paropropustnost a výparný odpor dosáhl o něco lepších výsledků fluoropolymerový přípravek Permanent Water-Guard®.

Z měření vyplynulo, že použití waterrepellent přípravků na membránových materiálech zhoršuje hodnoty paropropustnosti, ale zároveň zvyšuje odolnost proti povrchovému smáčení.

Do budoucna by bylo dobré se problematikou waterrepellent přípravků dále zabývat, zejména by bylo dobré ověřit účinnost a změny hodnot měření po několikanásobném praní a určení, která impregnace vydrží více pracích cyklů. V této bakalářské práci nebylo možné toto zjistit pro časovou náročnost této práce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] HIGH POINT: Slovník pojmů , [on-line], [citováno 29.11.2010]. Dostupné na internetu: <<http://www.highpoint.cz/rady-a-tipy/slovník-pojmu.html>>

[2] Hes, L., Sluka,P.: Úvod do komfortu textilií. Skripta. Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2005, ISBN 80-7083-926-0.

[3] Knížek, R.: Diplomová práce- Polopropustné nanovláknenné membrány pro oděvní účely. Liberec: TUL 2010.

[4] Svět outdooru:Víte co si oblékáte- mikroporézní membrány a zátěry, [on-line], [citováno 28.12.2010]. Dostupné na internetu: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107711-vite,-co-si-oblekate?-i.>>

[5] GORE-TEX®: Co je to materiál GORE-TEX®, [on-line], [citováno 6.2.2011]. Dostupné na internetu: <<http://jumpsport.cz/co-je-to-material-gore-tex/>>

[6] Our Techologies: GORE-TEX® Products, [on-line], [citováno 6.2.2011]. Dostupné na internetu: <<http://www.gore-tex.co.uk/remote/Satellite/content/technologies>>

[7] HUDY SPORT: Katalog podzim/zima 2010/11, CZECH PROMOTION group s.r.o.

[8]Zemanspecial:Sympatex technology, [on-line], [citováno 8.2.2011]. Dostupné na internetu: <[http://www.zemanspecial.cz/sympatex/sympatex\\_tech.pdf](http://www.zemanspecial.cz/sympatex/sympatex_tech.pdf)>

[9]Sympatex: The benefits at a glance, [on-line], [citováno 29.12.2010]. Dostupné na internetu:<[http://www.sympatex.com/images/uploads/PDFs%20komprimiert/SYM\\_067\\_Produktfolder\\_engl\\_final\\_030908.pdf](http://www.sympatex.com/images/uploads/PDFs%20komprimiert/SYM_067_Produktfolder_engl_final_030908.pdf)>

[10] GAMISPORT: Membrána GELANOTS, [on-line], [citováno 28.12.2010]. Dostupné na internetu: <<http://www.gamisport.cz/s/membrana-gelanots/>>

- [11] HIGH POINT: Údržba a péče o výrobky, [on-line], [citováno 28.12.2010]. Dostupné na internetu: < <http://www.highpoint.cz/clanky/udrzba-a-pece-o-vyrobky-znacky-high-point.html>>
- [12] SOTEX: Symboly pro ošetřování, [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <<http://www.sotex.cz/index.php?docid=33>>
- [13] Růžičková, D.: Oděvní materiály. 1. vyd.: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-687-3
- [14] Tarrago: Přehled impregnací [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: < <http://www.tarrago.cz/Vyrobky.htm>>
- [15] PERCENTA AG: Nanotechnologie-impregnace na textil a kůži [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <<http://cz.percenta.com/nanotechnologie-impregnace-na-textil-kuzi.php>>
- [16] Lotosový efekt [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <[http://is.muni.cz/th/222836/pedf\\_b/Priloha\\_c.3.pdf](http://is.muni.cz/th/222836/pedf_b/Priloha_c.3.pdf)>
- [17] GAMISPORT: Impregnace Atsko fluoropolymer Water Guard [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <<http://www.gamisport.cz/impregnace/p/atsko-fluoropolymer-water-guard/>>
- [18] Atsko: Products- Permanent Water Guard [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: < <http://www.atsko.com/products/waterproofing/permanent-water-guard.html>>
- [19] Atsko: Impregnace Silicone Water Guard [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <<http://atsko.cz/impregnace/silicone-water-guard>>
- [20] Atsko: Prací přípravky- Sport Wash® [on-line], [citováno 6.4.2011]. Dostupné na internetu: <<http://atsko.cz/praci-pripravky/sport-wash>>
- [21] ČSN EN 24920 (800827) Textilie- Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda). Český normalizační institut. Praha: 1994.
- [22] Měření úhlu smáčení, [on-line], [citováno 9.4.2011]. Dostupné na internetu: <[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-001/hesla/mereni\\_uhlu\\_smaceni.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/mereni_uhlu_smaceni.html)>
- [23] Kooperece softwarových systémů: LUCIA G, [on-line], [citováno 9.4.2011]. Dostupné na internetu: <[http://dsp.vscht.cz/konference\\_matlab/matlab04/salacova.pdf](http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/matlab04/salacova.pdf)>

## PŘÍLOHA



GORETEX PO VYPRÁNÍ- HIGHTTECH Nano Protector Spray



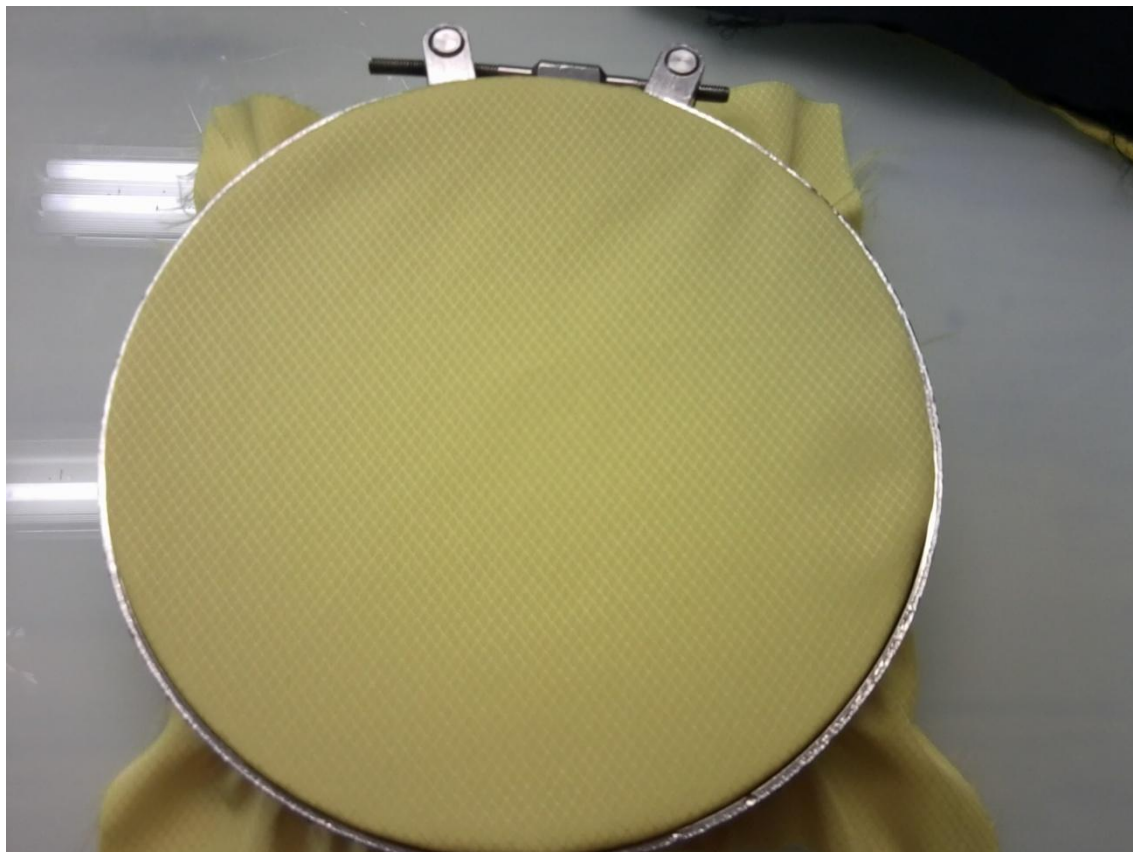
GORETEX PO VYPRÁNÍ- Permanent Water-Guard®



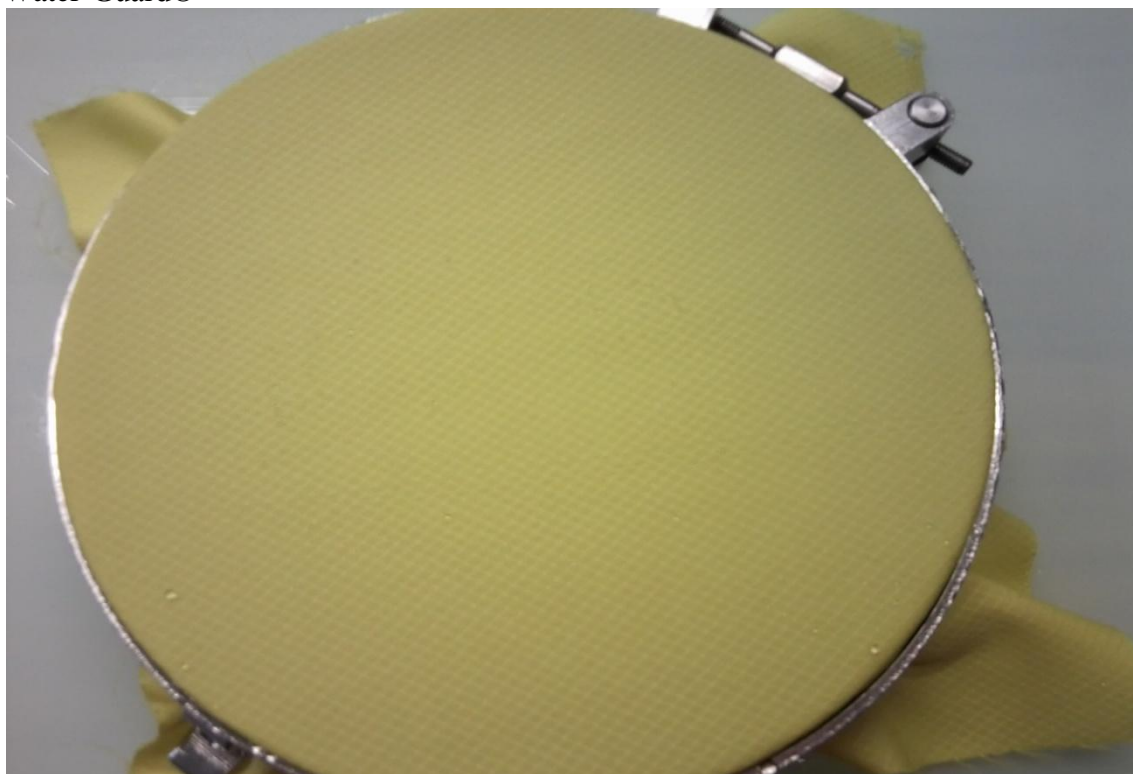
GORETEX PO VYPRÁNÍ- Trekking Silicone Protector spray



100% NYLON S WATERREPELLENT ÚPRAVOU PO VYPRÁNÍ- HIGHTTECH Nano Protector Spray



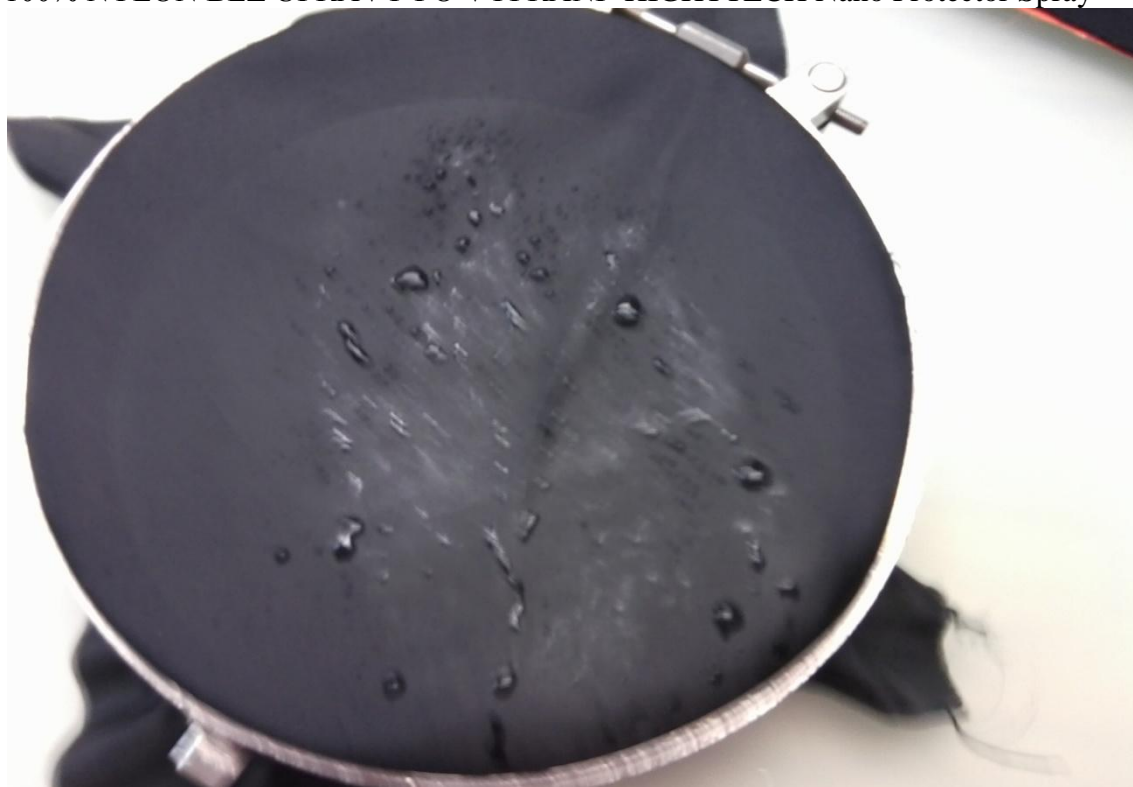
100% NYLON S WATERREPELLENT ÚPRAVOU PO VYPRÁNÍ- Permanent Water-Guard®



100% NYLON S WATERREPELLENT ÚPRAVOU PO VYPRÁNÍ- Trekking Silicone Protector spray

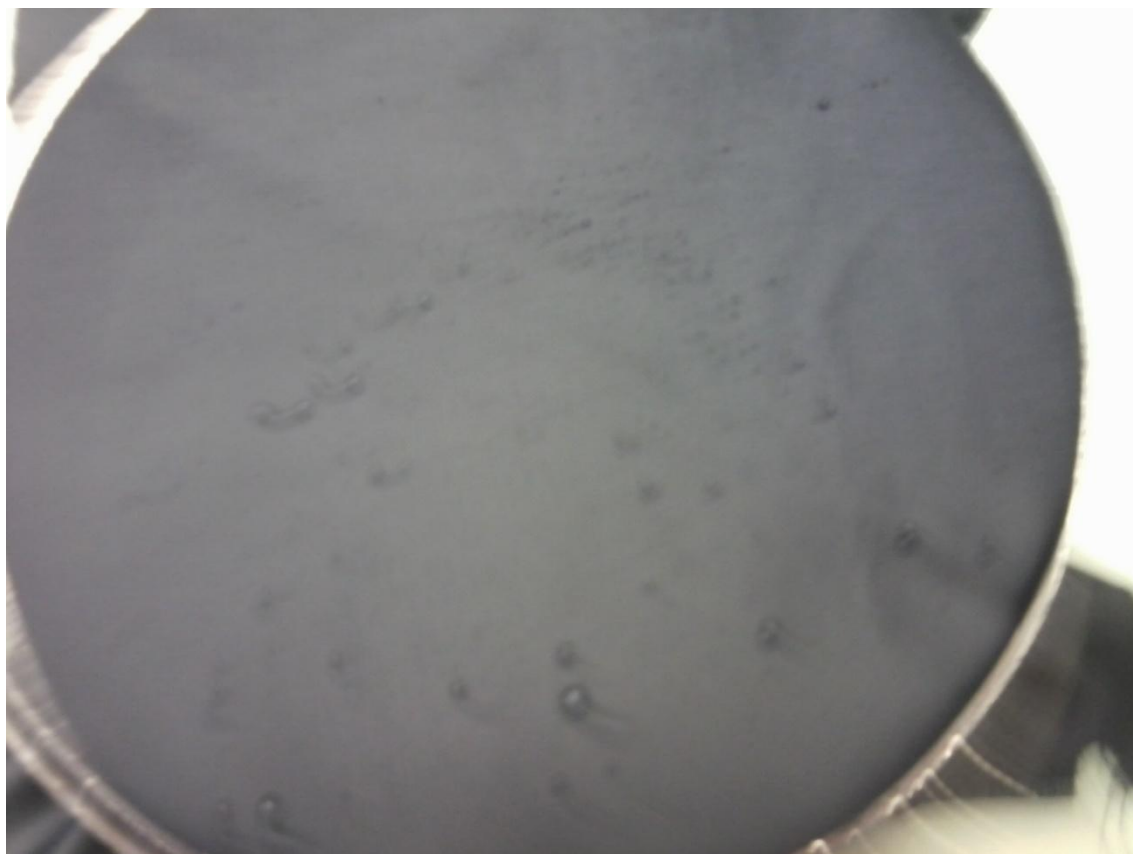


100% NYLON BEZ ÚPRAVY PO VYPRÁNÍ- HIGHTTECH Nano Protector Spray



100% NYLON BEZ ÚPRAVY PO VYPRÁNÍ- Permanent Water-Guard®

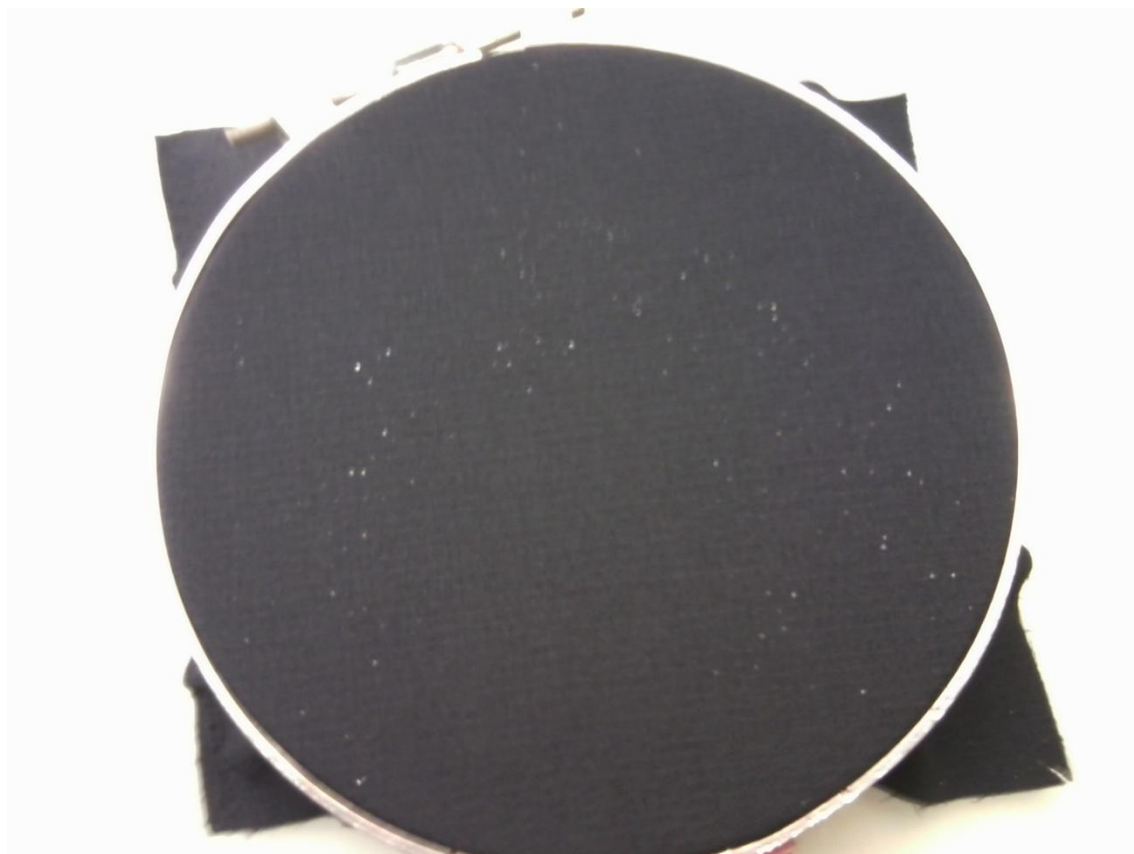




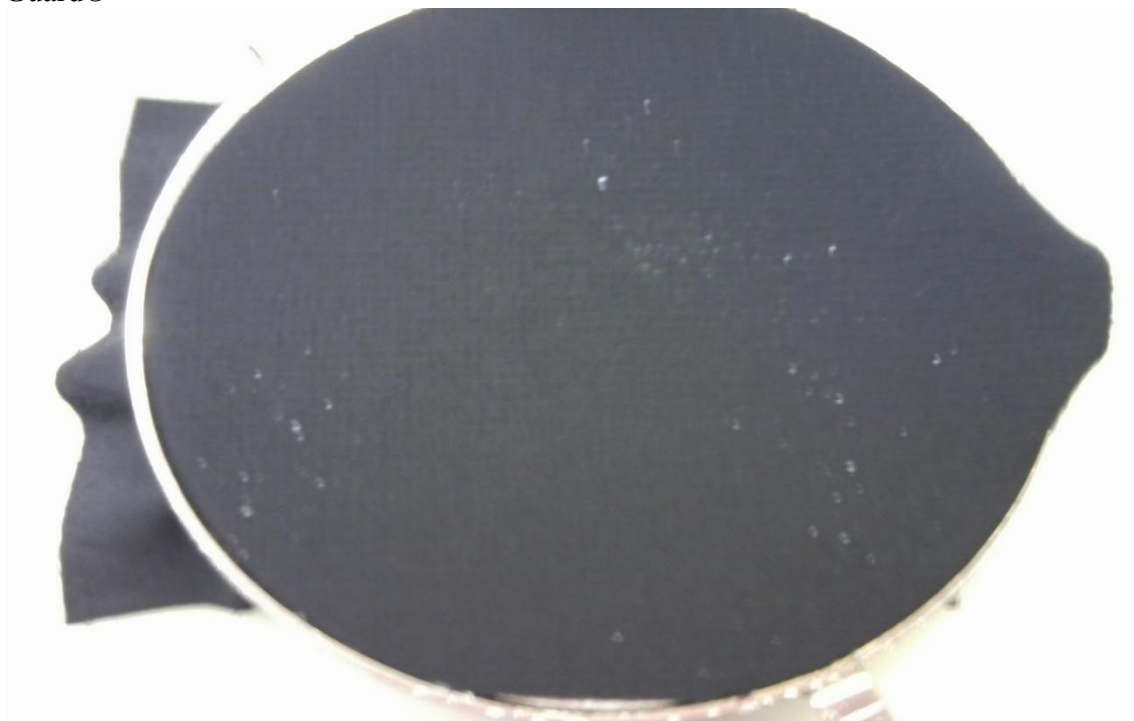
100% NYLON BEZ ÚPRAVY PO VYPÁNÍ- Trekking Silicone Protector spray



SOFT SHELL S NEPOÉZŇÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ- HIGHTTECH Nano Protector Spray



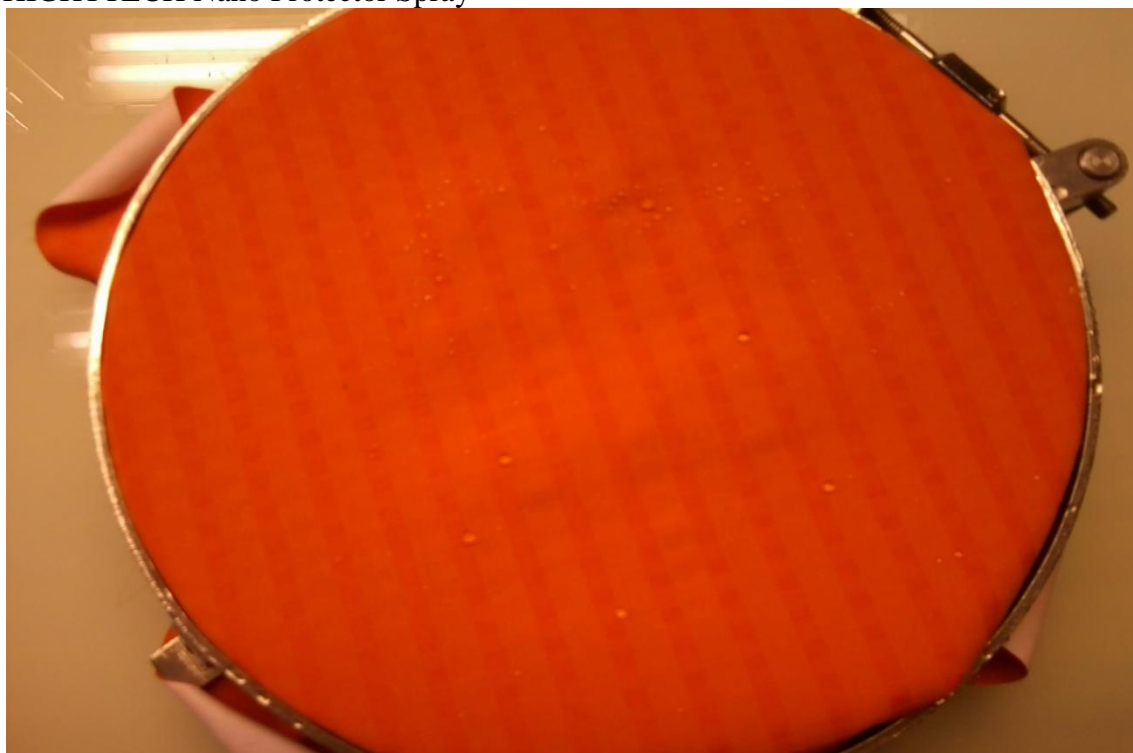
SOFT SHELL S NEPOÉZNÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ- Permanent Water-Guard®



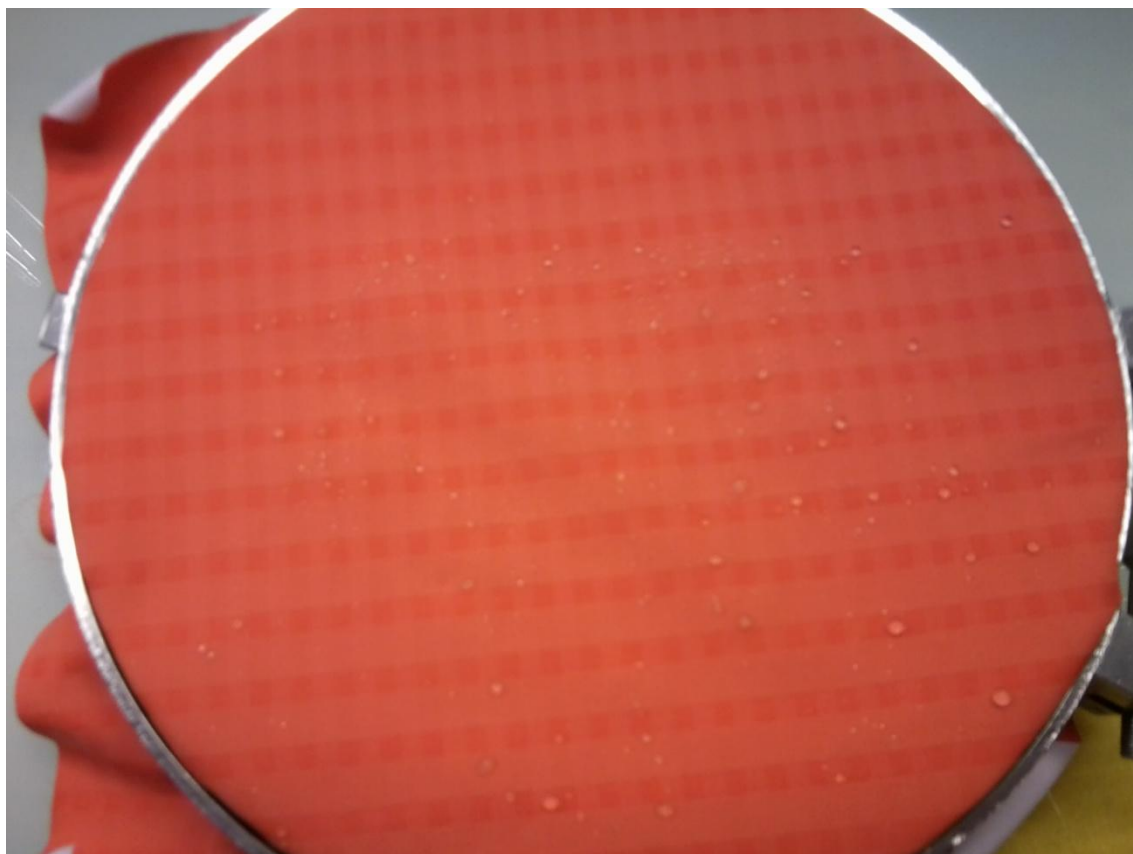
SOFT SHELL S NEPOÉZNÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ- Trekking Silicone Protector spray



SYNTETICKÝ MATERIÁL S NEPOÉZŇÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ-  
HIGHTTECH Nano Protector Spray



SYNTETICKÝ MATERIÁL S NEPOÉZŇÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ-  
Permanent Water-Guard®



SYNTETICKÝ MATERIÁL S NEPOÉZNÍ MEMBRÁNOU PO VYPRÁNÍ- Trekking  
Silicone Protector spray



100% BAVLNA BEZ ÚPRAVY



100% BAVLNA  
HIGHTTECH Nano Protector Spray



100% BAVLNA  
Permanent Water-Guard®



100% BAVLNA  
Trekking Silicone Protector spray



100% BAVLNA PO VYPRÁNÍ  
HIGHTTECH Nano Protector Spray



100% BAVLNA PO VYPRÁNÍ  
Permanent Water-Guard®



100% BAVLNA PO VYPRÁNÍ  
Trekking Silicone Protector spray