TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

Závislost hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech vrchových voděodolných materiálů

Bakalářská práce

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

Autor práce: **Tereza Mazáčová**
Vedoucí práce: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering

Dependence of hydrostatic resistance on basic geometric parameters of surface water-resistant materials

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

Author: **Tereza Mazáčová**
Supervisor: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: **2014/2015**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Tereza Mazáčová**
Osobní číslo:	**T12000202**
Studijní program:	**B3107 Textil**
Studijní obor:	**Textilní marketing**
Název tématu:	**Závislost hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech vrchových voděodolných materiálů**
Zadávající katedra:	**Katedra hodnocení textilií**

Zásady pro vypracování:

1. literární rešerše na téma vlastností membránových a zátěrových materiálů (zaměřené na hydrostatickou odolnost)
2. měření hydrostatické odolnosti na různých typech vrchových materiálů, ze kterých se zhotovují outdoorové oděvy (statistické vyhodnocení)
3. měření geometrických vlastností, především plošné hmotnosti vzorků a tloušťky vzorků, případně tloušťky jednotlivých vrstev
4. diskuze - výsledky experimentu a závislost hydrostatické odolnosti na geometrických parametrech podle typu materiálu

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Shishoo, R.: Textiles in sport. 1.vyd. Cambridge: Woodhead publishing Limited, 2005. 201 s. ISBN-13: 978-1-85573-922-2.
ČSN EN 20811 (800818) : Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkouška tlakem vody Praha : Český normalizační institut, 1994. 16s.
Hes, Luboš; Sluka, Petr. Úvod do komfortu textilií. Skripta. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2005

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2015**

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. ledna 2015

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra hodnocení textilií

V Liberci dne 1.5.2015

Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z 14.5.2015 na 8.1.2016
Důvod odkladu odevzdání: pracovní vytížení.

Děkuji za vyřízení.

Tereza Mazáčová

Vyjádření vedoucího práce

souhlasím

Vyjádření vedoucího katedry

souhlasím

Prohlášení

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

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Těšinové, Ph.D. za cenné rady a ochotu vedení práce. Dále bych chtěla poděkovat katedře KHT za možnost měření na potřebných přístrojích a zařízeních. Velké díky patří také rodině a lidem, kteří mi byli oporou.

Anotace

Cílem této bakalářské práce je zkoumání závislosti hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech vrchových voděodolných materiálů. Teoretická část je věnována definicím materiálů pro outdoorové oblečení, jejich údržbě a vlastnostem.

V praktické části jsou popsány vzorky materiálů, popis měření tloušťky a hydrostatického měření. V experimentální části jsou dále diskutovány hodnoty všech měření a na závěr je popsáno měření a zhodnocení výsledků.

Klíčová slova:

Hydrostatická odolnost, porézní membrána, neporézní membrána, zátěr, vlastnosti outdoorových materiálů, softshell, Gore-Tex

Annotation

The purpose of this bachelor work is to investigate the dependence of hydrostatic resistance to basic geometric parameters upper water-resistant materials. The theoretical part is devoted to definitions of materials for outdoor clothes, their maintenance and properties.

The practical part describes the samples of materials, description thickness measurement and hydrostatic weighing. In the experimental part are also discussed the value of all measurements and finally describes the measurement and evaluation of results.

Key words:

Hydrostatic resistance, porous membrane, porous membrane coating, the charasteristics of outdoor materials, softshell, Gore-Tex

Obsah

ÚVOD……...…13

TEORETICKÁ ČÁST……14

1. MATERIÁLY PRO SVRCHNÍ VRSTVU OUTDOROVÉHO OBLEČENÍ.....14
   1.1. Tkané textilie bez sekundární vrstvy…….....……..14
   1.2. Zátěrové textilie……....……...15
      1.2.1. Neprodyšný zátěr (vodonepropustný).....…….....……...15
      1.2.2. Prodyšný zátěr……...…….....……...15
   1.3. Textilie s membránou…….……..16
      1.3.1. Porézní (hydrofobní) membrána……...16
      1.3.2. Neporézní (hydrofilní) membrána……17
   1.4. Typy provedení membrány……..18
      1.4.1. Z-liner……...18
      1.4.2. Dvouvrstvé lamináty……19
      1.4.3. Třívrstvé lamináty……19
2. OUTDOOROVÉ MATERIÁLY……...……..20
   2.1. Vícevrstvé materiály……...…….……21
   2.2. Neporézní a mikroporézní fólie (membrány)……...……23
3. ÚDRŽBA ODĚVU……..24
   3.1. Symboly údržby……..……25
4. VLASTNOSTI MATERIÁLŮ……26
   4.1. Hydrostatický tlak……....26
      4.1.1. Měření hydrostatického tlaku……...27
   4.2. Nepromokavost – voděodolnost……..……29
   4.3. Paropropustnost……30
   4.4. Prodyšnost……30
   4.5. Komfort……31
   4.6. Tloušťka……...32

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST……...33

5. POPIS VZORKŮ……33
6. ZKOUŠENÍ MATERIÁLŮ……36

6.1. Plošná hmotnost……...36
6.2. Dostava…….36
6.3. Tloušťka……...36
6.3.1. Měření tloušťkoměrem.....……..36
6.3.2. Měření obrazovou analýzou…….37
6.4. Podíl spodní vrstvy…….……..39
6.5. Hydrostatická odolnost……42
7. DISKUZE A PRŮBĚH MĚŘENÍ……...48
8. ZÁVĚR……50

Seznam použité literatury……..51

9. SEZNAM TABULEK…….53
10. SEZNAM OBRÁZKŮ……53
11. SEZNAM PŘÍLOH…….53

Seznam použitých zkratek a veličin

PVC	polyvinylchlorid
PVDF	polyvinylidenfluorid
PUR	lineární polyuretan
PVA	polyvinylalkohol
PTFE	polytetrafluoretylen
PES	polyester
PU	polyuretan
CO2	oxid uhličitý

T	[°C]	stupeň Celsia
Ret	[Pa.m²/W]	prodyšnost
m	[g]	hmotnost
A	[cm²]	plocha
$\bar{x}$	[mm]	průměr
s^2	[mm]	směrodatná odchylka
v	[%]	variační koeficient
P	[Pa]	tlak
t_c	[μm]	celková tloušťka
t_s	[μm]	tloušťka spodní vrstvy
R^2	[%]	koeficient determinace

Úvod

V současné době trh nabízí velké množství outdoorového oblečení a lidé jsou stále náročnější na design, komfort a výkonnost oděvu. Na tento druh oděvů je kladeno větší množství požadavků, než na jiné oděvy.

Sportovní oděvy by měli být pohodlné, hydrostaticky odolné, propouštět vzduch a vodní páry a také snadno vypratelné. Vlastnosti materiálů jsou na sobě závislé a navzájem se ovlivňují. Díky tomu nemůžou být všechny vlastnosti dokonalé, ale pouze jedna vlastnost oděvu může být výrobcem upřednostněna. Je nutné, aby tyto vlastnosti výrobci stále zlepšovali, naslouchali uživatelům a také měli přehled o nejnovějších trendech.

Tato práce je zaměřena na zjišťování výšky vodního sloupce, tedy měření hydrostatické odolnosti. Měření jsou prováděna dle normy ČSN EN 20811 Textilie - Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody. Dále se tato práce zabývá měřením geometrických parametrů, a to tloušťkou jednotlivých vrstev materiálu, plošnou hmotností, vazbou, dostavou a složením materiálu.

Cílem práce je zjistit, jaká je závislost hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech podle typu materiálu.

TEORETICKÁ ČÁST

1. MATERIÁLY PRO SVRCHNÍ VRSTVU OUTDOROVÉHO OBLEČENÍ

Svrchní vrstva oblečení je vystavena působení vlivu nepříznivých venkovních podmínek a chrání sekundární vrstvu a pokožku člověka. Ideálně by outdoorové oblečení mělo chránit před deštěm a pronikání vody, ale zároveň propouštět vodní páry. Pokud by vodní páru nepropouštěla, vyprodukovaný pot by se shromažďoval ve vrstvách oblečení. [11, 12]

Vyrábějí se 3 typy materiálů pro svrchní vrstvu oblečení [11]:

- Tkané textilie bez sekundární vrstvy
- Textilie se zátěrem
- Textilie s membránou

1.1. Tkané textilie bez sekundární vrstvy

Tkanina je plošný textilní útvar a vzniká vzájemným provázáním minimálně dvou soustav nití označovaných jako osnova a útek. Tkanina může být řídce tkaná, hustě tkaná a velmi hustě tkaná. Pokud ale nemá tkanina sekundární vrstvu, tedy zátěr nebo membránu, její hydrostatická odolnost bude nízká. Materiály bez sekundární vrstvy se používají především na výrobu oblečení, které není konečnou svrchní vrstvou. [7]

První hustě tkaná nepromokavá prodyšná textilie „Ventile“ vznikla ve 40. letech pro armádní účely v Atlantickém oceánu. Vyráběla se z česaných bavlněných přízí s panamovou vazbou lesklého vzhledu. Tkanina minimalizuje zvlnění útku, ponechává vysoký stupeň provázanosti nití a vlákna jsou maximálně rovnoběžná s povrchem tkaniny. [11]

Textilie je bez finálních úprav a principem nepromokavosti a prodyšnosti textilie bylo, že v suchém prostředí byly póry mezi osnovou a útkem dostatečně velké, aby textilie mohla být prodyšná. V případě deštivého počasí, bavlněné příze nasákly vodu a nabobtnaly. Tím se póry uzavřely a vodu nepropustily. [7]

1.2. Zátěrové textilie

Zátěr je pružný, pevný film jedné či více vrstev. Je nanesen nátěrem na tkaninu a vytvoří se tím tzv. klimatická membrána. Jedná se o hmotu, která je aplikovaná roztíráním tenké vrstvy na podkladovou textilii. Většinou je tvořena z polyuretanu a oproti membránám se liší ve vyšší elasticitě materiálu a rychlejším odvodu vlhkosti. Ale naopak má nižší mechanickou odolnost – nižší hydrostatickou odolnost a horší poměr nepromokavost/prodyšnost než membrána. Má menší životnost, ale nižší cenu. [6]

1.2.1. Neprodyšný zátěr (vodonepropustný)

Povrstvení nebo zatírání latexem, pryskyřicemi (např. polyvinylchlorid PVC). Zátěr je mechanicky odolný, ale nepříliš hygienický. Používá se spíše u stanů, batohů. [7]

1.2.2. Prodyšný zátěr

Hydrofobní

Elastický film, který je nanesený na textilii. Má uzavřené uspořádání molekul a zamezuje vniknutí vody. Při mechanickém namáhání se vrstva může porušit a časem se elastický film vypere. Vodoodpudivá úprava textilie je z perfluoralkanů a po každém praní a žehlení (180 °C) se vrátí do původního stavu. [7,11]

Mikroporézní

Na textilii se nanáší polyvinylidenfluorid (PVDF), přičemž se uvolňuje CO2 a tím se nanesený film mění v houbovitou pórovitou strukturu. [7,11]

Hydrofilní

PUR modifkovaný PVA (polyvinylalkohol) nebo PUR modifikovaný polyoxidem. Modifikace mají chemickou afinitu (snaha reagovat s jinou látkou) pro vodní páru, která umožnuje její difúzi. Mezi hydrofilní a hydrofobní komponentou panuje rovnováha pro zajištění dostatečné propustnosti pro vodní páry. [7, 11]

1.3. Textilie s membránou

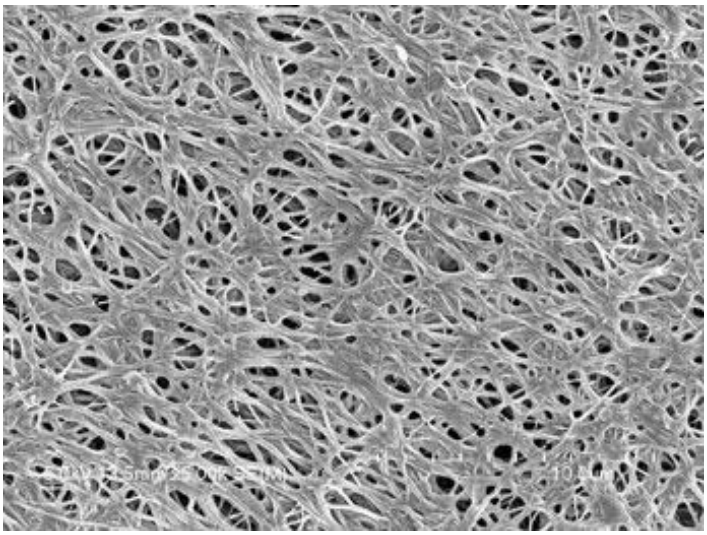
Jedná se o materiály, které vznikají spojením membrány a nosné textilie. Membrána je tenká vrstva z polymerního materiálu, který navzájem odděluje prostředí a tvoří rozhraní mezi nimi. Typická vlastnost je pružnost a schopnost selektivní propustnosti pro některé materiály skrze membránu z jednoho prostředí do druhého – polopropustné membrány. Funguje i jako nepropustná bariéra. [19]

Každý materiál, který je označovaný jako membrána, musí mít základní vlastnosti a těmi jsou: propustnost pro vodní páry, odolnost proti působení deště a tlaku vody, odolnost proti větru. Další vlastnosti, které mají membrány (ale nemusí je mít) jsou: odolnost proti mechanickému poškození, odolnost při praní a suchém čištění a nízkou hmotnost. [3]

Laminování je spojení 2-3 vrstev natavováním, adhezí nebo ultrazvukem. Při natavování je povrch pěny natavován v celé šíři a textilie je přitlačována. Po ochlazení textilie dochází k vytvoření pevného spoje. Při adhezi jsou používány roztoky nebo disperzní pojiva. Další možnost je spojení ultrazvukem. Úkolem membrány je nepropustit vodu zvenčí a zároveň umožnit prostup vodních par. Polytetrafluoretylen (PTFE), polyester (PES) nebo polyuretan (PU) jsou nejčastěji používané materiály. [19]

1.3.1. Porézní (hydrofobní) membrána

Tyto materiály pracují na principu poměru velikosti pórů k velikosti molekuly vodní páry a vody. Póry membrány jsou až 700x větší než molekuly vodní páry a zároveň 20 000x menší než kapka vody. Póry projdou samotné molekuly vodní páry, pro vodní kapku jsou však příliš malé. Vzduch a vodní pára prochází, ale voda ne. Příklad Gote-Tex, Windstopper, Dermizax atd. [7, 11]



Obrázek 1 – Hydrofobní membrána [19]

1.3.2. Neporézní (hydrofilní) membrána

Hydrofilní membrány jsou velmi tenké vrstvy chemicky modifikovaného polyesteru nebo polyuretanu a neobsahují žádné póry. Membrána má nižší přenosovou rychlost vodní páry v rámci suchým podmínkách než mikroporézní membrána. Mechanismus přenosu vodní páry pro hydrofilní membrány je zcela odlišný od hustě tkané textilie a mikroporézní membrány. Rychlost přenosu vodní páry z hydrofilních látek je výrazně vyšší, když je tkanina velmi blízko vody nebo vodní páry. Koncentrace mezi kůží a tkaninou je velmi vysoká. [12]

Membrána nemá póry a transport částic je dán fyzikálně-chemickým procesem. Aktivovaná difuse materiálem membrány, kdy se vlhkost stává na krátkou dobu součástí membrány a poté se odpaří. Princip převodu par se podobá výměně látek přes buněčnou membránu živých organismů. Pot - kondenzující voda zevnitř membrány, je rozveden do materiálu a poté transportován ven. Výhodou je lepší elasticita a více jak 30 metrů vodního sloupce. Nevýhodou je naopak žádný přenos plynů. Čím intenzivněji se člověk pohybuje a čím více se potí, tím více roste tělesná teplota. Vlivem vyšší teploty se molekuly v hydrofilní vrstvě membrány pohybují rychleji. Vzdálenost mezi molekulami se zvětšuje a schopnost propouštět páru narůstá. Příklad hydrofilních membrán je Sympatex, Gelanots… [19]

Rozdíl mezi oběma membránami je v rychlosti odezvy a rychlosti průchodu páry. Hydrofobní membrána má velkou rychlost odezvy, má rychlejší a snadnější průchod páry. Hydrofilní membrána má pomalou odezvu a pára prostupuje pomaleji. [7]

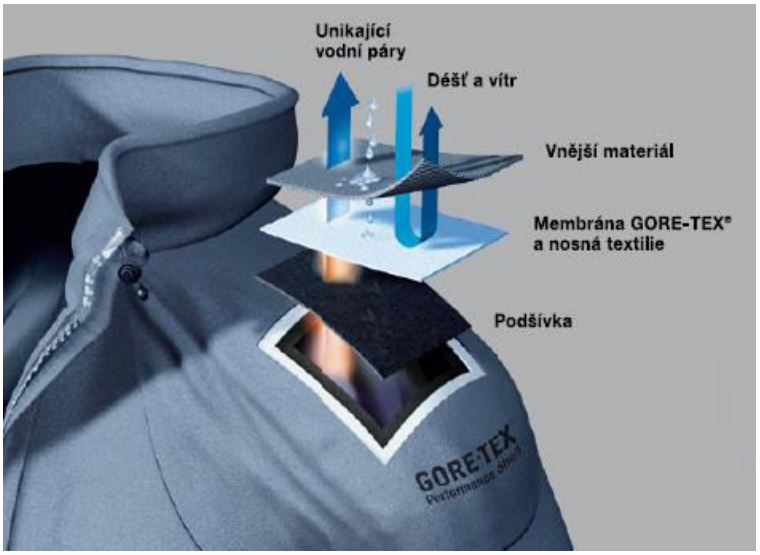
Propustnost vodních par u hydrofobních membrán je lepší, ale nevýhodou je, že může dojít k zanášení pórů nečistotami (špína ze vzduchu, nečistoty z pokožky, zbytky pracího prostředku). Hydrofilní membrány ovlivňuje tloušťka a počet hydrofilních skupin v polymerní struktuře. Pevnost v přetrhu je u hydrofobních oproti pevné struktuře hydrofilních membrán nižší. [7]

1.4. Typy provedení membrány

Existují tři typy provedení spojení membrány se svrchní částí nebo podšívkou.

1.4.1. Z-liner

Nejnovější je způsob tzv. Z-liner s volně vloženou membránou, kde je membrána volně vložena mezi podšívku a svrchní materiál a tím se zachovají její parametry. Membrána je nalaminována na lehkou pleteninu nebo netkanou textilii a vložena jako samostatná vrstva mezi vrchní vrstvu a podšívku. Vyniká vysokým vodním sloupcem a prodyšností (je omezena jen svrchním materiálem). Je třeba spojit méně švů a výrobce je tak méně omezen z hlediska využití materiálu pro módní tvorbu. [19]



Obrázek 2 – Gore-Tex - Z-liner [4]

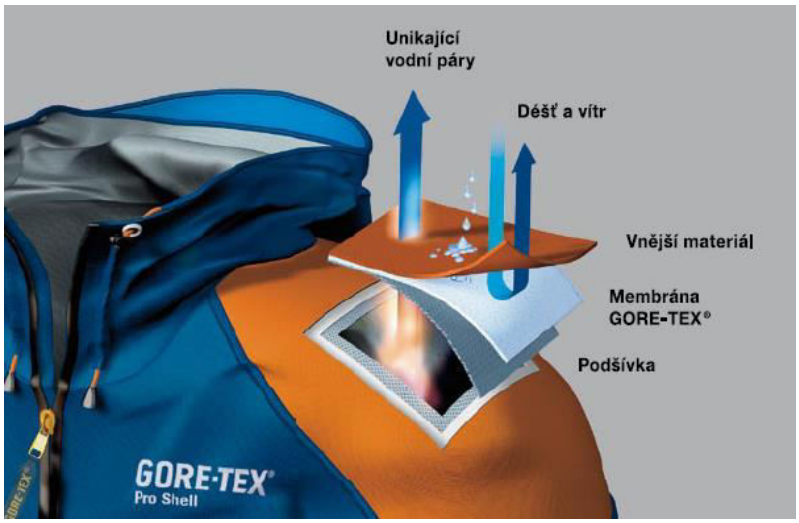
1.4.2. Dvouvrstvé lamináty

Další možnosti provedení je zalaminování membrány. Membrána, která se vyrábí jako samostatná fólie a následně se laminuje na materiál základní. U dvouvrstvých laminátů je membrána spojena pomocí laminace pouze s vnější tkaninou a zevnitř je volná podšívka. Laminováním se sníží parametry nepromokavosti a paropropustnost je horší díky vzduchu, který je mezi podšívkou a membránou. Tyto lamináty jsou lehčí a prodyšnější než třívrstvé lamináty a volně vložená podšívka poskytuje větší pohodlí při nošení. Nevýhodou je, že při nošení dochází ke tření membrány a podšívky a k následnému poškození membrány. Membrána se také může poškodit, pokud není chráněná podšívkou. [3, 19]

Obrázek 3 – Gore-Tex - dvouvrstvý laminát [4]

1.4.3. Třívrstvé lamináty

Třívrstvé lamináty nejlépe odolávají mechanickému poškození. Membrána je zalaminována mezi vnější tkaninu i podšívku (tvoří jeden celek) a mají největší hmotnost. Teno typ provedení je nejběžnější a mechanicky nejodolnější kombinace s pevnějšími materiály. Mezi jednotlivými vrstvami nevzniká tření, čímž se snižuje opotřebení, což znamená vyšší životnost a tím i vyšší cenu. [19]



Obrázek 4 – Gore-Tex - třívrstvý laminát [4]

Výhoda laminování užitím membrán je přizpůsobivost pro nosnou textilii, téměř žádné omezení s ohledem na technické vlastnosti (hmotnost, typ spojení nebo tloušťka). Nevýhodou je vyšší cena ve srovnání s textiliemi vrstvenými. Švy musí být přelepeny nebo jinak utěsněny a laminování je nevhodné pro elastické materiály. [3]

2. OUTDOROVÉ MATERIÁLY

Outdoorové materiály jsou používány díky svým vynikajícím vlastnostem. Říká se, neexistuje špatné počasí, pouze špatné oblečení. Mezi jejich přednosti patří nízká hmotnost, nepromokavost, udržení tělesné teploty, voděodolnost, nepropustnost větru, paropropustnost,a prodyšnost, vysoký vodní sloupec atd. [6]

Ochranné sportovní oděvy zahrnují bundy, svrchní kalhoty a kamaše, rukavice, čepice, ponožky, boty a svetry. Existují různé úrovně vyžadované ochrany oděvů, liší se kvalitou a cenou. Estetika, design a styl – sportovní životní styl – se stal velmi důležitým. Ochranné sportovní oděvy nesmí omezovat tělesné pohyby, musí být co nejlehčí a musí chránit před větrem a deštěm. [12]

Každou sezónu přibývají nové technologie a materiály procházejí neustálým vývojem. Nejčastějším slovem, které je v souvislosti s outdoorovým oblečením, je slovo funkční. Správný výběr materiálu nás může ochránit od nepříjemných zážitků spojených s počasím. Je dobré mít pár informací už před tím, než si jdeme dané oblečení pořídit. [6]

2.1. Vícevrstvé materiály

V současné době klasický způsob navlékání do několika vrstev nahradil druh vícevrstvého materiálu s názvem softshell. Působí na českém trhu několik let a je výborný jako ochrana před povětrnostními vlivy. Cílem tohoto materiálu je poskytnout v jednom kuse oblečení dostatečný komfort pro většinu aktivit a klimatických podmínek. Svrchní vrstvu tvoří nejčastěji úplet z hustě tkaného elastického materiálu s vodoodpudivou úpravou a zvýšenou odolností vůči oděru. Vnitřní vrstvu tvoří oblíbený a příjemný flís, který uchovává teplo a efektivně transportuje vlhkost ven. Softshell je lehký, příjemný, pružný a skladný materiál s výhodou je univerzálnosti použití. V současné době je velký nárůst softshell textilu a bund na trhu. [6, 12, 19]

Reorganizace vrstvení způsobu systému, že hlavní produkt již není vnější vrstva nebo tvrdá skořápka, avšak druhá vrstva softshell. Přechod od úplné vodotěsnosti (tvrdá skořápka) na odolnost proti vodě (softshell). Softshell bundy, určené pro lehkou a komfortní ochranu, jsou snadno skladatelné do batohu, a když nastanou drsné podmínky, stačí bundu vyndat. [12]

Základní rozdíl oproti klasickému fleecovému materiálu je v povrchové úpravě (polyuretanová voděodpudivá úprava, která znesnadňuje vodě se vsáknout do látky). Podstata softshellu spočívá v jeho velmi husté dostavě. Softshellové materiály lze dělit na jednovrstvé, dvouvrstvé i třívrstvé. Mezi jednotlivými vrstvami se nachází tenká membrána, která zajišťuje odvod tělesné vlhkosti na základě chemické absorpce par. [6]

Existují extrémně elastické softshelly, které poskytující volnost pohybu nebo také softshelly určené speciálně na aktivity například lezení, turistika, lyže, trekking atd. Softshellové materiály jsou pokryty speciální impregnační vrstvou, která zvyšuje jejich mechanickou odolnost. Materiál se snadno udržuje a rychle schne. Na současném trhu se nejčastěji objevují softshellové bundy, kalhoty, vesty, čepice, rukavice a dokonce už i boty. [6]

Obrázek 5 – Softshell – vícevrstvý materiál [13]

Součástí softshellu je spodní vrstva fleece. Fleece je syntetický lehký materiál, který je prodyšný, teplý a neabsorbuje vlhkost. Fleece podporuje užší padnoucí styl a lepší design. K výrobě se nejčastěji používá 100% polyesterová příze se zákrutem. Povrch vzniklé pleteniny se drátěným kartáčem upravuje do vlasu. Díky tomu dostává materiál velmi dobré izolační vlastnosti. [6, 12]

Výroba fleecu se neustále zdokonaluje, v posledních letech se do něj začaly přidávat další materiály. Pro pružnost se přidávají elastomery, pro odolnost proti vodě a větru se výrobky doplňují různými membránami. Fleece postupně nahradil pletené oblečení pro aktivní sport a volný čas. V současné době je na trhu mnoho fleecových materiálů, které jsou určeny pro nejrůznější outdoorové aktivity. [6, 12]

Obrázek 6 – Fleece [vlastní]

2.2. Neporézní a mikroporézní fólie (membrány)

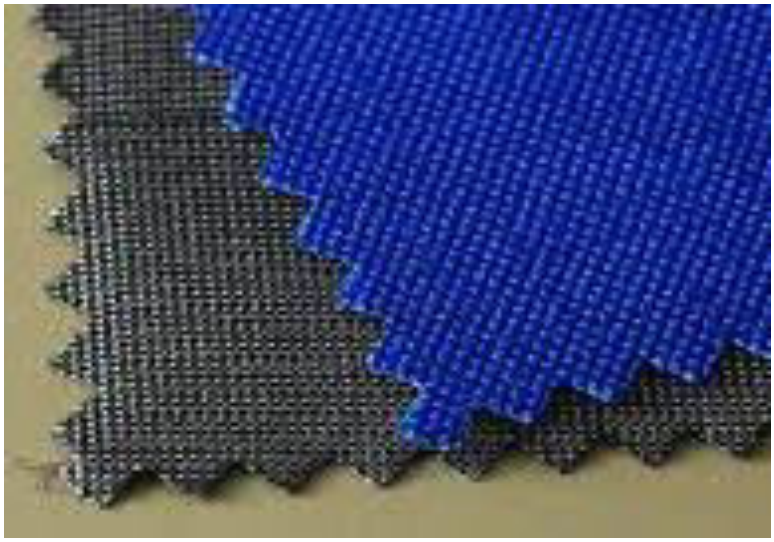
Jednou z neporézních fólií je Sympatex, který je z kopolymeru (70% polyesteru – hydrofobní část) a 30% hydrofilního polyetylénu. Sympatex je název pro vodotěsný, voděodolný a zároveň prodyšný materiál. Bývá zapracováván do oblečení či do bot. Tloušťka je 0,05 mm a patří mezi nejtenčí fólie. Je vysoce poddajná, odolná proti opotřebování a má roztažnost až na trojnásobek plochy. [10]

Obrázek 7 – Materiál s vrstvou Sympatexu [15]

Po mnoho let bylo hledání oděvních materiálů nabídnout paradoxní vlastnosti jako nepromokavost a prodyšnost. Průlom přišel v roce 1970 s modelem Gore-Tex, mikroporézní fólie (membrána) vyrobená s PTFE, která má mnoho malých dírek (více než 1,4 miliardy mikroskopických pórů na cm^2). Fólie má roztažnost až na dvojnásobek plochy. Póry jsou dostatečně velké, aby umožnily molekuly vodní páry skrz, ale příliš malé na to, aby znemožnily průchod vody. Membrána zajišťuje také velkou odolnost vůči mrazu, odolnost při pohybu a zároveň dlouhou životnost. Materiál se může klasicky prát, bez obav, že by tyto přednosti ztratil. [12]

Jelikož má každá oblast použití své specifické požadavky, bylo vyvinuto několik typů této membrány. Existuje například Gore-Tex Performance Shell, který je ideální při sportovních aktivitách v přírodě (turistika, zimní sporty, vodácké sporty, cyklistika, běh, cestování, lov nebo golf). Gore-Tex Pro Shell je používán v náročných a extrémních podmínkách a je určen profesionálům. Využívá se zejména při horolezectví a profesionálních zimních sportech. Gore-Tex Paclite Shell je ideální na turistiku,

cyklistiku, běh a jiné sporty, kdy potřebujete ušetřit hmotnost. Tento typ je vyroben z nejlehčích a nejlépe složitelných textilií, je lehký a univerzální. [16]



Obrázek 8 – Gore-Tex [2]

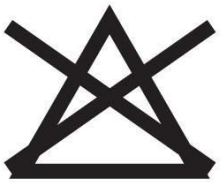
3. ÚDRŽBA ODĚVŮ

Oděvy se musí prát na jemný program nebo ruční praní, při teplotě nepřesahující 40°C. Oděvy musí mít zapnutý zip, odstraněné věci z kapes a musí být odstraněno vše, co by mohlo poškodit oděv. Pro praní těchto oděvů se používají prací prostředky, které jsou určeny pro tyto materiály a nesmí se používat aviváž. Rovněž je třeba použít velmi jemný prací cyklus a oděv neždímat ani nijak kroutit, aby se jednotlivé vrstvy nepoškodily. Oděv se doporučuje sušit vyvěšením při pokojové teplotě a nesmí se sušit na přímém slunečním záření. Nedoporučuje se také sušit v bubnové sušičce nebo žehlit. [5, 9]

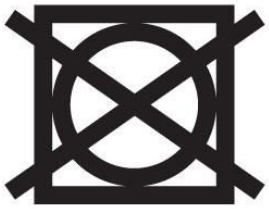
Důležité je pravidelně obnovovat vrchní impregnační vrstvu. Po ukončení sezóny není vhodné oděv složit a ponechat složený, protože tímto způsobem může dojít k nenávratnému poškození membrány či zátěru. [5, 9]

3.1. Symboly údržby: [10, 14]

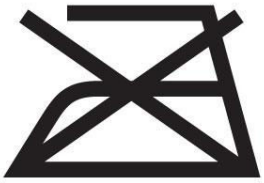
- praní při maximální teplotě 30°C



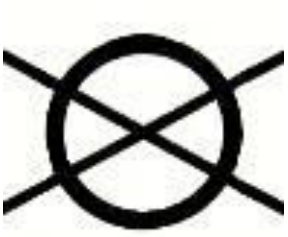
- výrobek se nesmí bělit



- výrobek se nesmí sušit v bubnové sušičce



- výrobek se nesmí žehlit



- výrobek se nesmí chemicky čistit

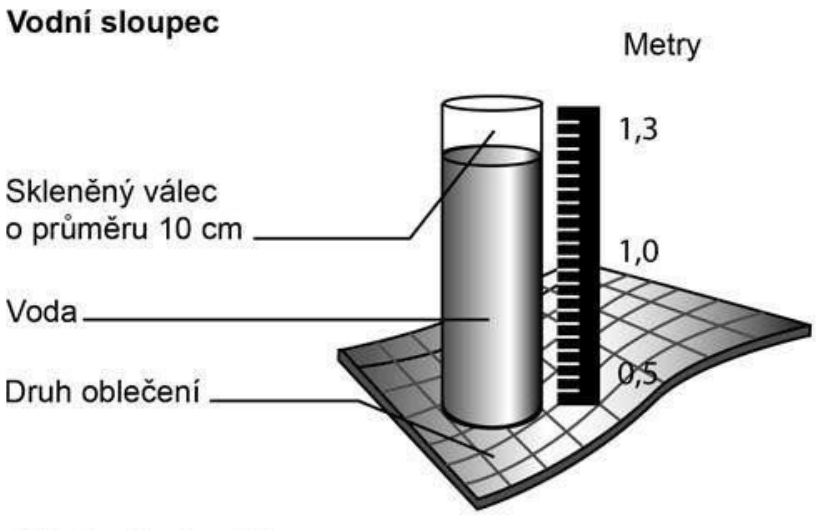
- výrobek se suší v závěsu

4. VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

4.1. Hydrostatický tlak

Důležitým parametrem kvality oděvů se stala hydrostatická odolnost, charakterizující odolnost textilie proti tlaku vody působící na povrch textilie z vnější strany oděvu. Hydrostatický tlak je tlak, který vzniká v kapalině díky její tíze. Pokud tlak působí v plynech, mluvíme o aerostatickém tlaku. Hydrostatický tlak je tlak vodního sloupce v určité hloubce, který způsobuje gravitační síla Země. S rostoucí hloubkou hydrostatický tlak roste. Pokud na kapalinu působí pohyb nebo jiná vnější síla, není to hydrostatický tlak. Díky rozkladu sil mezi částicemi kapaliny do různých směrů, působí hydrostatický tlak všemi směry. Je přímo úměrně závislý na hustotě kapaliny, na tíhovém zrychlení a na hloubce v kapalině – výška kapalinového sloupce. [3, 20]

U většiny sortimentu najdeme údaj o výšce vodního sloupce. Vodní sloupec má vypovídající hodnotu – schopnost materiálu odolávat tlaku vody. Hodnota vodního sloupce se většinou udává v milimetrech. Čím je číslo vodního sloupce vyšší, tím je materiál odolnější. Měření probíhá v laboratoři. Standard odolnosti proti vodě je cca 2 000mm, ale čím vyšší číslo, tím lepší nepromokavost. [20]



Obrázek 9 – Vodní sloupec [8]

4.1.1. Měření hydrostatického tlaku

Hydrostatická odolnost sportovních oděvů je v posledních letech velmi důležitým parametrem jejich kvality. Hodnocení tohoto parametru je proto věnována velká pozornost. Hydrostatická měřidla porovnávají tlak s hydrostatickou sílou na jednotku plochy. Hydrostatická měřidla jsou nezávislá na druhu měřeného plynu. Přístroj může být navržen tak, aby měl velmi lineární kalibraci. [10]

Hydrostatic Head Tester

Přístroj SDL M018 Hydrostatic Head Tester slouží ke stanovení odolnosti materiálů proti pronikání vody pod tlakem (do výše vodního sloupce 4000 cm). Na upnutý vzorek působí stoupající tlak vody pomocí stlačeného vzduchu a vody obsažené v hlavici zásobníku přístroje. Tlak vody působí, dokud se na třech místech zkoušeného vzorku neobjeví proniknutí vody. Je zaznamenána výška vodního sloupce v mm, která odpovídá tlaku, při kterém došlo k průniku vody. Metoda je určena pro husté tkaniny s povrstvením. Hranice pro vhodnost textilie v užití pro outdoor je minimálně 10 000 mm (klek ve sněhu odpovídá cca 10.000 mm tlaku vodního sloupce, dle váhy klečícího). [1, 3, 17]

Obrázek 10 – Hydrostatic Head tester [vlastní]

Normy měření hydrostatické odolnosti

§ ČSN EN 20811 – Textilie - Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody [1]

Podstata zkoušky spočívá v odolnosti plošné textilie proti pronikání vody a je vyjádřena výškou vodního sloupce, kterou textilie udrží. Na jednu stranu vzorku působí stále se zvyšující tlak vody tak dlouho, dokud nedojde na třech místech textilie k proniknutí vody. Tlak, při kterém pronikne voda textilií na třetím místě, se zaznamená. Tlak vody může na vzorek působit shora nebo zespodu. Použitý směr tlaku by měl být uveden v protokole o zkoušce. [1]

Výsledek zkoušky přímo vyjadřuje odolnost výrobku z plošných textilií proti působení tlaku (střednědobému, krátkodobému).

Zkušební vzorek musí být upnutý tak aby [1]:

- byl vodorovný a nevydouval se;
- na plochu 10 cm² působil zvyšující se tlak vody zespodu nebo shora;
- aby u upínacích přírub neprosakovala voda během zkoušky;
- neprokluzoval v upínacích přírubách;

- u sevřeného okraje bylo co nejvíce zabráněno pronikání vody;
- používaná voda by měla být destilovaná nebo neionizovaná o teplotě 20±2 °C nebo 27±2 °C;
- rychlost zvyšování tlaku vody musí být 10±0,5 nebo 60±3 cm vodního sloupce za minutu;
- manometr, připojený ke zkušební hlavě by měl umožňovat odečítat tlak s přesností na 0,5 cm vodního sloupce. [1]

Zkušební vzorky musí být klimatizované a zkoušky se musí provádět v podmínkách podle ISO 139 - Textilie - Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Po dohodě, se zkušební vzorky mohou nechat odležet a zkoušky se mohou provádět při teplotě pokojové. Na textilii, která se bude zkoušet, by se mělo co nejméně sahat a zabránit vytvoření ostrých přehybů. Nesmí se zkoušet vzorky s pomačkanými plochami a s přehyby. [1]

Používaná definice - TLOUŠŤKA TEXTILIE: Tloušťka textilie je kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilii působí přítlak 1Kpa nebo nižší. [1]

4.2. Nepromokavost - voděodolnost

Nepromokavost je schopnost odolávat proniknutí vody a je hodnocena pomocí hydrostatického tlaku sloupce testeru, který se snaží proniknout skrz vzorek tlakem vody a tento tlak následně změří. Udávaný vodní sloupec udává většinou nepromokavost materiálu, nikoliv celého produktu. Švy, zipy a různé větrací otvory mohou nepromokavost výrazně snížit. Uváděné hodnoty na výrobku jsou měřené při ideálních podmínkách. Při pohybu dochází k různému namáhání a natahování materiálu, čímž se jeho schopnost odolávat vodě snižuje. U výběru nepromokavého oblečení by hodnota odolnosti proti vodě měla odpovídat cca 10 000 – 20 000 mm vodního sloupce. [7, 12]

Pojem vodotěsnost znamená, že je materiál zcela nepropustný pro pronikání vody. Odolnost proti vodě je realističtější termín. Jednotka kPa se používá více než cmH2O. 10 cmH2O je ekvivalentní 0,98 kPa, 100 cmH2O je 9,8 kPa. [12]

4.3. Paropropustnost

Schopnost materiálu propouštět vlhkost, produkovanou organismem ve formě vodní páry (dýchat) a zároveň zabránit průchodu vlhkosti z okolního prostředí směrem k pokožce se nazývá paropropustnost. Propustnost pro vodní páry se udává v g/m^2/24 hod (kolik vlhkosti v g propustí 1m^2 za den). Čím vyšší hodnota paropropustnosti, tím materiál lépe dýchá. [3]

Při déletrvajících outdoorových činnostech nestačí pouze voděodolné oděvy. Oděvy pro outdoorové využití musí být i dostatečně paropropustné. V opačném případě by se organismus nebezpečně přehřál a spodní oblečení by pod neprodyšným oděvem zvlhlo potem. Přenos vodní páry z povrchu lidské kůže do vnějšího prostředí ve venkovním sportovním oblečení za větrných podmínek se řídí třemi prvky. Jedná se o vzduchovou mezeru mezi povrchem kůže a vnitřní stranou textilie, strukturu tkaniny a existence mezní vrstvy. To způsobí nucené proudění vodní páry. Přenos vodní páry z vnějšího povrchu tkaniny do okolního prostředí se chová stejně jako proudění přenosu tepla v těchto podmínkách. [12]

Současně také oděvy odolávají působení větru a snižují tím tepelné ztráty konvekcí. Dobrý outdoorový oděv musí být tedy dostatečně propustný pro tělesné výpary, abychom v něm vydrželi provozovat dlouhodobě aktivní činnost a po ukončení neprochladli. Kvalitní materiály dnes splňují vysoké požadavky na paropropustnost i při vysoké voděodolnosti. [12]

4.4. Prodyšnost

Lidské tělo se snaží udržovat, aby vnitřní teplota byla 37°C. Během fyzické činnosti tělo produkuje tělesné teplo a nervový systém způsobuje, že se potí. Pokud oděv nemůže „dýchat“ – tj. doprava potu z kůže do okolního prostředí ve formě vodní páry, přebytek tepla z těla nemůže uniknout. Propustnost pro vzduch neboli prodyšnost udává odolnost materiálu proti permanentnímu odpařování vlhkosti. Jednotkou je R_{et} [Pa.m^2/W]. Platí zde opak, že čím menší hodnota (menší odpor), tím materiál lépe dýchá. U některých, zejména sportovních oděvů, je vysoká prodyšnost oděvů žádoucí. U zimního oblečení, které je vystaveno chladícímu účinku vzduchu, je naopak vysoká
prodyšnost nežádoucí. Prodyšnost textilií je v každém případě velmi důležitou vlastností, kterou je třeba hodnotit. [3, 7, 12]

SKIN MODEL

Důležitá laboratorní zkušební metoda, která testuje termofyziologický komfort textilií. Skin model je model lidské kůže, který je mezinárodně standartizovaný (ISO 11092, EN 31092 - Textilie - Zjišťování fyziologických vlastností - měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek). Pro ochranné oděvy je to jediná zkušební metoda prodyšnosti, která je přijata do evropské normalizace. [12]

Měřící jednotka je vyrobena ze slinuté nerezové oceli. Voda, která je dodávána kanály pro měřící jednotku, se odpařuje přes póry desky stejně jako pot z pórů pokožky. Měřící jednotka je uchovávána při teplotě 35°C. [12]

4.5. Komfort

Sportovní oděvy, ať se jedná o soutěže nebo volný čas, zahrnují prvky, aby zdůraznili tělo na hranici svých možností. Je důležité, aby oděvy nezpůsobovali zbytečný stres, naopak by měl oděv pomoci sportovcům k lepším výsledkům či výkonům a předejít možným sportovním úrazům. Komfort lze jednoduše definovat jako absence znepokojivých a bolestivých vjemů, pocit pohody. Komfort nošení sportovního oblečení je důležitým kritériem kvality. Také kromě blahobytu nositele je důležitý i výkon a účinnost. Komfort při nošení je také hlavně prodejní aspekt. V roce 1998 bylo zjištěno, že 94% spotřebitelů by ráda, aby jejich oděv byl pohodlný, a komfort je číslo jedna ve spotřebitelských očekávání. [10, 12]

Komfort má 4 různé aspekty. Jedním je termofyziologický komfort při nošení, který ovlivňuje termoregulaci člověka. Termoregulace se skládá z tepla a vlhkosti. Druhý komfortní aspekt je kožní senzorický komfort při nošení, který charakterizuje mechanické pocity, které textilie způsobuje při přímém styku s pokožkou. Tyto vjemy mohou být příjemné (hladkost, měkkost), ale také nepříjemné (tuhost, pocení kůže, drsnost). Třetí aspekt je ergonomický komfort při nošení, který umožňuje pohyb v závislosti na vzoru a elasticitě materiálu. Čtvrtým důležitým aspektem je psychické opotřebení, které je ovlivněné módou, osobními preferencemi a barvou oděvů. [12]

Lidé musí být schopni se pohybovat v oblečení, které mají. Pokud oblečení brání v pohybu, může mít za následek nepříjemné pocity v důsledku tlaku vyvíjeného na tělo. [12]

4.6. Tloušťka textilie

Tloušťka textilie je kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie a zároveň na textilii působí přítlak 1kPa nebo nižší. [10, 11]

Tloušťkoměr je univerzální zařízení pro měření tlouštěk textilních materiálů, usní ale i jiných druhů materiálů. Měření v milimetrech na dvě desetinná místa. Přístroj měří s přesností na 0,01 případně 0,001 mm. Tloušťkoměr je konstruován k umístění na stůl. Konstrukce přístroje je tuhá ocelová zajišťující pevnost přístroje a tím i přesnost měření. Podmínky měření jsou stanoveny normou, přítlak podle druhu textilie (tkaniny, vlasové textilie) a doba zatížení před měřením tloušťky (vyrovnání vnitřních a vnějších tlaků). [11, 18]

Sportovní oblečení má kromě základních materiálových vlastností jako je stálobarevnost, estetika a design také další vlastnosti [12]:

- omak
- pevnost v tahu
- odolnost proti otěru
- rozměrová stabilita
- trvanlivost v ohybu
- snadná péče

Obrázek 11 – Tloušťkoměr [vlastní]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

5. POPIS VZORKŮ

Účelem mé bakalářské práce je studie vrchní a spodní vrstvy textilií. Všechny testované vzorky jsou složeny ze dvou vrstev. Vrchní vrstvou je rozuměna vrstva svrchní, která chrání uživatele před okolním prostředím. Spodní vrstvou se v této práci rozumí membrána či zátěr a má za úkol odvádět vodní páry (pot) a zároveň chránit před proniknutím větru a vody.

V mé práci je rozebíráno celkem 15 vzorků, z toho 7 vzorků s membránou, 7 vzorků se zátěrem a 1 vzorek bez spodní vrstvy. Materiály zvolené pro experiment jsou určeny pro další vrstvení s výplňkovým materiálem a podšívkou. Tyto vrstvy nejsou pro účely této práce nezbytné, jelikož je hodnocen průnik vody.

Aby byly vzorky od sebe odlišené, jsou pojmenovány podle barvy. Pokud však mají barvu stejnou, liší se spodní vrstvou (zátěr, membrána). Vzorek bez ochranné spodní vrstvy je v mém seznamu pouze jeden. Slouží pro ukázku, že bez ochranné vrstvy voda pronikne textilií o poznání rychleji než textilie se spodní vrstvou. V tabulce číslo 4 je tento vzorek označen jako barva bílá. V grafech a závislostech ho nepoužívám.

V následující tabulce číslo 1 jsou shrnuty vzorky textilií se zátěrem.

Tabulka 1 – Textilie se zátěrem

BARVA	**SLOŽENÍ**	**SPODNÍ VRSTVA**	**VAZBA**	**DOSTAVA ú, o** [nití/1cm]	**PLOŠNÁ HMOTNOST** [g/m²]
tmavě modrá	PES	zátěr	plátno	22, 22	194,4
hnědá	PES	zátěr	plátno	37, 37	129,6
černá	PES	zátěr	zesílený ripstop	44, 42	146,8
červená	PES	zátěr	plátno	30, 27	206
šedo modrá	NYLON	zátěr	plátno	33, 37	168,4
středně modrá	PAD6	zátěr	osmivazný osnovní atlas	42, 47	190,4
tmavě modrá	NYLON	zátěr	plátno	22, 22	203,6

Tabulka číslo 1 obsahuje 7 vzorků textilií, u každé je barva textilie, pro snadnější odlišení, složení materiálu textilie, vazba textilie. Dále tabulka obsahuje dostavu nití a plošnou hmotnost.

Všechny tyto textilie jsou tkaniny a většinou plátnové vazby. Ze složení zkoušených vzorků v této tabulce převažuje polyester (tmavě modrá, hnědá, černá a červená textilie).

Dostava nití u textilií se zátěrem je v poměru útek:osnova téměř 1:1. Jelikož se dostava útku liší od dostavy osnovy maximálně o 5 nití, nedá se mluvit o zesíleném útku nebo zesílené osnově. Největší rozdíl dostavy nití je u středně modrého vzorku (42:47).

Největší plošnou hmotnost má červená textilie (206 g/m²) a nejmenší hodnota plošné hmotnosti se ukázala u hnědé textilie (129,6 g/m²).

Následující tabulka číslo 2 ukazuje stejné ukazatele, ale vzorky textilií mají spodní vrstvu membránu.

Tabulka 2 – Materiály s membránou

BARVA	**SLOŽENÍ**	**SPODNÍ VRSTVA**	**VAZBA**	**DOSTAVA ú, o** [nití/1cm]	**PLOŠNÁ HMOTNOST** [g/m²]
černá	PAD 6.6	membrána	oboulícní pletenina	45 ř., 30 sl.	103,2
růžová 1	PAD 6.6	membrána	interloková pletenina	25 ř., 40	96,0
světle modrá	NYLON	membrána	ryps	34, 61	132,4
zelená	PAD 6.6	membrána	plátno	28, 40	208,0
růžová 2	PES	membrána	zesílený ripstop	37, 64	100,0
žlutá	PES	membrána	ripstop	45, 72	56,0
barevná	PES	membrána	zesílený atlas	27, 35	176,0

Na rozdíl od vzorků se zátěrem, nejsou všechny textilie tkaniny. Dva ze vzorků jsou pleteniny (růžová textilie číslo 1 a černá textilie). U složení textilií převládá polyamid 6.6 a opět polyester, jako u textilií se zátěrem.

U dostavy jsou už větší rozdíly než u vzorků se zátěrem. Převažuje zde zesílená osnova, což nejvíce můžeme vidět u třech textilií. Konkrétně u světle modré (34:61), žluté (45:72) a růžové textilie číslo 2 (37:64).

Největší plošnou hmotnost má textilie zelená (208 g/m²) a naopak nejmenší hodnotu plošné hmotnosti vykazuje vzorek žluté barvy (56 g/m²).

6. ZKOUŠENÍ MATERIÁLU

6.1. Plošná hmotnost

Plošná hmotnost vychází z hmotnosti vzorku a jeho rozměru. Vzorek byl odříznut o rozměru 5cm x 5cm a následně zvážen na váze. Následně byla vypočtena průměrná plošná hmotnost (ze tří měření) podle daného vzorce.

$$M\ [g/m^2] = [\ (m\ .\ 10\ 000)\ /\ A\ ]$$

[1]

m [g] - hmotnost zkušebního vzorku v suchém stavu

A [cm²] - plocha zkušebního vzorku

6.2. Dostava

U textilních vzorku byla dále zjišťována dostava nití v útku a v osnově na 1cm. Dostava byla získána pod lupou a hodnoty dostavy útku a osnovy jsou určené na 1cm². Dále byla rozpoznávána vazba tkanin a pletenin u vzorků pod mikroskopem. Hustota dostavy nám slouží k tomu, abychom mohli porovnat, jak velkému hydrostatickému tlaku odolá daná hustota textilie.

6.3. Tloušťka

Pro zjištění tloušťky vzorků, jsou zde dva způsoby měření. První je měření na tloušťkoměru podle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844): Textilie – zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků a druhý obrazovou analýzou. V této práci jsme použili oba způsoby měření.

6.3.1. Měření tloušťkoměrem

První způsob měření tloušťky textilií, který jsem použila je měření tloušťky na tloušťkoměru. Tímto způsobem byla měřena pouze celková tloušťka vzorků. Po nadzvednutí přítlačné patky přístroje vznikne prostor pro vložení vzorku textilie. Textilie byla vložena mezi ocelovou desku a měřící čelist přístroje a na ciferníku se přečetla příslušná hodnota tloušťky.

Měření bylo provedeno 5 krát, pokaždé na jiném místě daného vzorku. Z těchto hodnot byl vypočítán průměr tloušťky ($\bar{x}$), směrodatná odchylka (s^2) a variační koeficient (v). Dále byl vypočítán podíl spodní vrstvy vůči celkové tloušťce textilie. Měření tloušťky spodní vrstvy viz. měření obrazovou analýzou.

6.3.2. Měření obrazovou analýzou

Druhý způsob měření tloušťky textilie byla použita obrazová analýza. Byla měřena celková tloušťka a tloušťka spodní vrstvy textilie.

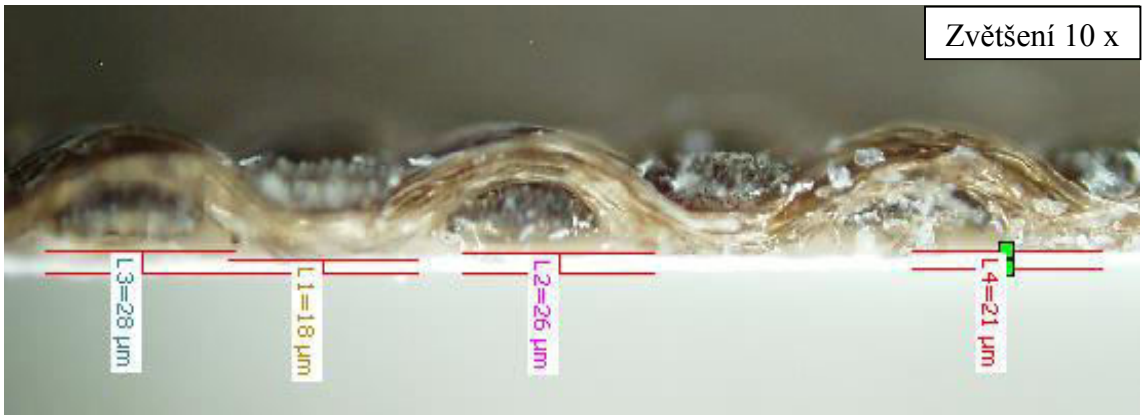
Pro měření tloušťky obrazovou analýzou, byl vzorek o velikosti 1cm x 2cmupevněn tak, aby bylo možné pozorovat řez materiálu. Celek byl umístěn pod optický mikroskop, který byl propojen s monitorem. Po zaostření byly na monitoru vidět dvě vrstvy textilie, vrchní vrstva a vrstva spodní. Rozdělení vrstev textilie můžeme vidět na následujícím obrázku číslo 12.

Obrázek 12 – Snímek řezu pleteniny

Tento obrázek číslo 12 ukazuje, jak vypadá snímek z obrazové analýzy. S obrázkem se dále pracovalo pomocí měřítka, kterým byly změřeny jednotlivé vrstvy vzorku.

Celková tloušťka a tloušťka spodní vrstvy byly měřeny na více místech textilií. Měřeno bylo celkem 20 krát a z těchto hodnot byl vypočítán průměr celkové tloušťky ($\bar{x}$), směrodatná odchylka (s^2) a variační koeficient (v). Vypočítán byl také podíl spodní vrstvy vůči celkové tloušťce vzorku.

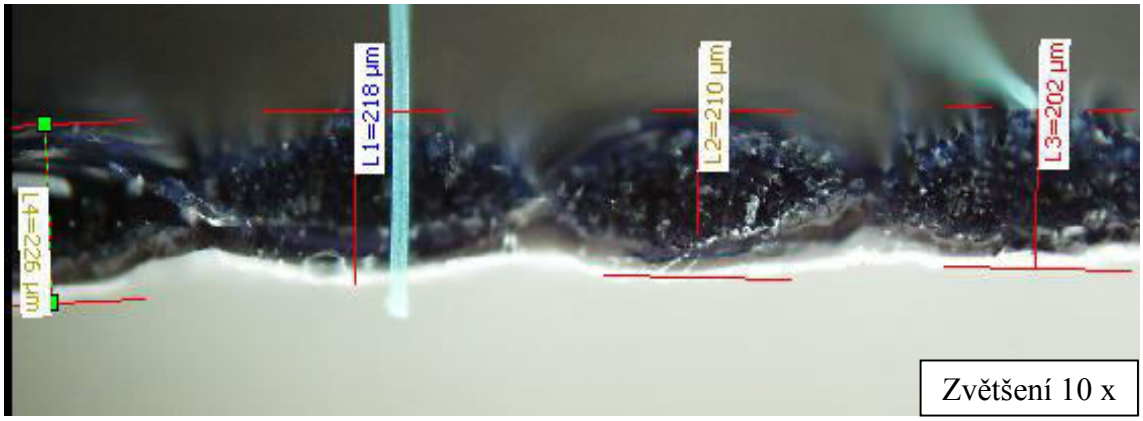
Na dalších obrázkách číslo 13 a 14 můžeme vidět, jak byly měřeny jednotlivé tloušťky vzorku. První obrázek číslo 13 znázorňuje měření tloušťky spodní vrstvy textilie.



Obrázek 13 – Obrazová analýza (tloušťka spodní vrstvy)

Obrázek číslo 13 je zaostřen tak, aby byly rozpoznány jednotlivé vrstvy textilie. Na tomto obrázku můžeme vidět měření tloušťky spodní vrstvy. Obrázků bylo po celé délce textilie nasnímáno více, abychom měli 20 hodnot, se kterými jsme dále pracovali.

Druhý obrázek číslo 14 ukazuje měření celkové tloušťky.



Obrázek 14 – Obrazová analýza (celková tloušťka)

Na obrázku číslo 14 jsou také zaostřené jednotlivé vrstvy vzorku. Obrázek obsahuje měření celkové tloušťky textilie. Snímků bylo vytvořeno více, jako u měření tloušťky spodní vrstvy textilie.

S tloušťkami jednotlivých vrstev textilií se pracuje dále v tabulkách a grafech.

Nevýhodami měření obrazovou analýzou jsou možná zkreslení získaných dat. V řezu došlo k rozvolnění struktury, takže tloušťka textilie se může lišit. Může dojít k chybě zaostření (malá zaostření) a oblasti jsou různě zaostřené pro sběr dat tlouštěk. Sběr dat je subjektivní, je zde nepoměr mezi nejširšími a nejtlustšími místy.

Výhodou je, že máme okamžité výsledky měření a postup měření je jednoduchý. Na toto měření nám postačil optický mikroskop a není potřeba speciálního vybavení

6.4. Podíl spodní vrstvy

Z celkové tloušťky a z tloušťky spodní vrstvy, tedy membrány či zátěru, se dále vypočítává poměr mezi těmito dvěma vrstvami. Poměr mezi celkovou tloušťkou a tloušťkou spodní vrstvy nám ukazuje, jak velkou část v dané textilii má spodní vrstva.

$$\text{podíl spodní vrstvy } [\%] = \frac{t_s}{t_c} . 100$$

[2]

t_s [μm] = tloušťka spodní vrstvy

t_c [μm] = celková tloušťka

Následující dvě tabulky číslo 3 a 4 ukazují statistické hodnoty tloušťky vrstev a podíl spodní vrstvy vzhledem k celkové tloušťce. Přesně naměřené hodnoty tlouštěk, ze kterých byl vypočítán průměr, jsou v příloze 1. Všechny tloušťky obrazové analýzy jsou naměřené 20 krát a tloušťky měřené na tloušťkoměru 5 krát.

První tabulka číslo 3 obsahuje textilie se zátěrem a druhá textilie s membránou.

Tabulka 3 – Textilie se zátěrem (tloušťky)

		t [ųm] obrazová analýza				t [ųm] dle normy			
BARVA	**VRSTVY TEXTILIE**	**$\bar{x}$ [ųm]**	**s^2 [ųm]**	**v [%]**	**PODÍL ZÁTĚRU [%]**	**$\bar{x}$ [ųm]**	**s^2 [ųm]**	**v [%]**	**PODÍL ZÁTĚRU [%]**
hnědá	zátěr	23,16	3,29	14,21	13,50	137	2,74	2,00	16,90
	tkanina	171,42	10,43	6,08					
modrá (N)	zátěr	23,80	6,18	26,00	11,36	241	4,18	1,73	9,88
	tkanina	209,45	26,08	12,45					
černá	zátěr	19,55	4,70	24,04	9,54	263	2,74	1,04	7,43
	tkanina	204,85	26,25	12,81					
modrá (P)	zátěr	17,21	2,35	13,65	7,04	209	2,24	1,07	8,23
	tkanina	244,63	19,60	8,01					
středně modrá	zátěr	63,47	7,45	11,74	25,05	269	4,18	1,55	23,59
	tkanina	253,42	24,80	9,79					
šedomodrá	zátěr	47,26	8,48	17,94	21,83	197	2,24	1,14	23,99
	tkanina	216,53	15,01	6,93					
červená	zátěr	23,00	4,43	19,26	-	277	2,74	0,99	8,30
	tkanina	-	-	-					

Tabulka číslo 3 je rozdělená na měření obrazovou analýzou a měření dle normy na tloušťkoměru. Jak jsme měřili obrazovou analýzou viz. postup měření obrazovou analýzou.

V tabulce číslo 3 zjistíme, že největší celkovou tloušťku textilie má červený vzorek (277ųm) a naopak nejmenší celkovou tloušťku má hnědá textilie (137ųm). Směrodatné odchylky u tloušťky zátěrů jsou do 9 ųm a variační koeficient má maximální hodnotu 26%. Variační koeficient u tloušťky tkanin je maximálně 13%.

U červené textilie nešla naměřit celková tloušťka v obrazové analýze z důvodů špatného zaostření. Tloušťku zátěru jsme však obrazovou analýzou naměřili a hodnotu celkové tloušťky jsme změřili na tloušťkoměru.

Nejvíce nás však zajímá podíl spodní vrstvy vůči celkové tloušťce vzorku textilie. Spodní vrstva je postavena oproti měření obrazovou analýzou a měřením na tloušťkoměru. Z toho je sestrojen podíl spodní vrstvy v %. A jak vidíme v tabulce číslo 3, ze zátěrů má největší podíl spodní vrstvy středně modrý vzorek (23,59%) a šedomodrý vzorek textilie (23,99%).

Tabulka 4 – Materiály s membránou (tloušťky)

		t [ųm] obrazová analýza				**t [ųm] dle normy**			
BARVA	**VRSTVY TEXTILIE**	**$\bar{x}$ [ųm]**	**s^2 [ųm]**	**v [%]**	**PODÍL MEMBR. [%]**	**$\bar{x}$ [ųm]**	**s^2 [ųm]**	**v [ųm]**	**PODÍL MEMBR. [%]**
černá	membrána	17,53	3,82	21,79	5,71	206	2,24	1,09	8,51
	pletenina	306,79	19,94	6,49					
růžová 1	membrána	21,32	2,16	10,13	7,01	272	2,74	1,01	7,84
	pletenina	304,00	33,11	10,89					
světle modrá	membrána	15,00	4,35	29,00	6,28	237	2,74	1,16	6,33
	pletenina	239,00	13,60	5.69					
zelená	membrána	24,40	8,02	32,87	8,40	412	2,74	0,67	5,92
	tkanina	289,65	22,48	7,76					
růžová 2	membrána	46,85	11,36	24,25	37,98	130	7,07	5,44	36,04
	tkanina	123,35	12,91	10,47					
žlutá	membrána	12,65	2,23	17,63	22,73	50	3,54	7,08	25,30
	tkanina	55,65	8,66	15,56					
barevná	membrána	82,55	12,94	15,68	28,80	363	2,74	0,75	22,74
	tkanina	286,90	33,56	11,70					
bílá	tkanina	123,47	20,61	16,69	-	95	10,00	10,53	-

Tabulka číslo 4 se statistickými daty obsahuje naměřené hodnoty textilií s membránou. Jsou zde dvě pleteniny, které mají největší celkovou tloušťku, měřenou obrazovou analýzou (306,79 ųm – černá pletenina a 304 ųm – růžová pletenina číslo 1).

Ve srovnání celkové tloušťky pletenin na tloušťkoměru a tloušťky pletenin měřené obrazovou analýzou, je tloušťka měřená na tloušťkoměru menší a to díky stlačení dané pleteniny. Stlačení vzorku, je zřejmé i z tkanin, ale už ne v takové míře.

Směrodatné odchylky tloušťky membrány jsou do 13ųm a variační koeficient u tloušťky membrán má maximální hodnotu 32,87%. Hodnota variačního koeficientu u celkové tloušťky dosahuje maximálně 16%. Směrodatné odchylky a variační koeficient u vzorků, měřených na tloušťkoměru, jsou téměř zanedbatelné (max. do 9%).

Poslední řádek tabulky obsahuje hodnoty naměřené pro textilii, která má pouze vrchní vrstvu. Přestože textilie nemá spodní ochrannou vrstvu, není nejtenčí. Tento vzorek slouží pouze pro srovnání v hydrostatické odolnosti.

6.5. Hydrostatická odolnost

Měření odolnosti proti tlaku vody na textilii bylo měřeno na přístroji Hydrostatic Head Tester. Princip přístroje spočívá v působení tlaku vody na textilii, která je upnutá v čelistech. Voda je obsažena v zásobníku a ta působí na textilii díky stlačenému vzduchu. Textilie je upnutá do kruhové čelisti, kde po upevnění přesahuje vzorek alespoň 1cm z každé strany. Testovaná plocha textilie je o velikosti nejméně 225cm². Působením tlaku vody textilie vytvoří kopeček, který je silou tlaku napínám. Pokud na povrch textilie proniknou tři kapky vody, je měření ukončeno a zapsány všechny potřebné hodnoty. Zaznamenává se hodnota hydrostatické odolnosti a čas, po který textilie odolávala tlaku.

Každý vzorek reagoval na tlak vody jinak. U většiny vzorků se objevily malé kapky vody, v některých případech i kapky větší. Některé textilie dokonce praskly a u jednoho vzorku voda vytekla druhým koncem přístroje a měření se muselo zastavit.

V následujících tabulkách číslo 5 a 6 jsou uvedeny hodnoty celkové tloušťky měřené na tloušťkoměru a hydrostatické odolnosti. V první tabulce můžeme pozorovat hodnoty textilií, které mají spodní vrstvu zátěr.

Tabulka 5 – Textilie se zátěrem (hydrostatická odolnost)

		HYDROSTATICKÁ ODOLNOST			
BARVA	**TLOUŠŤKA CELKEM [ųm]**	**$\bar{x}$ [mmH2O]**	**s^2 [mmH2O]**	**v [%]**	**POZNÁMKY**
tmavě modrá	209	12741	1960,12	15,38	malé kapky od 10 000 výše
hnědá	137	14259	10914,54	76,54	voda vytékala z přístroje
černá	206	17407	828,38	4,76	malé kapky, do 15 000 nic
červená	277	13270	1905,77	14,36	malé kapky
šedomodrá	197	5642	1177,18	20,86	malé kapky na hodně místech
středně modrá	269	1957	1081,69	55,27	malé kapky na hodně místech
tmavě modrá	241	7562	1500,30	19,84	kapky

Nejvyšší hodnotu hydrostatické odolnosti má černá textilie se zátěrem (17407 mmH2O). Nejnižší hydrostatickou odolnost má středně modrý vzorek se zátěrem (1957 mmH2O). Déle jsou z hodnot hydrostatické odolnosti zpracovány statistická data, směrodatná odchylka - s^2 [mmH2O] a variační koeficient – v [%].

Směrodatná odchylka je u textilie hnědé barvy 10914,54 mmH2O, což je v poměru s průměrem hodnot hydrostatické odolnosti 76,54 %. Tato textile má variační koeficient nejvyšší ze všech textilií, jedno ze tří měření hydrostatické odolnosti mělo nižší hodnotu (2777 mmH20) než ostatní dvě měření (15500 mmH20 a 24500 mmH20). Středně modrá textilie ukazuje také vyšší hodnotu variačního koeficientu než ostatní vzorky (55,27 %). Tento vzorek byl také měřen třikrát a jedno z měření hydrostatické odolnosti vyšlo nižší (709 mmH20) než ostatní textilie (2556 mmH20 a 2608 mmH20). Ostatní textilie mají variační koeficient maximálně do 21 %.

Všechny textilie jsou určené pro použití na sportovní oblečení s hydrostatickou odolností. Všechny vzorky jsou přípustné pro tento druh použití. Středně modrý vzorek

není tolik odolný, jako ostatní (1957 mmH20), ale na sportovní oblečení, určené pro menší hydrostatickou zátěž.

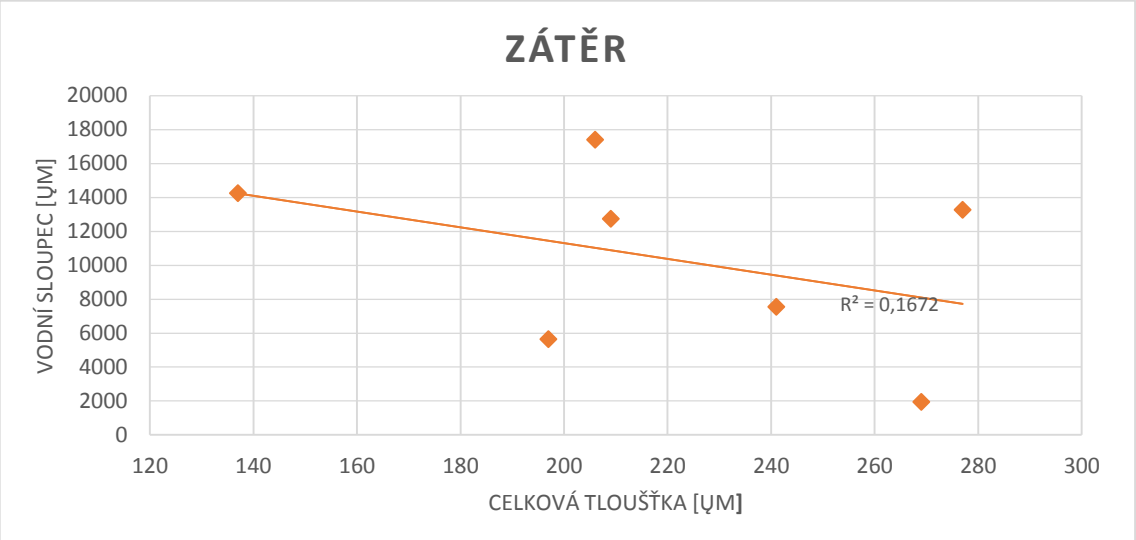
Textilie s hydrostatickou odolností nad 10 000 mmH2O (tmavě modrá, hnědá, černá a červená), již mohou odolávat větší zátěži hydrostatického tlaku, například při sportovních aktivitách jako je lyžování, snowboard apod.

Tabulka 6 – Materiály s membránou (hydrostatická odolnost)

		HYDROSTATICKÁ ODOLNOST			
BARVA	**TLOUŠŤKA CELKEM [ųm]**	**$\bar{x}$ [mmH2O]**	**s^2 [mmH2O]**	**v [%]**	**POZNÁMKY**
černá	206,0	8694	4491,33	51,66	velké roztáhnutí, malé kapky
růžová 1	272,0	12750	353,55	2,77	materiál prasknul
světle modrá	237,0	9485	2648,82	27,92	rychle se zvětšující kapky
zelená	289,7	4352	868,72	19,96	malé kapky
růžová 2	123,4	9731	6818,21	70,07	
žlutá	55,70	15250	-	-	materiál prasknul
barevná	286,9	6163	2054,52	33,34	malé kapky

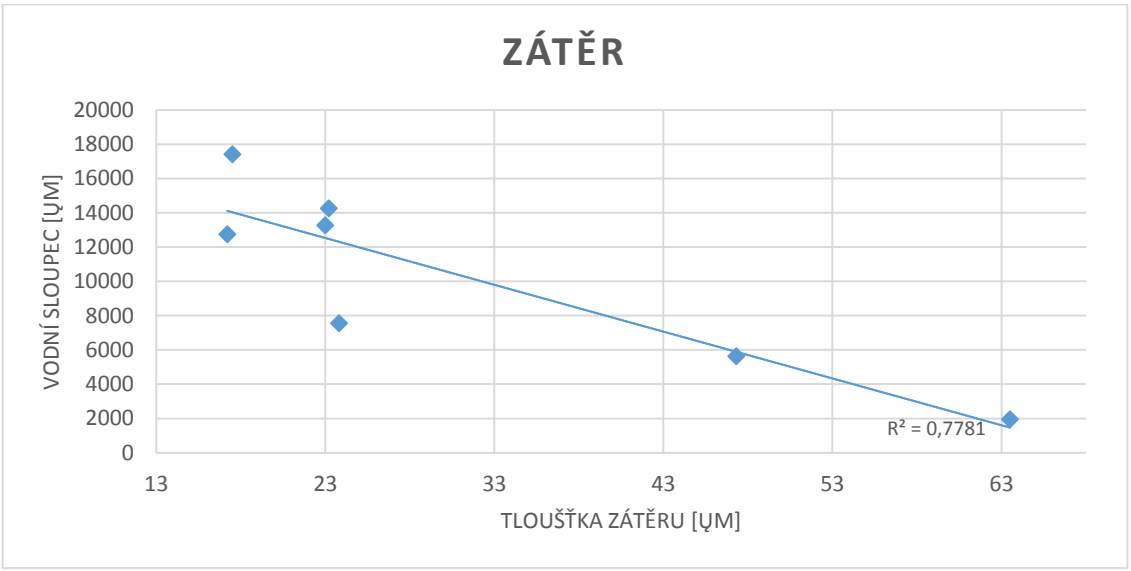
Největší průměrnou hodnotu hydrostatické odolnosti má žlutá textilie (15250 mmH2O), která má na rozdíl od ostatních vzorků nejmenší celkovou tloušťku (55,7 ųm). Naopak nejmenší průměrnou hydrostatickou odolnost má zelená textilie (4352 mmH2O), která je naopak nejtlustší ze všech vzorků s membránou (289,7 ųm). Velké směrodatné odchylky ukazují dva vzorky, černá (4491,33 mmH2O) a růžový číslo 2 (6818,21 mmH2O). Jejich variační koeficienty jsou také vyšší než u ostatních vzorků (51,66 % a 70,07 %). Růžová textilie číslo 2 byla zprůměrována ze tří výsledků měření hydrostatické odolnosti (3306 mmH20, 9003 mmH20 a 16884 mmH20) a jeden z nich má výrazně nižší hodnotu. Černá pletenina vykazuje také jednu hodnotu z měření hydrostatické odolnosti nižší (3610 mmH20) než ostatní (10349 mmH20 a 12123 mmH20). Ostatní vzorky dosahují maximálně 28 % variačního koeficientu.

Z tabulek číslo 5 a 6 jsou dále sestrojeny grafy v závislosti tloušťky a vodního sloupce. Následující dva grafy (obrázeka 15 a 16) jsou zpracované z textilií se zátěrem.



Obrázek 15 – Zátěrové materiály (celková tloušťka měřená na tloušťkoměru)

Tento graf (obrázek 15) ukazuje závislost mezi vodním sloupcem a celkovou tloušťkou. Důležitý je ukazatel koeficient determinace R². V grafu vidíme hodnotu R², která je 17% - mírná těsnost daných hodnot. Korelační koeficient je -0,41, což ukazuje mírnou negativní závislost.

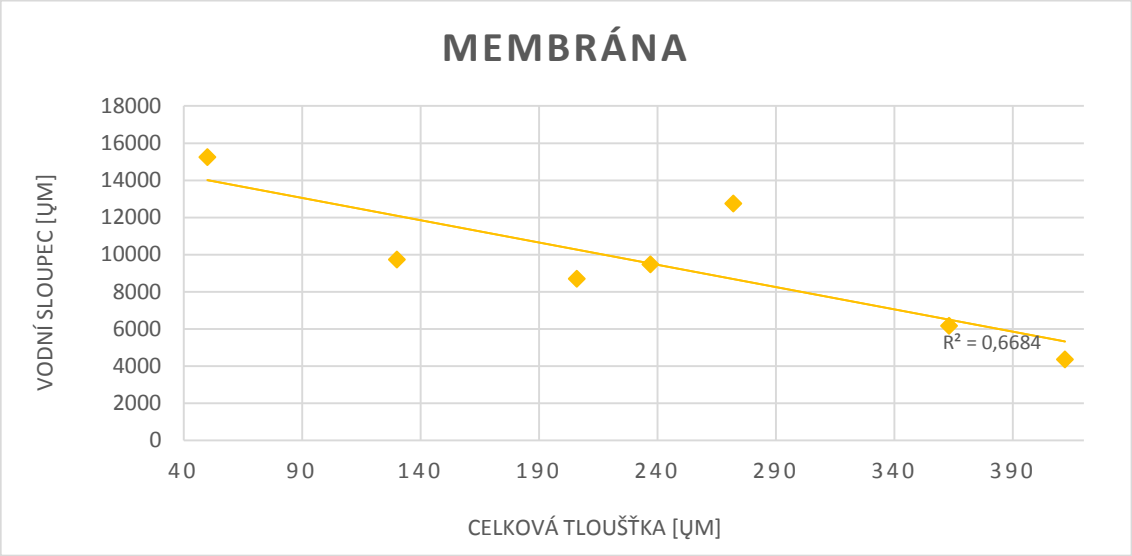


Obrázek 16 – Zátěrové materiály (tloušťka zátěru)

Druhý graf (obrázek 16) znázorňuje závislost mezi vodním sloupcem a tloušťkou spodní vrstvy, tedy zátěrem. Koeficient determinace je u tohoto grafu 78% - velmi těsné a korelační koeficient má hodnotu -0,88, nepřímá negativní závislost.

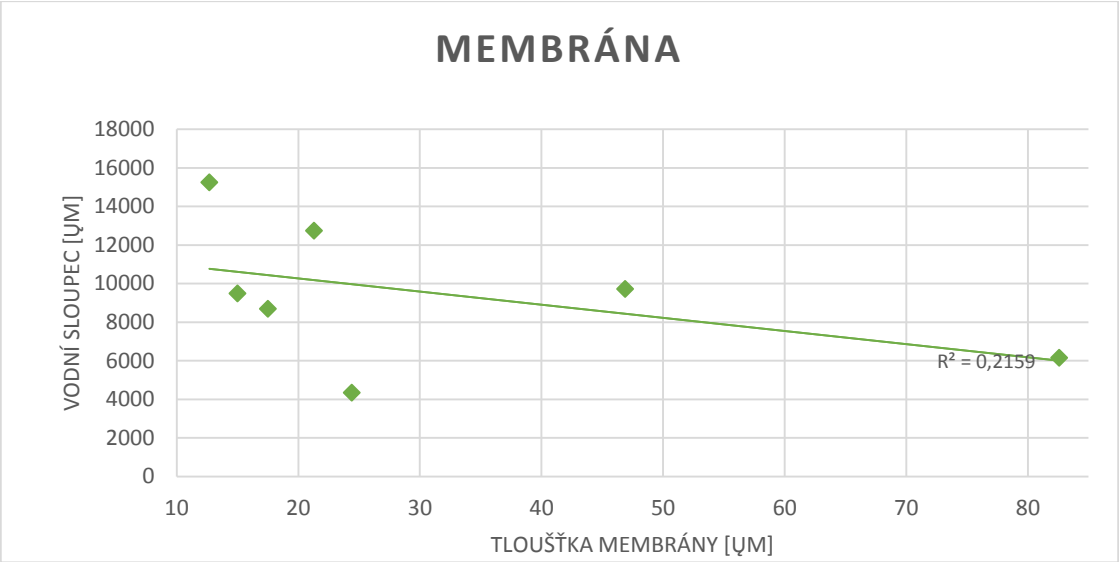
Data nejsou tolik rozptýlená, jako v předchozím grafu a negativní závislost stoupla. Přestože nebyla prokázána zásadní závislost u celkových vzorků, je prokázána závislost hydrostatické odolnosti na tloušťce zátěru a to nepřímá negativní.

Další dva grafy (obrázek 17 a 18) jsou sestrojeny pro textilie se spodní vrstvou z membrány.



Obrázek 17 – Membránové materiály (celková tloušťka měřená tloušťkoměrem)

První graf (obrázek 17) znázorňuje závislost vodního sloupce na celkové tloušťce vzorků. Hodnota R^2=67% značí význačnou těsnot mezi hodnotami a korelace je -0,82, nepřímá negativní závislost.



Obrázek 18 – Membránové materiály (tloušťka membrány)

Druhý graf (obrázek 18) ukazuje závislost mezi vodním sloupcem a tloušťkou spodní vrstvy, tedy membránou. Koeficient determinace je nižší, 22% - mírná těsnost. Korelační koeficient je také nižší -0,41, ale po zaokrouhlení vyznačuje nepřímou negativní závislost.

Téměř ze všech grafů plyne nepřímá negativní závislost a v průměru je těsnost hodnot význačná. Mezi hodnotami se jeví korelace, což značí, že na sobě vlastnosti závisejí. U zátěrových materiálů se projevuje vyšší závislost dat u grafu druhého (obrázek 16), kde je vodní sloupec v závislosti tloušťky zátěru. U membránových materiálů je to naopak, tam se jeví vyšší závislost dat u grafu vodního sloupce v závislosti na celkové tloušťce membránových materiálů (obrázek 17).

7. DISKUZE A PŘEHLED VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

V prvním kroku byly popsány jednotlivé textilie. Byly použity dvouvrstvé materiály, kde spodní vrstva byla membrána nebo zátěr. U vzorků byla dále zjištěna dostava (tabulky 1 a 2). Z textilií se zátěrem byla zjištěna nejhustší dostava u středně modrého vzorku, který je tkán ve vazbě osnovního atlasu. U vzorků s membránou je nejvyšší dostava prokázána u žluté textilie s ripstop vazbou. Na rozdíl od vzorků s membránou, mají textilie se zátěrem dostavu útku téměř stejnou jako dostavu osnovy. Textilie s membránou vykazují zesílenou osnovu a pleteniny s membránou naopak zesílený útek.

Dále byla zjištěna u všech textilií plošná hmotnost (tabulky 1 a 2). Ze všech použitých vzorků byla nejvyšší plošná hmotnost naměřena u textilie zelené barvy s membránou. Nejnižší hodnota plošné hmotnosti byla zjištěna u vzorku žluté barvy s membránou. Mezi vzorky s membránou jsou dvě textilie (zelená a barevná), které mají srovnatelnou plošnou hmotnost se vzorky se zátěrem. Ostatní vzorky s membránou mají plošnou hmotnost podstatně menší (maximálně do 103,2 g/m²), ale nedá se jednoznačně říct, že vzorky s membránou mají obecně menší plošnou hmotnost než vzorky se zátěrem.

Byla měřena také tloušťka textilií na tloušťkoměru a obrazovou analýzou (tabulky 3 a 4). V průměru ze všech materiálů, má největší celkovou tloušťku pletenina růžové barvy číslo 1, která je bez výrazné chlupatosti povrchu. Naopak nejmenší celková tloušťka byla zjištěna u žluté textilie. Když porovnáme celkovou tloušťku materiálů se zátěrem a materiálů s membránou, mají celkově srovnatelné hodnoty. Nedá se tedy říci, že vzorky se zátěrem vykazují vyšší hodnoty celkové tloušťky než materiály s membránou a naopak.

Obrazovou analýzou byla zjišťována tloušťka spodní vrstvy, tedy zátěrů a membrán (tabulky 3 a 4). Růžová textilie číslo 2 vykazuje největší tloušťku spodní vrstvy a u světle modrého vzorku s membránou byla naopak zjištěna nejmenší tloušťka spodní vrstvy.

Z celkové tloušťky a tloušťky spodní vrstvy byl dále vypočítán podíl spodní vrstvy (tabulky 3 a 4). U vzorků s membránou se vyskytují 4 výrazně nižší hodnoty podílu spodní vrstvy (maximálně do 8,4 %), ale ostatní jsou zase výrazně vyšší (až 37,98 %). U vzorků se zátěrem až tak velké rozdíly nejsou, avšak nedá se říci, že vzorky se zátěrem mají menší podíl spodní vrstvy než vzorky s membránou a naopak.

Dále byla měřena hydrostatická odolnost (tabulky 5 a 6). Nejvyšší hodnota hydrostatické odolnosti byla naměřena u textilie černé se zátěrem, ačkoliv nemá velký podíl zátěru, nemá velkou celkovou tloušťku a dostavu nití má oproti ostatním textiliím průměrnou. Nejnižší hodnota odolnosti proti hydrostatickému tlaku byla zjištěna u středně modrého vzorku se zátěrem, který je jeden z tlustších materiálů a má jeden z největších podílů zátěru oproti celkové tloušťce. U bílé textilie bez ochranné vrstvy, kterou máme uvedenou pouze v tabulce číslo 4, byla naměřena téměř zanedbatelná hydrostatická odolnost (po 20 sekundách voda protekla skrz textilii). U vzorků s velkou hydrostatickou odolností se většinou do 10 000 mmH2O pouze vzorek napínal a nakonec se projevily malé kapky vody nebo textilie praskla. Oba vzorky pleteniny vykazovaly větší míru vydutí při měření, což je způsobeno zvolenou nosnou textilií. Přesto byla hydrostatická odolnost u pletenin vysoká a odolnost membrány pružnost nosné textilie neovlivnila.

Směrodatné odchylky a variační koeficient vypočítaný z dat hydrostatické odolnosti jsou u některých textilií vyšší. Důvod je, že jedno měření ze tří je odlišnější. Nejvíce to bylo zjištěno u hnědé textilie (76,54 %) a růžové textilie číslo 2 (70,07 %). Téměř stejné hodnoty variačního koeficientu ze všech třech měření byly u textilie černé se zátěrem (4,76 %) a u růžové pleteniny číslo 1 (2,77 %). Přesnost měření byla tedy nižší, ale nelze se tomu zcela vyhnout, protože vrstvené materiály vykazující vysokou hydrostatickou odolnost a často se výrazně vydouvají. Pro další studie by bylo vhodné aplikovat například přidržovací mřížku podle normy ČSN EN 1734 (80 0857) - Textilie povrstvené pryží nebo plasty - Zjišťování odolnosti proti pronikání vody - Postup při nízkém tlaku. Problémem však může být bezpečnost při měření, protože metoda je určena pro nízké tlaky.

8. ZÁVĚR

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo určit závislost hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech vrchových voděodolných materiálů. Definovat důležité vlastnosti outdoorových materiálů, provést měření hydrostatické odolnosti podle ČSN EN 20811 Textilie - Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody a diskutovat naměřené hodnoty hydrostatické odolnosti v závislosti geometrických parametrech outdoorových materiálů.

Teoretická části je zaměřena na outdoorové materiály podle druhu spodní vrstvy, jejich důležité vlastnosti a také údržbu.

Pro experimentální část bylo poskytnuto 15 vzorků, z nichž 7 má spodní vrstvu membránu, 7 zátěr a 1 je bez ochranné vrstvy. Na materiálech byla měřena hydrostatická odolnost, celková tloušťka a tloušťka spodní vrstvy. Také byla zjišťována vazba tkanin a pletenin, dostava a složení materiálu. Dále byla vypočítána plošná hmotnost a podíl spodní vrstvy vůči celkové tloušťce.

Nakonec jsme diskutovali výsledky a závislost hydrostatické odolnosti na základních geometrických parametrech. Neprokázalo se, že by hydrostatická odolnost u membránových materiálů byla vyšší než u materiálů se zátěrem a naopak. Také se neprokázalo, že by materiály s větší celkovou tloušťkou vykazovali vyšší hydrostatickou odolnost a materiály s tlustším zátěrem či membránou dosahovali vyšších hodnot hydrostatické odolnosti.

Hlavním úkolem bylo určit závislost hydrostatické odolnosti na geometrických parametrech. U zátěrových materiálů se vyšší závislost projevila u hydrostatické odolnosti v závislosti na tloušťce zátěru. U membránových materiálů se naopak vyšší závislost projevila u hydrostatické odolnosti v závislosti na celkové tloušťce membránových materiálů.

Všechny materiály, které byli předmětem výzkumu, splňují hydrostatickou odolnost pro sportovní oděvy. Pro přesnější výsledky by byl vhodný větší počet poskytnutých materiálů a tím i vetší počet měření.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ČSN EN 20811 (80 0818) Textilie. Stanovení odolnosti proti vodě – zkouška tlakem vody (ISO 811:1981). Vydána: 07. 1990. Účinnost: 1992-06-26

[2] Gore-Tex membrane types. [online] [2011] Dostupné z: http://www.webbikeworld.com/gore-tex/

[3] Hes, L., Sluka, P.: *Úvod do komfortu textilií*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0

[4] Jak funguje Gore-Tex. [online] [2009] Dostupné z: http://www.alpyn.cz/outdoorove-materialy/35-gore-tex.html

[5] Jak prát outdoorové oblečení. [online] [2010] Dostupné z: http://www.pro-outdoor.cz/content/12-jak-prat-outdorove-obleceni

[6] Materiály na outdoorové oblečení. [online] [2013] Dostupné z: https://www.paridea.cz/clanky/materialy-na-outdoor.html

[7] Outdoorguide. [online] [2009-11-27] Dostupné z: vlastnosti materiálu: http://www.outdoorguide.cz/vlastnosti-materialu-38.html, zátěr a membrána: http://www.outdoorguide.cz/zater-a--membrana-40.html, textilie: http://www.outdoorguide.cz/textilie-37.html

[8] Péče a materiály [online] [2014] Dostupné z: http://www.moto-obleceni-held.cz/materialy-held/vodni-sloupec-a-nepromokavost

[9] Praní oděvů. [online] [2013-03-19] Dostupné z: http://www.cisteniodevu.cz/prispevky/prani-odevu-s-funkcnimi-membranami

[10] Přednášky TUL FT Katedra oděvnictví [online] [2013] Dostupné z: vrchové oděvní materiály: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Prednasky/om_p7.pdf, tloušťkoměr: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Cviceni/TLOUSTKOMER.pdf, laboratoř komfortu: http://www.kod.tul.cz/smazat/laboratore/Comfort/water.html, symboly pro ošetřování: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Cviceni/Symboly%20pro%20o%C5%A1et%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD.pdf, plošná hmotnost: http://www.kod.tul.cz/predmety/POV/Tem_okruhy_teorie/POV_T/Plo%C5%A1n%C3%A1%20hmotnost.pdf

[11] Přednášky TUL FT Katedra textilních materiálů. [online] [2014-01-13,2015-04-09] Dostupné z: oděvy pro sport a volný čas: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2014-01-13/10-10-58.pdf, konstrukční parametry plošných textilií: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2015-04-09/08-59-56.pdf

[12] Shishoo, R.: *Textiles in sport:* Introduction. 1. vyd. Cambridge: Woodhead publishing Limited, 2005. 201 s. ISBN – 13: 978-1-85573-922-2.

[13] Softshell. [online] [2012] Dostupné z: http://arcteryx.com/HardfleecevsSoftshell.aspx?language=EN

[14] Symboly údržby. [online] [2013] Dostupné z: http://www.sotex.cz/clanky/symboly-vyznam

[15] Sympatex technologies. [online] [2013] Dostupné z: http://www.textilegence.com/sympatex-technologies-wins-performance-award-2013/

[16] Technologie svrchních materiálů. [online] [2015] Dostupné z: www.gore-tex.cz

[17] Testování. [online] [2011]. Dostupné z: http://www.directalpine.cz/testovani-outdoor-directalpine

[18] Tloušťkoměr. [online] [2010] Dostupné z: http://www.zkusebni-technika.cz/tloustkomer.htm

[19] Víte, co si oblékate? [online] [2007-09-05] Dostupné z: http://www.svetoutdooru.cz/rady/vite-co-si-oblekate-i-/

[20] Vodní sloupec a nepromokavost. [online] [2011] Dostupné z: http://www.cestydoprirody.cz/clanky/13-co-to-je-vodni-sloupec-a-nepromokavost

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Textilie se zátěrem

Tabulka 2 - Materiály s membránou

Tabulka 3 - Textilie se zátěrem (tloušťky)

Tabulka 4 - Materiály s membránou (tloušťky)

Tabulka 5 - Textilie se zátěrem (hydrostatická odolnost)

Tabulka 6 - Materiály s membránou (hydrostatická odolnost)

10.SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Hydrofobní membrána

Obrázek 2 - Gore-Tex – Z-liner

Obrázek 3 - Gore-Tex – dvouvrstvý laminát

Obrázek 4 - Gore-Tex – třívrstvý laminát

Obrázek 5 – Softshell – vícevrství materiál

Obrázek 6 - Fleece

Obrázek 7 – Materiál s vrstvou Sympatexu

Obrázek 8 – Materiál s vrstvou Gore-Texu

Obrázek 9 - Vodní sloupec

Obrázek 10 - Hydrostatic Head Tester

Obrázek 11 - Tloušťkoměr

Obrázek 12 – Snímek řezu pleteniny

Obrázek 13 - Obrazová analýza (tloušťka spodní vrstvy)

Obrázek 14 - Obrazová analýza (celková tloušťka)

Obrázek 15 – Zátěrové materiály (celková tloušťka měřená tloušťkoměrem)

Obrázek 16 – Zátěrové materiály (tloušťka zátěru)

Obrázek 17 – Membránové materiály (celková tloušťka měřená tloušťkoměrem)

Obrázek 18 – Membránové materiály (tloušťka membrány)

11.SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Tabulka naměřených hodnot (celková tloušťka, tloušťka spodní vrstvy)

Příloha 1 – Tabulka naměřených hodnot

Číslo vzork	Barva	Vrstvy	Tloušťka-O4(μm)																				Tloušťka normy (μm)				
1	hnědý	zátěr	28	18	26	21	23	26	18	28	26	23	23	23	18	23	26	18	24	25	22						
		textilie	179	185	164	169	177	167	190	159	185	167	172	151	177	154	179	169	164	177	180	140	135	135	135	140	
2	tmavě modrá - N	zátěr	23	23	18	31	26	26	21	23	23	31	28	23	23	31	28	21	23	26	31	23					
		textilie	190	154	159	218	190	192	215	185	226	208	215	223	218	233	202	246	243	195	241	236	240	240	245	235	245
3	černá	zátěr	18	21	21	13	21	21	16	21	18	18	26	15	33	21	15	23	21	21	15	13					
		textilie	192	246	243	238	195	200	205	197	243	233	195	213	223	190	177	167	215	187	182	156	260	265	265	260	265
4	tmavě modrá - P	zátěr	19	18	18	15	18	15	18	15	15	18	21	21	18	13	18	15	16	21	15	18					
		textilie	243	267	238	292	246	256	223	246	256	251	246	269	243	231	218	210	226	231	256	254	210	210	205	210	210
5	středně modrá	zátěr	59	72	67	62	69	74	62	62	59	54	70	70	52	54	60	52	72	74	62	58					
		textilie	290	218	264	249	277	290	274	262	218	256	270	221	218	218	254	256	282	249	249	262	275	270	265	270	265
6	šedomodrá	zátěr	46	38	48	47	52	50	42	49	65	65	41	41	54	38	44	33	54	50	41	52					
		textilie	216	221	200	190	223	223	202	246	200	200	221	218	220	228	221	221	200	218	246	192	195	195	195	200	200
7	červená	zátěr	23	28	23	21	23	28	23	28	28	23	28	15	23	21	15	15	28	23	21	21					
		textilie	není vidět																				275	275	280	275	280
8	černá	membrána	21	15	18	19	27	26	16	16	16	18	18	18	14	15	13	14	18	13	18	16					
		pletenina	321	335	310	271	310	271	310	309	305	331	310	310	330	280	321	321	271	309	304	305	210	205	205	205	205
9	světle modrá	membrána	21	15	19	13	13	15	23	9	9	8	9	15	16	13	18	15	18	21	15	8					
		textilie	218	246	249	264	236	215	259	223	246	246	233	228	236	251	231	243	248	223	246	249	235	235	240	235	240
10	růžová 1	membrána	21	18	18	26	28	18	26	18	21	21	23	21	26	18	21	18	21	21	21	23					
		pletenina	369	379	308	337	284	302	297	282	269	285	274	277	241	318	313	313	312	318	298	300	270	270	275	275	270
11	zelená	membrána	29	26	15	23	28	44	15	21	21	23	18	21	38	18	33	18	13	26	22	15					
		textilie	297	313	292	310	279	274	331	282	256	287	285	282	318	300	243	262	274	295	290	323	410	410	410	415	415
12	růžová 2	membrána	31	54	36	72	38	44	62	51	38	51	33	51	46	46	62	41	33	45	44	64					
		textilie	128	133	120	133	128	115	141	131	123	146	128	115	97	108	133	120	103	138	110	117	135	135	135	125	120
13	žlutý	membrána	13	13	10	14	14	15	11	12	15	14	17	18	13	15	13	9	13	14	10	13					
		textilie	50	53	55	52	52	51	46	51	54	43	55	54	68	65	57	50	46	73	73	65	55	45	50	50	50
14	barevný	membrána	85	89	106	93	102	72	81	64	76	85	81	68	68	77	81	77	102	73	103	68					
		textilie	282	267	272	259	349	285	314	327	361	268	289	293	289	306	285	297	272	251	217	255	365	365	365	360	360
15	bílá	textilie	151	113	141	151	118	169	118	128	149	128	105	128	95	108	113	92	118	108	113	107	90	100	110	85	90