

Bakalářská práce

Paropropustnost a tepelné vlastnosti vybraných komerčních softshellových textilií zavlhčených pomocí skrápění

Studijní program:

B3107 Textil

Studijní obor:

Textilní marketing

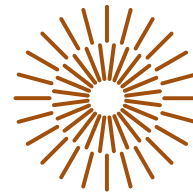
Autor práce:

Nikita Gladkikh

Vedoucí práce:

prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.
Katedra hodnocení textilií

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Paropropustnost a tepelné vlastnosti vybraných komerčních softshellových textilií zavlhčených pomocí skrápění

<i>Jméno a příjmení:</i>	Nikita Gladkikh
<i>Osobní číslo:</i>	T18000183
<i>Studijní program:</i>	B3107 Textil
<i>Studijní obor:</i>	Textilní marketing
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra hodnocení textilií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

Zásady pro vypracování:

1. Uveďte základní poznatky o komfortu textilií a způsobech hodnocení parametrů jejich termofyziologického komfortu. Stručně popište strukturu a vlastnosti softshellových textilií, charakterizovaných jejich vnitřní polopropustnou vrstvou.
2. Opatřete komerční vzorky různých softshellů a proměřte jejich tepelně izolační a tepelně kontaktní vlastnosti a relativní paropropustnost za sucha a po zavlhčení pomocí skrápěcího testu dle ČSN EN ISO 4920 při 3 různých dávkách vody. Stanovte vliv praní na výše uvedené parametry. Pomocí optické metody kontaktního úhlu stanovte úroveň vodoodpudivé úpravy povrchu zkoumaných vzorků a s použitím mikroskopu zjistěte tloušťku jednotlivých vrstev vybraných laminátů.
3. Vyhodnoťte vliv vlhkosti a praní na proměřované parametry softshellů a porovnejte naměřené hodnoty jejich efektivní relativní paropropustnosti za vlhka s hodnotami kontaktního úhlu vzorků za sucha. Diskutujte možnost stanovení efektivní relativní paropropustnosti a tepelného odporu respektive tepelné jímavosti skrápěných vzorků jako novou metodu ke zjištění stupně jejich vodoodpudivosti.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: 30-40 normostran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

1. Hes L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, Liberec 2005.
2. Kuneš J. a kol. : Tepelné bariéry, Academia 2003
3. Hes L., Bogusławska M.: Analysis and experimental determination of effective water vapour permeability of wet woven fabrics. J. of TATM, Vol. 8, Issue 4, p. 1-8, 2014.

Vedoucí práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání práce: 30. června 2022
Předpokládaný termín odevzdání: 2. června 2023

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

L.S.

Ing. Roman Knížek, Ph.D., MBA
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. května 2023

Prohlášení

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

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

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

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

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

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

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

PODĚKOVÁNÍ

Prof. Ing. L. Hesovi, DrSc. – za možnost získat bezcennou praxe během mojí práci.

Ing. P. Těšinově, Ph.D.- za konzultaci a pomoc s lab. zařízením.

Vedoucímu Katedry Hodnocení Textilí, Ing. R. Knížkovi, Ph.D., MBA – za podporu během práci.

Firmě «Kvaltex» - za poskytnutí části vzorků.

Firmě «Elmarco» - za praxe.

Ing. M. Havlově, Ph.D. a Ing. H. Pařilově, Ph.D. - za konzultáci a pomoc pochopení hloubky vědy.

Ing. Z. Hrubošově, Ing. Paed. IGIP. – za assistance měření kontaktního úhlu.

Ing. J. Grabmüllerově – za výpomoc s mikroskopem.

Rodině, věrným kamarádům a domácím vousatým – za to že jsou se mnou.

ABSTRAKT

Tématem této práce je tepelný komfort nositelé oděvu vystavenému dešti. Teoretická část práce se věnuje softshellovým materiálům, včetně DWR úpravám a základům termofyziologického komfortu. V praktické části práce jsou zpracovány statistické výsledky měření, grafické zobrazení výsledků a následné vyhodnocení vzorků.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Softshell, relativní efektivní paropropustnost, tepelný odpor, kontaktní úhel, Alambeta, Permetest.

The topic of this thesis is the thermal comfort of the wearer of clothing exposed to rain. The theoretical part of the work is devoted to softshell materials, including DWR treatments and the basics of thermophysiological comfort. In the practical part of the work, the statistical results of the measurements, the graphic display of the results and the subsequent evaluation of the samples are processed.

KEY WORDS:

Softshell, relative effective water vapor permeability, thermal resistance, contact angle, Alambeta, Permetest.

Obsah

Úvod	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1. Definice a klasifikace komfortu textilií.....	10
1.1 Termofyziologický komfort	10
1.2 Psychologický komfort	11
1.3 Sensorický komfort	12
1.4 Patofyziologický komfort.....	12
2. Hodnocení parametrů termofyziologického komfortu	14
2.1 Princip přístroje PERMETEST	14
2.2 Efektivní Relativní Paropropustnost zavlhčené textilií	16
2.3 Princip přístroje Alambeta.....	20
2.4 Optická metoda měření kontaktního úhlu	24
2.5 Princip simulování podmínek deště pomocí zařízení Spray-Test	25
3. Softshellové textilií	27
3.1 Definice, vlastnosti a klasifikace Softshellu	27
3.2 Struktura membránového softshellu	27
3.3 Vodoodpudivá úprava	30
PRAKTICKÁ ČÁST.....	31
4 Výběr komerčních softshell vzorků	31
4.1 Přehled vybraných laminátů	31
4.2 Postupy přípravy k hodnocení vzorků	33
5 Hodnocení vlastností textilií.....	35
5.1 Stanovení tloušťky jednotlivých vrstev vybraných laminátů.....	35
5.2 Stanovení úrovně vodoodpudivé úpravy povrchu	36
5.3 Hodnocení tepelně-izolačních a tepelně-kontaktních vlastností a relativní paropropustnosti za sucha a po zavlhčení	37
5.3.1 Výsledky měření relativní paropropustnosti	38
5.3.2 Výsledky měření tepelných parametrů	40
5.4 Výsledky měření znázorněné v grafech.....	44
6 Vliv praní na proměřené parametry.....	49
7 Porovnání parametrů s kontaktními úhly.....	52
8 Analýza výsledků	55

8.1 Vliv vlhkosti na proměřené parametry.....	55
8.2 Diskuse možnosti stanovení nové metody vodoodpudivosti.....	59
Závěr.....	60
Použitá literatura.....	61
Přílohy.....	63

Úvod

Softshell je dobrý materiál pro horní vrstvu, která má za úkol chránit lidské tělo před výzvami počasí. Tato vrstva hraje podstatnou roli v zajištění celkových funkčních vlastností. Sendvičová struktura a polopropustnou membrana mezi dvěma vrstvami umožňuje použití za nepříznivých povětrnostních podmínek. Moderní softshellové materiály jsou často vylepšeny o DWR úpravy, které velmi účinně odvádějí kapky vody. Ale jak jinak naráží na tepelný komfort, a jak jsou účinné po řadě praní v pračce?

Cílem práce je analýza vlivu přidané vlhkosti na vybrané transportní vlastnosti různých komerčních textilních laminátů typu „softshell“.

V teoretické části je definován a klasifikován komfort textilií se zaměřením na termofyziologický, psychologický, sensorický a patofyziologický komfort. Dále je popsán princip přístroje PERMETEST a je vysvětlena efektivní relativní paropropustnost zavlhčené textilií. Tato část práce také představuje princip přístroje Alambeta a optickou metodu měření kontaktního úhlu, a je vysvětlen princip simulování podmínek deště pomocí zařízení Spray-Test. Nakonec se zaměřuje na vlastnosti a klasifikaci softshellu, strukturu membránového softshellu a vodoodpudivou úpravu.

V praktické části je proveden výběr komerčních softshell vzorků a jsou popsány postupy přípravy k hodnocení vzorků. Následuje hodnocení vlastností textilií, včetně stanovení tloušťky jednotlivých vrstev vybraných laminátů, stanovení úrovně vodoodpudivé úpravy povrchu a hodnocení tepelně-izolačních a tepelně-kontaktních vlastností a relativní paropropustnosti za sucha a po zavlhčení. Výsledky měření jsou znázorněny v grafech. V další části je analyzován vliv praní na proměřené parametry a je provedeno porovnání parametrů s kontaktními úhly. Závěrem je provedena analýza výsledků, kde je zkoumán vliv vlhkosti na proměřené parametry a je diskutována možnost stanovení nové metody vodoodpudivosti.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Definice a klasifikace komfortu textilií

Komfort textilií lze chápat jako stav, kdy jsou fyziologické funkce těla optimální a prostředí včetně oděvů nezpůsobuje nepříjemné pocity, které by byly vnímány našimi smysly. Tento pocit se subjektivně projevuje jako pocit pohody a je základem pro udržení koncentrace a schopnosti vykonávat práci. Komfort je ovlivňován většinou lidských smyslů, kromě chuti, a to podle následujícího pořadí významnosti: hmat, zrak, sluch a čich.

Diskomfort nastává, když pocítujeme příliš velké teplo nebo chlad. Pocity tepla mohou být způsobeny zvýšenou pracovní zátěží nebo působením teplého a vlhkého klimatu. Naopak, pocity chladu mohou být reakcí na nízkou teplotu prostředí nebo sníženou pracovní zátěž. Zjednodušeně lze komfort definovat jako nepřítomnost rušivých a bolestivých pocitů.

Komfort textilií lze rozdělit do čtyř hlavních aspektů: termofyziologický komfort, psychologický komfort, sensorický komfort a patologický komfort. Je přirozené, že lidé usilují o stále vyšší úroveň uspokojení svých potřeb a tím i komfortu. Tento princip je základem marketingových strategií textilních výrobků. Některé skupiny populace, jako jsou malé děti, nemocní lidé a starší osoby, mají vyšší přirozenou potřebu komfortu. Specifickou skupinu tvoří osoby v ochranných oděvech, které jsou vystaveny pracovnímu nebezpečí nebo riziku ohrožení ostatních (např. lékaři, záchranáři, pracovníci s chemikáliemi, pracovníci v extrémních podmínkách atd.). Ostatní skupiny obyvatel by měly žít v podmínkách přiměřeného nebo regulovaného oděvního komfortu, aby zvýšily svou odolnost vůči mimořádným změnám klimatu a dalším proměnlivým faktorům životního prostředí. [1]

1.1 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort souvisí s tím, jak oděv pomáhá udržovat teplotu těla v optimálním rozsahu, což je důležité pro fyziologickou, psychologickou a fyzikální harmonii mezi člověkem a okolím. Tento druh komfortu zohledňuje faktory jako teplotu pokožky, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, obsah CO₂ a nepřítomnost vody na pokožce.

Optimální podmínky pro dosažení termofyziologického komfortu zahrnují:

- teplotu pokožky mezi 33-35°C;
- relativní vlhkost vzduchu kolem 50±10%;
- rychlost proudění vzduchu 25±10 cm/s;
- obsah CO₂ na úrovni 0,07%;
- a suchou pokožku.

Je důležité poznamenat, že tělesná teplota není konstantní a může se lišit v závislosti na faktorech, jako je umístění na těle a vnější podmínky.

Jedním z klíčových úkolů termoregulačního systému lidského těla je udržovat vnitřní teplotu v optimálním rozmezí, což zajišťuje hladký průběh metabolických procesů za předpokladu, že teplota jádra těla se udržuje kolem 37°C. Za optimálních podmínek, kdy organismus nemusí regulovat teplotu, nedochází k termoregulaci. [1]

1.2 Psychologický komfort

Psychologický komfort se týká vnímání komfortu naší myslí a zahrnuje různá hlediska, které ovlivňují pohodlí uživatelů.

- Z hlediska klimatických podmínek je důležité, aby se oděv přizpůsobil geografickým charakteristikám prostředí, což zahrnuje ochranu proti chladu či UV záření.
- Ekonomické faktory, jako jsou přírodní zdroje, výrobní prostředky nebo politický systém, rovněž ovlivňují výběr materiálů a technologií použitých při výrobě oděvů.
- Z historického hlediska mají lidé tendenci upřednostňovat přírodní materiály a výrobky inspirované přírodou, což se projevuje v tradicích a módních směrech.
- Kulturní aspekty, jako jsou zvyky, náboženství a rituály, také ovlivňují oděvní preference, jak je patrné z pokrytí pokožky žen v islámských zemích, které zároveň chrání před škodlivými účinky UV záření.

- Sociální hlediska, jako je věk, vzdělání, sociální třída a postavení v rámci této třídy, mohou také ovlivnit psychologický komfort. Například oděv symbolizující vysoké postavení může kompenzovat nižší úroveň termofyziologického komfortu.
- Nakonec skupinové a individuální aspekty, jako jsou módní trendy, styl, barvy, lesk a osobní preference, spadají do oblasti oděvního návrhářství a mají také vliv na psychologický komfort. [1]

1.3 Sensorický komfort

Sensorický komfort zahrnuje vjemy a pocity, které člověk zažívá při přímém kontaktu pokožky s první vrstvou oděvu. Tyto pocity mohou být příjemné, jako je měkkost či splývavost, nebo naopak nepříjemné a dráždivé, jako je tlak, vlhkost, škrábání nebo lepení.

Sensorický komfort lze rozlišit na komfort nošení a komfort omaku. Komfort nošení zahrnuje povrchovou strukturu použitých textilií, mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému a schopnost textilie absorbovat a transportovat vlhkost, což má vliv na její kontaktní vlastnosti. V tomto směru je sensorický komfort spojen s fyziologickým komfortem.

Na druhou stranu, omak je velmi subjektivní a obtížně reprodukovatelný vjem získávaný prostřednictvím prstů a dlaně. Omak lze zjednodušeně charakterizovat pomocí několika vlastností, jako je hladkost (součinitel povrchového tření), tuhost (ohybová a smyková), objemnost (která lze nahradit stlačitelností) a tepelně-kontaktní vjem. Při zkoumání paropropustnosti a tepelných vlastností softshellových textilií zavlhčených pomocí skrápění je důležité zohlednit tyto aspekty sensorického komfortu. [1]

1.4 Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort se zabývá vlivem patofyziologicko-toxických faktorů na pohodlí při nošení oděvních textilií. Tyto faktory zahrnují chemické látky obsažené v materiálu oděvu a mikroorganismy přítomné na lidské kůži. Patofyziologické vlivy závisí na odolnosti lidské pokožky vůči chemickým látkám v textiliích a na podmínkách růstu mikroorganismů v

mikroklimatu mezi povrchem lidského těla a textilií. Oděv může na pokožce způsobit dermatózu, což je kožní onemocnění.

Dermatóza může být způsobena fyzikálně-chemickým drážděním, které mohou způsobit například soli, organická rozpouštědla či syntetické prací prostředky. Dráždění mohou také způsobovat textilie, zejména ty obsahující středně jemná nebo hrubší PES staplová vlákna. Alergie, jako individuální imunologický jev, mohou být způsobeny kontaktem s alergeny, jako jsou některá barviva, prací prostředky nebo desinfekční prostředky.

Důležité je řešit interakci mezi lidským organismem a oděvem a směřovat vývoj oděvních textilií tak, aby se minimalizovala dráždivost pokožky a zároveň maximalizovala antimikrobiální účinnost. Pro boj proti mikroorganismům na oděvních výrobcích se používají různé chemické úpravy textilií nebo vláken, například aplikace stříbrných nanočástic do výchozího polymeru. Baktericidní vlastnosti prokazují také vlákna vyrobená z chitinu a chitosanu. Chemickou a biologickou nezávadnost textilního výrobku lze certifikovat pomocí normy ISO 14 000. [1]

2. Hodnocení parametrů termofyziologického komfortu

Termofyziologický komfort, který poskytuje oděv, lze posuzovat dvěma základními způsoby. Jedním z nich je použití přístrojů, které přesně popisují fyzikální jevy, ale bez přímého vztahu k podmínkám v systému pokožka – oděv – prostředí. Druhým způsobem je měření přenosu tepla a vlhkosti za podmínek, které se blíží fyziologickému režimu lidského těla. V posledních letech je druhý přístup preferován, protože umožňuje širší hodnocení termofyziologického komfortu než metody první skupiny. [1]

Termofyziologický komfort oděvů či textilií lze zjednodušeně charakterizovat pomocí dvou hlavních parametrů: tepelného a výparného odporu. Výparný odpor hraje zásadní roli při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky, a úroveň ochlazování závisí na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, stejně jako na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry. [1]

2.1 Princip přístroje PERMETEST



Obr. č. 1 - Přístroj Permetest

Přístroj PERMETEST funguje na základě tzv. malého modelu kůže (skin model), který simuluje tepelné vlastnosti lidské pokožky. Model kůže má porézní povrch, který je zvlhčován, což napodobuje ochlazování těla pocením. Měřený textilní vzorek je umístěn na povrch modelu kůže přes separační fólii, zatímco vnější strana vzorku je ofukována.

Při zkoumání výparného odporu a paropropustnosti udržuje měřicí hlavice s integrovaným skin modelem stálou teplotu okolního vzduchu (zpravidla 20-23°C) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru. Tímto způsobem jsou zajištěny izotermické podmínky měření. V průběhu měření se vlhkost v porézní vrstvě mění na páru, která prochází separační fólií a následně vzorkem.

Výparný tepelný tok je detekován speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. Měření probíhá nejprve bez vzorku a poté se vzorkem, přičemž přístroj zaznamenává odpovídající tepelné toky. [1]

PERMETEST měří relativní paropropustnost textilie **P** [%] podle vzorce:

$$P = 100 \left(\frac{q_v}{q_o} \right) \quad (\text{č. vz. 1})$$

Kde q_v je chladící výparný tok [W/m^2] procházející hlavicí přístroje při vloženém vzorku

q_o je chladící výparný tok [W/m^2] procházející hlavicí přístroje bez vzorku.

Plně propustný vzorek má hodnotu **P** = 100%, zatímco nepropustný vzorek má hodnotu **P** = 0%.

Výparný odpor vzorku **R_{et}** [$\text{m}^2 \cdot \text{Pa}/\text{W}$] je stanoven pomocí následujícího vztahu:

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (\text{č. vz. 2})$$

Kde q_o je plošná hustota tepelného toku procházející nezakrytou měřicí hlavicí [W/m^2],

q_v je plošná hustota tepelného toku procházející zakrytou měřicí hlavicí [W/m^2],

P_m je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa],

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

Přístroj PERMETEST také měří tepelný odpor textilie R_{ct} [$m^2.K/W$] podle následujícího vztahu:

$$R_{ct} = (t_m - t_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (\text{č. vz. 3})$$

Kde t_m je teplota povrchu měřicí hlavice [$^{\circ}C$],

t_a je teplota vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavice [$^{\circ}C$]. [1]

V rámci ověřování přesnosti a opakovatelnosti měření se využívá speciální referenční textilie. Tato textilie musí být homogenní a její propustnost by neměla být ovlivněna absorpcí vodních par v její vláknité struktuře. Ideálním materiálem pro referenční textilii je hydrofobní polypropylenová příze, jejíž charakteristiky, jako konstrukce, kvalita a plošná hmotnost, jsou stanoveny českou normou. Dodávky měřicích přístrojů zahrnují tuto textilií, která slouží k pravidelnému ověřování přesnosti daného zařízení. [1]

2.2 Efektivní Relativní Paropropustnost zavlhčené textilií

Hlavní problém s nynějšími zařízeními určenými k posuzování termofyziologických charakteristik textilií spočívá v jejich pomalém měřicím procesu, který obvykle trvá více než půl hodiny, a komplikuje tak zkoumání dopadu vlhkosti látky na chladičí tepelný tok. Tento časový faktor ovlivňuje měření, protože vlhkost v průběhu testu klesá. To vede k nedostatku podrobných studií v literatuře, které by se zaměřily na chladičí efekt v důsledku nošení vlhkých textilií, a také na absenci univerzálních postupů pro určování propustnosti textilií pro vodní páru v mokřém stavu. Jako jedna z výjimek stojí za zmínku přístroj s názvem PERMETEST, který je schopen provádět nedestruktivní měření v rychlém časovém rozmezí několika minut a je tak vhodný pro hodnocení propustnosti vlhkých textilií pro vodní páru. [2]

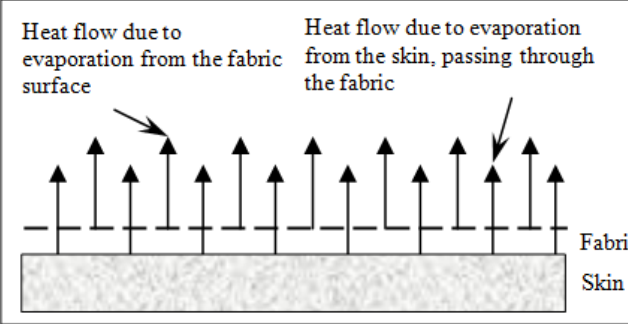
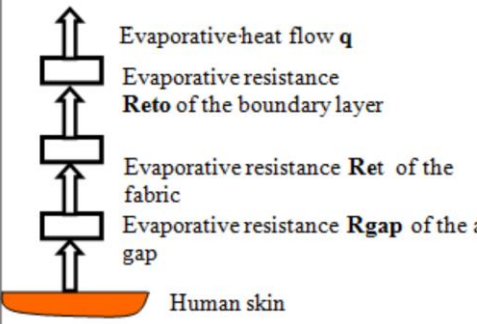
V kontextu této studie předkládá se zkoumání efektivní propustnosti textilií pro vodní páru v mokřém stavu, obohacené o odpovídající empirická data. Získané informace jsou výsledkem měření relativního chladicího toku, který projde látkou umístěnou na měřicí ploše daného zařízení. [2]

V rámci provedeného výzkumu bylo zajímavým aspektem komparace mezi přímým měřením a měřením za použití fólie, která byla umístěna mezi vlhkým vzorkem textilie a měřicí plochou přístroje. Tento srovnávací přístup umožnil určit potřebnou hodnotu relativního chladicího toku, což lze také chápat jako hodnotu relativní propustnosti textilie pro vodní páru v mokřém stavu. Tato metoda poskytla významné poznatky o reakci materiálů v různých situacích. [2]

Navíc, provádění měření efektivní relativní permeability textilií pro vodní páru na čtyřech různých úrovních vlhkosti přineslo podrobnější porozumění o tom, jak vlhkost ovlivňuje tuto propustnost. Toto poznání je zásadní pro optimální uplatnění těchto materiálů v praxi. [2]

Chladicí efekt na lidské tělo vzniká díky teplému toku, jenž je generován odpařováním potu, což vede k úbytku tepla. Však i tepelný tok vyvolaný odpařováním vlhkosti z povrchu textilie přispívá k tomuto chladicímu efektu. Nicméně, toto chladicí působení nemusí být dostatečné pro úplné ochlazení těla, protože tepelný tok, jenž je spuštěn poklesem teploty na povrchu tkaniny, je snížen díky tepelnému odporu samotné tkaniny a také tepelnému odporu vzduchové vrstvy mezi tkaninou a kůží. [2]

Celkový model odporu vypařování, vyjádřený v jednotkách $[\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}]$, je možné reprezentovat jako souhrn tří specifických odporů vypařování, které redukují tepelný tok $[\text{W}/\text{m}^2]$, vznikající v důsledku odpařování potu do okolního prostředí. Tato komplexní struktura modelu poskytuje hlubší pochopení dynamiky tepelného toku v rámci různých proměnných. [2]

	
<p>Obr. č. 2 - Generování tepelného toku je způsobeno odpařováním potu z kůže a vypouštěním tepelného toku z vlhkého povrchu tkaniny. [2]</p>	<p>Obr. č. 3 - Model odparovacích odporů během odpařování vlhkosti z kůže. [2]</p>

Jak je zřejmé z Obrázku 2, celkový tepelný tok (q_{tot}), který je přenesen přes hraniční vrstvu na povrchu textilie, je určen sumou tepelného toku, jenž prochází od kůže skrze tkaninu, a tepelného toku, který je vyvolán teplotním gradientem mezi kůží a povrchem textilie. Tento druhý tok je dále chlazen odpařováním vody z povrchu tkaniny. [2]

Proces měření efektivního relativního chladicího toku, či efektivní relativní permeability textilií pro vodní páru v mokřem stavu (**PERP**), je složen z řady kroků, jež jsou v následující části podrobně popsány.

V režimu kalibrace vždy přístroj PERMETEST měří odpor vypařování hraniční vrstvy R_{eto} (bez vloženého vzorku), který pak představuje relativní paropropustnost **P_{REL}**.

$$q_0 = \frac{\Delta p}{R_{eto}}, \text{ kde } \Delta p = (p_{sat} - p_{air}) \quad (\text{č. vz. 4})$$

q_0 – je plošná hustota tepelného toku procházející nezakrytou měřicí hlavici [W/m^2],

p_{air} – tlak vzduchu v okolním prostředí [Pa],

p_{sat} – nasycený tlak na povrchu textilie [Pa],

Tento signál je poté upraven jako $P_{REL} = 100\%$. [2]

Když je vložena suchá tkanina (změřeno za standardních laboratorních podmínek) s odporem k vypařování R_{et} , pak relativní chladicí tok nebo P_{REL} v suchém stavu (s R_{et}) bude:

$$P_{REL} = \frac{q_s}{q_0} = \frac{\left[\frac{\Delta p}{(R_{et} + R_{eto})} \right]}{\left\{ \frac{\Delta p}{R_{eto}} \right\}} = \frac{R_{eto}}{\{R_{et} + R_{eto}\}} \quad (\text{č. vz. 5})$$

kde q_s je chladicí tok s vloženým vzorkem [Wm^2K],

q_0 je chladicí tok bez vzorku [Wm^2K],

R_{et} – výparný odpor textilie [$Pa.m^2/W$],

R_{eto} – výparný odpor mezní vrstvy [$Pa.m^2/W$]. [2]

Nyní v prvním kroku je místo suché tkaniny vložena tkanina vlhká (bez separační fólie mezi měřicí hlavou a testovaným vzorkem): [2]

$$P_{CELK} = q_{tot\ cool\ rel\ wet} = \left[\frac{R_{eto}}{R_{etw} + R_{eto}} \right] + \beta \cdot L \cdot \frac{R_{eto}}{[1 + \alpha \cdot R_{ct}(1 - k \cdot U)]} \quad (\text{č. vz. 6})$$

α, β – koeficienty přenosu tepla a hmoty konvekcí [$W/m^2/K$], [$kg/m^2/Pa/s$],

R_{etw} – odpor k odpařování mokrého vzorku [$Pa.m^2/W$],

R_{eto} – výparný odpor mezní vrstvy [$Pa.m^2/W$],

R_{ct} – tepelný odpor textilie [m^2K/W],

k – experimentálně stanovená konstanta charakterizující pokles tepelného odporu tkaniny R_{ct} s obsahem vlhkosti U .

U – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií [%],

V druhém kroku je mezi měřicí hlavou a testovaným vzorkem umístěna tenká separační fólie. Takže žádná vodní pára nemůže proniknout skrz vlhkou tkaninu a zaznamenává se pouze chladicí tok vypařování z vlhkého povrchu: [2]

$$P_{POVRCH} = q_{\text{rel cool wet surface}} = \beta \cdot L \cdot \frac{R_{eto}}{[1 + \alpha \cdot R_{et}(1 - k \cdot U)]} \quad (\text{č. vz. 7})$$

L – latentní teplo odpařování vody [J/kg],

Efektivní relativní chladicí tok nebo efektivní relativní propustnost vodních par tkaniny ve vlhkém stavu pak vyplývá z rozdílu výše uvedených rovnic P_{CELK} a P_{POVRCH} : [2]

$$P_{EFEKT} = q_{\text{rel cool wet fab}} = \frac{R_{eto}}{(R_{etw} + R_{eto})} \quad (\text{č. vz. 8})$$

2.3 Princip přístroje Alambeta



Obr. č. 4 - Přístroj Alambeta

Alambeta je zařízení určené k měření termoizolačních vlastností textilií, jejich dynamických charakteristik a tloušťky materiálu, označované jako h . Mezi termoizolační vlastnosti, které lze s pomocí tohoto přístroje zjistit, patří tepelný odpor r a tepelná vodivost λ . Dále může Alambeta měřit dynamické vlastnosti materiálu, konkrétně tepelnou jímavost b a tepelný tok q . Samotný proces měření obvykle trvá mezi 3 až 5 minutami. [3]

Měření tepelných charakteristik pomocí přístroje ALAMBETA zahrnuje procházení tepelných toků $q_1(t)$ a $q_2(t)$ přes povrchy vzorku od neustáleného k ustálenému stavu (t_1 - teplota měřicí hlavičky, t_2 - teplota vzorku, základna přístroje). ALAMBETA je poloautomatický přístroj ovládaný počítačem, který dokáže vypočítat všechny statistické parametry měření. Kromě toho obsahuje autodiagnostický program, jenž slouží k zabránění nesprávným operacím s přístrojem. [4]

Pro dosažení optimálního tepelného kontaktu mezi vzorkem a měřicí hlavicí je nutné použít vzorky, které jsou zbaveny veškerých nečistot. Tyto vzorky musí být vloženy minimálně 3 cm od pevného kraje měřeného materiálu, bez jakýchkoli přehybů nebo zvlnění. Místa pro měření na vzorku je třeba rozmístit tak, aby se zamezilo opakovanému měření na již zahřátých oblastech, anebo je nutné počkat, až vzorek kompletně vychladne na teplotu okolního prostředí. [4]

Zkouškový postup je následující: Měřený vzorek se položí na spodní část přístroje, která je vyhřívána na teplotu okolí. Hlavice přístroje, vyhřívána na teplotu o 10°C vyšší než je okolní teplota, se pak spustí a senzory tepelného toku zaznamenávají tepelné toky mezi jednotlivými povrchy. Paralelně s tím je měřena i tloušťka materiálu h , která je definována jako vzdálenost mezi měřicími hlavicemi. Základna přístroje je vybavena termostatem a teploměrem, zatímco měřicí hlavičky obsahuje teploměr, topné těleso, termostat a tepelnou izolaci. Před samotným měřením je nutné nechat měřicí hlavičky klesnout bez vloženého vzorku, přičemž se přístroj nastaví na tloušťku $h_0 = 0$. [3]

Po aplikaci vody bylo klíčové zajistit rovnoměrné rozšíření vlhkosti materiálem. K dosažení tohoto efektu byl vzorek ihned po napříknutí umístěn do plastového sáčku. V tomto sáčku pak vzorek zůstal po dobu 3 minut.

Přístroj Alambeta je navržen pro měření následujících parametrů textilních materiálů:

Měrná tepelná vodivost λ [W/m/K]

Součinitel měrné tepelné vodivosti λ udává množství tepla, které prochází jednotkou délky materiálu za jednotku času a vytváří teplotní rozdíl o 1 [K]. Vlastnost tepelné vodivosti má tendenci klesat s rostoucí teplotou; získaná hodnota je následně dělena 10^3 . Materiály s vysokým λ jsou označovány jako vodiče, zatímco ty s nízkým λ jako izolanty. Nejnižší tepelnou vodivost vykazují materiály vyrobené z velmi jemných vláken. Jak průměr vláken, tak tloušťka materiálu mají za následek zvýšení tepelné vodivosti. [4]

Podle Fourierova zákona [1]:

$$\lambda = \frac{-q}{\text{grad}(T)} \text{ [W/m/K]} \quad (\text{č. vz. 9})$$

kde: T - teplota [K],

q - hustota tepelného toku [W/m²/K].

Tepelná jímavost b [Ws^{1/2}/m²/K]

Tepelná jímavost b je jedinečným parametrem charakterizujícím tepelný omak materiálu. Tento parametr představuje množství tepla, které prochází jednotkou plochy materiálu za jednotku času, způsobené akumulací tepla v jednotkovém objemu, při teplotním rozdílu 1 [K]. Význam tohoto parametru je klíčový při hodnocení tepelných vlastností materiálů, především pokud je požadován komfort při dotyku s pokožkou. [4]

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \text{ [Ws}^{1/2}\text{/m}^2\text{/K]} \quad (\text{č. vz. 10})$$

kde: λ - měrná tepelná vodivost [W/m/K],

ρ - měrná hmotnost [kg/m³],

c - měrná tepelná kapacita [J/kg/K].

Materiál s vyšší absorpční schopností (vyšší b) je obvykle pocíťován jako chladnější na dotek. [4]

Škála naměřených hodnot b pro vyhodnocení vlhkostní jímavosti [1]

stupen 5 - výborna - 400-550 [Ws^{1/2}/m²/K],

stupen 4 - dobrá - 550-650 [Ws^{1/2}/m²/K],

stupen 3 - průměrná - 650-750 [Ws^{1/2}/m²/K],

stupen 2 - podprůměrná - 750-850 [Ws^{1/2}/m²/K],

stupen 1 - nedostačující - 850 a více [Ws^{1/2}/m²/K].

Tepelný odpor r [m²K/W]

Tepelný odpor r je vlastnost, která charakterizuje odpor, který určitý materiál klade průchodu tepla. Je definován jako množství tepla, které může procházet jednotkovou plochou materiálu za jednotku času, když je vystaven teplotnímu gradientu 1 [K]. Jinými slovy, tepelný odpor popisuje, jak efektivně materiál omezuje přenos tepla. Vyšší hodnoty tepelného odporu znamenají lepší tepelnou izolaci, zatímco nižší hodnoty svědčí o lepším tepelném vedení. [5]

$$r = \frac{\Delta t}{Q} = \frac{h}{\lambda} [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (\text{č. vz. 11})$$

kde: Δt - rozdíl teplot [K],

Q - teplo [J],

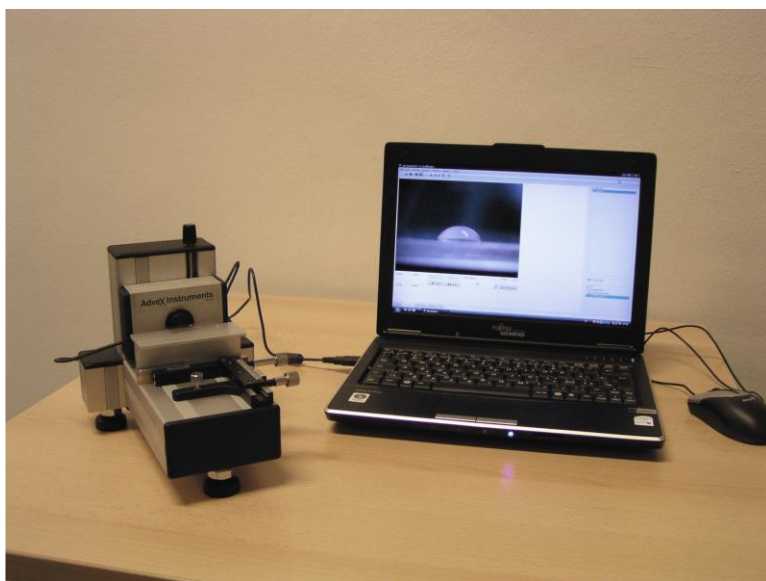
h - tloušťka [mm],

λ - tepelná vodivost [W/m/K].

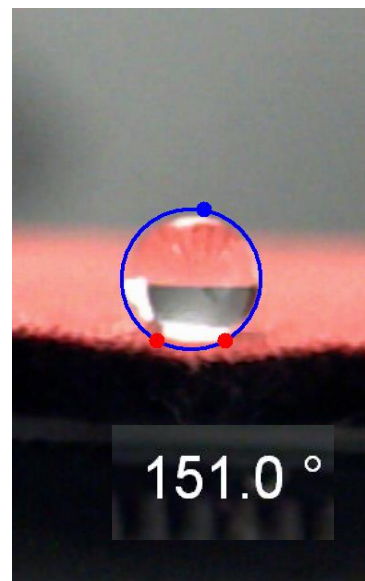
2.4 Optická metoda měření kontaktního úhlu.

Optická metoda měření kontaktního úhlu je technika používaná pro zjišťování vlastností povrchu materiálů, zejména jejich hydrofobity či hydrofilnosti. Kontaktní úhel je úhel, který vytváří kapka tekutiny v místě kontaktu s povrchem. Tato metoda zahrnuje umístění malé kapky tekutiny na povrch materiálu a následné fotografování nebo přímé pozorování kapky přes mikroskop či kameru.

Kontaktní úhel poskytuje informace o povrchové energii materiálu a jeho afinitě k tekutině. Pokud je kontaktní úhel menší než 90 stupňů, povrch se považuje za hydrofilní (tj. přitahuje vodu), zatímco úhel větší než 90 stupňů indikuje hydrofobní povrch (tj. odpuzuje vodu).



Obr. č. 5 - Přístroj Surface Energy Evaluation System [6]



Obr. č. 6 - Hodnocení kontaktního úhlu, který kapka vody vytváří na povrchu vzorku.

Surface Energy Evaluation System (SEE System) je přenosný počítačový přístroj primárně navržený pro měření kontaktního úhlu a stanovení povrchové energie. Skládá se z robustního hliníkového těla, barevné kamery USB 2.0 s 1,3 Mpx, která se může pohybovat ve vertikálním směru, a 2D stolu pro vzorky, který se může pohybovat horizontálně. Přiložený software SEE System zajišťuje všechny operace: ukládání obrázků, analýzu profilu kapky a kontaktního úhlu, určení povrchové energie [mJ/m^2] na základě různých výpočtových modelů.

Měření kontaktního úhlu lze snadno provést stanovením tangenty úhlu kapky kapaliny s pevným povrchem. Kontaktní úhel kapky kapaliny na pevném povrchu je definován mechanickou rovnováhou kapky pod působením tří mezifázových napětí: pevná/fáze, pevná/kapalina a kapalina/fáze. [6]

Owens-Wendt model

Podle OWENSE, WENDTa, RABELa a KAELBLEa lze povrchové napětí každé fáze rozdělit na polární a disperzní frakci. Výpočet povrchové energie pevné fáze probíhá v jednom kroku. [6]

2.5 Princip simulování podmínek deště pomocí zařízení Spray-Test



Obr. č. 7 – Skrápecí zařízení M 232 (Spray-Test)

Hodnocení hydrofobních vlastností materiálu lze provést prostřednictvím techniky nazývané "metoda zkrápění" v souladu s normou ČSN EN 4920. Tato metoda, zahrnující aplikaci tekutiny na povrch textilií, představuje efektivní nástroj pro simulaci reálných podmínek vystavení dešti. Při implementaci tohoto postupu je průběh procesu očekáván na dobu přibližně 30 sekund. [7]

Za účelem provedení této zkoušky byly použity čtyři vzorky každého materiálu ve tvaru čtverce. Destilovaná voda o objemech 45, 90 a 180 [ml], které odpovídají první, druhé a třetí úrovni zvlhčení, je rychle nalita do nálevky. V rámci této studie byla tato technika využita k předem plánovanému vážení vzorku v kontextu množství absorbované vody. Po aplikaci vody byl vzorek umístěn do plastového obalu na dobu 2 minut, což zajišťovalo ještě rovnoměrnější distribuci tekutiny na povrchu materiálu.

3. Softshellové textilí

3.1 Definice, vlastnosti a klasifikace Softshellu

Softshell představuje souhrnný termín pro moderní, vícevrstvé materiály, které se často využívají při výrobě sportovního a outdoorového oblečení. Tyto materiály se vyznačují širokou škálou vlastností, které je řadí mezi funkční textilie. Mezi klíčové charakteristiky softshellových materiálů patří vysoká odolnost proti větru, značná hydrostatická rezistence, paropropustnost, tepelná odolnost, pružnost při ohybu a nízká plošná hmotnost [8].

Díky těmto vlastnostem jsou softshellové textilie vhodné pro široké spektrum sportovních a outdoorových aktivit, kde poskytují uživatelům komfort a ochranu proti nepříznivým povětrnostním podmínkám.

Softshell materiály lze klasifikovat do následujících kategorií: [8], [9]

- **Membránový softshell:** Tento druh softshellu je obvykle vícevrstvý. Jeho vrchní vrstvu tvoří polyuretan s hladkým povrchem, který je nepromokavý. Střední vrstvu často tvoří membrána, což z něj dělá ideální volbu pro oblečení určené pro nepříznivé klimatické podmínky. Spodní vrstva je obvykle vyrobena z tlusté pleteniny nebo mikrofleecu. Běžným příkladem membránového softshellu je třívrstvý laminát.
- **Tkaný softshell:** Toto je lehká, tenká a pružná varianta, vyráběná z husté tkaniny bez membrány. Je preferován při vysoké fyzické aktivitě díky své výborné propustnosti pro vodní páry.
- **Bezmembránový softshell:** Tato kategorie zahrnuje husté nylonové a polyesterové tkaniny. Střední vrstva je tvořena spojovacím materiálem.

3.2 Struktura membránového softshellu

Membrana

Membrány jsou extrémně tenké vrstvy materiálů, jako je polytetrafluorethylen (PTFE), polyester (PES) nebo polyuretan (PU). Tyto vrstvy jsou vyznačující se vysokou odolností proti

průniku vody, zároveň však umožňují transport vodní páry. S tloušťkou přibližně 10 mikrometrů, jsou tyto filmy laminovány na textilní materiál, čímž vytvářejí nové funkční vlastnosti textilií. Membrány lze kategorizovat do dvou základních typů: hydrofobní mikroporézní a hydrofilní neporézní. Hlavním rozlišovacím faktorem mezi těmito typy je mechanismus propouštění vodní páry. [10]

Druhy membran:

- **Mikroporézní membrány**

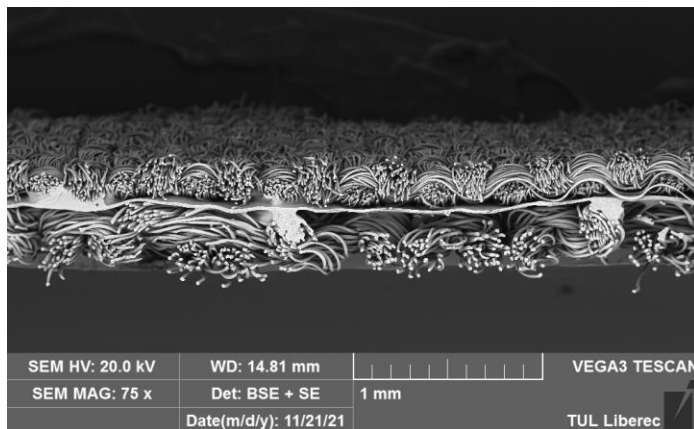
fungují na základě principu, který bere v úvahu velikost pórů v porovnání s velikostí molekul vody a vodní páry. Póry těchto membrán jsou přibližně 20 000 krát menší než kapka vody, ale zároveň jsou 700 krát větší než molekula vodní páry. Tato struktura tak umožňuje průnik vodní páry, zatímco kapky vody jsou zadrženy. Velikost pórů se typicky pohybuje do 0,2 [μm]. Tyto membrány tak dosahují vysokých hodnot paropropustnosti (až 20 000 [g/m²/24h]) a vodního sloupce (až 30 000 [mm]). Mikroporézní membrány však mají potenciální nevýhodu v podobě zanesení pórů nečistotami, tukovými částicemi a solí, což vyžaduje pečlivou údržbu. [8]

- **Hydrofilní membrány**

operují na principu odlišném od mikroporézních membrán, neboť nemají póry a vyznačují se homogenním povrchem. Transport vlhkosti přes neporézní membránu je založen na chemicko-fyzikálním procesu podobném výměně látek přes buněčnou membránu v živých organismech. Voda, která se kondenzuje na vnitřní straně membrány, je chemicky přepravována na vnější stranu. Tyto neporézní membrány mají výhodu menšího rizika zanesení pórů, což zjednodušuje jejich údržbu. Také dosahují vysokých hodnot vodního sloupce (až 30 000 [mm]). Často se tyto membrány označují jako "chytře" - jak roste potení a tělesná teplota, zvyšuje se rychlost molekul hydrofilní vrstvy v membráně, rozšiřuje se jejich rozestupy, což zvyšuje schopnost membrány propustit vodní páru. Údržba těchto materiálů je méně náročná, neboť je postačující je prát v běžných pracích prostředcích při teplotě 30°C. Na druhou stranu, tato vrstva membrán má nulovou propustnost pro plyny a nižší paropropustnost. [8]

Typy provedení membrán: [8]:

- **Třívrstvý laminát**



Obr. č. 8 – Snímek vzorku č. 201 – třívrstvy laminat, pořízený rastrovacím elektronovým mikroskopem. Příčný řez.

Třívrstvý laminát je nejrozšířenějším typem. Jeho výroba spočívá v propojení svrchního materiálu, membrány a podšívky pomocí laminování. Tento laminát nabízí vysokou odolnost proti vodě a je ideální pro extrémní podmínky. Jeho nevýhodou je však zvýšená tuhost a vyšší hmotnost. Přesto je tento materiál nejodolnější vůči mechanickému zatížení, což mu poskytuje nejdelší životnost. [11]

- **Volně vložená membrána (Z-liner)**

V tomto případě je membrána laminována na netkanou textilii nebo pleteninu, která je poté volně umístěna mezi svrchní a podšívkový materiál. Tento typ konstrukce se často využívá zejména u výroby rukavic. [11]

- **Dvouvrstvý laminát** je složen pouze ze dvou prvků – svrchní látky a membrány
- **Dvouvrstvý laminát s volnou podšívkou** kombinuje tři prvky: svrchní látku, membránu a volně přiloženou podšívku. Tento druh laminátu poskytuje určitou míru

flexibility ve srovnání s jinými typy, jelikož podšívka není pevně spojena s ostatními vrstvami, což umožňuje nezávislý pohyb mezi nimi.

- **Dvou a půlvrstvý laminát** se skládá ze tří komponentů: svrchní látky, membrány a tzv. půl vrstvy.

3.3 Vodoodpudivá úprava

Durable Water Repellent (DWR) je technika povrchové úpravy zaměřená na zlepšení odolnosti textilních materiálů vůči vodě. Tato úprava využívá různé látky, jako je silikon, fluorkarbon nebo parafínová emulze, aby dosáhla hydrofobních vlastností. Je důležité poznamenat, že tato úprava je dočasná a může se postupně ztrácet v důsledku praní a opotřebení materiálu. Nicméně některé typy DWR, například ty založené na perfluorkarbonech, mohou být obnoveny praním a následným žehlením při teplotě 180°C. [8]

Odolnost proti pronikání vody se označuje následovně: [12]

- **Water-repellent:** Tato povrchová úprava je zpravidla provedena impregnací, kalandrováním nebo napuštěním materiálu. Při kratších deštích se na povrchu materiálu vytváří kapičky vody, které sklouznou. Při větší zátěži však může voda prostoupit přes materiál (odolává přibližně tlaku vodního sloupce do 0,5 [m]).
- **Water-resistant:** Toto jsou vrstvené materiály, které byly zátěrovány (zátěr na bázi polyuretanu, fluorkarbonu, teflonu, akrylu). Tyto materiály jsou vodovzdorné a mohou odolat tlaku vodního sloupce až do výšky cca 1,1 [m].
- **Waterproof:** Vodotěsné a vysoce nepromokavé materiály, které používají membrány. Membrány jsou speciální tenké vrstvy, které jsou schopné propouštět vodní páru, ale zároveň zabraňují pronikání vody. Tyto materiály jsou schopné odolat tlaku vodního sloupce nad 1,3 [m].

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Výběr komerčních softshell vzorků

4.1 Přehled vybraných laminátů

Analyzované jsou trojvrstvé lamináty, které se skládají z povrchového materiálu, membrány a podkladové vrstvy. Veškeré testované vzorky byly upraveny vodoodpudivými agenty. Jedná se o komerční vzorky, které jsou volně dostupné na trhu. Z důvodu požadavků poskytovatelů nebyl uveden výrobce těchto textilií. Celková tloušťka byla měřena pomocí přístroje Alambeta.

Vzorky ST101, ST111, ST201, ST211 a ST401 jsou složené ze 100 % polyesteru (PES) a termoplastického polyuretanu (TPU). Tyto vzorky prokázaly rozdíly v tloušťce (t) a hodnotě vodního sloupce (VS), což naznačuje různé úrovně odolnosti vůči vodě a možnou odlišnou úroveň voděodpudivé úpravy. Nejvýznamnější odchylka byla zjištěna u vzorku ST201, který má v porovnání s ostatními vzorky nižší tloušťku a hodnotu vodního sloupce.

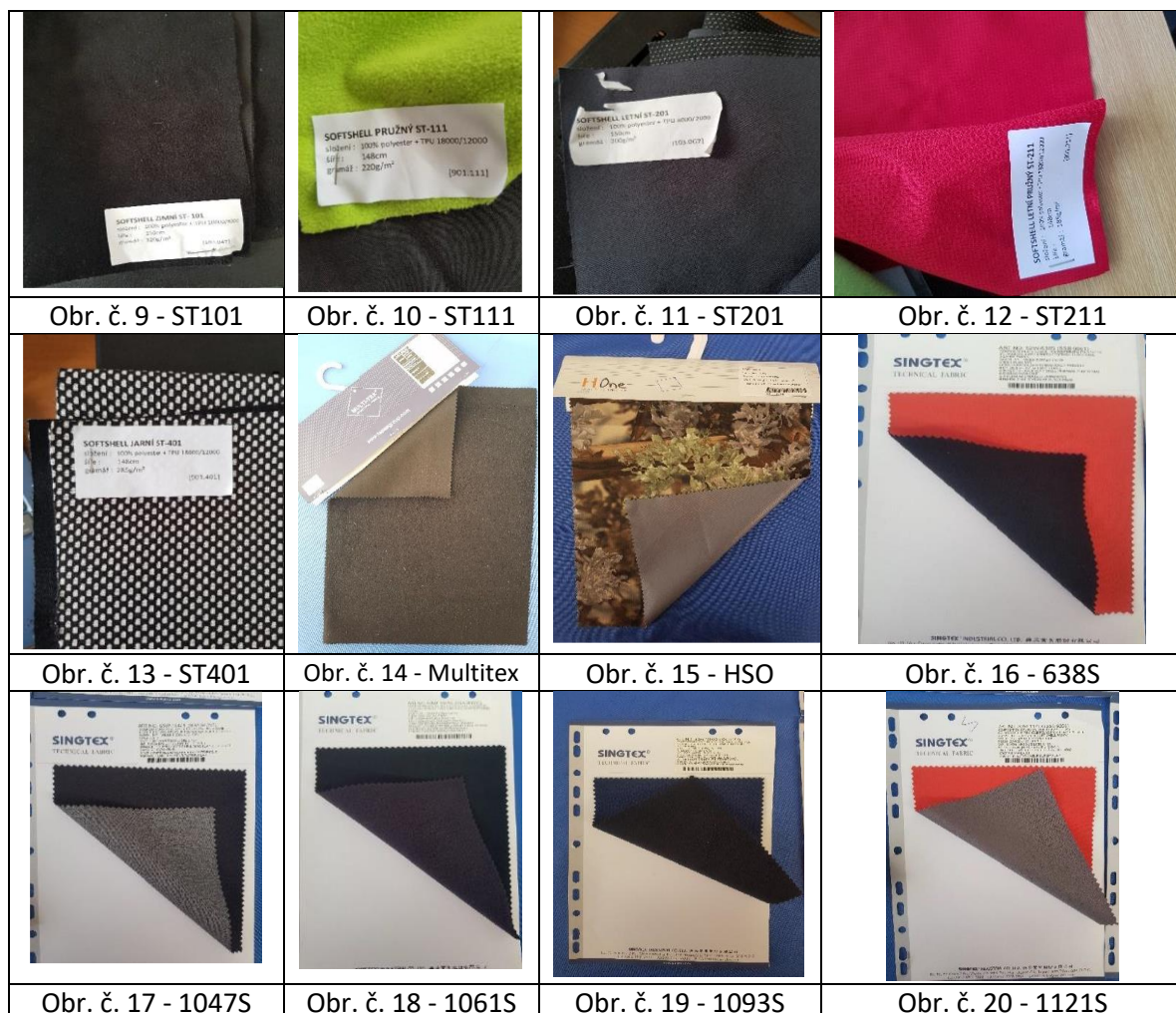
Vzorek Multitex se liší od ostatních vzorků tím, že je složen z 90 [%] PES, 10 [%] elastanu, s PU membránou a flísem, což je oproti ostatním vzorkům značná odchylka v složení. Vzorek HSO se skládá z 100 [%] polyesteru s PU laminací, má tloušťku 0,49 [mm] a hodnotu vodního sloupce 10 000 [mm], což odpovídá solidní odolnosti vůči vodě. Vzorek 638S je složen z 55 [%] PES, 41 [%] S. Café PES a 4 [%] Spandexu, s tloušťkou 1,59 [mm] a hodnotou vodního sloupce 18 000 [mm]. Tento vzorek vykazuje vyšší odolnost vůči vodě v porovnání s vzorkem HSO a jeho složení je oproti němu značně odlišné.

Zbytek vzorků (1047S, 1061S, 1093S, 1121S) obsahuje komplexnější směs materiálů včetně recyklovaného PES, S. Café PES, PU a Spandexu. Je důležité poznamenat, že tyto vzorky vykazují různé hodnoty tloušťky i hodnot vodního sloupce, což je pravděpodobně důsledek rozdílného složení a úprav materiálu.

Tabulka č. 1 – Charakteristiky vzorků

	t [mm]	Složení	VS [mm]
ST101	1,44	100% PES + TPU	10 000
ST111	1,68	100% PES + TPU	18 000
ST201	0,52	100% PES + TPU	8 000
ST211	0,65	100% PES + TPU	18 000
ST401	0,77	100% PES + TPU	18 000
Multitex	2,16	90% PES 10% Elastan + PU Membrana + Flís	10 000
HSO	0,49	100% Polyester, PU Laminace	10 000
638S	1,59	55% PES, 41% S. Café PES, 4% Spandex	18 000
1047S	0,53	46% PES, 22% PU, 16% S. Café PES, 16% Recycle PES	10 000
1061S	0,61	47% PES, 31% S. Café PES, 18% PU, 4% Spandex	5 000
1093S	1,28	50% S. Café PES, 36% Poly, 10% Poly, 4% PET Folie	10 000
1121S	1,51	42% PES, 21% Recycle PES, 21% S. Café, 10% PU, 6% Spandex	10 000

Visualizace vzorku:



4.2 Postupy přípravy k hodnocení vzorků

Praní

V rámci experimentální části této studie byly podrobně zkoumány vzorky tkanin označené jako ST101, ST111, ST201, ST211 a ST401. V souladu s normou ČSN EN ISO 6330, která se vztahuje na postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií, byly tyto vzorky ošetřeny procesem praní a sušení nejméně pětkrát a až desetkrát.

Všechny vzorky byly klimatizovány v prostředí definovaném normou ISO 139, aby se zajistila kvalitní a přesná měření. V souladu se zásadou zkoušky, každý zkušební vzorek byl automaticky vyprán v pračce a následně sušen podle pečlivě stanovených protokolů. Pro tento účel byla použita referenční pračka typu A, a také byl uplatněn postup praní 3HD.

Po praní byla aplikována metoda sušení – sušení zavěšením s okapáním. Vzorky byly usazeny na rámech pro sušení, vyrobených z nerezové oceli nebo plastu, které byly designovány tak, aby maximalizovaly distribuci vzduchu a umožnily rovnoměrné sušení. Takto připravené vzorky pak byly připraveny pro další testování a analýzu.

Spočítání urovně zavlhčování vzorku

Princip této metody spočívá ve vážení vlhkých vzorků po procesu nastříkávání a následném porovnávání s hmotností oblasti, která byla nastříkována.

Postupem zaměřeným na kvantifikaci úrovně zavlhčování textilních vzorků bylo nejprve třikrát zváženo suchý vzorek, aby se zajistila konzistence výsledků. Díky znalosti délky, šířky a hmotnosti vzorku bylo následně spočítáno jeho plošné měrné hodnoty. Bylo nutné vzít v úvahu, že testovací technika nastříkávání postihuje pouze omezenou plochu kruhu o definované velikosti. Na základě těchto informací byla kalkulována hmotnost materiálu ovlivněného nastříkem.

Po aplikaci vlhkosti byla opět třikrát zvážena celková hmotnost vzorku s cílem zajistit konzistentnost dat. Průměrná hodnota váhy mokrého vzorku byla následně redukována o průměrnou hodnotu suchého vzorku. V každém případě se ukázalo, že koeficient variace

nepřesáhl hranici 3 [%]. To umožnilo získat představu o množství vody absorbované vzorkem.

Poměr mezi hmotností nasáklé vody a hmotností materiálu v ovlivněné oblasti, tedy v oblasti kruhu, poté reprezentuje hmotnostní přírůstek vlhkosti v textilií U [1]. Tento ukazatel se jeví jako zásadní pro pochopení míry zavlhčení daného vzorku.

$$U [1] = \frac{W_{\text{př.vlhkost}}}{W_{\text{kruh}}} \quad (\text{č. vz. 12})$$

Kde U [1] – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií,

$W_{\text{př.vlhkost}}$ [g] – hmotnost přidané vody,

W_{kruh} [g] – hmotnost materiálu ovlivněného stříkáním.

Tabulka č. 2 – U [1] do praní

Vzorek	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
ST101	0,06	0,08	0,41
ST111	0,11	0,14	0,26
ST201	0,02	0,08	0,16
ST211	0,02	0,04	0,07
ST401	0,04	0,26	0,25
Multitex	0,05	0,16	0,23
HSO	0,05	0,10	0,23
1093S	0,05	0,09	0,15
1121S	0,01	0,04	0,15
1047S	0,01	0,05	0,08
1061S	0,02	0,01	0,04
638S	0,01	0,02	0,04

Tabulka č. 3 – U [1] po praní

Vzorek	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
ST101 x5	0,11	0,27	0,37
ST101 x10	0,16	0,30	0,32
ST111 x5	0,17	0,18	0,51
ST111 x10	0,07	0,25	0,24
ST201 x5	0,18	0,41	0,51
ST201 x10	0,37	0,75	0,61
ST211 x5	0,25	0,19	0,77
ST211 x10	0,13	0,42	0,58
ST401 x5	0,23	0,57	0,84
ST401 x10	0,41	0,59	0,71

5 Hodnocení vlastností textilií

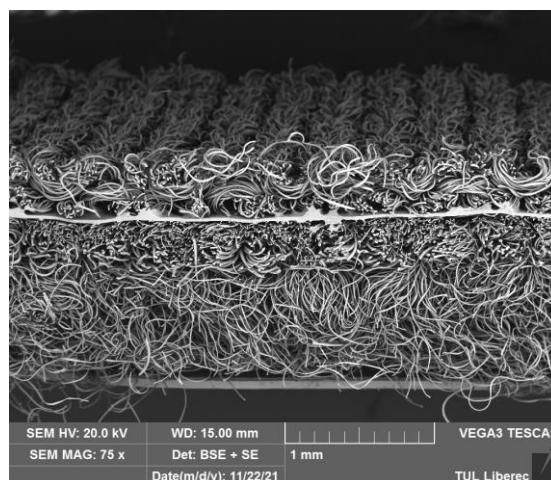
5.1 Stanovení tloušťky jednotlivých vrstev vybraných laminátů

Dle detailní analýzy tloušťky jednotlivých vrstev softshell vzorků zjištěnou pomocí elektronového mikroskopu Tescan Vega 3, lze potvrdit, že většina vzorků vykazuje přibližně stejnou tloušťku vnější a vnitřní vrstvy. Tento mikroskop, jako základní rastrovací elektronový přístroj s wolframovou katodou, poskytuje vynikající schopnosti pro rutinní, méně náročné analýzy. [13].

Nicméně, ze vzorků ST101 a ST111 je patrné, že jejich vnitřní vrstva je význačně větší. Vzorek ST101 má vrchní vrstvu o tloušťce 300 [μm], membránu 10 [μm] a spodní vrstvu až 1200 [μm]. Vzorek ST111 je ještě více výrazný s tloušťkou vrchní vrstvy 500 [μm], membránou 20 [μm] a spodní vrstvou 1050 [μm]. Tyto vrstvy zvyšují tepelné vlastnosti vzorků jako celku, přičemž mohou napomoci k lepší ochraně proti nepříznivým klimatickým podmínkám. Rozdílné tloušťky vrstev mohou ovlivňovat také další vlastnosti, jako je pevnost, odolnost a flexibilita materiálu.

Tabulka č. 4 – Tloušťka jednotlivých vrstev

Vzorek	T [μm]		
	Vrchní vrstva	Membrana	Spodní vrstva
101	300	10	1200
111	500	20	1050
201	250	20	300
211	300	20	300
401	225	20	600



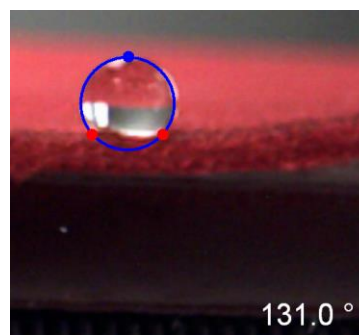
Obr. č. 21 – pohled na vzorek ST111 v příčném řezu

5.2 Stanovení úrovně vodoodpudivé úpravy povrchu

Pro hlubší pochopení schopnosti testovaných vzorků softshell odolávat vodě byla zkoumána jejich voděodolná vrstva. Byla použita metoda hodnocení kontaktního úhlu a povrchové energie kapky umístěné na textilním povrchu. Informace od výrobce již předem potvrzovaly, že textilie byly vyrobeny s vrstvou Durable Water Repellent, neboli DWR. Cílem testování tedy bylo zjistit úroveň její účinnosti. Systém povrchové energie je navíc nedeštruktivní nástroj, jehož popis se nachází v teoretické části této práce. Výsledky jsou uvedeny níže.

Tabulka č. 5 – Hodnoty kontaktních úhlů

Vzorek	Kontaktní úhel [°]
ST101	112.97
ST111	141.37
638S	144.01
ST211	142.20
ST401	140.41
Multitex	124.95



Obr. č. – 22 Hodnocení kontaktního úhlu, vz. ST211

Zjištěné kontaktní úhly kapky vody na povrchu jednotlivých vzorků byly následující: u vzorku ST101 byl naměřen kontaktní úhel 112.97 [°], což indikuje přiměřenou úroveň voděodolnosti. Na druhou stranu, vzorky ST111, 638S, ST211 a ST401 vykazovaly vysoké hodnoty kontaktních úhlů, respektive 141.37 [°], 144.01 [°], 142.20 [°] a 140.41 [°]. Tyto hodnoty svědčí o vysoké účinnosti DWR vrstvy a tedy o vynikající odolnosti vůči vodě. U vzorku nazývaného Multitex byl naměřen kontaktní úhel 124.95 [°], což ho řadí mezi středně voděodolné materiály. Celkově tato data ukazují na různé úrovně účinnosti DWR vrstvy v závislosti na konkrétním typu softshell materiálu.

5.3 Hodnocení tepelně-izolačních a tepelně-kontaktních vlastností a relativní paropropustnosti za sucha a po zavlhčení

Permetest

Ve studii byly měřeny vzorky v suchém stavu, přičemž měření bylo provedeno třikrát a průměrné hodnoty byly zaznamenány v tabulkách. Z důvodu časové náročnosti byly vzorky ve vlhkém stavu a po praní měřeny pouze jednou. Veškerá měření a výsledky, zobrazující hodnoty R_{et} [m^2Pa/W], byly uvedeny v přílohách. Variační koeficient měření byl zaznamenán v procentech a uveden v závorkách pro lepší transparentnost. Pro zlepšení výsledků byl uplatněn odloužený start.

Chladicí efekt

Během měření suchých vzorků na Permetestu byl pozorován neobvyklý fenomén. Klimatizovaná textilie, pokud není vystavena proudění, obvykle nevykazuje chladicí efekt při testování na Permetestu. Avšak když se takový suchý vzorek v konkrétních podmínkách vystaví menšímu proudění, dochází k vytvoření určitého chladicího toku. Tento jev lze vysvětlit faktem, že proudění proniká hlouběji do struktury textilie, což způsobuje nárůst tlaku vodní páry v mikroprostorech, jež byly dříve částečně uzavřeny a nasyceny tlakem, přičemž z těchto prostor se dříve neodpařovalo. Výsledkem je vznik dodatečného chladicího toku, který je, alespoň do určité míry, úměrný porozitě nejhloběji uložených vláken textilie.

Alambeta

Vzorky byly měřeny čtyřikrát v každém stavu, což znamená, že každý vzorek byl celkově měřen šestnáctkrát. Po aplikaci spreje bylo nezbytné zajistit rovnoměrné rozložení vlhkosti v materiálu. Následně jsem do práce zařadil tabulky s průměrnými hodnotami, které vycházely z kompletních tabulek v přílohách. Většina hodnot koeficientu variace nepřesahuje 7 [%].

5.3.1 Výsledky měření relativní paropropustnosti

Tabulka č. 6 – Průměrné hodnoty relativní paropropustnosti

Vzorek	Č. praní	P_{CELK} [%]				P_{POVRCH} [%]			
		0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
ST101	Není	23,33 (2,03)	21,30	68,00	40,70	5,60 (7,78)	2,10	33,40	27,40
	5	25,10	71,70	65,30	64,90	1,80	6,10	8,50	46,00
	10	26,20	65,60	63,60	62,40	3,40	8,00	8,30	43,50
ST111	Není	20,93 (9,38)	67,20	64,70	62,80	5,43 (2,81)	20,60	31,70	42,00
	5	23,60	55,80	69,70	63,70	1,20	36,00	6,80	34,50
	10	24,60	56,60	71,20	68,30	1,10	43,50	35,30	43,10
ST201	Není	13,87 (10,1)	14,30	21,60	18,20	5,93 (0,97)	2,80	6,60	7,70
	5	19,40	88,10	85,70	90,40	1,80	67,70	21,80	66,70
	10	22,00	85,40	83,20	85,60	1,00	28,30	75,40	79,90
ST211	Není	24,03 (5,95)	25,40	55,40	36,80	5,93 (1,95)	5,90	9,10	6,40
	5	31,30	69,10	74,50	83,10	2,10	40,20	78,50	54,50
	10	36,70	66,20	84,50	82,40	1,20	7,40	82,10	6,00
ST401	Není	19,90 (9,31)	18,70	23,30	25,90	7,80 (9,68)	2,50	6,40	26,40
	5	29,30	91,50	81,30	80,80	2,20	32,90	67,20	65,20
	10	30,90	77,60	91,00	83,70	2,50	7,40	64,30	59,10
Multitex	Není	15,73 (2,65)	21,20	22,50	22,10	4,70 (2,13)	6,50	12,20	0,60
HSO	Není	45,70 (12,2)	75,70	84,00	98,60	5,07 (2,28)	2,30	2,30	18,90
638S	Není	62,93 (3,24)	65,10	64,40	58,20	5,03 (3,03)	5,10	5,30	5,30
1047S	Není	36,53 (1,65)	37,20	44,60	40,20	7,43 (6,07)	1,70	1,90	2,50
1061S	Není	15,50	14,10	13,60	13,90	1,40	1,20	1,40	1,30
1093S	Není	18,63 (2,23)	57,76	63,54	62,90	5,13 (5,62)	21,56	34,50	45,88
1121S	Není	9,40 (3,84)	6,20	6,30	5,90	6,10 (1,64)	1,80	1,80	2,60

V analýze bude zaměřeno na hodnoty relativní paropropustnosti P [%] vzorků softshellových textilií. Tato vlastnost byla měřena pro celkovou paropropustnost P_{celk} a povrchovou paropropustnost P_{povrch} pro různé množství nasáklé vody (0 [ml], 45 [ml], 90 [ml], 180 [ml]).

Vzorky byly dále rozděleny na ty, které byly výprany (5 nebo 10 praní), a ty, které nebyly výprany. Praní mělo vliv na hodnoty paropropustnosti. Z dat je patrné, že se paropropustnost po praní obecně zvyšovala. U vzorků ST101 a ST111 se tato hodnota po 10 praních dokonce zvýšila o cca 3 [%]. Můžeme tak předpokládat, že praní může mít pozitivní vliv na paropropustnost softshellových textilií.

Překvapující je však, že nejvyšší celkovou paropropustnost pro 0 [ml] vody vykázaly vzorky, které nebyly vyprany - HSO a 638S, s hodnotami 45,70 [%] a 62,93 [%]. Na druhé straně, u vzorku ST211 se paropropustnost po 10 praních výrazně zvýšila na 36,70 [%] z původních 24,03 [%], což naznačuje, že praní může významně ovlivnit paropropustnost.

Dále je důležité poznamenat, že nejvyšší hodnoty paropropustnosti byly zaznamenány pro vzorky po praní s nasákem 180 [ml] vody. Toto by mohlo naznačovat, že paropropustnost je nejvyšší, když je tkanina maximálně nasycena. Výsledky analýzy ukazují, že jak praní, tak množství nasáklé vody mají významný vliv na paropropustnost softshellových textilií.

Výpočet efektivní relativní paropropustnosti – P_{EFEKT} [%]

Experiment probíhal měřením relativní paropropustnosti P [%] a výparného odporu textilie Ret [m^2Pa / W], suchých a vlhkých textilií. V první sérii měření byl relativní chladicí tok hodnocen na látkách přímo umístěných na měřicí ploše přístroje PERMETEST. Ve druhé fázi byla mezi vzorkem a měřicí plochou testeru vložena nepropustná fólie. Rozdíl mezi přímým měřením a měřením s fólií pak reprezentuje požadovanou úroveň relativního chladicího toku, který prochází textilií, nebo efektivní relativní paropropustnost. [2]

5.3.2 Výsledky měření tepelných parametrů

Tabulka č. 7 – Průměrné hodnoty tepelných parametrů

	Č. prání	b [W.s ^{1/2} /m ² .K]				R [m ² K/W]				λ (W/m.K)			
		0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
ST101	Není	80,28	93,68	98,18	163,90	31,58	31,23	30,68	26,63	45,60	45,85	45,73	54,43
	5	89,83	130,80	140,75	129,28	32,78	30,80	31,40	30,80	45,75	49,20	49,08	50,03
	10	89,28	137,15	130,45	138,30	33,83	32,15	31,38	31,13	46,40	50,35	51,38	51,78
ST111	Není	71,73	89,83	114,55	123,73	37,68	37,03	36,75	35,70	44,73	45,40	45,70	47,18
	5	85,90	107,23	121,33	116,58	36,95	36,75	35,40	34,28	44,43	46,35	47,75	48,35
	10	79,63	136,93	174,60	148,48	36,38	34,10	30,63	32,05	44,83	49,08	55,83	51,55
ST201	Není	150,98	144,28	157,83	155,88	11,28	11,13	11,40	11,18	45,93	46,78	45,85	46,50
	5	142,70	201,48	297,33	350,45	12,08	10,08	6,85	5,73	45,68	55,60	83,35	97,23
	10	190,65	317,28	430,20	357,30	12,98	8,25	5,68	6,80	44,38	71,60	102,30	87,20
ST211	Není	131,90	127,03	140,47	158,45	14,05	14,05	14,33	13,83	46,30	46,50	46,18	47,23
	5	132,18	237,73	224,68	406,30	14,70	11,08	11,48	6,10	46,35	63,25	61,08	113,23
	10	173,80	208,93	255,43	427,68	14,80	12,18	8,98	6,25	45,75	57,53	76,50	110,20
ST401	Není	152,90	162,05	256,58	217,20	15,60	15,68	11,53	13,38	49,33	49,15	72,80	60,85
	5	146,53	277,63	420,60	481,28	16,85	11,08	6,63	5,50	49,25	76,88	128,05	150,33
	10	145,93	418,43	438,68	435,60	18,15	7,25	6,53	7,20	47,85	122,05	134,63	133,10
Multitex	Není	57,50	62,35	60,30	72,65	50,00	48,05	47,80	47,85	43,15	44,03	44,05	44,28
H50	Není	152,65	153,93	146,23	163,43	12,10	12,00	11,73	12,03	40,30	41,70	41,55	40,78
1093S	Není	81,28	72,98	139,70	143,70	34,38	31,85	32,58	32,10	46,20	48,15	47,95	48,08
1121S	Není	152,28	144,40	164,90	139,60	11,75	11,40	11,58	11,20	45,50	46,65	46,05	47,45
1047S	Není	144,40	135,53	147,05	146,03	13,08	12,98	12,98	12,93	46,35	46,65	46,40	47,13
1061S	Není	87,40	84,85	143,63	104,98	28,00	26,60	26,18	26,25	45,68	46,55	46,93	46,98
638S	Není	75,08	80,35	84,20	97,75	33,13	31,13	31,50	30,75	45,50	46,30	45,90	46,75

Tepelná jímavost b [$W.s^{1/2}/m^2.K$]

Při analýze dat, která se týkají měření tepelné jímavosti různých softshell textilií, lze pozorovat řadu zajímavých trendů a vzorců. Především lze vidět, že praní a zvlhčení mají významný dopad na tepelnou jímavost, což je důležitý faktor ovlivňující výkon těchto materiálů v praxi.

U nepraných vzorků je zřejmé, že tepelná jímavost se výrazně liší. Nejnižší hodnotu tepelné jímavosti b měl vzorek označený jako Multitex s hodnotou 57,50 [$W.s^{1/2}/m^2.K$] při 0 [ml] zvlhčení. Na druhé straně spektra stojí vzorek 201 s nejvyšší hodnotou tepelné jímavosti, a to 150,98 [$W.s^{1/2}/m^2.K$] při stejném objemu zvlhčení. Toto rozpětí ukazuje významnou variabilitu tepelných vlastností různých druhů softshell textilií před praním.

Jakmile byly vzorky vyprany 5 krat, došlo k výraznému zvýšení tepelné jímavosti u všech vzorků. Z toho lze usuzovat, že proces praní může mít vliv na strukturu materiálu, což zase ovlivňuje jeho schopnost absorbovat teplo. Stejný trend byl pozorován i u vzorků vypraný 10 krat, což ukazuje na další zvýšení tepelné jímavosti.

Pokud se zaměříme na zvlhčení vzorků, je patrné, že při zvýšení množství vody se obecně zvyšuje také tepelná jímavost. Tento trend může být důsledek změn ve fyzikálních vlastnostech materiálu v důsledku absorpce vody, což může zlepšovat schopnost materiálu přenášet teplo.

Zajímavé jsou výsledky u vzorku ST401, který ukázal nejvyšší hodnotu tepelné jímavosti 481,28 [$W.s^{1/2}/m^2.K$] při 180 [ml] zvlhčení po 5 praních. Na druhou stranu, vzorek ST201 dosáhl obdobně vysoké hodnoty tepelné jímavosti 350,45 [$W.s^{1/2}/m^2.K$] již po 5x praní a zvlhčení 180 [ml]. Tyto výsledky naznačují, že kombinace praní a zvlhčení může vést k dramatickému zvýšení tepelné jímavosti některých softshell textilií.

Všechny tyto poznatky jsou důležité pro pochopení vlivu praní a zvlhčení na tepelné vlastnosti různých typů softshell textilií. Data jasně ukazují, že tyto dva procesy mohou mít významný dopad na tepelnou jímavost těchto materiálů, což je důležitý faktor pro předpovězení jejich výkonu v reálných podmínkách.

Tepelní odpor R [m^2K/W]

V datech je možné sledovat, jak se tepelný odpor R , měřený v [m^2K/W], mění v závislosti na počtu praní a stupni navlhčení různých druhů softshell textilií.

Začneme u výsledků měření tepelného odporu v závislosti na počtu praní. Z dat je zřejmé, že praní má na tepelný odpor tkanin obecně pozitivní vliv. U většiny vzorků lze sledovat postupný nárůst hodnoty R s počtem praní. Tento jev je nejvýraznější u vzorku 101, kde hodnota R po deseti praních vzrostla na 33,83 [m^2K/W] z původních 31,58 [m^2K/W] v nepřipraném stavu. To by mohlo naznačovat, že praní může zlepšit tepelnou izolaci těchto tkanin.

Přestože se významný nárůst hodnoty R objevil také u vzorků 201 a 211, je důležité poznamenat, že hodnota R klesla po navlhčení. Toto naznačuje, že ačkoli praní může zlepšit tepelný odpor, vlhkost má opačný účinek a může snižovat tepelnou izolaci.

Dalším důležitým bodem je vliv navlhčení na hodnotu R . Z dat je zřejmé, že zvýšená vlhkost obecně vede ke snížení hodnoty R . Tento trend je zvláště výrazný u vzorků 201 a 211, kde došlo po navlhčení 180 [ml] vody k výraznému poklesu hodnoty R . Toto ukazuje, že vlhkost má negativní dopad na tepelnou izolaci těchto materiálů.

Výjimkou z tohoto trendu je vzorek Multitex, který vykazuje vysokou hodnotu R 50,00 [m^2K/W] bez ohledu na stupeň navlhčení. Tato tkanina také nebyla praná, takže nelze určit vliv praní na její tepelný odpor.

Stejně tak vzorky HSO a další vzorky označené 1093S, 1121S, 1047S, 1061S a 638S nebyly prané, ale jejich hodnoty R se při navlhčení významně nezměnily. To by mohlo naznačovat, že tyto tkaniny jsou odolné vůči vodě a udržují svou tepelnou izolaci i při zvýšené vlhkosti.

Tato data ukazují komplexní interakci mezi praním a vlhkostí a jejich vlivem na tepelný odpor softshell textilií.

Tepelná vodivost λ [W/m/K]

Bylo zjištěno, že množství praní a stupeň navlhnutí hrají významnou roli v tepelných vlastnostech softshell materiálů.

U nepraných vzorků lze pozorovat konzistentní hodnoty tepelné vodivosti napříč různými stupni vlhkosti. Toto konzistentní chování naznačuje, že materiály, pokud jsou suché, si udržují stabilní tepelné vlastnosti bez ohledu na množství vody, které absorbovaly.

Avšak po pěti praních došlo k významnému nárůstu hodnot λ u většiny vzorků, zvláště u vzorků ST201, ST211 a ST401. Je zajímavé, že toto zvýšení bylo ještě výraznější při vyšších stupních navlhnutí 180 [ml]. Tento nárůst může být přičítán změnám ve struktuře materiálu, které mohou nastat během procesu praní, a také výraznějšímu vlivu vlhkosti na tepelnou vodivost těchto vzorků.

Tento trend pokračoval i po deseti praních, kde byl zaznamenán další výrazný nárůst tepelné vodivosti, opět převážně u vzorků ST201, ST211 a ST401. Toto opětovné zvýšení naznačuje, že proces praní může mít významný a progresivní vliv na tepelné vlastnosti těchto textilních vzorků. Zdá se tedy, že čím více se tyto vzorky perou, tím více se jejich tepelná vodivost zvyšuje, zejména v případě vyšších stupňů navlhnutí.

Co se týče vzorků "Multitex", "HSO", "1093S", "1121S", "1047S", "1061S" a "638S", které byly testovány pouze neprany, hodnoty tepelné vodivosti se u nich nelišily výrazně. Tato konzistence může naznačovat, že tyto materiály mají stabilní tepelné vlastnosti bez ohledu na vlhkost. To je důležité z hlediska jejich potenciálního využití v různých aplikacích.

Na základě této analýzy lze konstatovat, že tepelná vodivost textilních vzorků může být výrazně ovlivněna jak procesem praní, tak mírou vlhkosti.

5.4 Výsledky měření znázorněné v grafech

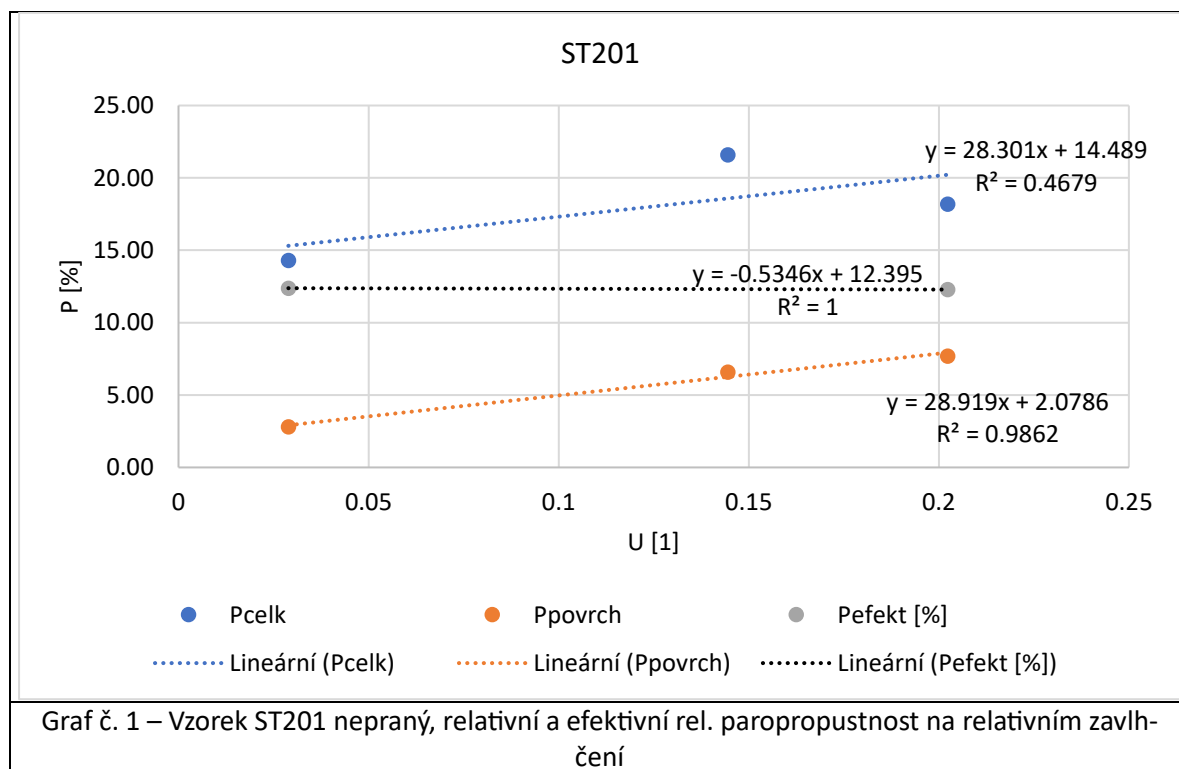
Relativní paropropustnost – P [%]

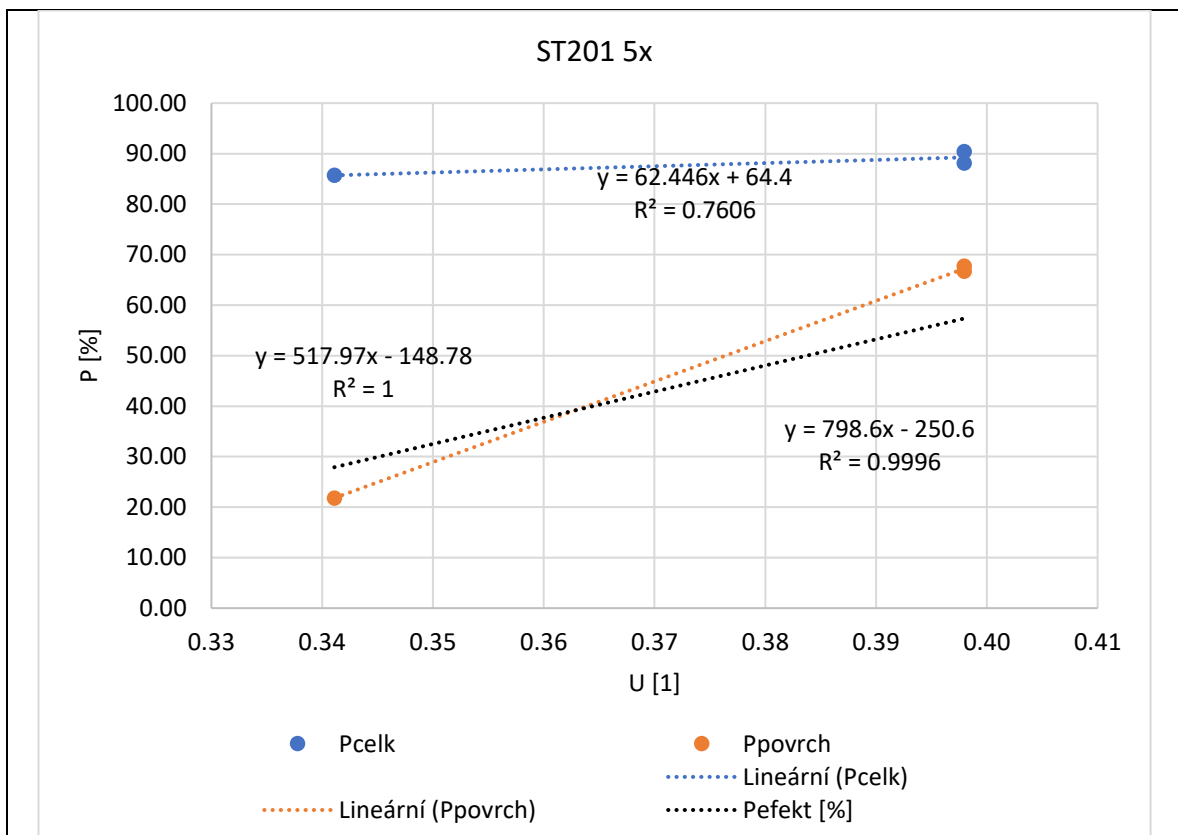
Vzorek ST201 po zavlhčení vykazuje slušný chládicí efekt, ale tento vzniká odparem z povrchu vlhké textilie, rozdíl obou křivek je velmi malý, to znamená že tento vzorek je po zavlhčení téměř nepropustný pro vodní páru. Hydrofobní úprava byla málo účinná.

Hodnota P_{EFEKT} [%] praného 5x vzorku, zůstává stejná na všech úrovních smáčení, takže je rozumné říci, že její charakteristiky odpařování vody se nemění v rámci množství rozstříkované vody.

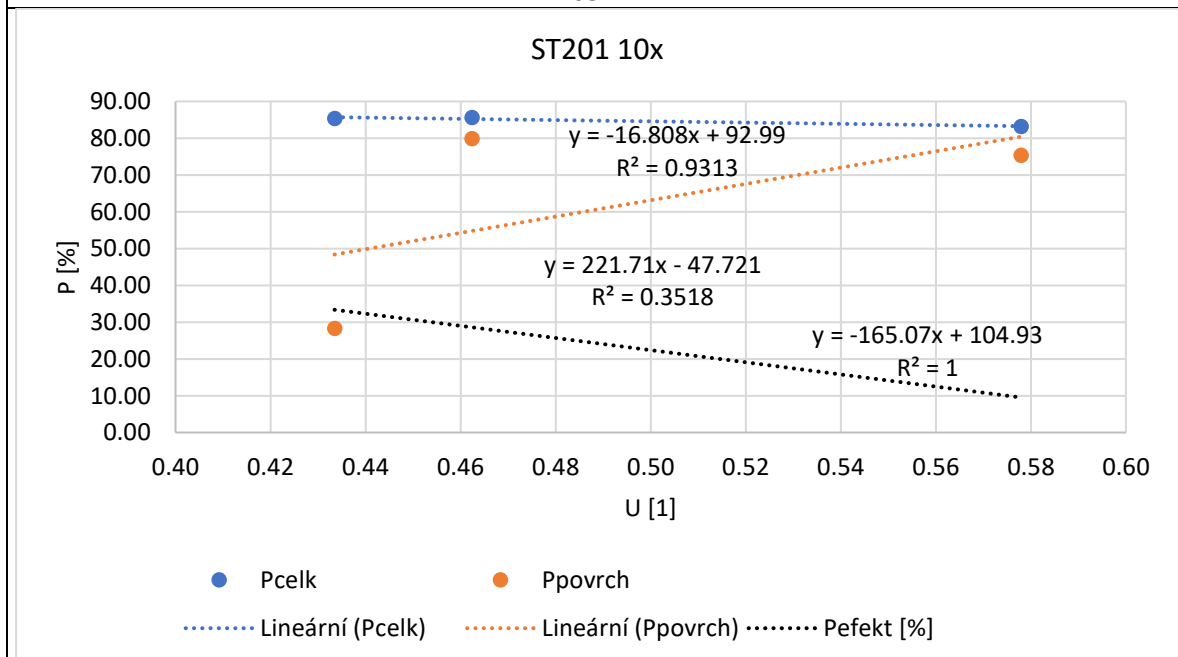
Hodnota P_{CELK} [%] praného 10x vzorku se po prvním stupni zvlhčení nezvyšuje. Místo toho se zvyšuje hodnota P_{POVRCH} [%], což svědčí o tom, že se odpařuje pouze voda na povrchu textilie. Tento jev lze vysvětlit tím, že voda na povrchu vytvořila vrstvu, která brání vodní páře z kůže procházet textilií a odpařovat se.

Další grafy ilustrující relativní propustnost pro vodní páru jsou k dispozici v přílohách.





Graf č. 2 - Vzorek ST201 praný 5x, relativní a efektivní rel. paropropustnost na relativním zavlhčení

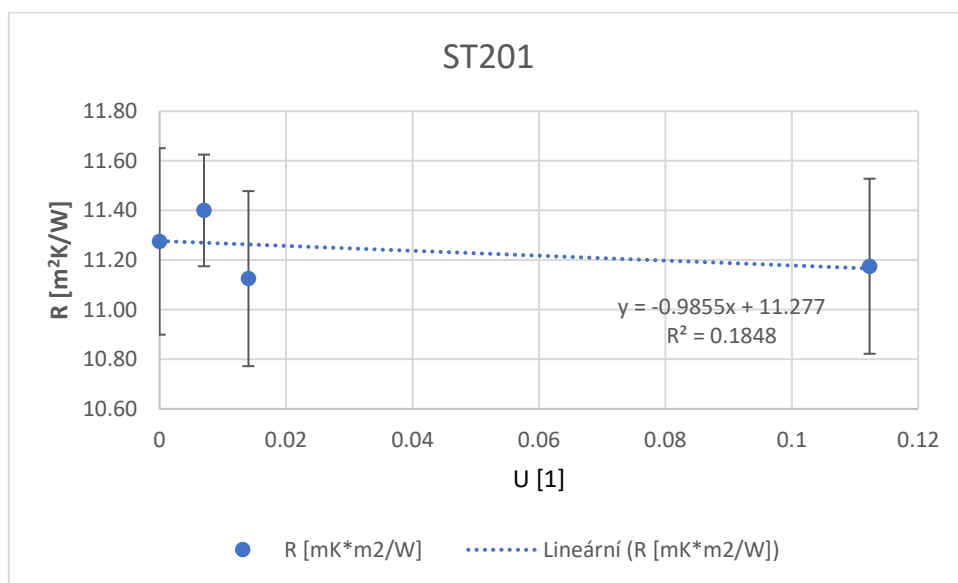


Graf č. 3 - Vzorek ST201 praný 10x, relativní a efektivní rel. paropropustnost na relativním zavlhčení

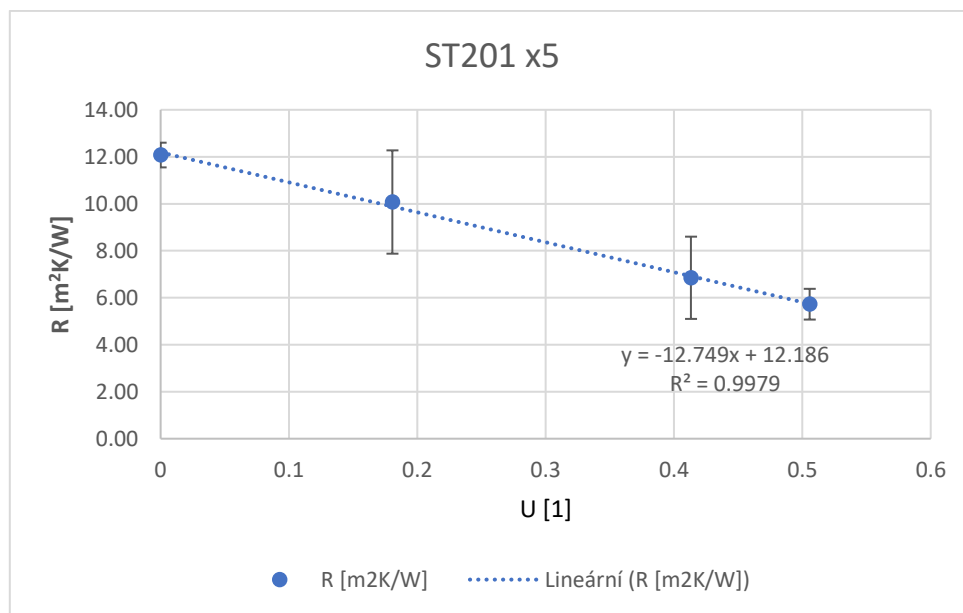
Tepelní odpor – R [m²K/W]

V tomto konkrétním případě je zřejmé, jak vodoodpudivá vrstva funguje. Pro nepraný vzorek je spravedlivé říci, že po velkém přívodu vody během smáčení jen málo vody vstoupí do textilie a tepelný odpor R [m²K/W] textilie klesne pomalu. Nicméně, po určitých cyklech praní v pračce však tepelný odpor dosáhl ještě nižších hodnot.

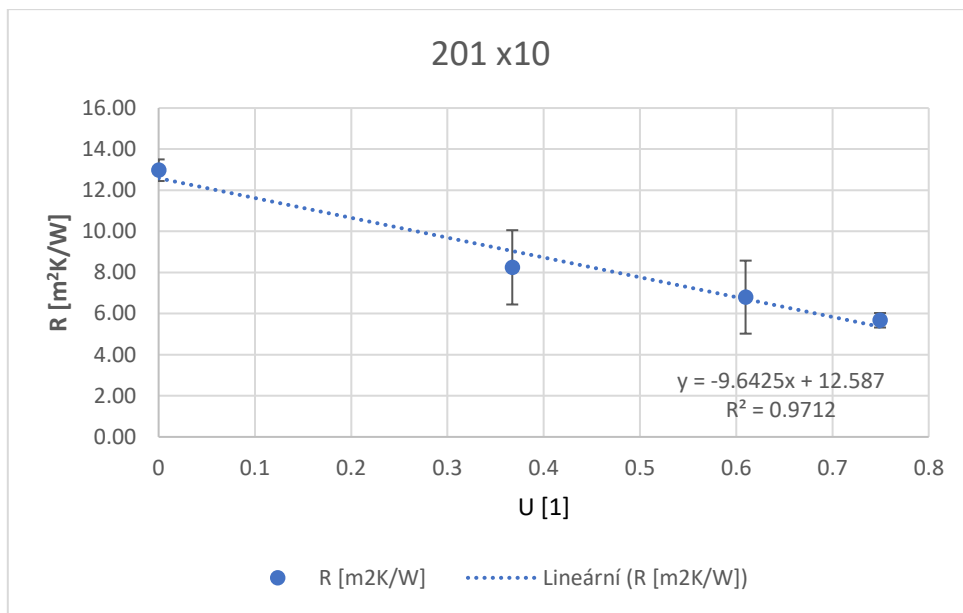
Další grafy ilustrující tepelný odpor jsou k dispozici v přílohách.



Graf č. 4 - Vzorek ST201 nepraný, tepelný odpor na relativním zvlhčení



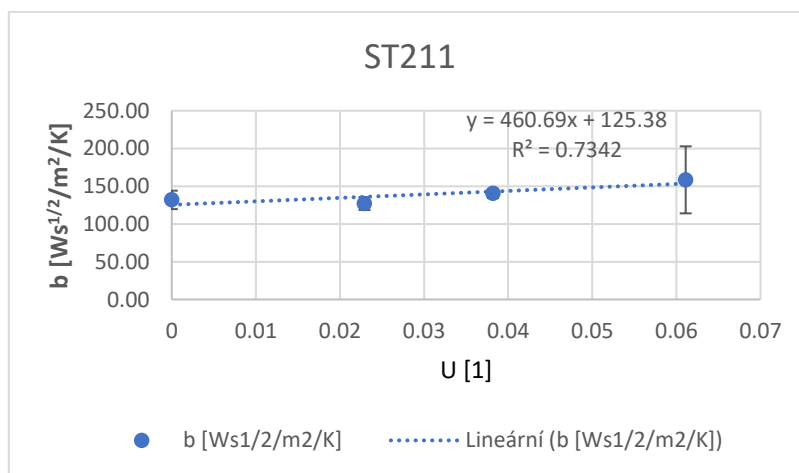
Graf č. 5 - Vzorek ST201 praná 5x, tepelný odpor na relativním zvlhčení



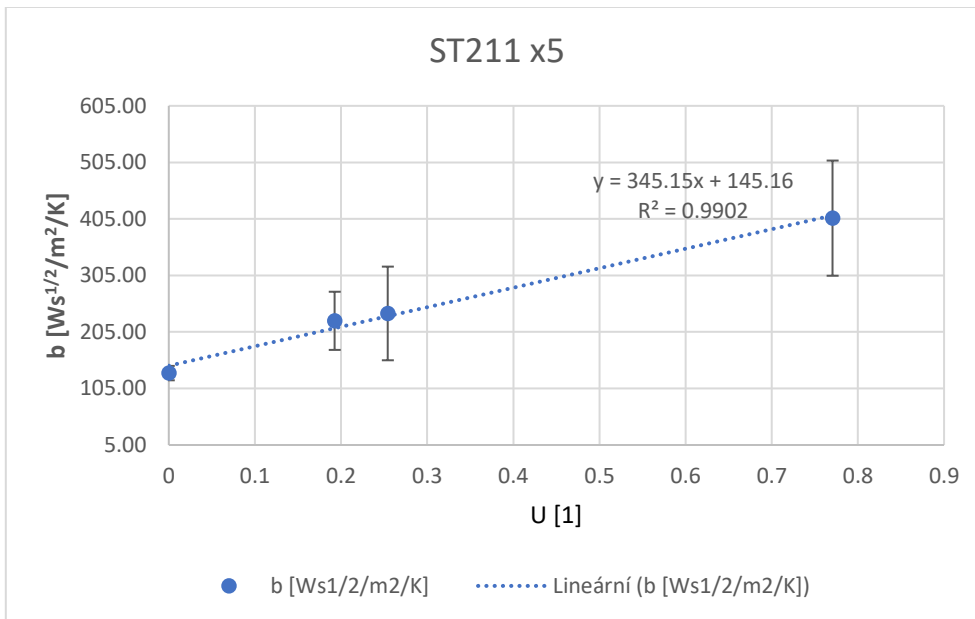
Graf č. 6 - Vzorek ST201 praný 10x, tepelný odpor na relativním zvlhčení

Tepelná jímavost – b [Ws^{1/2}/m²/K]

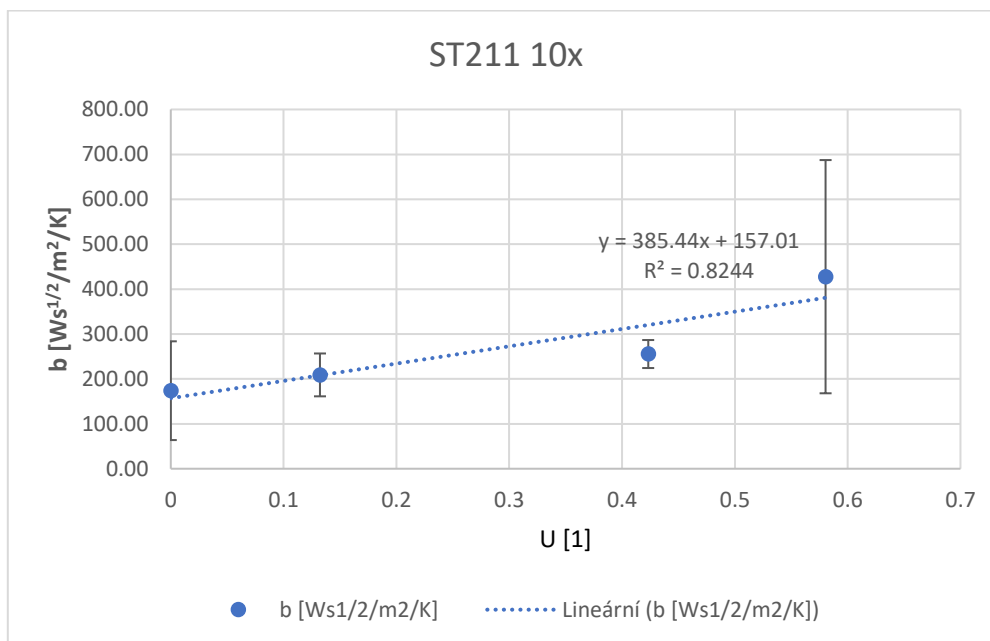
Analýza vzorku ST211 odhalila, že po procesu praní dochází k výraznému nárůstu hodnot tepelné jímavosti po zvlhčení. Tento jev lze přičíst skutečnosti, že vodoodpudivá vrstva přítomná na nevypraném vzorku bránila pronikání vody do vrstev materiálu. Naopak, vyprané vzorky byly schopny absorbovat větší množství vody. Hodnoty tepelné jímavosti tak reflektují dopady praní na materiál, až do takové míry, že je možné rozlišit mezi vypraným a nevypraným vzorkem. Další grafy ilustrující tepelnou jímavost jsou k dispozici v přílohách.



Graf č. 7 - Vzorek ST211 nepraný, tepelná jímavost na relativním zvlhčení



Graf č. 8 - Vzorek ST211 praný 5x, tepelná jímavost na relativním zavlhčení

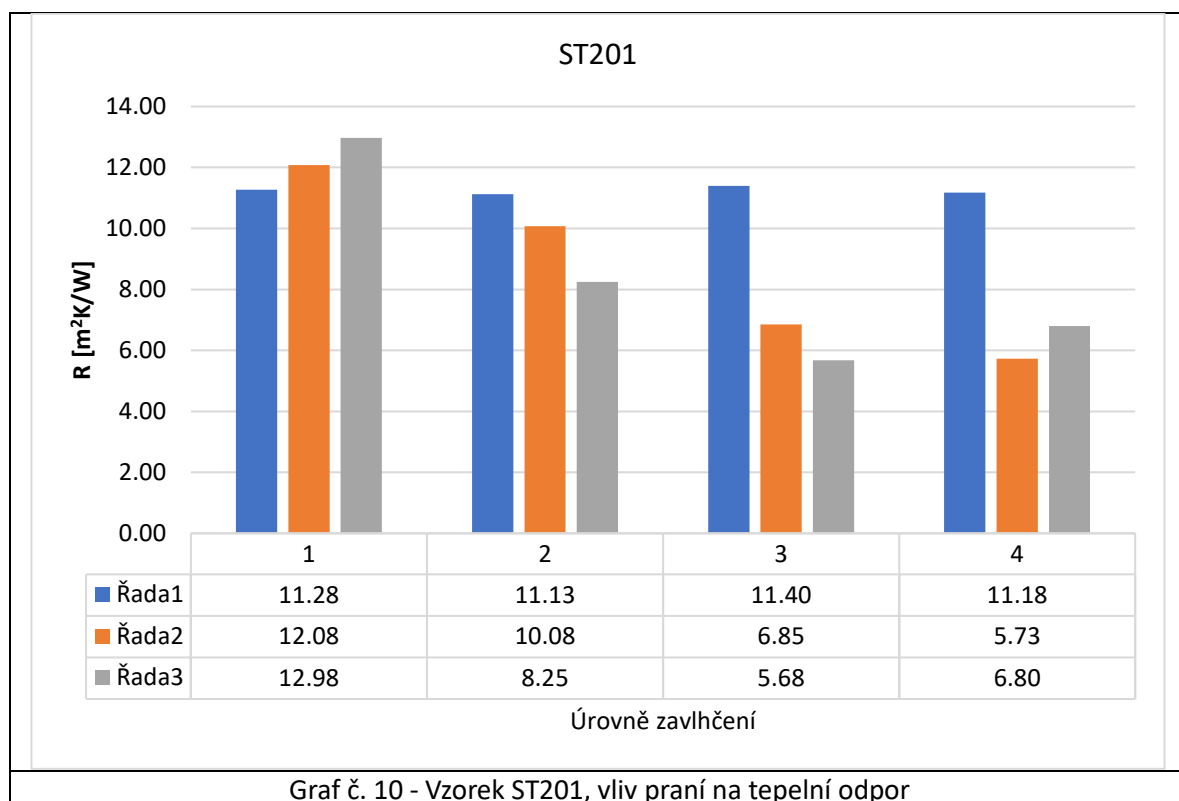


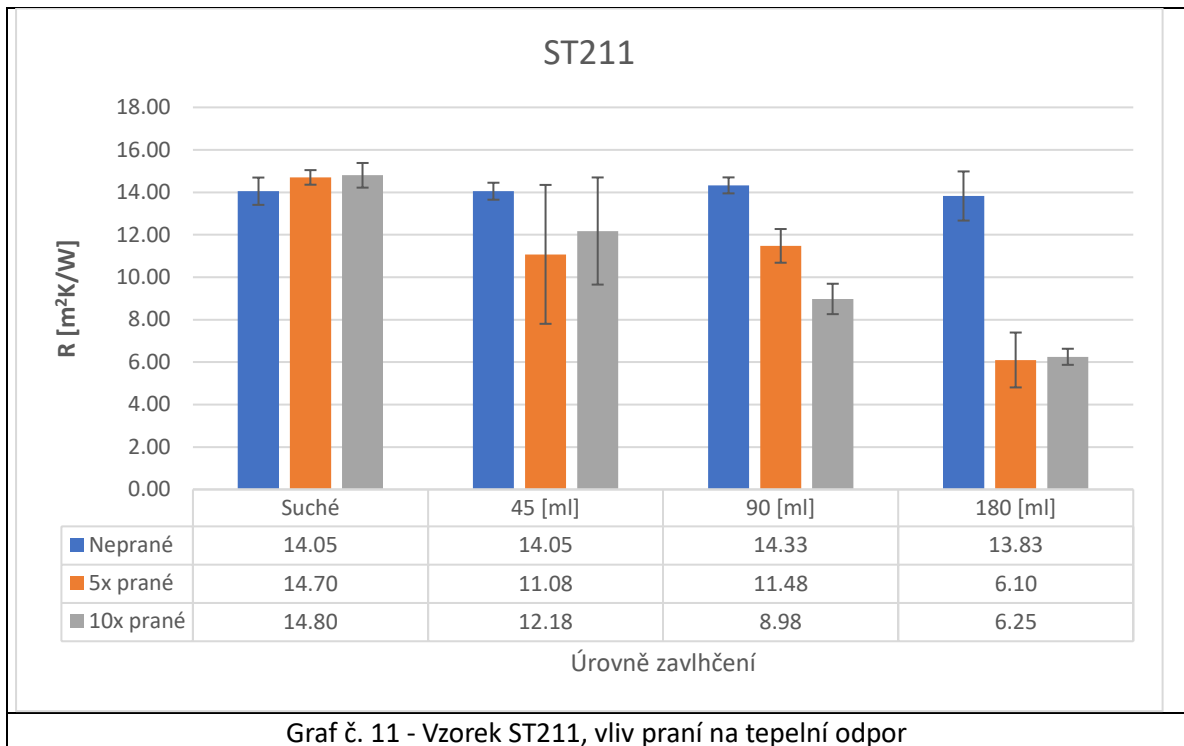
Graf č. 9 - Vzorek ST211 praný 10x, tepelná jímavost na relativním zavlhčení

6 Vliv praní na proměřené parametry

Tepelní odpor – R [m²K/W]

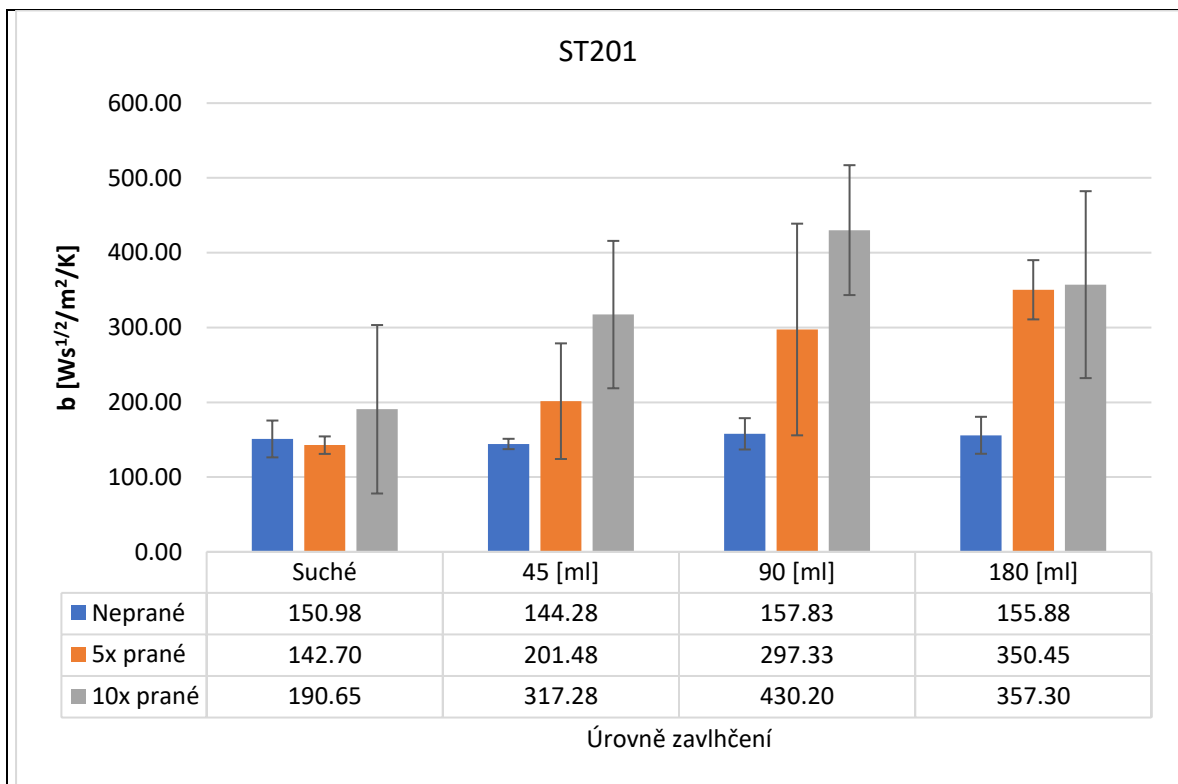
Změny v hodnotách tepelného odporu demonstrují, jaký vliv má proces praní na charakteristické vlastnosti analyzovaného vzorku. Je patrné, že s rostoucím množstvím absorbované vody se hodnota tepelného odporu vzorku snižuje. Tento trend je potvrzen i u prezentovaného vzorku. Grafické zobrazení dat představuje tři sloupce, které ilustrují stav stejného vzorku před a po sérii praní. Každý sloupec reprezentuje odlišná data, avšak všechna vykazují určitou korelaci. Například hodnota tepelného odporu vzorku, který nebyl podroben praní, se udržuje na přibližně konstantní úrovni, bez ohledu na množství vody, které bylo na vzorek aplikováno formou stříkání. Naopak u vzorků, které prošly procesem praní, je patrné, že s rostoucím množstvím aplikované vody dochází k postupné ztrátě vlastností tepelného odporu, což je způsobeno nasákáním vody do struktury vzorku.



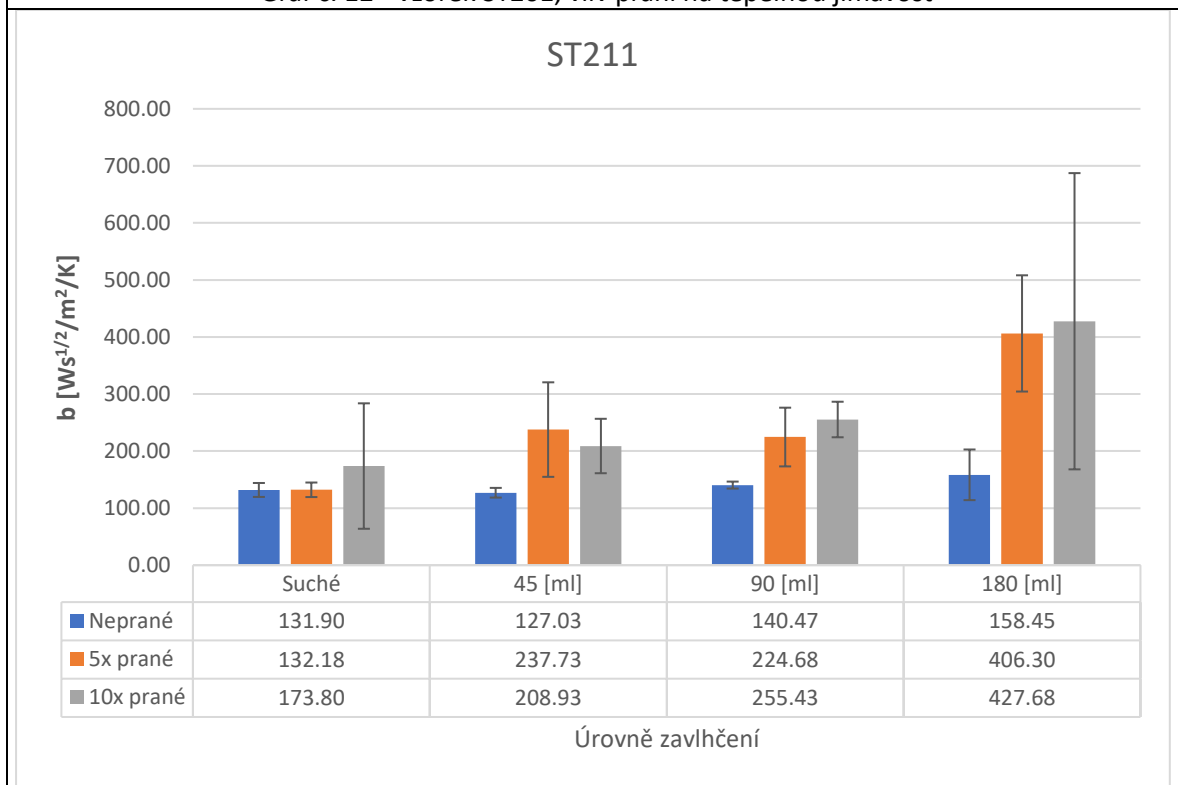


Tepelná jímavost – b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]

Proměny v hodnotách tepelné jímavosti názorně demonstrují vliv praní na specifické charakteristiky zkoumaného vzorku. Z dat je patrné, že s narůstajícím množstvím absorbované vody se hodnota tepelné jímavosti vzorku zvyšuje. Tento fenomén je potvrzen i u prezentovaného vzorku. Grafická vizualizace dat zobrazuje tři sloupce, které reprezentují stav daného vzorku před a po sérii praní. Každý sloupec reprezentuje odlišná data, avšak všechna vykazují určitou korelaci. Například hodnota tepelné jímavosti vzorku, který nebyl vystaven praní, se udržuje na přibližně konstantní úrovni, bez ohledu na množství vody, které bylo na vzorek aplikováno stříkáním. V kontrastu s tím, u vzorků, které prošly procesem praní, je zřejmé, že s rostoucím množstvím aplikované vody dochází k postupnému nárůstu hodnot tepelné jímavosti, což je důsledkem nasákání vody do struktury vzorku.



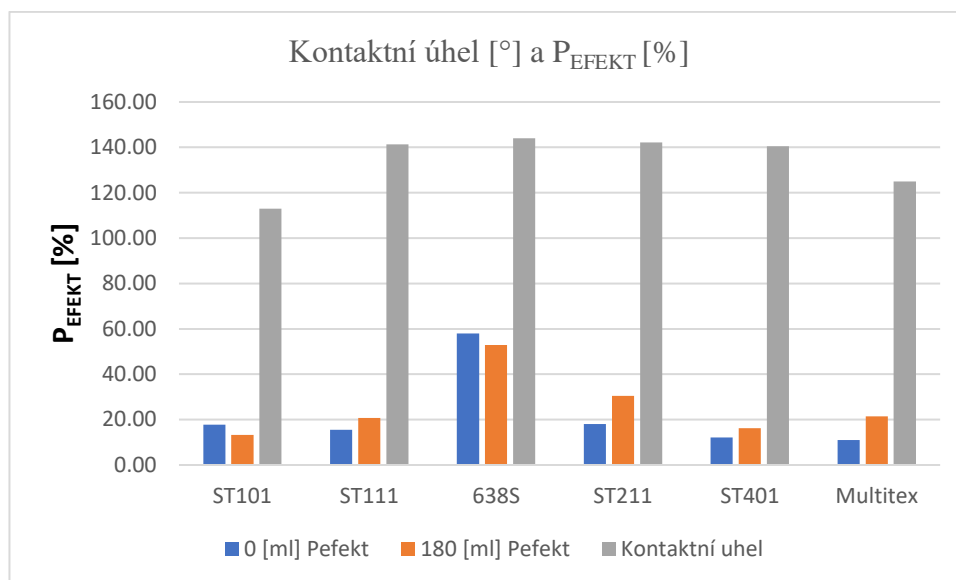
Graf č. 12 - Vzorek ST201, vliv praní na tepelnou jímavost



Graf č. 13 - Vzorek ST211, vliv praní na tepelnou jímavost

7 Porovnaní parametrů s kontaktními úhly

Efektivní relativní paropropustnost – P_{EFEKT} [%]

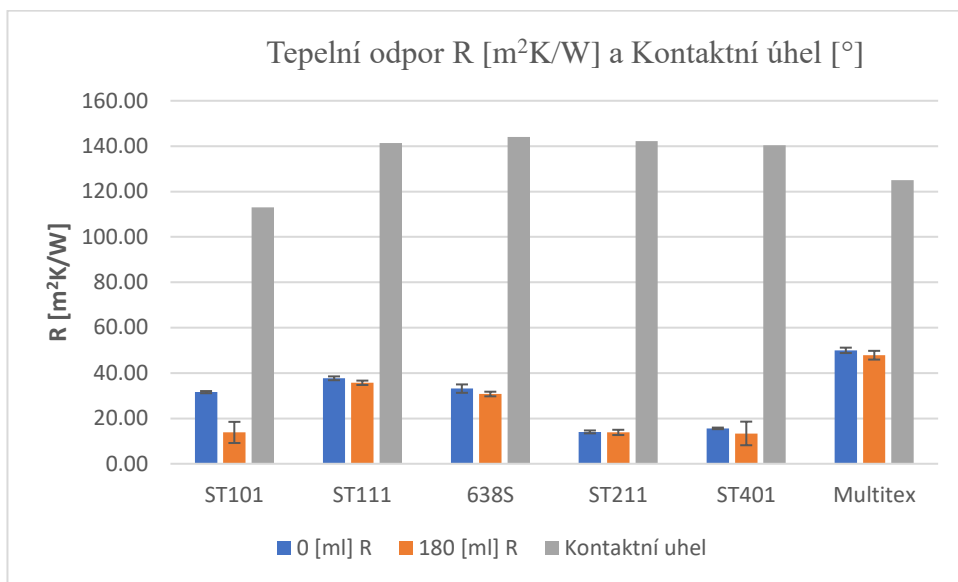


Graf č. 14 - Srovnání hodnot kontaktních úhlů a P_{EFEKT}

Nižší kontaktní úhel by měl představovat nižší odpudivost pro vodu, a tedy i nižší efektivní relativní paropropustnost vlhkých vzorků. Toto funguje pro vzorky ST101 a Multitex. Vyšší kontaktní úhel by měl představovat vyšší odpudivost pro vodu, a tedy i vyšší efektivní relativní paropropustnost vlhkých vzorků. U vzorků ST401, ST111 a ST211 to zde nefunguje. Je možné, že samotný repelent snižuje paropropustnost, za sucha i za vlhka. Ale funguje to pro vzorek 638S, který má nejvyšší hodnoty P_{EFEKT} [%] a kontaktního úhlu.

Je také důležité poznamenat, že vzorky s vyššími kontaktními úhly (ST111, 638S, ST211, ST401) ukázaly značnou variabilitu ve svých hodnotách efektivní relativní paropropustnosti ve vlhkém stavu. Například vzorek 638S, který měl nejvyšší kontaktní úhel, měl nejvyšší efektivní relativní paropropustnost ve vlhkém stavu.

Tepelní odpor – R [m²K/W]



Graf č. 15 - Srovnání hodnot tepelného odporu a kontaktních úhlů

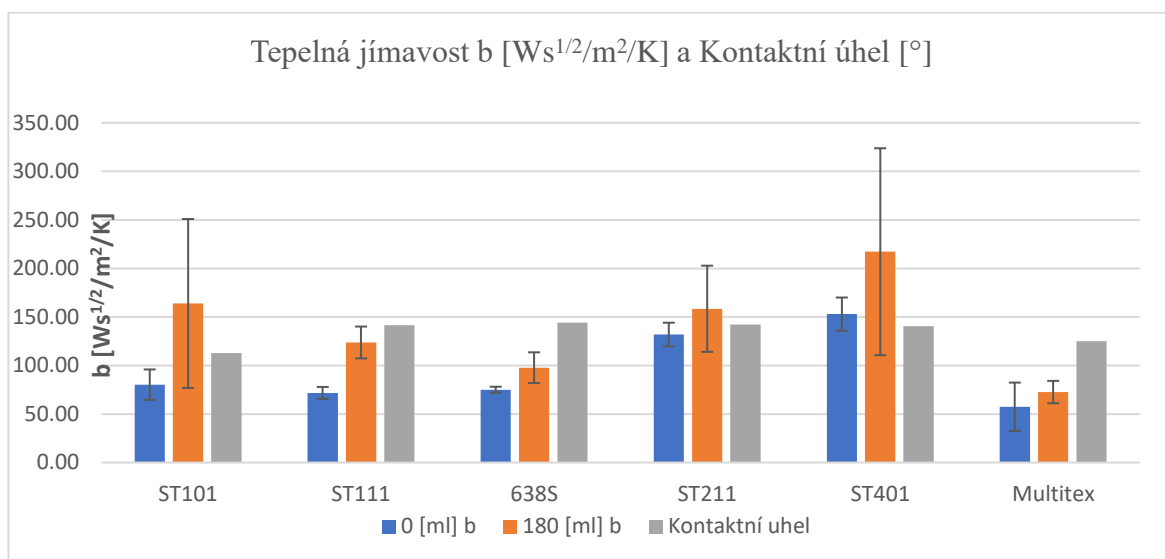
Vyšší kontaktní úhel by měl představovat vyšší odpudivost pro vodu, a tedy i nižší obsah vlhkosti ve skrápěných vzorcích, a následně i vyšší tepelný odpor těchto vzorků. Na základě poskytnutých údajů lze vidět, že většina vzorků potvrzuje tuto hypotézu. Nejvýraznější je to u vzorků "ST111", "638S", "ST211" a "ST401", kde je vysoký kontaktní úhel spojen s minimálním poklesem tepelného odporu po namočení.

Konkrétně "ST111" a "638S" mají velmi vysoký kontaktní úhel (141.37 [°] a 144.01 [°] repektive), což by mělo indikovat silnou odpudivost vůči vodě. To se projevuje i v minimálním poklesu tepelného odporu po namočení (odpovídající hodnoty jsou 37.68 vs 35.70 a 33.13 vs 30.75 [m²K/W]).

Případ "ST211" a "ST401" s úhly 142.20 [°] a 140.41 [°] potvrzují tuto trend, kde pokles odporu po namočení je velmi malý. Na druhé straně, "ST101" s kontaktním úhlem 112.97 [°] a výrazným poklesem odporu po namočení 31.58 [m²K/W] vs 13.83 [m²K/W] představuje výjimku, což by mohlo být způsobeno jinou strukturou nebo složením materiálu.

Zajímavým případem je "Multitex" s kontaktním úhlem 124.95 [°], kde je ačkoli úhel je nižší než u ostatních vzorků, pokles tepelného odporu po namočení je minimální 50.00 [m²K/W] vs 47.85 [m²K/W]. To naznačuje, že odolnost vůči vodě a tepelný odpor mohou být ovlivněny také jinými faktory, jako je například struktura nebo složení materiálu.

Tepelná jímavost – b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]



Graf č. 16 - Srovnání hodnot tepelné jímavosti a kontaktních úhlů

Vyšší kontaktní úhel by měl představovat vyšší odpudivost pro vodu, a tedy i nižší obsah vlhkosti ve skrápěných vzorcích, a následně i nižší tepelnou jímavost těchto vzorků. Analýza poskytnutých údajů však ukazuje, že tento předpoklad neplatí vždy. Například vzorek ST101 má výrazně nižší kontaktní úhel $112,97$ [$^\circ$] ve srovnání s ostatními vzorky, ale jeho tepelná jímavost po namočení $163,90$ [$Ws^{1/2}/m^2/K$] je výrazně vyšší než u ostatních vzorků.

Podobně, vzorek ST111 má vyšší kontaktní úhel $141,37$ [$^\circ$], což naznačuje vyšší odpudivost vůči vodě, ale jeho tepelná jímavost po namočení $123,73$ [$Ws^{1/2}/m^2/K$] je výrazně nižší než u vzorku ST101. To by mohlo být způsobeno jinými faktory, jako je struktura tkaniny nebo typ použitého materiálu.

Vzorek 638S má nejvyšší kontaktní úhel $144,01$ [$^\circ$], což by mělo naznačovat vysokou odpudivost vůči vodě. Jeho tepelná jímavost po namočení $97,75$ [$Ws^{1/2}/m^2/K$] je však nejnižší ze všech vzorků, což je v souladu s očekáváním.

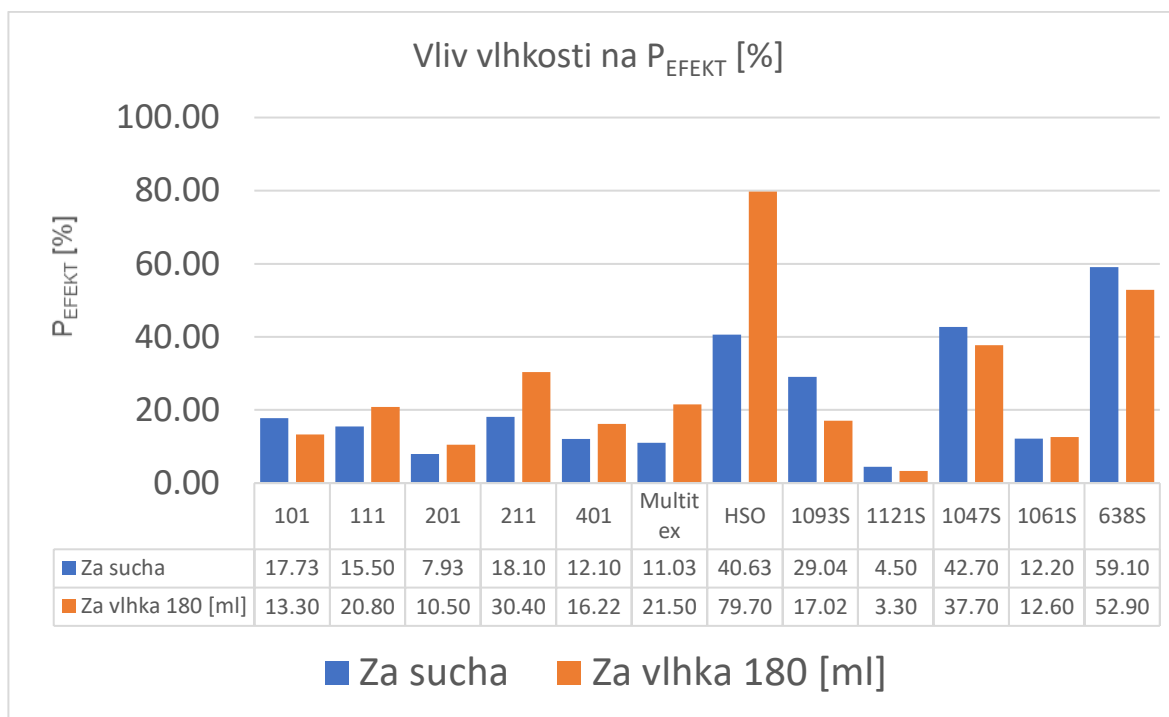
Vzorek Multitex má nejnižší kontaktní úhel $124,95$ [$^\circ$] a zároveň nejnižší tepelnou jímavost při suchém stavu $57,50$ [$Ws^{1/2}/m^2/K$] což by mohlo naznačovat, že je méně odolný vůči vodě.

Celkově se zdá, že kontaktní úhel a tepelná jímavost nejsou v přímé korelaci. To naznačuje, že vliv zavlhčení na tepelnou jímavost je pravděpodobně ovlivněn dalšími faktory.

8 Analýza výsledků

8.1 Vliv vlhkosti na proměřené parametry

Efektivní relativní paropropustnost – P_{EFEKT} [%]



Graf č. 17 - Vliv vlhkosti na P_{EFEKT} [%]

Graf č. 17. Koefficient W , definující relativní paropropustnost P (v suchém stavu), v konfrontaci s efektivní relativní paropropustností ERP (za mokra), u softshellů s vysokou kvalitou repelentní úpravy by měl v situaci intenzivního navlhčení teoreticky mírně poklesnout, anebo aspoň se blížit ke své původní hodnotě. Podle ilustrace 1 této hypotéze odpovídá 8 z 12 analyzovaných vzorků. V případě zbývajících vzorků je hodnota parametru W paradoxně vyšší, což signalizuje, že paropropustnost za vlhkých podmínek nečekaně roste. Na tento fenomén se zatím nepodařilo nalézt uspokojivé vysvětlení, avšak může to být nějak spojeno s odpařováním vlhkosti z interních segmentů povrchového textilu.

Z uvedených důvodů se jeví metoda hodnocení odolnosti softshellů vůči snížení jejich paropropustnosti po umělém navlhčení, založená na přímém hodnocení této paropropustnosti, jako nedostatečně spolehlivá. Přestože tato metoda poskytuje hlavní parametr termofyziologického komfortu, kterým je maximální paropropustnost po simulovaném zvlhčení.

Tepelní odpor – R [m²K/W]

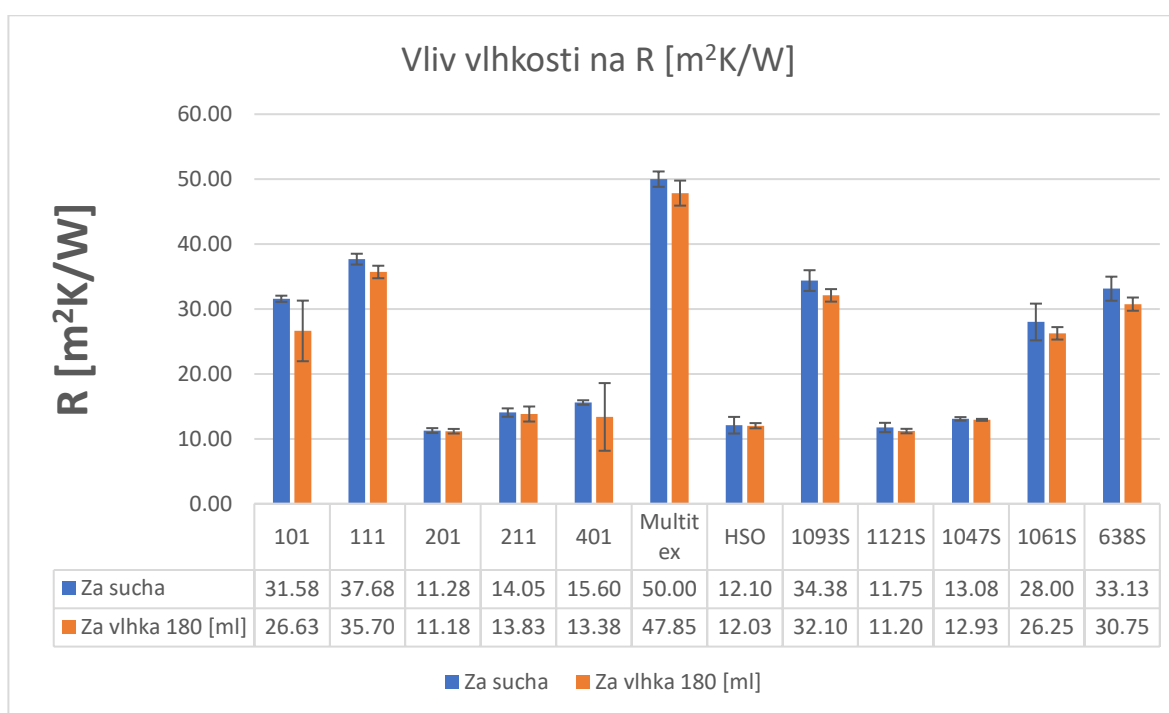
Týče-li se tepelný odpor softshellů po procesu navlhčení, očekává se, že s rostoucí mírou zvlhčení dojde k jeho snížení. Tento předpoklad plyne z faktu, že tepelný odpor R plošných materiálů [m²K/W] je definován následujícím vztahem:

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad (\text{č. vz. 13})$$

kde h – tloušťka [m],

λ – tepelná vodivost [W/m/K].

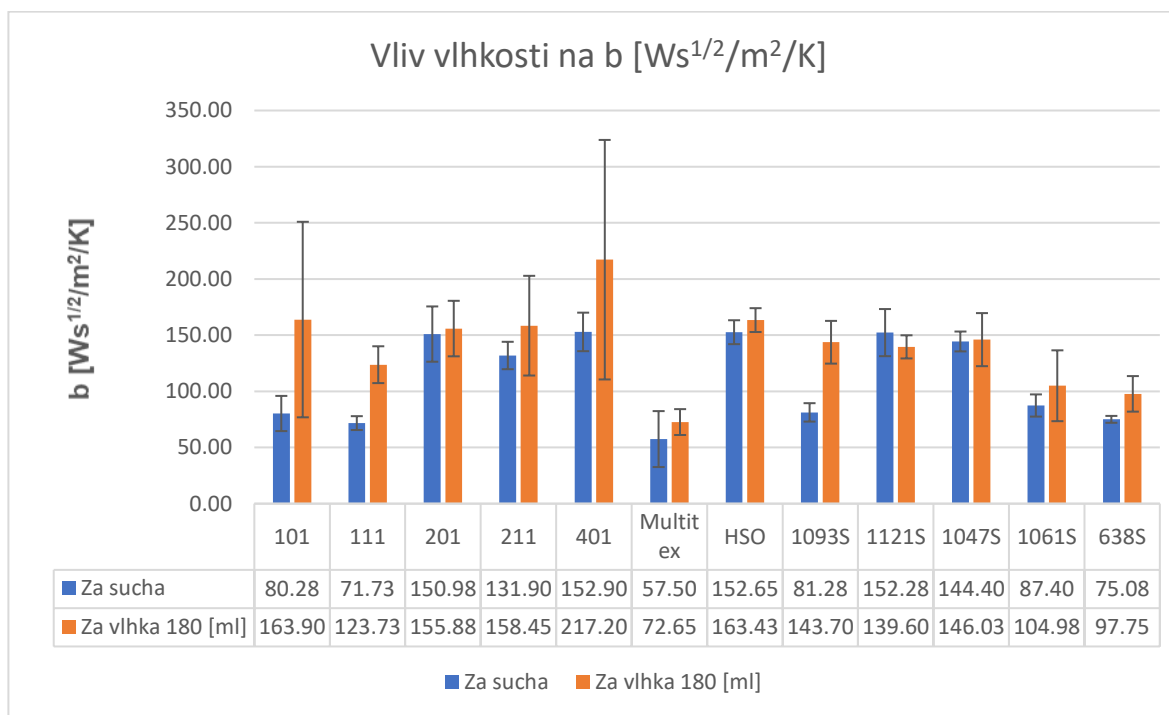
Tepelná vodivost sušených textilních materiálů se typicky pohybuje v rozmezí 0,033 až 0,09 [W/m/K], zatímco tepelná vodivost vody dosahuje hodnoty 0,60 [W/m/K]. Po procesu navlhčení je vzduch v sušených textiliích s tepelnou vodivostí 0,026 [W/m/K] v softshellech částečně substituován vodou, což má za následek zvýšení celkové tepelné vodivosti těchto textilních materiálů a následně pokles tepelného odporu.



Graf č. 18 - Vliv vlhkosti na R [m²K/W]

Podle grafu č. 18 v situaci po intenzivním navlhčení tepelný odpor R softshellů ve srovnání s odporu v suchém stavu v 7 z 12 případů mírně klesá v souladu s teorií uvedenou výše, zatímco v ostatních případech zůstává stále stejný. Tyto posledně zmíněné situace se nejspíše týkají textilních materiálů s kvalitní repelentní (vododpudivou) úpravou. Minimální změny v odporu R po zvlhčení obecně mohou být důsledkem skutečnosti, že vlhkost proniká pouze do tenké povrchové vrstvy softshellů a neproniká skrz polopropustnou vrstvu. Vnitřní často tlustší tepelně izolační vrstva (úplet) zůstává nerozrušena vlhkostí, což vede k tomu, že celkový tepelný odpor navlhčené textilie se mění jen nepatrně. V důsledku toho se hodnotící metoda odolnosti softshellů proti snížení paropropustnosti po navlhčení, která je založená na hodnocení jejich tepelného odporu (v ustáleném stavu), ukazuje jako nedostatečně citlivá.

Tepelná jímavost – b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]



Graf č. 19 - Vliv vlhkosti na b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]

Na grafu č. 19 je ilustrován vliv intenzivního navlhčení na takzvanou tepelnou jímavost b softshellů. Tepelná jímavost b [$Ws^{1/2}/m^2/K$] je charakteristika, která popisuje tepelný pocit a reprezentuje množství tepla, jež proteče při teplotním gradientu 1 [K] jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Jedná se o dynamický parametr. Platí následující:

$$\mathbf{b} = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \quad (\text{č. vz. 14})$$

Tepelná kapacita ρc [J kg⁻¹ K⁻¹] v tomto kontextu reprezentuje množství tepla nutného pro zvýšení teploty 1 kg substance o 1 [K]. Materiál, který má vyšší absorpční schopnost (vyšší hodnotu \mathbf{b}), pocítujeme jako chladnější na dotek. Typické hodnoty \mathbf{b} pro sušené textilie se pohybují v rozmezí 50 - 200 [Ws^{1/2}/m²/K]. Textilie, které jsou chladné až studené, vykazují tepelnou jímavost vyšší než 300 nebo dokonce 500 [Ws^{1/2}/m²/K]. Tepelný tok \mathbf{q} [W/m²] poté symbolizuje množství tepla, které se šíří z ruky (hlavice měřidla) s teplotou t_2 do textilie s počáteční teplotou t_1 za jednotku času. Pro krátkodobý kontakt platí přibližně následující:

$$\mathbf{q} = \mathbf{b} \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{\pi \cdot \tau}} \quad (\text{č. vz. 15})$$

Jak je zřejmé z obrázku č. 3, po maximálním navlhčení hodnota \mathbf{b} u 11 z 12 vzorků vzrůstá, někdy dokonce značně. Tato dynamická metoda je velice citlivá na změny tepelné kapacity povrchové vrstvy softshellů v důsledku jejich navlhčení, jelikož tepelná kapacita vody je extrémně vysoká. U vzorků s vysokou kvalitou repelentní úpravy (201, Multitex) se hodnota \mathbf{b} po navlhčení mění jen nepatrně, jelikož do povrchové vrstvy softshellů proniká minimální množství vody, což se projevuje také malým poklesem počáteční a rovněž efektivní relativní paropropustnosti těchto softshellů.

V souvislosti s tímto faktem se posledně uvedená metoda hodnocení odolnosti softshellů vůči snížení paropropustnosti po zkrápění na základě hodnocení jejich tepelné jímavosti (v dynamickém režimu) jeví jako velmi citlivá. Podle dostupných zdrojů tato originální metoda ještě nebyla nikde publikována.

Tento závěr představuje hlavní výstup bakalářské práce. V dalším vývoji metody by měly být dosažené výsledky ověřeny na dalších úmyslně vytvořených, dobře definovaných vzorcích softshellů.

8.2 Diskuse možnosti stanovení nové metody vodoodpudivosti

Studie má za cíl zkoumat dopad přidané vlhkosti na zvolené transportní charakteristiky různých typů textilních laminátů dostupných na trhu. Proces zvlhčení těchto laminátů byl proveden metodou postřiku dle normy ČSN EN ISO 4920. Byl rovněž zkoumán efekt opakovaného praní na uvedené transportní vlastnosti.

Bylo zjištěno, že u laminátů, které nebyly vyprány, celkový relativní chladicí tok vždy stoupá s rostoucí vlhkostí, indikovaný přístrojem PERMETEST jako celková relativní paropropustnost. Tento vzrůst je především důsledkem odpařování vlhkosti z povrchu laminátu. U málo propustných vzorků, například u vzorku ST401, který byl desetkrát praný, je relativní chladicí tok z povrchu vzorku téměř shodný s celkovým tokem, což naznačuje, že samotný laminát je i po vyprání za všech okolností téměř nepropustný pro páru. Toto platí pro přibližně třetinu vzorků. Ve většině případů se efektivní relativní paropropustnost s rostoucí vlhkostí nemění, nebo se zvyšuje či snižuje pouze velmi zvolna. Toto je způsobeno buď vlastní nízkou paropropustností materiálu, nebo vysokou vodoodpudivostí, což se projevuje neschopností zvýšit vlhkost nad 30 [%] po standardním zavlhčení nastříkáním, jak je ilustrováno na vzorku ST401, který nebyl praný.

V rámci studie byla vodoodpudivost u šesti vzorků posuzována pomocí metody kontaktního úhlu. Nicméně zdálo se, že rozlišovací schopnost je nízká, neboť naměřené hodnoty byly podobné, ačkoli jak bude později diskutováno, tepelný odpor různých vzorků se v důsledku přidané vlhkosti měnil velmi výrazně.

U většiny laminátů bylo zjištěno, že jejich tepelný odpor klesá s přidanou vlhkostí, avšak u některých se tento jev projevuje až po absorpci většího množství vody. Vliv vodoodpudivé úpravy se projevuje při nižších intenzitách zvlhčení. Byl zaznamenán rozptyl výsledků, což bylo pravděpodobně způsobeno nerovnoměrností dané úpravy. Nicméně, uvedená metoda hodnocení kvality či účinnosti vodoodpudivé úpravy textilií, která dosud nebyla podle informací vedoucího práce popsána v dostupné literatuře, se jeví jako dostatečně citlivá, a to více než hodnocení těchto úprav pomocí kontaktního úhlu nebo změny efektivní relativní paropropustnosti upravených textilií. Toto je jeden z hlavních zjištění této studie. K závěrečnému hodnocení této relativně nové metody bude vyžadován další výzkum.

Závěr

V rámci bakalářské práce byla provedena řada měření a testů na komerčních vzorcích softshellů za účelem hodnocení jejich termofyziologického komfortu.

Bylo se zaměřeno na tepelně-izolační a tepelně-kontaktní vlastnosti a relativní paropropustnost těchto textilií, jak za sucha, tak i po zavlhčení pomocí skrápěcího testu dle ČSN EN ISO 4920. Byl také sledován vliv praní na tyto parametry. Výsledky měření prokázaly variabilitu termálních vlastností v závislosti na změnách stavu tkaniny.

Dále bylo provedeno hodnocení vodoodpudivé úpravy povrchu zkoumaných vzorků. Pomocí optické metody kontaktního úhlu byla stanovena úroveň vodoodpudivosti. S využitím elektronového mikroskopu byla pak zjištěna tloušťka jednotlivých vrstev vybraných laminátů.

Další analýza ukázala vliv vlhkosti a praní na změřené parametry softshellů. Data byla zpracována pomocí statistických metod a výsledky byly prezentovány graficky. Tato analýza přinesla nové poznatky o chování softshellových tkanin v různých podmínkách.

V závěrečné části bylo zaměřeno na srovnání naměřených hodnot efektivní relativní paropropustnosti za vlhka s hodnotami kontaktního úhlu vzorků za sucha. Byla diskutována možnost stanovení efektivní relativní paropropustnosti a tepelného odporu skrápěných vzorků jako novou metodu ke zjištění stupně jejich vodoodpudivosti.

Jedním z nejdůležitějších zjištění práce je přínos nové metody pro stanovení vodoodpudivosti. Tato metoda, která využívá hodnocení tepelného odporu skrápěných vzorků, se ukázala jako dostatečně citlivá a poskytla podrobnější a přesnější informace než tradiční metoda kontaktního úhlu.

Na základě těchto zjištění lze konstatovat, že tato práce představuje významný přínos pro porozumění a výzkum softshellových textilií. Pro další zkoumání a ověření nově navržené metody pro stanovení vodoodpudivosti je však nutný další výzkum.

Použitá literatura

- [1]Hes L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, Liberec 2005.
- [2]Hes L., Bogusławska M.: Analysis and experimental determination of effective water vapour permeability of wet woven fabrics. J. of TATM, Vol. 8, Issue 4, p. 1-8, 2014.
- [3] REJZKOVÁ, Barbora. Zavedení nového termoizolačního materiálu do výroby zimních oděvů. 2015.
- [4] Interní norma č. 23-304-02/01, Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta, TUL-FT, Liberec 2004
- [5]LINHART, Pavel. Tepelně-komfortní vlastnosti funkčního prádla pro hráče golfu. 2013.
- [6] OWENS, Daniel K.; WENDT, R. C. Estimation of the surface free energy of polymers. Journal of applied polymer science, 1969, 13.8: 1741-1747.
- [7] ŠEFČÍKOVÁ, Jana. Funkčnost moderních polních uniforem s digitálním vzorem. 2011.
- [8]Knížek, R., Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity. Technická univerzita v Liberci. Liberec, 2013. 1. ISBN 978-80-7494-012-5.
- [9]MÁDLOVÁ, Jana. Funkčnost bariérových textilií po simulovaném kombinovaném cyklickém namáhání. 2018
- [10]BULÍŘ, Martin. Funkční vlastnosti outdoorových membránových materiálů. 2013.
- [11]DRAHOKOUPILOVÁ, Andrea. Hodnocení odolnosti proti pronikání vody u vrchového materiálu tzv. třetí vrstvy. 2015
- [12]RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. Oděvní materiály. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, 221s., ISBN 80-7083-682-2

[13] Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace. 2023. Přístrojové vybavení - Mikroskopie [online]. Liberec: cxi.tul.cz. Available from: <https://cxi.tul.cz/strojirenstvi/pristrojove-vybaveni-mikroskopie>

Přílohy

Hodnoty ERP [%]

Tabulka č. 8 – hodnoty ERP [%]

Vzorek	Množství nastříkané vody			
	0 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
101	17,73	19,20	34,60	13,30
111	15,50	46,60	33,00	20,80
201	7,93	11,50	15,00	10,50
211	18,10	19,50	46,30	30,40
401	12,10	17,95	23,20	16,22
Multitex	11,03	14,70	10,30	21,50
HSO	40,63	73,40	84,00	79,70
1093S	13,33	36,20	29,04	17,02
1121S	3,30	4,40	4,50	3,30
1047S	29,10	35,50	42,70	37,70
1061S	14,10	12,90	12,20	12,60
638S	57,90	60,00	59,10	52,90

Spočítání U [1] po praní

	S vz [m ²]	S oblasti [m ²]	[g] za suchá	Gramáž [g/m ²]	[g] ob- lasti	[g] za vlhka			přidaná vlhkost			U [1]		
						45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]
101	0.03	0.02	9.75	318.37	5.62	10.13	10.13	12.05	0.38	0.38	2.30	0.06	0.08	0.41
111	0.03	0.02	7.75	253.06	4.47	8.05	8.08	8.75	0.30	0.32	1.00	0.11	0.14	0.26
201	0.03	0.02	6.18	201.63	3.56	6.23	6.20	6.58	0.05	0.02	0.40	0.02	0.08	0.16
211	0.03	0.02	5.68	185.31	3.27	5.75	5.80	5.88	0.07	0.12	0.20	0.02	0.04	0.07
401	0.03	0.02	9.33	304.49	5.38	9.50	10.40	10.08	0.17	1.08	0.75	0.04	0.26	0.25
Multitex	0.10	0.02	32.55	315.64	5.57	32.60	33.00	32.98	0.05	0.45	0.43	0.05	0.16	0.23
HSO	0.09	0.02	14.20	162.29	2.87	14.25	14.30	14.40	0.05	0.10	0.20	0.05	0.10	0.23
1093S	0.03	0.02	9.70	326.60	5.77	9.83	9.75	9.80	0.13	0.05	0.10	0.05	0.09	0.15
1121S	0.03	0.02	5.35	180.13	3.18	5.38	5.48	5.73	0.02	0.12	0.38	0.01	0.04	0.15
1047S	0.03	0.02	6.25	210.44	3.72	6.28	6.35	6.38	0.03	0.10	0.13	0.01	0.05	0.08
1061S	0.03	0.02	7.95	267.68	4.73	8.15	8.03	8.15	0.20	0.08	0.20	0.02	0.01	0.04
638S	0.03	0.02	7.35	247.47	4.37	7.38	7.48	7.60	0.03	0.13	0.25	0.01	0.02	0.04

Spočítání U [1] po prání

počet prání	S vz [m ²]	S oblasti [m ²]	[g] za suchá	Gramáž [g/m ²]	[g] ob- lasti	[g] za vlhka			přidaná vlhkost			U [1]			
						45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	45 [ml]	90 [ml]	180 [ml]	
101	x5	0.03	0.02	9.95	324.90	5.74	10.58	11.49	12.08	0.63	1.54	2.13	0.11	0.27	0.37
	x10	0.03	0.02	9.75	318.37	5.62	10.65	11.45	11.53	0.90	1.70	1.78	0.16	0.30	0.32
111	x5	0.03	0.02	7.60	248.16	4.38	8.33	8.40	9.85	0.73	0.80	2.25	0.17	0.18	0.51
	x10	0.03	0.02	7.60	248.16	4.38	7.90	8.69	8.65	0.30	1.09	1.05	0.07	0.25	0.24
201	x5	0.03	0.02	6.00	195.92	3.46	6.63	7.43	7.75	0.62	1.43	1.75	0.18	0.41	0.51
	x10	0.03	0.02	5.90	192.65	3.40	7.15	8.45	7.98	1.25	2.55	2.08	0.37	0.75	0.61
211	x5	0.03	0.02	5.63	183.67	3.24	6.45	6.25	8.13	0.83	0.63	2.50	0.25	0.19	0.77
	x10	0.03	0.02	5.90	192.65	3.40	6.35	7.34	7.88	0.45	1.44	1.98	0.13	0.42	0.58
401	x5	0.03	0.02	9.18	299.59	5.29	10.38	12.20	13.60	1.20	3.03	4.43	0.23	0.57	0.84
	x10	0.03	0.02	9.95	324.90	5.74	12.28	13.35	14.03	2.33	3.40	4.08	0.41	0.59	0.71

Výsledky měření na přístroji Alambeta do prání

suchá	hladký dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.70	měření č1	45.40	137.10	14.40	0.65	24-Mar
5.80	měření č2	45.90	134.60	14.30	0.65	24-Mar
5.60	měření č3	46.10	135.40	14.00	0.65	24-Mar
5.60	měření č4	47.80	120.50	13.50	0.65	24-Mar
5.68	Prumer	46.30	131.90	14.05	0.65	
0.10	STDEV.S	1.04	7.67	0.40	0.00	
0.02	CV	0.02	0.06	0.03	0.01	
1.69	CV [%}	2.25	5.82	2.88	0.55	
	Confidence	1.66	12.21	0.64	0.01	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.20	měření č1	45.00	149.80	11.60	0.52	24-Mar
6.20	měření č2	46.40	155.00	11.10	0.52	24-Mar
6.20	měření č3	45.70	168.20	11.30	0.51	24-Mar
6.10	měření č4	46.60	130.90	11.10	0.52	24-Mar
6.18	Prumer	45.93	150.98	11.28	0.52	
0.05	STDEV.S	0.73	15.46	0.24	0.00	
0.01	CV	0.02	0.10	0.02	0.01	
0.81	CV [%}	1.58	10.24	2.10	0.58	
	Confidence	1.16	24.60	0.38	0.00	

			b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]			datum
9.70	měření č1	45.20	72.60	32.00	1.45	24-Mar
						24-Mar
9.90	měření č3	45.70	82.70	31.50	1.44	24-Mar
						24-Mar
9.75	Prumer	45.60	80.28	31.58	1.44	
0.13	STDEV.S	0.29	9.84	0.30	0.01	
0.01	CV	0.01	0.12	0.01	0.00	
1.32	CV [%]	0.65	12.26	0.95	0.35	
	Confidence	0.47	15.66	0.48	0.01	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
7.70	měření č1	44.60	77.40	37.20	1.66	24-Mar
7.80	měření č2	45.10	68.80	37.40	1.69	24-Mar
7.70	měření č3	44.40	70.90	38.40	1.70	24-Mar
7.80	měření č4	44.80	69.80	37.70	1.69	24-Mar
7.75	Prumer	44.73	71.73	37.68	1.68	
0.06	STDEV.S	0.30	3.88	0.53	0.02	
0.01	CV	0.01	0.05	0.01	0.01	
0.74	CV [%]	0.67	5.41	1.39	1.15	
	Confidence	0.48	6.17	0.84	0.03	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
9.40	měření č1	49.00	160.90	15.80	0.77	24-Mar
9.30	měření č2	49.50	139.10	15.60	0.77	24-Mar
9.20	měření č3	49.90	162.00	15.30	0.77	24-Mar
9.40	měření č4	48.90	149.60	15.70	0.77	24-Mar
9.33	Prumer	49.33	152.90	15.60	0.77	
0.10	STDEV.S	0.46	10.77	0.22	0.00	
0.01	CV	0.01	0.07	0.01	0.01	
1.03	CV [%]	0.94	7.05	1.38	0.55	
	Confidence	0.74	17.14	0.34	0.01	
za sucha	hladky dolu					
[g]	1093s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
9.70	měření č1	47.50	79.30	33.00	1.57	3.3.
9.70	měření č2	45.70	88.90	35.30	1.61	
9.80	měření č3	46.70	77.60	34.30	1.60	
9.60	měření č4	44.90	79.30	34.90	1.57	
9.70	Prumer	46.20	81.28	34.38	1.59	
0.08	STDEV.S	1.14	5.15	1.00	0.02	
0.01	CV	0.02	0.06	0.03	0.01	
0.84	CV [%]	2.46	6.33	2.92	1.44	
	Confidence	1.81	8.19	1.60	0.04	

[g]	1121s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.40	měření č1	45.70	159.90	11.70	0.54	3.3.
5.40	měření č2	44.20	163.30	12.30	0.54	
5.30	měření č3	47.40	133.80	11.20	0.53	
5.30	měření č4	44.70	152.10	11.80	0.53	
5.35	Prumer	45.50	152.28	11.75	0.53	
0.06	STDEV.S	1.41	13.18	0.45	0.01	
0.01	CV	0.03	0.09	0.04	0.01	
1.08	CV [%}	3.10	8.65	3.84	1.27	
	Confidence	2.25	20.97	0.72	0.01	
[g]	638s 9051	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
7.40	měření č1	45.90	74.00	32.80	1.51	3.3.
7.30	měření č2	45.50	73.50	33.30	1.52	
7.30	měření č3	44.90	77.80	34.60	1.55	
7.40	měření č4	45.70	75.00	31.80	1.45	
7.35	Prumer	45.50	75.08	33.13	1.51	
0.06	STDEV.S	0.43	1.92	1.16	0.04	
0.01	CV	0.01	0.03	0.04	0.03	
0.79	CV [%}	0.95	2.56	3.52	2.68	
	Confidence	0.69	3.06	1.85	0.06	
[g]	1047s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.30	měření č1	46.90	144.40	12.90	0.61	3.3.
6.10	měření č2	46.00	144.00	13.30	0.61	
6.30	měření č3	46.00	151.40	13.10	0.60	
6.30	měření č4	46.50	137.80	13.00	0.60	
6.25	Prumer	46.35	144.40	13.08	0.61	
0.10	STDEV.S	0.44	5.56	0.17	0.00	
0.02	CV	0.01	0.04	0.01	0.01	
1.60	CV [%}	0.94	3.85	1.31	0.74	
	Confidence	0.69	8.85	0.27	0.01	
[g]	1061s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
8.00	měření č1	47.10	91.20	25.70	1.21	3.3.
7.90	měření č2	46.10	87.00	27.50	1.27	
7.90	měření č3	45.00	78.80	29.30	1.32	
8.00	měření č4	44.50	92.60	29.50	1.31	
7.95	Prumer	45.68	87.40	28.00	1.28	
0.06	STDEV.S	1.16	6.21	1.78	0.05	
0.01	CV	0.03	0.07	0.06	0.04	

0.73	CV [%}	2.54	7.10	6.35	3.96	
	Confidence	1.85	9.88	2.83	0.08	
[g]	multitex	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
32.60	měření č1	42.10	67.90	51.10	2.15	3.3.
32.60	měření č2	42.90	65.70	49.80	2.14	
32.50	měření č3	43.80	34.30	49.50	2.17	
32.50	měření č4	43.80	62.10	49.60	2.18	
32.55	Prumer	43.15	57.50	50.00	2.16	
0.06	STDEV.S	0.82	15.65	0.74	0.02	
0.00	CV	0.02	0.27	0.01	0.01	
0.18	CV [%}	1.90	27.22	1.49	0.76	
	Confidence	1.30	24.90	1.18	0.03	
[g]	hso3045	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
14.30	měření č1	41.90	151.50	11.70	0.49	3.3.
14.20	měření č2	37.00	159.10	13.30	0.49	
14.20	měření č3	41.10	156.20	11.60	0.48	
14.10	měření č4	41.20	143.80	11.80	0.49	
14.20	Prumer	40.30	152.65	12.10	0.49	
0.08	STDEV.S	2.23	6.68	0.80	0.01	
0.01	CV	0.06	0.04	0.07	0.01	
0.57	CV [%}	5.53	4.38	6.65	1.18	
	Confidence	3.55	10.63	1.28	0.01	

45ml	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.80	měření č1	46.70	122.70	14.00	0.66	21-Mar
5.70	měření č2	46.90	132.50	13.80	0.65	21-Mar
5.80	měření č3	45.60	130.70	14.40	0.66	21-Mar
5.70	měření č4	46.80	122.20	14.00	0.66	21-Mar
5.75	Prumer	46.50	127.03	14.05	0.65	
0.06	STDEV.S	0.61	5.34	0.25	0.00	
0.01	CV	0.01	0.04	0.02	0.01	
1.00	CV [%}	1.30	4.20	1.79	0.57	
	Confidence	0.96	8.49	0.40	0.01	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.10	měření č1	45.90	149.80	11.40	0.52	21-Mar

6.20	měření č2	46.90	145.20	11.00	0.52	21-Mar
6.40	měření č3	46.40	142.50	11.20	0.52	21-Mar
6.20	měření č4	47.90	139.60	10.90	0.52	21-Mar
6.23	Prumer	46.78	144.28	11.13	0.52	
0.13	STDEV.S	0.85	4.34	0.22	0.00	
0.02	CV	0.02	0.03	0.02	0.01	
2.02	CV [%}	1.83	3.00	1.99	0.61	
	Confidence	1.36	6.90	0.35	0.01	
			b [Ws ^{1/2} /m ² /K]			
10.20	měření č1	45.80	98.60	31.30	1.43	21-Mar
10.20	měření č3	46.10	90.80	31.20	1.44	21-Mar
10.13	Prumer	45.85	93.68	31.23	1.43	
0.10	STDEV.S	0.26	3.65	0.49	0.02	
0.01	CV	0.01	0.04	0.02	0.01	
0.95	CV [%}	0.58	3.90	1.58	1.12	
	Confidence	0.42	5.82	0.78	0.03	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
8.10	měření č1	46.70	110.50	36.00	1.68	24-Mar
7.90	měření č2	45.50	89.10	36.80	1.68	24-Mar
8.10	měření č3	45.00	86.10	37.30	1.68	24-Mar
8.10	měření č4	44.40	73.60	38.00	1.69	24-Mar
8.05	Prumer	45.40	89.83	37.03	1.68	
0.10	STDEV.S	0.98	15.33	0.84	0.01	
0.01	CV	0.02	0.17	0.02	0.00	
1.24	CV [%}	2.15	17.07	2.27	0.30	
	Confidence	1.55	24.39	1.34	0.01	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
9.50	měření č1	50.50	177.40	15.20	0.77	24-Mar
9.50	měření č2	48.90	152.80	15.80	0.77	24-Mar
9.40	měření č3	48.40	162.00	15.90	0.77	24-Mar
9.60	měření č4	48.80	156.00	15.80	0.77	24-Mar
9.50	Prumer	49.15	162.05	15.68	0.77	
0.08	STDEV.S	0.93	10.92	0.32	0.00	
0.01	CV	0.02	0.07	0.02	0.00	
0.86	CV [%}	1.88	6.74	2.04	0.32	
	Confidence	1.47	17.38	0.51	0.00	

	hladky dolu					
[g]	1093s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
9.80	měření č1	48.40	82.60	32.10	1.55	7.3.
9.90	měření č2	47.40	73.20	32.60	1.55	
9.70	měření č3	48.60	76.50	31.20	1.52	
9.90	měření č4	48.20	59.60	31.50	1.52	
9.83	Prumer	48.15	72.98	31.85	1.54	
0.10	STDEV.S	0.53	9.73	0.62	0.02	
0.01	CV	0.01	0.13	0.02	0.01	
0.97	CV [%}	1.09	13.33	1.96	1.30	
	Confidence	0.84	15.48	0.99	0.03	
[g]	1121s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
5.30	měření č1	47.60	121.50	11.10	0.53	7.3.
5.40	měření č2	46.80	130.40	11.60	0.54	
5.40	měření č3	46.60	152.20	11.40	0.53	
5.40	měření č4	45.60	173.50	11.50	0.53	
5.38	Prumer	46.65	144.40	11.40	0.53	
0.05	STDEV.S	0.82	23.30	0.22	0.01	
0.01	CV	0.02	0.16	0.02	0.01	
0.93	CV [%}	1.76	16.13	1.89	1.32	
	Confidence	1.31	37.07	0.34	0.01	
[g]	638s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
7.50	měření č1	46.50	76.40	31.30	1.45	7.3.
7.30	měření č2	46.00	77.30	31.70	1.46	
7.30	měření č3	46.90	85.80	30.00	1.41	
7.40	měření č4	45.80	81.90	31.50	1.45	
7.38	Prumer	46.30	80.35	31.13	1.44	
0.10	STDEV.S	0.50	4.36	0.77	0.02	
0.01	CV	0.01	0.05	0.02	0.02	
1.30	CV [%}	1.07	5.43	2.47	1.70	
	Confidence	0.79	6.94	1.22	0.04	
[g]	1047s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.30	měření č1	45.60	132.60	13.30	0.61	7.3.
6.30	měření č2	47.60	128.50	12.80	0.61	
6.20	měření č3	46.90	140.00	12.90	0.60	
6.30	měření č4	46.50	141.00	12.90	0.60	

6.28	Prumer	46.65	135.53	12.98	0.60	
0.05	STDEV.S	0.83	6.00	0.22	0.00	
0.01	CV	0.02	0.04	0.02	0.00	
0.80	CV [%}	1.79	4.43	1.71	0.41	
	Confidence	1.33	9.54	0.35	0.00	
[g]	1061s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
8.10	měření č1	46.80	87.20	26.30	1.23	7.3.
8.20	měření č2	46.00	80.40	27.30	1.26	maybe errors
8.10	měření č3	46.00	90.40	27.30	1.25	
8.20	měření č4	47.40	81.40	25.50	1.21	
8.15	Prumer	46.55	84.85	26.60	1.24	
0.06	STDEV.S	0.68	4.76	0.87	0.02	
0.01	CV	0.01	0.06	0.03	0.02	
0.71	CV [%}	1.46	5.61	3.28	1.72	
	Confidence	1.08	7.58	1.39	0.03	
[g]	multitex	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
32.50	měření č1	44.00	68.80	48.30	2.13	7.3.
32.70	měření č2	44.70	48.10	47.20	2.11	8.3.
32.50	měření č3	43.40	63.40	48.80	2.12	
32.70	měření č4	44.00	69.10	47.90	2.11	
32.60	Prumer	44.03	62.35	48.05	2.11	
0.12	STDEV.S	0.53	9.85	0.68	0.01	
0.00	CV	0.01	0.16	0.01	0.00	
0.35	CV [%}	1.21	15.81	1.41	0.39	
	Confidence	0.85	15.68	1.08	0.01	
[g]	hso3045	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
14.20	měření č1	42.00	127.00	11.60	0.49	8.3.
14.20	měření č2	36.10	181.00	13.20	0.477	
14.30	měření č3	47.10	157.50	11.60	0.49	
14.30	měření č4	41.60	150.20	11.60	0.48	
14.25	Prumer	41.70	153.93	12.00	0.49	
0.06	STDEV.S	4.50	22.25	0.80	0.00	
0.00	CV	0.11	0.14	0.07	0.01	
0.41	CV [%}	10.78	14.45	6.67	0.63	
	Confidence	7.15	35.40	1.27	0.00	

	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
5.80	měření č1	46.30	139.10	14.30	0.66	21-Mar
5.80	měření č2	45.70	137.50	14.50	0.66	21-Mar
5.80	měření č3	45.80	144.80	14.50	0.66	21-Mar
5.80	měření č4	46.90	137,2	14.00	0.66	21-Mar
5.80	Prumer	46.18	140.47	14.33	0.66	
0.00	STDEV.S	0.55	3.84	0.24	0.00	
0.00	CV	0.01	0.03	0.02	0.00	
0.00	CV [%]	1.19	2.73	1.65	0.33	
	Confidence	0.88	6.11	0.38	0.00	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.30	měření č1	45.90	177.40	11.40	0.52	21-Mar
6.20	měření č2	46.30	151.10	11.30	0.52	21-Mar
6.20	měření č3	45.10	153.50	11.60	0.52	21-Mar
6.10	měření č4	46.10	149.30	11.30	0.52	21-Mar
6.20	Prumer	45.85	157.83	11.40	0.52	
0.08	STDEV.S	0.53	13.16	0.14	0.00	
0.01	CV	0.01	0.08	0.01	0.00	
1.32	CV [%]	1.15	8.34	1.24	0.18	
	Confidence	0.84	20.95	0.23	0.00	
			b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]			
10.00	měření č1	45.30	125.90	31.00	1.41	28-Mar
10.10	měření č3	46.20	80.00	30.20	1.40	28-Mar
10.13	Prumer	45.73	98.18	30.68	1.40	
0.10	STDEV.S	0.44	21.60	0.39	0.02	
0.01	CV	0.01	0.22	0.01	0.01	

0.95	CV [%}	0.97	22.00	1.29	1.24	
	Confidence	0.70	34.37	0.63	0.03	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
8.00	měření č1	46.10	172.10	36.60	1.68	28-Mar
8.00	měření č2	46.40	95.40	36.60	1.70	28-Mar
8.20	měření č3	44.50	82.10	37.50	1.67	28-Mar
8.10	měření č4	45.80	108.60	36.30	1.66	28-Mar
8.08	Prumer	45.70	114.55	36.75	1.68	
0.10	STDEV.S	0.84	39.86	0.52	0.02	
0.01	CV	0.02	0.35	0.01	0.01	
1.19	CV [%}	1.83	34.80	1.41	0.95	
	Confidence	1.33	63.43	0.83	0.03	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
10.50	měření č1	99.90	380.20	7.60	0.76	28-Mar
10.40	měření č2	49.50	144.10	15.30	0.76	28-Mar
10.50	měření č3	51.30	181.70	14.80	0.76	28-Mar
10.20	měření č4	90.50	320.30	8.40	0.76	28-Mar
10.40	Prumer	72.80	256.58	11.53	0.76	
0.14	STDEV.S	26.16	111.95	4.09	0.00	
0.01	CV	0.36	0.44	0.35	0.00	
1.36	CV [%}	35.93	43.63	35.48	0.19	
	Confidence	41.62	178.14	6.51	0.00	
	hladky dolu					
[g]	1093s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
9.80	měření č1	47.70	154.50	33.00	1.57	8.3.
9.70	měření č2	47.90	132.20	32.40	1.55	
9.70	měření č3	48.00	132.40	32.40	1.55	
9.80	měření č4	48.20	139.70	32.50	1.57	
9.75	Prumer	47.95	139.70	32.58	1.56	
0.06	STDEV.S	0.21	10.47	0.29	0.01	
0.01	CV	0.00	0.07	0.01	0.01	
0.59	CV [%}	0.43	7.49	0.88	0.72	

	Confidence	0.33	16.65	0.46	0.02	
[g]	1121s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
5.40	měření č1	45.50	172.30	11.80	0.54	8.3.
5.50	měření č2	46.00	169.70	11.60	0.53	
5.50	měření č3	45.60	161.30	11.60	0.53	
5.50	měření č4	47.10	156.30	11.30	0.53	
5.48	Prumer	46.05	164.90	11.58	0.53	
0.05	STDEV.S	0.73	7.41	0.21	0.00	
0.01	CV	0.02	0.04	0.02	0.01	
0.91	CV [%}	1.59	4.49	1.78	0.54	
	Confidence	1.17	11.79	0.33	0.00	
[g]	638s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
7.50	měření č1	44.30	90.10	32.80	1.45	8.3.
7.50	měření č2	46.60	81.70	31.30	1.46	
7.40	měření č3	46.00	82.00	31.20	1.44	
7.50	měření č4	46.70	83.00	30.70	1.43	
7.48	Prumer	45.90	84.20	31.50	1.45	
0.05	STDEV.S	1.11	3.97	0.91	0.01	
0.01	CV	0.02	0.05	0.03	0.01	
0.67	CV [%}	2.42	4.72	2.87	0.84	
	Confidence	1.77	6.32	1.44	0.02	
[g]	1047s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.30	měření č1	45.20	162.60	13.30	0.60	8.3.
6.50	měření č2	46.70	144.60	12.90	0.60	
6.30	měření č3	47.20	131.10	12.70	0.60	
6.30	měření č4	46.50	149.90	13.00	0.60	
6.35	Prumer	46.40	147.05	12.98	0.60	
0.10	STDEV.S	0.85	13.04	0.25	0.00	
0.02	CV	0.02	0.09	0.02	0.00	
1.57	CV [%}	1.84	8.87	1.93	0.33	
	Confidence	1.36	20.75	0.40	0.00	
[g]	1061s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
7.90	měření č1	46.60	148.70	26.70	1.24	8.3.
8.10	měření č2	47.20	138.40	26.00	1.23	
8.10	měření č3	46.60	144.20	26.20	1.22	

8.00	měření č4	47.30	143.20	25.80	1.22	
8.03	Prumer	46.93	143.63	26.18	1.23	
0.10	STDEV.S	0.38	4.23	0.39	0.01	
0.01	CV	0.01	0.03	0.01	0.01	
1.19	CV [%}	0.80	2.94	1.48	0.87	
	Confidence	0.60	6.72	0.61	0.02	
[g]	multitex	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
33.00	měření č1	43.80	69.00	47.90	2.10	8.3
32.90	měření č2	43.80	53.20	48.80	2.14	
32.90	měření č3	44.50	43.60	47.10	2.10	
33.20	měření č4	44.10	75.40	47.40	2.09	
33.00	Prumer	44.05	60.30	47.80	2.11	
0.14	STDEV.S	0.33	14.53	0.74	0.02	
0.00	CV	0.01	0.24	0.02	0.01	
0.43	CV [%}	0.75	24.09	1.56	1.06	
	Confidence	0.53	23.11	1.18	0.04	
[g]	hso3045	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
14.30	měření č1	42.10	146.80	11.50	0.48	8.3.
14.40	měření č2	41.00	156.60	11.80	0.48	
14.20	měření č3	40.80	148.60	12.10	0.50	
14.30	měření č4	42.30	132.90	11.50	0.49	
14.30	Prumer	41.55	146.23	11.73	0.49	
0.08	STDEV.S	0.76	9.85	0.29	0.01	
0.01	CV	0.02	0.07	0.02	0.01	
0.57	CV [%}	1.83	6.74	2.45	1.31	
	Confidence	1.21	15.68	0.46	0.01	

180ml	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.00	měření č1	50.30	197.80	12.80	0.65	24-Mar
5.90	měření č2	46.30	157.10	14.10	0.65	24-Mar
5.80	měření č3	47.20	145.00	13.90	0.66	24-Mar
5.80	měření č4	45.10	133.90	14.50	0.66	24-Mar
5.88	Prumer	47.23	158.45	13.83	0.65	

0.10	STDEV.S	2.22	27.89	0.73	0.01	
0.02	CV	0.05	0.18	0.05	0.01	
1.63	CV [%}	4.71	17.60	5.26	0.84	
	Confidence	3.54	44.38	1.16	0.01	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.50	měření č1	45.70	172.90	11.40	0.52	24-Mar
6.50	měření č2	47.00	140.70	11.10	0.52	24-Mar
6.60	měření č3	47.70	144.90	10.90	0.52	24-Mar
6.70	měření č4	45.60	165.00	11.30	0.51	24-Mar
6.58	Prumer	46.50	155.88	11.18	0.52	
0.10	STDEV.S	1.02	15.53	0.22	0.00	
0.01	CV	0.02	0.10	0.02	0.01	
1.46	CV [%}	2.20	9.97	1.98	0.69	
	Confidence	1.63	24.72	0.35	0.01	
			b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]			
12.00	měření č1	59.80	237.60	24.00	1.44	24-Mar
12.10	měření č3	48.00	114.40	30.10	1.45	24-Mar
12.05	Prumer	54.43	163.90	26.63	1.44	
0.06	STDEV.S	5.57	54.70	2.93	0.01	
0.00	CV	0.10	0.33	0.11	0.01	
0.48	CV [%}	10.24	33.37	11.02	0.79	
	Confidence	8.87	87.03	4.67	0.02	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
8.80	měření č1	46.60	109.60	36.10	1.69	28-Mar
8.70	měření č2	48.60	122.60	34.80	1.69	28-Mar
8.70	měření č3	46.90	132.20	36.00	1.69	28-Mar
8.80	měření č4	46.60	130.50	35.90	1.67	28-Mar

8.75	Prumer	47.18	123.73	35.70	1.68	
0.06	STDEV.S	0.96	10.30	0.61	0.01	
0.01	CV	0.02	0.08	0.02	0.00	
0.66	CV [%}	2.04	8.33	1.70	0.43	
	Confidence	1.53	16.40	0.96	0.01	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
10.10	měření č1	54.90	245.30	13.90	0.77	24-Mar
10.00	měření č2	88.90	298.80	8.60	0.77	24-Mar
10.10	měření č3	49.50	161.50	15.70	0.78	24-Mar
10.10	měření č4	50.10	163.20	15.30	0.77	24-Mar
10.08	Prumer	60.85	217.20	13.38	0.77	
0.05	STDEV.S	18.86	67.00	3.28	0.01	
0.00	CV	0.31	0.31	0.24	0.01	
0.50	CV [%}	30.99	30.85	24.49	0.69	
	Confidence	30.00	106.61	5.21	0.01	
	hladky dolu					
[g]	1093s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
10.00	měření č1	48.50	161.30	31.70	1.54	8.3.
9.70	měření č2	47.50	140.90	31.90	1.52	
9.80	měření č3	47.60	137.10	33.00	1.57	
9.70	měření č4	48.70	135.50	31.80	1.55	
9.80	Prumer	48.08	143.70	32.10	1.54	
0.14	STDEV.S	0.61	11.95	0.61	0.02	
0.01	CV	0.01	0.08	0.02	0.01	
1.44	CV [%}	1.28	8.32	1.89	1.38	
	Confidence	0.98	19.01	0.96	0.03	
[g]	1121s	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.70	měření č1	47.50	141.40	11.20	0.53	8.3.
5.70	měření č2	47.60	132.00	11.10	0.53	
5.70	měření č3	46.40	147.40	11.50	0.53	
5.80	měření č4	48.30	137.60	11.00	0.53	
5.73	Prumer	47.45	139.60	11.20	0.53	
0.05	STDEV.S	0.79	6.48	0.22	0.00	
0.01	CV	0.02	0.05	0.02	0.00	
0.87	CV [%}	1.65	4.64	1.93	0.19	

	Confidence	1.25	10.31	0.34	0.00	
[g]	638s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
7.70	měření č1	46.70	111.90	30.30	1.41	8.3
7.50	měření č2	46.70	95.40	30.50	1.42	
7.60	měření č3	47.80	95.10	30.50	1.46	
7.60	měření č4	45.80	88.60	31.70	1.46	
7.60	Prumer	46.75	97.75	30.75	1.44	
0.08	STDEV.S	0.82	9.94	0.64	0.02	
0.01	CV	0.02	0.10	0.02	0.02	
1.07	CV [%}	1.75	10.17	2.08	1.51	
	Confidence	1.30	15.82	1.02	0.03	
[g]	1047s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.40	měření č1	47.40	161.20	12.80	0.61	8.3.
6.30	měření č2	47.40	138.60	13.00	0.62	
6.40	měření č3	47.00	129.00	12.90	0.61	
6.40	měření č4	46.70	155.30	13.00	0.61	
6.38	Prumer	47.13	146.03	12.93	0.61	
0.05	STDEV.S	0.34	14.85	0.10	0.00	
0.01	CV	0.01	0.10	0.01	0.01	
0.78	CV [%}	0.72	10.17	0.74	0.74	
	Confidence	0.54	23.62	0.15	0.01	
[g]	1061s	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
8.10	měření č1	46.30	133.90	27.10	1.26	8.3.
8.30	měření č2	47.10	95.20	26.20	1.23	
8.10	měření č3	47.40	101.00	25.70	1.22	
8.10	měření č4	47.10	89.80	26.00	1.23	
8.15	Prumer	46.98	104.98	26.25	1.23	
0.10	STDEV.S	0.47	19.82	0.60	0.02	
0.01	CV	0.01	0.19	0.02	0.01	
1.23	CV [%}	1.00	18.88	2.30	1.30	
	Confidence	0.75	31.54	0.96	0.03	
[g]	multitex	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
32.90	měření č1	43.50	80.20	49.10	2.14	8.3.
33.00	měření č2	45.10	62.80	46.20	2.08	

33.10	měření č3	44.10	74.20	48.20	2.13	
32.90	měření č4	44.40	73.40	47.90	2.13	
32.98	Prumer	44.28	72.65	47.85	2.12	
0.10	STDEV.S	0.67	7.23	1.21	0.02	
0.00	CV	0.02	0.10	0.03	0.01	
0.29	CV [%}	1.50	9.96	2.53	1.16	
	Confidence	1.06	11.51	1.93	0.04	
[g]	hso3045	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
14.50	měření č1	41.80	161.40	11.70	0.49	8.3
14.30	měření č2	40.90	154.90	12.10	0.49	
14.50	měření č3	40.10	168.10	12.00	0.48	
14.30	měření č4	40.30	169.30	12.30	0.49	
14.40	Prumer	40.78	163.43	12.03	0.49	
0.12	STDEV.S	0.76	6.66	0.25	0.01	
0.01	CV	0.02	0.04	0.02	0.01	
0.80	CV [%}	1.87	4.08	2.08	1.21	
	Confidence	1.21	10.60	0.40	0.01	

Výsledky měření na přístroji Alambeta po prání

su- cha	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.50	měření A1	46.60	132.90	14.60	0.68	28-Mar
5.60	měření A2	46.30	124.90	14.70	0.68	28-Mar
5.60	měření A3	45.70	143.10	15.00	0.68	28-Mar
5.80	měření A4	46.80	127.80	14.50	0.68	28-Mar
5.63	Prumer	46.35	132.18	14.70	0.68	
0.13	STDEV.S	0.48	8.00	0.22	0.00	
0.02	CV	0.01	0.06	0.01	0.00	
2.24	CV [%}	1.03	6.05	1.47	0.25	
	Confidence	0.76	12.73	0.34	0.00	
6.00	měření B1	45.20	277.00	15.00	0.68	28-Mar
5.90	měření B2	46.20	131.60	14.60	0.68	28-Mar
5.80	měření B3	44.70	147.40	15.20	0.68	28-Mar
5.90	měření B4	46.90	139.20	14.40	0.68	28-Mar
5.90	Prumer	45.75	173.80	14.80	0.68	
0.08	STDEV.S	0.99	69.10	0.37	0.00	
0.01	CV	0.02	0.40	0.02	0.00	
1.38	CV [%}	2.16	39.76	2.47	0.25	
	Confidence	1.57	109.96	0.58	0.00	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
5.90	měření A1	46.30	150.20	11.90	0.55	28-Mar
6.20	měření A2	44.90	145.10	12.30	0.55	28-Mar
5.90	měření A3	46.70	132.70	11.70	0.55	28-Mar
6.00	měření A4	44.80	142.80	12.40	0.56	28-Mar
6.00	Prumer	45.68	142.70	12.08	0.55	
0.14	STDEV.S	0.97	7.35	0.33	0.00	
0.02	CV	0.02	0.05	0.03	0.01	
2.36	CV [%}	2.12	5.15	2.74	0.75	
	Confidence	1.54	11.69	0.53	0.01	
5.90	měření B1	44.30	296.80	12.80	0.57	28-Mar
5.90	měření B2	43.30	156.60	13.30	0.58	28-Mar
6.00	měření B3	45.90	154.70	12.60	0.58	28-Mar
5.80	měření B4	44.00	154.50	13.20	0.58	28-Mar
5.90	Prumer	44.38	190.65	12.98	0.58	
0.08	STDEV.S	1.10	70.77	0.33	0.01	
0.01	CV	0.02	0.37	0.03	0.01	
1.38	CV [%}	2.48	37.12	2.55	1.05	

	Confidence	1.75	112.62	0.53	0.01	
			b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]		
9.90	měření A1	45.80	88.00	32.90	1.51	28-Mar
10.00	měření A3	45.70	90.20	32.90	1.50	28-Mar
9.95	Prumer	45.75	89.83	32.78	1.50	
0.06	STDEV.S	0.29	2.92	0.25	0.01	
0.01	CV	0.01	0.03	0.01	0.00	
0.58	CV [%}	0.63	3.26	0.76	0.46	
	Confidence	0.46	4.65	0.40	0.01	
9.90	měření B2	46.10	89.40	33.90	1.56	28-Mar
9.70	měření B4	46.50	85.30	33.70	1.57	28-Mar
9.75	Prumer	46.40	89.28	33.83	1.57	
0.13	STDEV.S	0.26	7.40	0.54	0.03	
0.01	CV	0.01	0.08	0.02	0.02	
1.32	CV [%}	0.56	8.29	1.59	2.01	
	Confidence	0.41	11.78	0.86	0.05	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
7.60	měření A1	44.30	85.40	37.10	1.65	28-Mar
7.6	měření A2	44.5	85.8	36.6	1.629	28-Mar
7.60	měření A3	44.70	86.30	36.50	1.63	28-Mar
7.6	měření A4	44.2	86.1	37.6	1.662	28-Mar
7.60	Prumer	44.43	85.90	36.95	1.64	
0.00	STDEV.S	0.22	0.39	0.51	0.02	
0.00	CV	0.00	0.00	0.01	0.01	
0.00	CV [%}	0.50	0.46	1.37	0.98	
	Confidence	0.35	0.62	0.81	0.03	
7.6	měření B1	45	84.3	36.5	1.645	28-Mar
7.60	měření B2	44.70	82.70	36.40	1.63	28-Mar
7.6	měření B3	45.3	72.2	35.9	1.628	28-Mar
7.60	měření B4	44.30	79.30	36.70	1.63	28-Mar
7.60	Prumer	44.83	79.63	36.38	1.63	
0.00	STDEV.S	0.43	5.37	0.34	0.01	
0.00	CV	0.01	0.07	0.01	0.01	
0.00	CV [%}	0.95	6.75	0.94	0.56	
	Confidence	0.68	8.55	0.54	0.01	

[g]	st401	La (mW/m*K)	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
9.20	měření A1	48.80	148.40	17.20	0.84	28-Mar
9	měření A2	49.8	145.6	16.5	0.822	28-Mar
9.20	měření A3	49.00	146.20	16.90	0.83	28-Mar
9.3	měření A4	49.4	145.9	16.8	0.83	28-Mar
9.18	Prumer	49.25	146.53	16.85	0.83	
0.13	STDEV.S	0.44	1.27	0.29	0.01	
0.01	CV	0.01	0.01	0.02	0.01	
1.37	CV [%}	0.90	0.87	1.71	0.89	
	Confidence	0.71	2.03	0.46	0.01	
9.9	měření B1	48	158.9	17.9	0.859	28-Mar
10.00	měření B2	47.50	146.20	18.40	0.87	28-Mar
10	měření B3	48.2	147.4	18.2	0.877	28-Mar
9.90	měření B4	47.70	131.20	18.10	0.86	28-Mar
9.95	Prumer	47.85	145.93	18.15	0.87	
0.06	STDEV.S	0.31	11.36	0.21	0.01	
0.01	CV	0.01	0.08	0.01	0.01	
0.58	CV [%}	0.65	7.79	1.15	1.00	
	Confidence	0.49	18.08	0.33	0.01	

45ml	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.50	měření A1	65.20	276.20	10.40	0.68	28-Mar
6.60	měření A2	56.00	216.80	12.30	0.69	28-Mar
6.40	měření A3	51.40	173.90	13.10	0.68	28-Mar
6.30	měření A4	80.40	284.00	8.50	0.68	28-Mar
6.45	Prumer	63.25	237.73	11.08	0.68	
0.13	STDEV.S	12.79	52.07	2.06	0.01	
0.02	CV	0.20	0.22	0.19	0.01	
2.00	CV [%}	20.22	21.90	18.57	0.94	
	Confidence	20.36	82.85	3.27	0.01	
6.40	měření B1	49.70	186.80	13.80	0.68	28-Mar
6.40	měření B2	68.40	250.20	10.10	0.69	28-Mar
6.20	měření B3	57.60	212.00	11.90	0.68	28-Mar
6.40	měření B4	54.40	186.70	12.90	0.70	28-Mar
6.35	Prumer	57.53	208.93	12.18	0.69	
0.10	STDEV.S	7.94	29.98	1.59	0.01	
0.02	CV	0.14	0.14	0.13	0.01	
1.57	CV [%}	13.81	14.35	13.03	1.33	

	Confidence	12.64	47.71	2.52	0.01	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
6.50	měření A1	67.20	272.90	8.20	0.55	28-Mar
6.70	měření A2	50.70	166.50	10.90	0.55	28-Mar
6.60	měření A3	56.20	190.00	9.90	0.56	28-Mar
6.70	měření A4	48.30	176.50	11.30	0.55	28-Mar
6.63	Prumer	55.60	201.48	10.08	0.55	
0.10	STDEV.S	8.41	48.58	1.38	0.00	
0.01	CV	0.15	0.24	0.14	0.01	
1.45	CV [%}	15.13	24.11	13.71	0.79	
	Confidence	13.38	77.30	2.20	0.01	
7.20	měření B1	86.60	398.70	6.60	0.57	28-Mar
7.10	měření B2	69.50	331.90	8.40	0.58	28-Mar
7.10	měření B3	65.50	274.10	9.00	0.59	28-Mar
7.20	měření B4	64.80	264.40	9.00	0.58	28-Mar
7.15	Prumer	71.60	317.28	8.25	0.58	
0.06	STDEV.S	10.21	61.92	1.14	0.01	
0.01	CV	0.14	0.20	0.14	0.01	
0.81	CV [%}	14.26	19.52	13.77	0.92	
	Confidence	16.25	98.53	1.81	0.01	
			b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]			
10.60	měření A1	50.40	162.40	30.20	1.52	28-Mar
10.50	měření A3	49.50	129.50	30.50	1.51	28-Mar
10.58	Prumer	49.20	130.80	30.90	1.52	
0.05	STDEV.S	0.95	22.33	0.66	0.01	
0.00	CV	0.02	0.17	0.02	0.01	
0.47	CV [%}	1.93	17.07	2.13	0.50	
	Confidence	1.51	35.53	1.05	0.01	
10.70	měření B2	49.60	121.50	32.70	1.62	28-Mar
10.60	měření B4	51.00	140.70	31.70	1.62	28-Mar
10.65	Prumer	50.35	137.15	32.15	1.62	
0.06	STDEV.S	0.75	10.59	0.99	0.03	
0.01	CV	0.01	0.08	0.03	0.02	
0.54	CV [%}	1.50	7.72	3.07	1.83	
	Confidence	1.20	16.85	1.57	0.05	

[g]	st111	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
8.30	měření A1	45.00	97.10	37.50	1.69	28-Mar
8.30	měření A2	50.50	139.20	34.80	1.76	28-Mar
8.30	měření A3	45.20	106.50	37.30	1.69	28-Mar
8.40	měření A4	44.70	86.10	37.40	1.67	28-Mar
8.33	Prumer	46.35	107.23	36.75	1.70	
0.05	STDEV.S	2.77	22.89	1.30	0.04	
0.01	CV	0.06	0.21	0.04	0.02	
0.60	CV [%}	5.99	21.35	3.54	2.24	
	Confidence	4.41	36.42	2.07	0.06	
7.90	měření B1	46.90	127.80	35.70	1.67	28-Mar
7.90	měření B2	48.60	118.90	34.00	1.65	28-Mar
7.80	měření B3	48.60	135.50	33.90	1.64	28-Mar
8.00	měření B4	52.20	165.50	32.80	1.71	28-Mar
7.90	Prumer	49.08	136.93	34.10	1.67	
0.08	STDEV.S	2.23	20.22	1.20	0.03	
0.01	CV	0.05	0.15	0.04	0.02	
1.03	CV [%}	4.55	14.77	3.51	1.82	
	Confidence	3.55	32.18	1.91	0.05	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
10.30	měření A1	84.50	305.30	9.80	0.83	28-Mar
10.40	měření A2	93.00	322.80	9.00	0.83	28-Mar
10.40	měření A3	64.30	230.80	12.80	0.82	28-Mar
10.40	měření A4	65.70	251.60	12.70	0.83	28-Mar
10.38	Prumer	76.88	277.63	11.08	0.83	
0.05	STDEV.S	14.16	43.50	1.96	0.01	
0.00	CV	0.18	0.16	0.18	0.01	
0.48	CV [%}	18.41	15.67	17.71	0.73	
	Confidence	22.53	69.22	3.12	0.01	
12.40	měření B1	128.10	457.90	6.80	0.87	28-Mar
12.10	měření B2	143.50	480.90	6.00	0.86	28-Mar
12.20	měření B3	118.40	397.00	7.40	0.87	28-Mar
12.40	měření B4	98.20	337.90	8.80	0.87	28-Mar
12.28	Prumer	122.05	418.43	7.25	0.87	
0.15	STDEV.S	18.96	64.30	1.18	0.01	
0.01	CV	0.16	0.15	0.16	0.01	
1.22	CV [%}	15.54	15.37	16.30	0.81	
	Confidence	30.18	102.32	1.88	0.01	

90	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
6.25	měření A1	62.00	256.90	11.10	0.69	29-Mar
6.25	měření A2	58.10	204.10	11.80	0.69	29-Mar
6.25	měření A3	58.60	190.50	12.00	0.70	29-Mar
6.25	měření A4	65.60	247.20	11.00	0.72	29-Mar
6.25	Prumer	61.08	224.68	11.48	0.70	
0.00	STDEV.S	3.48	32.34	0.50	0.01	
0.00	CV	0.06	0.14	0.04	0.02	
0.00	CV [%]	5.70	14.39	4.35	2.02	
	Confidence	5.54	51.46	0.79	0.02	
7.34	měření B1	72.40	248.90	9.50	0.69	29-Mar
7.34	měření B2	74.40	236.60	9.00	0.67	29-Mar
7.34	měření B3	82.60	253.40	8.40	0.69	29-Mar
7.34	měření B4	76.60	282.80	9.00	0.69	29-Mar
7.34	Prumer	76.50	255.43	8.98	0.69	
0.00	STDEV.S	4.41	19.58	0.45	0.01	
0.00	CV	0.06	0.08	0.05	0.01	
0.00	CV [%]	5.77	7.67	5.01	1.39	
	Confidence	7.02	31.16	0.72	0.02	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
7.43	měření A1	102.50	421.00	5.40	0.56	29-Mar
7.43	měření A2	73.60	234.70	7.60	0.56	29-Mar
7.43	měření A3	72.20	230.40	7.80	0.56	29-Mar
7.43	měření A4	85.10	303.20	6.60	0.56	29-Mar
7.43	Prumer	83.35	297.33	6.85	0.56	
0.00	STDEV.S	14.01	88.94	1.10	0.00	
0.00	CV	0.17	0.30	0.16	0.00	
0.00	CV [%]	16.81	29.91	16.06	0.31	
	Confidence	22.30	141.52	1.75	0.00	
8.45	měření B1	99.70	510.50	5.80	0.58	29-Mar
8.45	měření B2	99.10	394.00	5.90	0.59	29-Mar
8.45	měření B3	106.20	398.10	5.40	0.57	29-Mar
8.45	měření B4	104.20	418.20	5.60	0.59	29-Mar
8.45	Prumer	102.30	430.20	5.68	0.58	
0.00	STDEV.S	3.46	54.57	0.22	0.01	
0.00	CV	0.03	0.13	0.04	0.01	
0.00	CV [%]	3.38	12.68	3.91	1.25	
	Confidence	5.50	86.83	0.35	0.01	

			b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]		
11.49	měření A1	49.80	169.10	31.00	1.55	29-Mar
11.48	měření A3	48.40	137.40	31.80	1.54	29-Mar
11.49	Prumer	49.08	140.75	31.40	1.54	
0.01	STDEV.S	0.59	20.66	0.34	0.00	
0.00	CV	0.01	0.15	0.01	0.00	
0.05	CV [%}	1.19	14.68	1.07	0.19	
	Confidence	0.93	32.88	0.54	0.00	
11.45	měření B2	50.70	121.50	31.90	1.62	29-Mar
11.45	měření B4	53.00	144.90	29.40	1.56	29-Mar
11.45	Prumer	51.38	130.45	31.38	1.61	
0.00	STDEV.S	1.23	20.52	1.33	0.04	
0.00	CV	0.02	0.16	0.04	0.03	
0.00	CV [%}	2.39	15.73	4.24	2.76	
	Confidence	1.95	32.65	2.12	0.07	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum
8.40	měření A1	46.40	104.40	35.20	1.64	29-Mar
8.40	měření A2	54.40	189.10	31.90	1.73	29-Mar
8.39	měření A3	44.10	91.00	38.30	1.69	29-Mar
8.39	měření A4	46.10	100.80	36.20	1.67	29-Mar
8.40	Prumer	47.75	121.33	35.40	1.68	
0.01	STDEV.S	4.55	45.54	2.67	0.04	
0.00	CV	0.10	0.38	0.08	0.02	
0.07	CV [%}	9.53	37.53	7.53	2.48	
	Confidence	7.24	72.46	4.24	0.07	
8.69	měření B1	61.10	278.20	27.40	1.67	29-Mar
8.69	měření B2	62.30	173.80	27.70	1.73	29-Mar
8.69	měření B3	49.50	127.80	34.20	1.69	29-Mar
8.69	měření B4	50.40	118.60	33.20	1.68	29-Mar
8.69	Prumer	55.83	174.60	30.63	1.69	
0.00	STDEV.S	6.81	73.17	3.58	0.03	
0.00	CV	0.12	0.42	0.12	0.01	
0.00	CV [%}	12.20	41.90	11.68	1.48	
	Confidence	10.84	116.42	5.69	0.04	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [$Ws^{1/2}/m^2/K$]	R [m^2K/W]	h (mm)	datum

12.20	měření A1	144.70	543.80	5.80	0.83	29-Mar
12.20	měření A2	129.40	408.20	6.50	0.84	29-Mar
12.20	měření A3	117.30	371.60	7.20	0.84	29-Mar
12.20	měření A4	120.80	358.80	7.00	0.85	29-Mar
12.20	Prumer	128.05	420.60	6.63	0.84	
0.00	STDEV.S	12.21	84.76	0.62	0.01	
0.00	CV	0.10	0.20	0.09	0.01	
0.00	CV [%}	9.53	20.15	9.42	0.66	
	Confidence	19.43	134.87	0.99	0.01	
13.35	měření B1	136.10	509.80	6.30	0.86	29-Mar
13.35	měření B2	141.70	470.20	6.20	0.88	29-Mar
13.35	měření B3	132.20	408.70	6.60	0.87	29-Mar
13.35	měření B4	128.50	366.00	7.00	0.90	29-Mar
13.35	Prumer	134.63	438.68	6.53	0.88	
0.00	STDEV.S	5.65	63.86	0.36	0.02	
0.00	CV	0.04	0.15	0.06	0.02	
0.00	CV [%}	4.19	14.56	5.51	1.97	
	Confidence	8.98	101.61	0.57	0.03	

180	hladky dolu					
[g]	st211	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
8.40	měření A1	116.10	424.20	5.80	0.67	1-Apr
8.00	měření A2	126.10	463.80	5.50	0.69	1-Apr
8.20	měření A3	119.50	422.60	5.80	0.69	1-Apr
7.90	měření A4	91.20	314.60	7.30	0.67	1-Apr
8.13	Prumer	113.23	406.30	6.10	0.68	
0.22	STDEV.S	15.26	64.03	0.81	0.01	
0.03	CV	0.13	0.16	0.13	0.02	
2.73	CV [%}	13.48	15.76	13.32	1.92	
	Confidence	24.28	101.89	1.29	0.02	
7.80	měření B1	114.90	668.90	6.00	0.68	1-Apr
7.90	měření B2	105.70	381.90	6.50	0.69	1-Apr
8.00	měření B3	108.00	314.20	6.40	0.69	1-Apr
7.80	měření B4	112.20	345.70	6.10	0.68	1-Apr
7.88	Prumer	110.20	427.68	6.25	0.69	
0.10	STDEV.S	4.13	163.18	0.24	0.01	
0.01	CV	0.04	0.38	0.04	0.01	
1.22	CV [%}	3.75	38.15	3.81	0.78	
	Confidence	6.57	259.65	0.38	0.01	
[g]	st201	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
7.70	měření A1	92.50	372.80	6.00	0.56	1-Apr

7.80	měření A2	90.00	335.50	6.10	0.55	1-Apr
7.80	měření A3	106.90	370.30	5.20	0.56	1-Apr
7.70	měření A4	99.50	323.20	5.60	0.56	1-Apr
7.75	Prumer	97.23	350.45	5.73	0.56	
0.06	STDEV.S	7.60	24.90	0.41	0.00	
0.01	CV	0.08	0.07	0.07	0.01	
0.74	CV [%}	7.82	7.10	7.18	0.60	
	Confidence	12.09	39.62	0.65	0.01	
8.00	měření B1	104.40	465.10	5.60	0.58	1-Apr
8.10	měření B2	83.30	323.80	7.10	0.59	1-Apr
8.00	měření B3	69.30	281.40	8.20	0.57	1-Apr
7.80	měření B4	91.80	358.90	6.30	0.58	1-Apr
7.98	Prumer	87.20	357.30	6.80	0.58	
0.13	STDEV.S	14.75	78.54	1.12	0.01	
0.02	CV	0.17	0.22	0.16	0.02	
1.58	CV [%}	16.91	21.98	16.42	1.66	
	Confidence	23.47	124.98	1.78	0.02	
			b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]		
12.20	měření A1	50.90	157.30	30.30	1.54	1-Apr
12.00	měření A3	49.10	108.00	31.70	1.56	1-Apr
12.08	Prumer	50.03	129.28	30.80	1.54	
0.10	STDEV.S	1.13	20.66	0.79	0.01	
0.01	CV	0.02	0.16	0.03	0.01	
0.79	CV [%}	2.26	15.98	2.56	0.82	
	Confidence	1.80	32.87	1.25	0.02	
11.40	měření B2	52.80	135.30	29.90	1.58	1-Apr
11.60	měření B4	52.60	124.30	30.90	1.63	1-Apr
11.53	Prumer	51.78	138.30	31.13	1.61	
0.10	STDEV.S	1.37	12.41	1.11	0.02	
0.01	CV	0.03	0.09	0.04	0.01	
0.83	CV [%}	2.65	8.97	3.58	1.42	
	Confidence	2.18	19.75	1.77	0.04	
[g]	st111	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [mK*m ² /W]	h (mm)	datum
9.80	měření A1	45.10	100.00	35.90	1.62	1-Apr
9.90	měření A2	50.50	123.90	32.50	1.64	1-Apr
9.80	měření A3	48.50	121.10	34.60	1.68	1-Apr
9.90	měření A4	49.30	121.30	34.10	1.68	1-Apr

9.85	Prumer	48.35	116.58	34.28	1.66	
0.06	STDEV.S	2.32	11.12	1.41	0.03	
0.01	CV	0.05	0.10	0.04	0.02	
0.59	CV [%}	4.79	9.54	4.10	1.87	
	Confidence	3.69	17.70	2.24	0.05	
8.70	měření B1	48.20	122.40	34.10	1.64	1-Apr
8.60	měření B2	52.50	160.60	31.10	1.64	1-Apr
8.70	měření B3	53.80	163.30	30.90	1.66	1-Apr
8.60	měření B4	51.70	147.60	32.10	1.66	1-Apr
8.65	Prumer	51.55	148.48	32.05	1.65	
0.06	STDEV.S	2.40	18.69	1.46	0.01	
0.01	CV	0.05	0.13	0.05	0.01	
0.67	CV [%}	4.65	12.59	4.57	0.73	
	Confidence	3.81	29.73	2.33	0.02	
[g]	st401	λ [W/m/K]	b [Ws ^{1/2} /m ² /K]	R [m ² K/W]	h (mm)	datum
13.60	měření A1	162.30	571.20	5.00	0.81	1-Apr
13.50	měření A2	136.90	488.70	6.10	0.84	1-Apr
13.60	měření A3	146.40	425.20	5.60	0.82	1-Apr
13.70	měření A4	155.70	440.00	5.30	0.83	1-Apr
13.60	Prumer	150.33	481.28	5.50	0.83	
0.08	STDEV.S	11.07	65.80	0.47	0.01	
0.01	CV	0.07	0.14	0.09	0.01	
0.60	CV [%}	7.37	13.67	8.53	1.33	
	Confidence	17.62	104.71	0.75	0.02	
14.00	měření B1	160.50	556.80	5.30	0.86	1-Apr
14.10	měření B2	149.20	473.60	5.70	0.85	1-Apr
14.00	měření B3	152.50	472.80	5.60	0.85	1-Apr
14.00	měření B4	70.20	239.20	12.20	0.85	1-Apr
14.03	Prumer	133.10	435.60	7.20	0.85	
0.05	STDEV.S	42.20	136.74	3.34	0.00	
0.00	CV	0.32	0.31	0.46	0.00	
0.36	CV [%}	31.71	31.39	46.36	0.31	
	Confidence	67.15	217.58	5.31	0.00	