

Hodnocení zdravotnických podložek

Diplomová práce

Studijní program:

N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor:

Oděvní a textilní technologie

Autor práce:

Bc. Veronika Hasalíková

Vedoucí práce:

Ing. Renáta Nemčoková
Katedra oděvnictví





Zadání diplomové práce

Hodnocení zdravotnických podložek

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Hasalíková**
Osobní číslo: T15000116
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávající katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: 2016/2017

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši týkající se problematiky dekubitů a faktorů ovlivňujících jejich vznik.
2. Uvedte metody měření nasákavosti, povrchových vlastností textilií a transportu vlhkosti textilií.
3. Navrhněte experiment pro hodnocení povrchových vlastností a hodnocení transportu kapalné vlhkosti plošnou textilií a sendvičovou strukturou (např. zdravotnické podložky).
4. Diskutujte výsledky z experimentů a varianty sendvičové struktury zdravotnických podložek zejména z hlediska snížení rizika vzniku dekubitů.

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

dle rozsahu dokumentace
cca 60 stran
tištěná
Čeština



Seznam odborné literatury:

- MIKULA, Jan a MÜLLEROVÁ, Nina. Prevence dekubitů. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2043-2.
- BANERJEE, D. et al. Infrared thermography in material research A review of textile applications, Indian Journal of Fibre & Textile Researcher, 2013, Vol.38, pp. 427-437. ISSN 0971-0426.
- HSIEH, Y. L. Liquid Transport in Fabric Structures. Textile Research Journal. 1995, 65 (5), 299-307. ISSN 0040-5175.
- POUCHOVÁ Tereza. Alternativní metoda měření transportu kapalné vlhkosti u funkčních materiálů. Liberec, 2015. 95 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. Katedra oděvnictví.
- JUNYAN, Hu et al. Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties. Textile Research Journal. 2005, 75(1), 57-62. ISSN 0040-5175.

Vedoucí práce:

Ing. Renáta Nemčoková
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

15. listopadu 2016

Předpokládaný termín odevzdání:

10. ledna 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. prosince 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou 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 diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

5. ledna 2020

Bc. Veronika Hasalíková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Renátě Nemčokové za odborné vedení a její věcné připomínky, které napomohly k vypracování této diplomové práce. Děkuji své rodině za podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mého studia.

Anotace

Práce se věnuje hodnocení vzorků textilií, které by mohly být použity jako první vrstva zdravotnické podložky. Pro testování vzorků v sendvičové struktuře jsou zde použity čtyři typy druhých vrstev. Na vzorcích jsou měřeny povrchové vlastnosti na přístroji KES-FB4, díky termovizní termografii je sledován transport vlhkosti v příčném řezu sendvičové struktury a na závěr je na přístroji MMT proveden experiment, který vyhodnotil vlastnosti managementu vlhkosti nejen u vzorků prvních vrstev, ale také celé sendvičové struktury zdravotnické podložky.

Klíčová slova

Dekubity, tření, vlhkost, Moisture Managemet Tester, sendvičová struktura.

Anotation

This thesis evaluates fabric samples, that could be used as the first layer of the medical pad. Four types of second layers are used to test the samples in the sandwich structure. The surface properties are measured on the KES-FB4, thanks to the thermovision thermography the transport of moisture in the cross-section of the sandwich structure is monitored. Finally an experiment is performed on the MMT, which evaluated the properties of moisture management in the first layer as well as whole sandwich structures medical pad.

Key words

Decubitus, friction, moisture, Moisture Management Tester, sandwich structure.

Obsah

Obsah	8
Seznam použitých symbolů, jednotek a zkratek	11
Úvod	13
1 Dekubity	14
1.1 Vnější faktory ovlivňující vznik dekubitů	15
1.2 Vnitřní faktory, které ovlivňují vznik dekubitů	17
1.3 Výskyt dekubitů	18
1.4 Klasifikace dekubitů	18
1.5 Preventivní opatření proti vzniku dekubitů	20
2 Vliv vlhkosti a tření na vznik dekubitů	21
3 Odvod vlhkosti z povrchu kůže	28
4 Sorpční vlastnosti	29
4.1 Tepelné jevy při sorpci vody	30
5 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů	31
6 Metody měření nasákavosti a transportu vlhkosti textilií	33
6.1 Kapková metoda	33
6.2 Vzlínavost	33
6.3 Nasákavost	34
6.4 Metoda MMT	35
7 Hodnocení povrchových vlastností textilií	39
7.1 Tření	39
7.2 Drsnost	41
7.3 Kawabata Evaluation System	42
8 Termografie	45
8.1 Termální zobrazovač - termokamera	46

8.2	Termokamery v oděvním odvětví.....	47
9	Experimentální část	49
9.1	Vzorky	49
9.1.1	První vrstvy	50
9.1.2	Druhé vrstvy.....	54
9.2	Měření povrchových vlastností.....	58
9.2.1	Výsledky měření povrchových vlastností	59
9.2.2	Dílčí závěr	63
9.3	Měření šíření transportu kapaliny v příčné řezu sendvičové textilie pomocí termovizní termografie.....	64
9.3.1	Průběh měření	67
9.3.2	Subjektivní vyhodnocení experimentu	69
9.3.3	Dílčí závěr	76
9.4	Hodnocení transportu kapalně vlhkosti plošnou textilií a sendvičovou strukturou.....	77
9.4.1	Měření samotných vrstev	78
9.4.2	Měření vzorků v sendviči	85
9.4.3	Srovnání naměřených hodnot prvních vrstev a jejich změna v sendvičové struktuře.....	95
9.4.4	Dílčí závěr	99
10	Vícekritériální hodnocení variant.....	101
10.1	Základní pojmy	101
10.2	Metody stanovení vah kritérií.....	102
10.3	Metody stanovení pořadí variant.....	103
10.3.1	Metoda váženého součtu	104
10.4	Výpočet.....	105
10.4.1	Výběr varianty podle odvodu vlhkosti	106

10.4.2	Výběr varianty podle tření	108
10.4.3	Výběr optimální varianty	110
10.4.4	Dílčí závěr	112
11	Závěr	114
	Literatura	117
	Seznam obrázků	122
	Seznam tabulek	124
	Přílohy	126

Seznam použitých symbolů, jednotek a zkratek

%	procento
°C	stupeň Celsia
apod.	a podobně
BAR	savost spodní strany tkaniny [%/s]
BSS	rychlost šíření roztoku po spodní straně textilie [mm/s]
cm	centimetr
C _v	koncentrace vody ve vlákně
EPUAP	European Pressure Ulcer Advisory Panel
IR	infračervený
Kč	koruna česká
KES	Kawabata Evaluation System
KOD	Katedra oděvnictví
kPa	kilo pascal, jednotka tlaku
min.	minuta
MIU	střední hodnota koeficientu tření [-]
ml	mililitr
mm	milimetr
mm Hg	milimetr rtuťového sloupce (Torr)
mm ²	milimetr čtverečný
MMD	střední odchylka koeficientu tření [-]
MMT	Moisture Management Tester
MWR _{horní}	maximální rádius navlhčení [mm]

$MWR_{\text{spodní}}$	maximální rádius navlhčení [mm]
např.	například
NPUAP	National Pressure Ulcer Advisory Panel
obr.	obrázek
R	index jednosměrného přenosu kapaliny tkaninou [-]
RH	relativní vlhkost vzduchu [%]
s	sekunda
SMD	střední odchylka geometrické drsnosti [μm]
tab.	tabulka
TAR	savost horní strany tkaniny [%/s]
THV	Total Hand Value
TSS	rychlost šíření roztoku po horní straně textilie [mm/s]
WTB	doba navlhčení spodní strany textilie [s]
WTT	doba navlhčení horní strany textilie [s]
μm	mikro metr
μ	součinitel smykového tření [-]

Úvod

Diplomová práce je zaměřena na hodnocení pratelných zdravotnických podložek z pohledu možného vzniku dekubitů. Dekubity snižují kvalitu života pacientů. Prodlužují dobu hospitalizace a představují významné finanční zatížení zdravotního systému. Výskyt tlakových vředů je považován za indikátor kvality zdravotní péče a je celosvětovým problémem.

Zdravotnické podložky jsou na trhu k dostání v různých provedeních, přičemž jejich základní rozdělení je na podložky jednorázové a pratelné. Protože jednorázové podložky zatěžují naše životní prostředí, bylo by dobré, aby byly postupně nahrazovány podložkami pratelnými. V takovém případě je ale zapotřebí, aby pratelné podložky co nejlépe plnily svoji funkci a svým uživatelům poskytovaly ten nejlepší komfort. V současné době je ale stále pratelné podložky v lecčem zdokonalovat. Proto je smyslem mé práce přijít s doporučeními, jak zkoumané vlastnosti podložek, kterými se ve své práci zabývám, vylepšit.

Zdravotnická podložka při kontaktu s pokožkou může velmi výrazně ovlivnit dva faktory, které přispívají k vzniku dekubitů - odvod vlhkosti a tření. Pokud je textilie v kontaktu s lidským tělem, podílí se na vzniku mikroklimatu, které vzniká mezi danou textilií a lidskou kůží. Zdravotnické podložky mohou mikroklima ovlivňovat tím, že díky své struktuře a materiálovému složení mají vliv na rychlost transportu vlhkosti a tepla od těla a svými povrchovými vlastnostmi udávají velikost tření mezi kůží a podložkou.

Uvedenými aspekty se zabývá tato diplomová práce. Textilní vzorky budou podrobeny zkoušce povrchových vlastností, kdy pomocí přístroje KES-FB4 se zhodnotí jejich tření za sucha, ale nestandardně také za vlhka. Dále bude sledováno šíření vlhkosti v příčném řezu zdravotnické podložky pomocí termovizní termografie. Transport vlhkosti v textilií bude zhodnocen také pomocí přístroje Moisture Management Tester. Ten umožní vyhodnotit, jaký vliv na vlastnosti managementu vlhkosti první vrstvy má druhá savá vrstva.

1 Dekubity

Dekubity (proleženiny) jsou lokalizované poškození kůže a/nebo podkladové tkáně, které jsou způsobeny tlakem. Dekubity vznikají při monotónním působení tlaku na kůži, třením, stříhovým namáháním nebo kombinací těchto faktorů. Se vznikem dekubitu je spojeno také množství dalších faktorů, jejichž význam dosud nebyl objasněn.

Vznik dekubitu je zapříčiněn tlakem, který působí v daném místě a způsobí zastavení průchodu krve v žilkách a kapilárách. Pokud nemůže proudit krev, tkáň se neokysličuje, nezásobuje živinami a nemohou být odváděny odpadní látky. To má za následek poškození až odumření tkání, které jsou mezi kostní vyvýšeninou a pokožkou. Obvykle se objevují v dolní polovině těla (dvě třetiny v oblasti pánve a třetina na dolních končetinách). [1][2][3]

Mezi specifické skupiny pacientů, kteří jsou ohroženi vznikem dekubitů, patří:

- imobilní pacienti
- pacienti v kritickém stavu
- pacienti na operačním sále
- pacienti v paliativní péči
- osoby s poraněním míchy
- senioři

Vznik proleženin u pacientů má za následek zhoršení jejich kvality života. Léčba již vzniklých dekubitů je velmi finančně nákladná. Tímto tématem se ve své práci *Cost/Benefit analýza prevence dekubitů* zabýval Rück. Uvádí, že průměrné náklady na léčbu jednoho pacienta se vzniklým dekubitem jsou o 61,30 % vyšší, než za vynaloženou prevenci. Celkové náklady na léčbu jednoho pacienta při jedné hospitalizaci dle jeho výpočtů činí 24 394 Kč. Prevence pro stejnou délku hospitalizace by byla 15 122 Kč. Celkové náklady na léčbu dekubitů za rok 2017 činily 46 764 000 Kč. [33]

1.1 Vnější faktory ovlivňující vznik dekubitů

Působení vnějších faktorů může člověk změnit a může se jim snažit předcházet, aby byl vznik proleženin minimalizován.

Tlak:

Mezi hlavní zevní faktor, který zapříčiňuje vznik proleženin je tlak. Za běžný kapilární tlak se považuje hodnota 4,27 kPa (32 mm Hg). Vyšší tlak už může způsobovat kapilární poškození. Zdravý člověk ale snese i vyšší hranici tlaku, např. pokud zdravý člověk leží, nejvyšší tlak (40 – 60 mm Hg) působí v oblasti kosti křížové, na hýždích a patách. Tento tlak u zdravého jedince ale nepůsobí trvale, čili k žádnému poškození tkáně nedojde. Výška tlaku pro vznik dekubitů je méně důležitá nežli doba, po kterou tento tlak působí. Při prevenci vzniku dekubitů je tedy prvotní snaha o snížení působícího tlaku a pravidelné změny polohy pacienta. [1] [4]

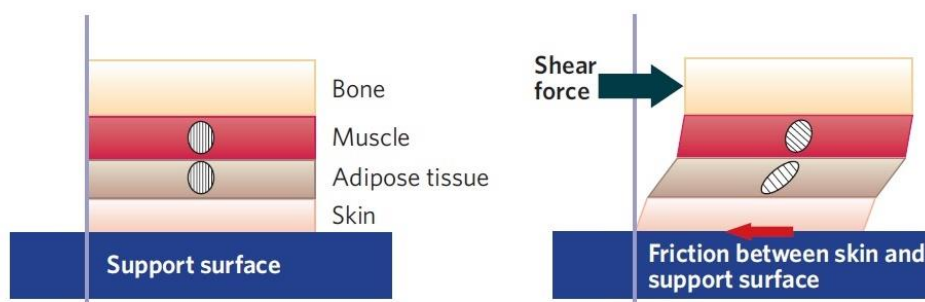
Hodnota tlaku 32 mm Hg pochází z výzkumu, který byl proveden v roce 1930. Bylo zjištěno, že tlak v arteriolární končetině kapiláry v lidském prstu byl v průměru 32 mm Hg. Tato hodnota tlaku pak byla mylně zobecněna jako hranice tlaku, který je potřebný ke stlačení kapilár, aby se zabránilo průtoku krve. Nicméně několik dalších studií tuto hodnotu vyvrátily. Tlak v kapilárách je odlišný na různých částech těla, odvíjí se rovněž od zdravotního stavu a věku daného člověka. [4]

Například studie, které provedly Kosiak (*Etiology of decubitus ulcers, 1961*) a Dinsdale (*Decubitus ulcers: Role of pressure and friction in causation, 1974*), prokázaly, že konstantní tlak 70 mm Hg působící po dobu 2 hodin způsobuje nevratné buněčné poškození. [5]

Střížné síly a tření:

Nepříznivě na vznik proleženin působí mechanické vlivy, kterými jsou střížné síly a tření. V důsledku tření může dojít k postupnému poškozování povrchové vrstvy kůže, což pak vede k oslabení obranyschopnosti pokožky. V kombinaci s vlhkostí a teplem toto tření působí daleko více. Stříhová síla je

vyvolána pohybem kosti a podkožní tkáně vzhledem k pokožce, která je omezena pohybem v důsledku třecích sil, kdy podpěrný povrch má tendenci držet pokožku na místě. To je znázorněno na obr. 1. Taková situace může nastat například, když se sedící pacient posouvá na židli, nebo v případě, kdy je pacient popotahován na lůžku. Zvláště u starších pacientů, kteří už mají snížené množství elastinu v kůži, dochází k možnému většímu poškození. Účinky tření jsou až pětkrát horší, když je přítomna vlhkost. [1] [2] [4] [6]



Obr. 1- Účinky střížné síly a tření. [4]

Skutečnost, že tření znatelně zvyšuje náchylnost kůže ke vzniku tlakových vředů, uvedl ve své práci Dinsdale (*Decubitus ulcers: Role of pressure and friction in causation, 1974*). Zjistil, že tření odstraňuje nejsvrchnější vrstvu pokožky stratum corneum a mechanicky odděluje epidermis od bazálních buněk. Samotný tlak vyžaduje úroveň aspoň 290 mm Hg, aby vznikl tlakový vřed. Pokud je ale pokožka poškozena třením, vředy může způsobit tlak již od 45 mm Hg. [5]

Vlhkost:

K porušení kůže přispívá také působení potu, moči a stolice, jejichž působením dochází k narušení povrchové vrstvy kůže. Působení vlhka na kůži způsobuje maceraci, což je změkčení a rozklad povrchových vrstev kůže. Tím může snadněji dojít k infekci kůže a jejímu celkovému snížení odolnosti proti působení dalších vlivů. U pacientů s inkontinencí, při zvýšeném pocení apod. je riziko vzniku dekubitů mnohonásobně vyšší. [1] [2] [4] [6] [7]

Podle provedených výzkumů mají tyto tři faktory největší vliv na vznik dekubitů. Jsou mezi nimi významné a složité vztahy, jako například že tlak a stříh jsou spolu úzce spjaty. Dále pak že ve vývoji smyku hraje důležitou roli tření a mikroklima má vliv na náchylnost kůže a měkkých tkání k účinkům tlaku, smyku a tření. [4]

1.2 Vnitřní faktory, které ovlivňují vznik dekubitů

Vznik proleženin ovlivňují také vnitřní faktory, které jsou spjaty s daným jednotlivcem.

Věk:

S rostoucím věkem klesá elasticita kůže a její pevnost v tahu. Rovněž starší lidé mívají méně prokrvenou pokožku, což snižuje možnost hojení. Uvádí se, že až 71 % pacientů s dekubity jsou starší 70 let. [4]

Odolnost tkáně vůči tlaku:

Z měkkých tkání jsou nejvíce odolné tlaku vazivo a kůže. Méně odolávají svaly a nejmenší odolnost na tlak má tuková vrstva. Proto obézní lidé trpí dekubity častěji, než osoby s normální vahou. Rovněž příliš nízká hmotnost může zvyšovat riziko vzniku proleženin. [4]

Pohlaví:

Ženy trpí vznikem dekubitů častěji než muži. Je to dáno odlišnou stavbou těla a silnějšími tukovými vrstvami. [4]

Inkontinence:

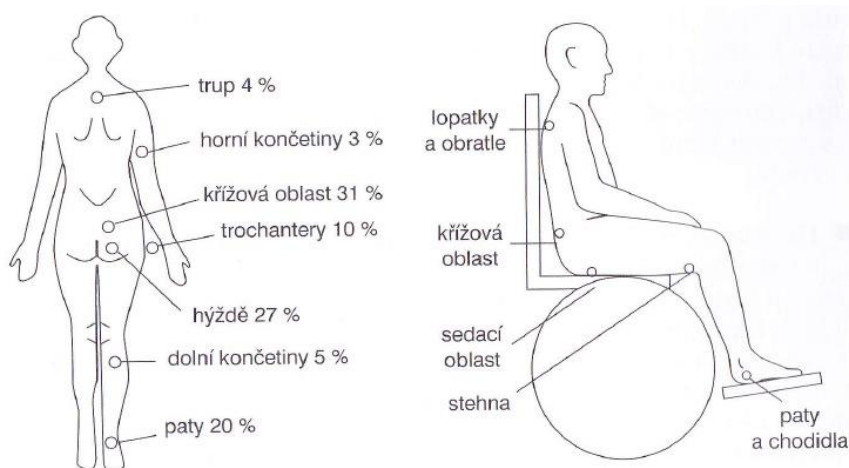
Únik moči způsobuje maceraci kůže a vlhké prádlo způsobuje vyšší tření. Navíc moč obsahuje silné kyseliny a zásady, které poškozují povrch pokožky. Na druhou stranu i časté mytí těchto pacientů vede ke zbavení přirozeného kožního mazu v důsledku čehož je kůže suchá a křehká. [4]

Další faktory:

Nejčastější jsou dekubity u pacientů s omezenou hybností. Pokud pacient není schopen se sám hýbat, je ohrožen vznikem proleženin a je tedy důležité s ním provádět pravidelné polohování. Zvýšit riziko dekubitů také mohou chybějící živiny nebo dehydratace. Další rizikové faktory souvisí s celkovým zdravotním stavem daného pacienta. [4]

1.3 Výskyt dekubitů

Nejčastěji se dekubity objevují na místech kostních vyvýšenin. V těchto místech je svalová a tuková vrstva mezi vrchní vrstvou kůže a kostí slabší, než jinde. Na obr. 2 jsou zobrazena nejčastější místa výskytu dekubitů u ležících pacientů a u vozíčkářů.



Obr. 2- Nejčastější místa vzniku dekubitů. [1]

1.4 Klasifikace dekubitů

Mezinárodní NPUAP (National Pressure Ulcer Advisory Panel) a EPUAP (European Pressure Ulcer Advisory Panel) systém klasifikace dekubitů uvádí čtyři stupně dekubitů: [3]

Dekubitus I. stupně: Zarudnutí kůže /neblednoucí hyperemie (erytém) - Jedná se o neporušenou kůži s lokalizovaným neblednoucím zarudnutím (obr. 3A), obvykle nad kostním výčnělkem. Místo může být bolestivé, tvrdé nebo

měkké. Hůře se určuje u lidí s tmavší pleťí vzhledem k tomu, že zde nemusí být změna barvy kůže viditelná.

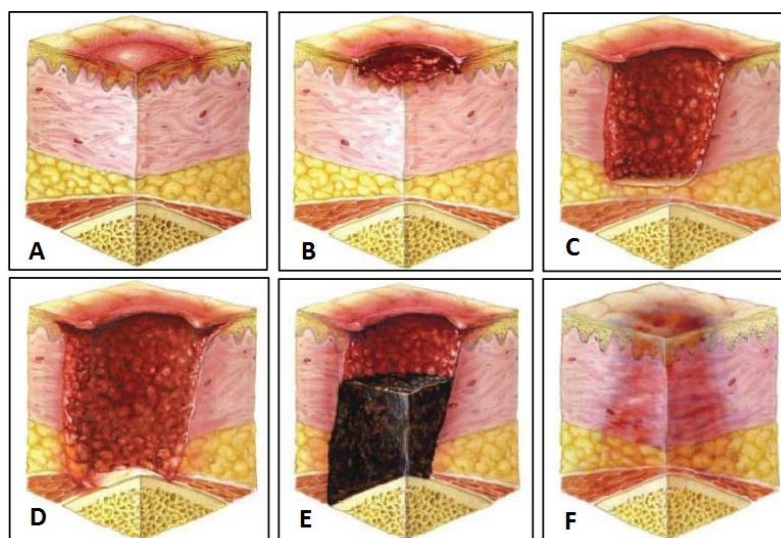
Dekubitus II. stupně: Částečná ztráta kožního krytu – Projevuje se jako mělký vřed s růžovočervenou spodinou bez povlaku, nebo jako neporušený či prasklý puchýř naplněný tekutinou (obr 3B).

Dekubitus III. stupně: Úplná ztráta kožního krytu – Na spodině je možné vidět podkožní tuk, ale kosti nebo svaly nejsou odhaleny (obr. 3C). Hloubka rány se liší podle místa výskytu.

Dekubitus IV. stupně: Úplná ztráta kůže a podkoží – Úplná ztráta tkáně s obnaženou kostí, šlachou nebo svalem (obr. 3D). Často jsou přítomná podminování a sinusy.

Bez určení stupně: Neznámá hloubka rány – Úplná ztráta tkáně s povlakem pokrývajícím spodinu rány, může zde být nekróza (obr. 3E). Hloubku rány a stupeň dekubitu lze určit až po odstranění povlaku nebo nekrózy.

Podezření na hluboké poškození tkání – Lokalizovaná oblast fialově nebo tmavě červeně zbarvené neporušené kůže nebo puchýř naplněný krví (obr. 3F). Příčinou poškození podkožních měkkých tkání tlakem nebo střížným efektem.



Obr. 3 – Klasifikace dekubitů: A) I. stupeň, B) II. stupeň, C) III. stupeň, D) IV. stupeň, E) bez určení stupně, F) podezření na hluboké poškození tkání. [3]

Podle statistických údajů Kanceláře zdravotního pojištění se u pacientů v českých zdravotnických zařízeních nejčastěji objevuje II. stupeň poškození kůže a to v 37 %. I. a III. stupeň se u pacientů objevily ve 25 % a nejzávažnější IV. stupeň se projevil u 13 % pacientů. Mezi zdravotnická pracoviště, kde se nejčastěji vyskytl dekubit, patří intenzivní péče (až u 70 % pacientů) a následná péče (až u 60 % pacientů). Celkové údaje byly vyhodnoceny od roku 2009 do roku 2018. [35]

1.5 Preventivní opatření proti vzniku dekubitů

Nejdůležitější částí při prevenci vzniku proleženin je polohování pacienta. Mezi pomůcky, které významně přispívají k prevenci, jsou antidekubitní podložky, pasivní a aktivní matrace i polohovací lůžka. Důležitá je rovněž hygiena a s tím spojené sprchování pacientů, častá výměna osobního prádla, příp. plen a také ložního povlečení. Nesmí se používat žádné neprodyšné materiály, aby nedocházelo k zapaření pokožky. Vhodné jsou materiály vodu nepropustné, ale zároveň paropropustné, které umožňují pokožce dýchat.

Směrnice *Prevence a léčba dekubitů – příručka k Doporučení pro klinickou praxi*, kterou vydalo NPUAP (National Pressure Ulcer Advisory Panel) se zabývá i novými způsoby prevence, jako je ovlivňování mikroklimatu textiliemi určenými k redukci tření a střižných sil, profylaktickými krycími materiály a elektrickou stimulací svalů u pacientů s poraněním míchy. Co se týče ovlivňování mikroklimatu tak směrnice doporučuje při výběru speciální matrace zvážit, zda bude nutné vybrat matraci s povrchem, který bude schopen kontrolovat vlhkost a teplotu. Speciální matrace a pomůcky, které budou v kontaktu s kůží, mohou změnit mikroklima tím, že ovlivní rychlost odpařování vody a rychlost, jakou z kůže odchází teplo. Každý povrch, který je v kontaktu s kůží, má potenciál ovlivnit mikroklima. Celkový účinek závisí na charakteru speciální matrace (či jiného prostředku) a jejím povlečení. [3]

2 Vliv vlhkosti a tření na vznik dekubitů

Vlhkost a tření se řadí mezi hlavní příčiny, které mohou způsobit vznik dekubitů. Se zvýšenou vlhkostí pokožky se potýkají lidé například při zvýšené tělesné teplotě, při vyšší teplotě v místnosti, nebo více se potí obézní lidé. Problémem je také inkontinence. Vzhledem ke svému chemickému složení má moč na kůži velmi negativní vliv, jehož následkem je porušení povrchové vrstvy kůže. Důležitá je hygiena, která je jedním z preventivních opatření.

Pokud je pokožka v kontaktu s textilií, koeficient tření textilie vůči pokožce ovlivňují: [4]

- *povrchové charakteristiky textilie* (drsnější textilie = vyšší koeficient tření)
- *obsah vlhkosti v kůži a vlhkost povrchu pokožky* (vlhkost zvyšuje tření)
- *okolní vlhkost* (okolní vlhkost může zvýšit obsah vlhkosti pokožky nebo vyvolat pocení)

Vlhkost pokožky je obtížněji definovatelná. Může se týkat přítomnosti tekutiny přímo na povrchu pokožky (vlhkost z potu), inkontinence, nebo vlhkost nejsvrchnější vrstvy samotné pokožky. Vlhkost pokožky může být posouzena subjektivně – například pomocí Bradenové stupnice (tab. 1) pro hodnocení rizika vzniku dekubitů (klasifikuje kůži do kategorií od suché a s určitým stupněm vlhkosti).

Tab. 1- Bradenové stupnice. [4]

Citlivost / percepcie	úplně limitovaný	1	hodně limitovaný	2	mírně limitovaný	3	žádné poškození	4
Vlhkost	velmi vlhká kůže	1	příležitostně mokrá	2	zřídka mokrá	3	nikdy mokrá	4
Aktivita	nemocný připoutaný na lůžko	1	připoutaný k židli	2	příležitostně chodí	3	chodí často	4
Pohyblivost	úplná nepohyblivost	1	velmi omezená	2	mírně omezená	3	bez omezení	4
Výživa	velmi špatná	1	neadekvátní	2	adekvátní	3	výborná	4
Tření	problém	1	možný problém	2	bez problému	3		

POČET BODŮ:

16 - minimální riziko vzniku dekubitů

13-15 - střední riziko vzniku dekubitů

12 a méně - vysoké riziko vzniku dekubitů

Ke kvantitativnímu posouzení obsahu vlhkosti nejsvrchnější vrstvy pokožky se využívá měření jejích elektrických vlastností (vodivost povrchu kůže a kapacity). A to např. pomocí korneometru nebo metodou sací komory (Suction chamber method). [4]

Relativní vlhkost ovlivňuje pevnost nejsvrchnější vrstvy pokožky poměrně výrazně – při relativní vlhkosti 100 % je nejsvrchnější vrstva pokožky 25x slabší, než při 50% relativní vlhkosti.

Vlhkost způsobuje rozpuštění molekulární kolagenové křížové vazby dermis a změkčuje nejsvrchnější vrstvu pokožky. Macerace kůže snižuje její tuhost, dochází ke ztrátě pevnosti pojivové tkáně. Vlhkost se také negativně projevuje v nárůstu koeficientu tření na pokožce, který vede k vyšší přilnavosti kůže k nosnému povrchu a tím se zvyšuje tření. Vysoká vlhkost může také způsobit ztrátu přirozené kyselosti pokožky, čímž se snižuje její přirozená antibakteriální vlastnost a zvyšuje se riziko vzniku infekce. [6] [7]

Velmi dobře se pro řízení mikroklimatu na rozhraní mezi pokožkou a lůžkem osvědčily systémy s malým nebo větším únikem vzduchu. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby snižovaly napětí a teplotu pokožky, usnadňovaly odpařování vlhkosti a zabraňovaly hromadění tepla u povrchu kůže. [6]

Vlivu vlhkosti na pokožku v souvislosti se vznikem tlakových vředů se zabývá několik studií. Například studie *Biophysical effects of water and synthetic urine on skin* (Mayrovitz H., Sims N.) zkoumala hypotézu, že vlhkost snižuje tvrdost pokožky a tím zvyšuje zranitelnost podkožních cév při působení tlaku. V závěru studie se uvádí, že syntetická moč i voda, které byly v experimentu použity, vedly k významnému snížení počáteční tvrdosti kůže, což zvýšilo zranitelnost pokožky vůči sníženému průtoku krve vyvolaného tlakovým působením. Svoji roli může také hrát ochlazení pokožky související s vlhkostí. Tím byla stanovená hypotéza potvrzena. [8]

Studie *Influence of epidermal hydration on the friction of human skin against textiles* (Gerhardt L.-C., Strässle V., Lenz A., Spencer N.D., Derler S.) zkoumala, jak vlhkost pokožky ovlivňuje tření mezi kůží a textilií. Pokusu se účastnilo jedenáct mužů a jedenáct žen. Všechny experimenty byly provedeny při 23 ± 1 ° C a $50 \pm 2\%$ relativní vlhkosti po aklimatizační době 15 minut. Dobrovolníci třeli svým předloktím o nemocniční textilií, která byla umístěna na silové desce. Měření se provedlo na suché pokožce a následně při různých stavech hydratace pokožky. Hydratace a viskoelastičita pokožky byla hodnocena pomocí korneometru (CM 825, Courage&Khazaka), která měří epidermální vlhkost penetrací kůže až do hloubky 10-20 μm . Metodou sací komory (Cutometer MPA 580, Courage&Khazaka) byly měřeny mechanické vlastnosti pokožky. [9]

Jako textilie byla zvolená běžně dostupná lékařská textilie v plátňové vazbě, vyrobená z 50 % bavlny a 50 % polyesteru, bez chemických úprav či zabarvení. Všechny textilie byly před laboratorními podmínkami stabilizovány po dobu 12 hodin. Před zkouškou byly vzorky tkanin o velikosti 10×15 cm přilepeny na silovou desku pomocí oboustranné lepicí pásky. Pro získání tření a vertikální síly (vzorkovací frekvence: 125 Hz, tření a rozlišení normální síly: cca 1 mN) byl použit software Dynoware (typ 2825A-02, verze 2.4.1.5, Kistler, Winterthur, Švýcarsko) v nezpracovaných datech. Vytvoření různých stavů hydratace pokožky bylo dosaženo pomocí iotonického roztoku chloridu sodného (0,9% hmotn./objem NaCl, 154 mM) za použití vodní lázně (objem 25 litrů, termostat RM25), která udržovala teplotu $35 \pm 0,5$ ° C. První měření bylo provedeno na suché kůži. Po té byla kůže namočená v roztoku po dobu 5, 10 a 15 minut. Přebytná voda byla mírně otřena. Následně byly provedeny měření na cutometru a korneometru během 2 minut, po kterých následovala zkouška tření na silové desce. [9]

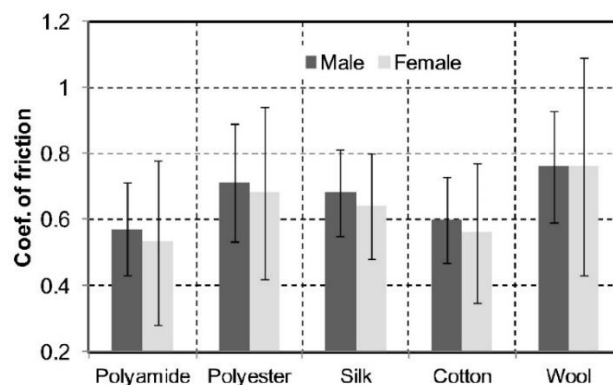
U všech jednotlivců byla zjištěna vysoce pozitivní lineární korelace mezi vlhkostí pokožky a koeficientem tření. Rozdíly byly i mezi ženami a muži, kdy ženská pokožka byla více citlivá na tření při zvýšení vlhkosti. Koeficient tření

vzrostl u žen o 43 % a u mužů o 26 %, když se hydratace pokožky zvýšila z velmi suché na normálně vlhkou pokožku.

Z výzkumů vyplývá, že zvýšení hydratace pokožky způsobuje změny v mechanických vlastnostech a / nebo povrchové topografii lidské pokožky. To má za následek změkčení pokožky a zvýšení skutečné kontaktní plochy a adheze. [9]

Studie *Friction of human skin against different fabric for medical use* (Vilhena L., Ramalho A.) také došla k závěrům, že s rostoucí vlhkostí se zvyšuje i tření mezi kůží a povrchem. Koeficient tření za vlhka vzrostl dokonce dvojnásobně oproti suché pokožce. Nutno ale poznamenat, že měření bylo provedeno pouze na jednom dobrovolníkovi. Nejvyšší koeficient tření mezi testovanými tkaninami měla podložka proti prosáknutí (0,38), dále pěnový obvaz (0,36), plena pro dospělé (0,28) a nejmenší koeficient tření byl naměřen u nemocniční tkaniny (0,27). [10]

Studie, kterou provedl Ramalho et al. (*Friction and tactile perception of textile fabrics*), hodnotila koeficient tření mezi lidskou kůží a různými typy tkanin. Výzkumu se účastnilo 19 lidí obou pohlaví. Měření bylo provedeno na předloktí u každého dobrovolníka. Z výsledků, které můžeme vidět na obr. 4., vyplývá, že nejvyšší koeficient tření vykazovala vlna, naopak nejnižší byl u tkaniny z polyamidu. [11]



Obr. 4- Koeficient tření pro různé tkaniny. [11]

Tření pokožky o podložku může způsobit ránu podobnou obroušení. To se často stává u pacientů, kteří mají sníženou pohyblivost a jsou jinou osobou popotahováni po lůžku, jak ve své práci *Impact of textiles on the formation and prevention of skin lesions and pressure ulcers* uvedli Marklebus a Sieggreen. [5]

Pro testování povrchových charakteristik textilií použili přístroj KES (Kawabata Evaluation System). Měření provedli na ložním prádle, které rozdělili do dvou skupin. První skupinu představovalo nepoužité ložní prádlo, druhou tvořilo 10 krát vyprané prádlo. První měření vzorků provedli za sucha za standardních podmínek. Druhé za vlhka, kdy původní hmotnost suchého vzorku vzrostla navlhčením o 65 %. Výsledky měření jsou zobrazeny v tab. 2. Hodnoty MIU (střední hodnota koeficientu tření; čím vyšší hodnota, tím vyšší tření) ukazují, že tření u obou skupin materiálů bylo nižší za sucha a po zvlhčení výrazně vzrostlo.

Hodnoty SMD (střední odchylka geometrické drsnosti, vyšší hodnota značí geometricky hrubší povrch) byly naopak vyšší u suchých vzorků. To bylo způsobeno zřejmě tím, že obsažená voda má tendenci udržet konce vláken na povrchu tkaniny a tím vytvářet hladší povrch. Nicméně tento efekt je mnohem méně významný, než nárůst stykové plochy mezi pokožkou a vlhkou textilií. Z výsledků vyplývá, že zvýšení vlhkosti v textilií výrazně zvyšuje třecí síly mezi textilií a pokožkou, čím může být riziko vzniku kožních problémů zvýšeno. [5]

Tab. 2- Výsledky měření na přístroji KES. [5]

Sample	Group	Condition	MIU (Avg.)	SMD (Avg.)
Length	Unused	Dry	0.233	1.047
Width	Unused	Dry	0.249	0.763
Length	Unused	At 65% wet	0.492	0.152
Width	Unused	At 65% wet	0.554	0.150
Length	After 10 washes	Dry	0.274	0.827
Width	After 10 washes	Dry	0.294	0.710
Length	After 10 washes	At 65% wet	0.495	0.658
Width	After 10 washes	At 65% wet	0.523	0.418

Na textilie, které jsou používány pro dlouhodobě hospitalizované pacienty, jsou kladeny vysoké nároky. Je žádoucí, aby tyto materiály udržovaly správné mikroklima mezi tělem pacienta a danou textilií. Termoregulační systém těla udržuje konstantní teplotu těla. Teplota pokožky v podmínkách termofyziologického komfortu se pohybuje mezi 33 – 35 °C. Odchylna od dané teploty pokožky těla může způsobit pocit diskomfortu. Pro udržení pocitu pohodlí musí textilie, která je v přímém kontaktu s pokožkou, odvést tento pot od těla.

Textilie, které ovlivňují vznik vhodného mikroklimatu kolem těla pacienta, musí splňovat tyto parametry: [12]

- schopnost odvádět pot z povrchu kůže podmíněného propustností pro vodní páry
- propustnost vzduchu

Další parametry, které by textilie měla splňovat, aby nedocházelo k poškození kůže oděrkami, jsou: [12]

- vhodný výběr vláken
- vhodná vazba tkaniny
- vhodné rozložení vláken v tkanině (hydrofobních a hydrofilních)

Uvedenými parametry se zabývala studie *Textile preventing skin damage* (Irzmańska E., Lipp-Symonowicz B., Kujawa J., Irzmański R.). Autoři testovali použití navržených tkanin charakterizovaných specifickým umístěním hydrofilních (bavlna a lyocell) a hydrofobních (polypropylen a polyester) vláken ve struktuře. Vybrali dva typy tkanin s odlišnou vazbou. Jednu tkaninu se saténovou vazbou a druhou s plátňovou vazbou. Tyto tkaniny pak byly použity jako potah lůžka pro imobilní pacienty, kteří jsou více náchylní k vzniku poškození kůže. Závěry studie byly takové, že navržené tkaniny mohou být využity pro prevenci vzniku poškození kůže u osob chronicky imobilizovaných, a to díky dobrému přenosu tepla a vlhkosti pryč od pacientova těla. Tkanina se saténovou vazbou byla doporučena pro osoby se zvýšenou teplotou (vlákna více přiléhají k tělu a mohou tak lépe

odvádět vlhkost). Pro osoby, jejichž tělesná teplota není zvýšená, doporučují textílii s plátňovou vazbou. [13]

Sheet fabrics with biophysical properties as elements of joint preventiv in connection with first- and second-generation pneumatic anti-bedsore mattresses (Pryczyńska E., Lipp-Symonowicz B., Wiczorek A., Gaszyński W., Krekora K., Bittner-Czapińska E.) je další studií, která se rovněž zabývala rozložením hydrofilních a hydrofobních vláken ve struktuře textilie (vrstva hydrofobních vláken je v kontaktu s pokožkou a hydrofilní vrstva odvádí vlhkost dále od těla na vnější stranu textilie), došla v podstatě ke stejnému závěru, že využití těchto textílií má velký význam pro zajištění správného hygienicko-fyziologického pohodlí pro imobilní pacienty. [12]

3 Odvod vlhkosti z povrchu kůže

Lidský organismus při své termoregulační činnosti produkuje vlhkost ve formě potu a vodních par. Množství potu závisí na teplotě těla i okolí, či fyzické zátěži. Uvádí se, že pokud je teplota kůže do 34 °C tak lidské tělo uvolní do okolí asi 30 ml potu za hodinu. Na volném povrchu je podmínkou odpaření dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry. Pokud je ale mezi pokožkou a okolním prostředím například oděv, je transport vlhkosti o něco složitější. Zde dochází k odvádění vlhkosti z povrchu kůže několika způsoby: [14] [15]

1. *Kapilárně* - Pot je v kontaktu s první textilní vrstvou a jejími kapilárními cestami vzlíná do její plochy všemi směry, tzv. knotový efekt. Kapilární odvod je závislý na smáčecí schopnosti textilie, na povrchovém napětí vláken a potu.
2. *Migračně* – Může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken, pokud se oděvní vrstva nachází na teplotním spádu mezi teplotou těla a mikroklimatem. Voda pak migruje na povrchu vláken nebo je odvedena do kapilár.
3. *Difúzí* – Difuzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textilií probíhá prostřednictvím pórů, které se svou velikostí a tvarem podílejí i na kapilárním odvodu. Vlhkost prostupuje textilií směrem od nižšího parciálního tlaku vodní páry.
4. *Sorpčně* – Vlhkost nejdříve vnikne do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následně se naváže na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Předpokladem je přítomnost sorpčních vláken.

Z uvedených způsobů odvádění vlhkosti je nejrychlejší způsob kapilární, pak migrační a difuzní. Nejpomaleji je vlhkost odváděna sorpcí. Z hlediska oděvního komfortu je nejvhodnější, aby vlhkost byla odváděna kombinací difuze a sorpce. [14]

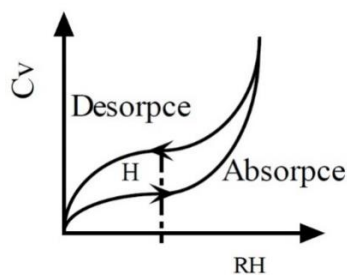
4 Sorpční vlastnosti

Pokud je vlákno obklopeno penetranty, kterými mohou být voda, vodní pára, kapaliny, plyny a pevné částice, může dojít k následujícím procesům: [16]

- difúze penetrantů prostředím k vláknu
- adsorpce na povrchu vlákna
- difúze hmotou vlákna
- desorpce molekul penetrantu zpět do okolí

přičemž tyto procesy mají svoji kinetickou stránku (rychlost změn), rovnovážnou stránku (velikost změn) a termodynamickou stránku (hnací síla změn) a probíhají obvykle současně. Procesy sorpce obecně souvisejí se složením vláken, jejich povrchem, přístupností hydrofilních skupin, rozvolněností vlákenné struktury, distribucí pórů, teplotou, časem a druhem penetrantu. Vlákna, která jsou schopna vázat a transportovat vodu, jsou označována jako hydrofilní vlákna. Do této skupiny patří vlákna přírodní a chemická obsahující hydrofilní skupiny. Naopak hydrofobní vlákna vodu odpuzují a jejich povrch se nesmáčí. Voda se u svazků těchto vláken šíří kapilárními silami. [16]

Při sledování rovnovážné absorpce vodních par se konstruuje absorpční a desorpční izotermy. Sorpční izoterma pro vodní páru je závislost rovnovážné koncentrace vody ve vláknech C_v na relativní vlhkosti vzduchu RH (obr. 5).



Obr. 5- Sorpce vodních par. [16]

Rozdíl mezi absorpční a desorpční izotermou při zvolené relativní vlhkosti vzduchu se nazývá hystereze. Příčinou hystereze je různý počet přístupných vazných míst při sušení mokrého vlákna nebo vlhčení suchého vlákna. Hystereze má význam v případech, kde se při dané vlhkosti vzduchu

požaduje maximální (minimální) vlhkost ve vláknech. Ve zkušebnictví se standardně začíná od vysušených vláken a provádí se vlhčení s ohledem na předepsanou vlhkost ovzduší, což je standardně 65 % RH.

4.1 *Tepelné jevy při sorpci vody*

Při absorpci vody z vodní páry do vláken nastává prvotně kondenzace na povrchu vláken. Latentní teplo kondenzace se pohybuje kolem 2450 Jg^{-1} vody. Část kondenzované vody zůstane na povrchu vlákna a je transportována kapilárními silami a část pronikne do vlákna. V přístupných oblastech vlákna dojde k vytvoření sekundárních vazeb a to díky přítomnosti molekul vody. Tím dojde k lepší uspořádanosti systému a snížení jeho celkové energie. Přebytková energie se uvolní jako teplo sorpce. Tedy platí, že sorpce je exotermní proces provázený vývinem tepla. [16]

Tepelnou sorpci můžeme rozdělit na dva typy:

- *Diferenciální sorpční teplo* Q [Jg^{-1} vody] – Teplo uvolněné sorpcí 1 g vody na neomezeném počtu vláken při dané vlhkosti ovzduší. Čím je vlákno na počátku sorpce sušší, tím je teplo Q vyšší.
- *Integrální sorpční teplo* H [Jg^{-1} vlákna] – Teplo uvolněné při úplném nasycení 1 g vláken při dané vlhkosti. Může být označováno jako teplo smáčecí. Úzce souvisí se schopností vláken vázat vodu. Čím více vody jsou schopna vlákna navázat, tím je H vyšší.

V následující tab. 3 jsou pro vybraná původně suchá vlákna uvedené hodnoty diferenciálního a integrálního sorpčního tepla.

Tab. 3- Diferenciální a integrální tepla sorpce vody. [16]

vlákno	H [kJ g^{-1}]	Q [kJ g^{-1}]
bavlna	46	1,20
mercerovaná bavlna	73	1,17
len	55	1,2
viskóza	106	1,17
vlna	113	1,30
přírodní hedvábí	69	1,28
acetát	34	1,24
PA 6.6	31	1,05
PAN	7	–
PES	5	–

5 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

V této kapitole je uvedeno několik základních pojmů, které můžeme zařadit mezi hydromechanické vlastnosti textilních materiálů.

Hydroskopičnost

Hydroskopičnost je schopnost materiálů pohlcovat vlhkost ze vzduchu. Zjišťuje se z poměru hmotnosti vody pohlcené materiálem při určité teplotě a tlaku a relativní vlhkosti vzduchu k hmotnosti materiálu suchého. Vyjadřuje se v procentech. Schopnost textilií pohlcovat vodu z ovzduší souvisí s jejich sorpčními vlastnostmi. Značně také ovlivňuje rychlost nasakování a vysychání textilie. [17]

Vzlínavost

Vzlínavost je schopnost textilie přijímat vodu pomocí kapilárních sil. Je závislá na velikosti a tvaru pórů plošné textilie. Vzlínavost může u některých materiálů doplňovat hydroskopičnost, jako např. u syntetických materiálů z tvarovaných přízí, které nemají dobré sorpční vlastnosti, ale mají dobrou vzlínavost. [17]

Nasáklivost

Nasáklivost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Vyjadřuje se v procentech. [17]

Vysýchavost

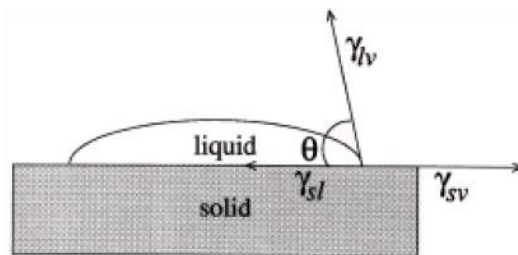
Vysýchavost je schopnost materiálů odevzdávat vodu do okolního prostředí, čímž dochází ke zlepšení tepelně izolačních vlastností a také ke změně pevnosti. Rychlost vysychání textilie závisí na vlastnostech vláken, použité vazbě a na charakteru jejího povrchu. [17]

Smáčivost

Pokud je vlákno s kapalinou pouze v místním styku (např. kapky na povrchu, částečně ponořeno...), dochází k procesům smáčení, které se projeví ustavením rovnováhy mezi kapalinou a povrchem vlákna. U vlákných

svazků dochází také ke vzlínání kapilárním transportem v pórech mezi vlákny.

Smáčení je výsledkem energetických interakcí tří fází – pevné látky, kapaliny a okolního vzduchu v rovnováze. Vztlínání souvisí s energetickými poměry mezi jednotlivými fázemi a zároveň i s geometrií vlákenného svazku. Pokud je kapka vody na povrchu vlákna, vzniknou tři povrchové energie (napětí), která jsou zobrazena na obr. 6. [18]



Obr. 6 – Smáčecí úhel. [18]

Úhel θ , pod kterým se stýká kapalina s pevnou látkou, označujeme jako smáčecí úhel a platí pro něj vztah: [18]

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{sv} - \gamma_{sl}}{\gamma_{lv}} \quad (1)$$

kde γ_{sv} je povrchové napětí na rozhraní pevné fáze a vzduchu, γ_{sl} je povrchové napětí na rozhraní pevné fáze a kapaliny, γ_{lv} je povrchové napětí na rozhraní kapaliny a vzduchu.

Pokud je povrch pevné fáze úplně smáčen tak $\theta = 0^\circ$, částečné smáčení je $0 \leq \theta \leq 90^\circ$, nesmáčivé povrchy mají úhel $\theta > 90^\circ$.

6 Metody měření nasákavosti a transportu vlhkosti textilií

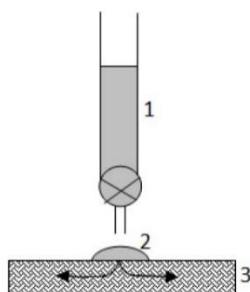
V souvislosti s propustností kapalné vody textilií mohou nastat tyto jevy: [18]

- voda se usazuje na textilii (smáčí povrch)
- voda vniká do textilie (nasákavost nebo vzlínavost)
- voda proniká přes textilii (samovolně nebo pod tlakem)

Odběr vzorků ke zkouškám upravuje norma *ČSN EN 12751 Textilie – Odběr vzorků vláken, nití a plošných textilií ke zkouškám*.

6.1 Kapková metoda

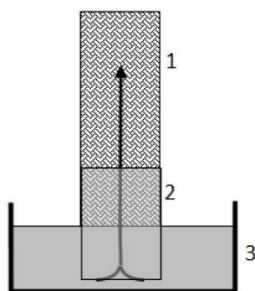
Během zkoušky pomocí kapkové metody se z byrety kápne přesně odměřená kapka vody a měří se čas, za který se kapka zcela vsákne. Děj se pozoruje pod zvětšením (např. makroskopem). Tato metoda je zatížena značnou subjektivní chybou. [18] Na obr. 7 je použito označení 1 – zásobník kapaliny, 2 – kapka na textilii, 3 – testovaná textilie.



Obr. 7 - Kapková metoda. [19]

6.2 Vzlínavost

Vzlínavost je způsobena kapilárními silami uvnitř struktury textilie. Při zkoušce se vzorek umístí svisle a jedním koncem je namočený do obarvené kapaliny. Hloubka ponoření konce vzorku je 2 mm. Měří se sací výška, které kapalina dosáhne v předepsaných časových intervalech. Na obr. 8 je použito označení 1 – vzorek, 2 – vzorek s navzlínanou kapalinou, 3 – zásobník kapaliny.



Obr. 8- Vzlínavost. [19]

Vzlínavost upravuje norma *ČSN 80 0828 – Plošné textilie. Stanovení savosti vůči vodě. Postup vzlínáním*. V této normě je stanoven způsob měření savosti všech druhů plošných textilií. Norma neudává postup měření savosti pouze pro smyčkové a vlasové druhy plošných textilií. Pro účely normy je savost vzlínáním definována jako schopnost plošné textilie přijímat vodu nebo jiné kapaliny, které vnikají do plošné textilie pomocí kapilárních sil. Vzlínavost je udávána v mm délky vodního sloupce navzlínaného za určitý časový úsek. [20]

6.3 Nasákavost

Nasákavost upravuje norma *ČSN 80 0831 Savost plošných textilií. Stanovení nasákavosti*. Zkouška probíhá tak, že klimatizované vzorky se zváží, ponoří do destilované vody předepsané teploty. Po uplynutí stanovené doby se vzorky vyjmou a po okapání přebytečné vody se zváží.

Nasákavost vzorku je podle normy možné stanovit:

$$N = \frac{m_1 - m_0}{m_0} * 100 \quad (2)$$

kde N je nasáklivost vzorku [%], m_0 je hmotnost klimatizovaného vzorku [g], m_1 je hmotnost mokrého vzorku po okapání [g].

Zkoušku nasákavosti lze provést dvěma způsoby: [21]

1. Klimatizované vzorky se jednotlivě váží s přesností 0,1 % hmotnosti. Vzorky upevněné bez napětí na ojehlená ramena stojánku se vkládají do nádoby s destilovanou vodou o teplotě 20 ± 1 °C tak, aby vrchní okraj

vzorku byl pod hladinou vody 50 mm. Po uplynutí 60 ± 1 min se rámeček se vzorky z vody vyjme a ponechá ve vertikální poloze po dobu 120 ± 3 s, aby okapala přebytečná voda. Po okapání se vzorky opatrně sejmou pinzetou z jehel, jednotlivě vkládají do váženky a zváží s přesností 0,1 % hmotnosti klimatizovaného vzorku. V odůvodněných případech, kdy se předpokládá rychlé nasáknutí vzorku, je předmětovou normou stanovena doba smáčení 60 ± 3 s.

2. Klimatizovaný vzorek se zváží s přesností 0,1 % hmotnosti. Na okraj rovnoběžný s útky se upevní svorka. Vzorek se svorkou se položí horizontálně na dno nádoby s destilovanou vodou o teplotě 20 ± 1 °C a zatíží těžátkem. Výška vodní hladiny musí být 50 mm. Po uplynutí 60 ± 3 s se vzorek uchopením za svorku opatrně z vody vyjme a ponechá ve vertikální poloze po dobu 300 ± 3 s.

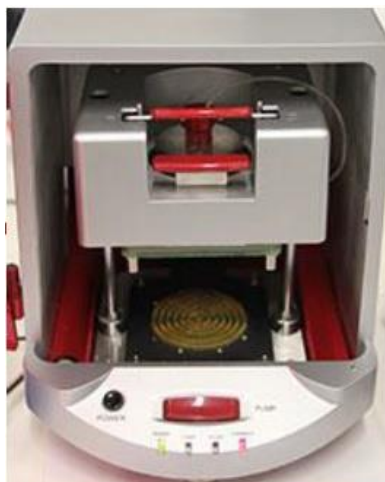
6.4 Metoda MMT

Přístroj Moisture Management Tester (obr. 9) slouží ke zkoušení vlastností managementu vlhkosti u textilií. Vyhodnocuje rozptýlení kapalně vlhkosti v ploše textilie a skrz textilií na základě změny elektrického odporu textilie. Vzorek je umístěn mezi horní a dolní soustředně umístěná čidla vlhkosti. Za pomocí tzv. potní žlázy je na povrch textilie zavedena váha 0,15 g předem definovaného roztoku (syntetický pot). Poté se sleduje jeho šíření materiálem ve třech směrech:

- šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na horní straně textilie
- přenos roztoku textilií z horní strany na spodní
- šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na spodní straně textilie.

Přístroj zaznamenává změnu elektrického odporu mezi každou dvojicí nejbližších kovových kroužků samostatně na horních a dolních senzorech. Zvýšením vlhkosti textilie poklesne elektrický odpor mezi jednotlivými

kroužky. Z naměřených hodnot se vypočítá charakteristická schopnost managementu vlhkosti testovaného textilního vzorku. [22] [36]



Obr. 9- Přístroj MMT. [22]

Přístroj MMT dokáže rozlišit sedm hlavních typů textilií: [36]

1. *Voděodolné textilie* – velmi pomalá absorpce roztoku, velmi pomalé šíření kapaliny textilií, nedochází k jednosměrnému přenosu ani k penetraci.
2. *Vodu odpuzující textilie* – nedochází k navlhčení textilie, nedochází k absorpci, nedochází k šíření roztoku textilií, slabý jednosměrný přenos bez působení vnějších vlivů.
3. *Pomalou absorbující a pomalu schnoucí textilie* - pomalá absorpce, pomalé šíření roztoku textilií, slabý jednosměrný přenos.
4. *Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie* – střední až rychlé namočení textilie, střední až rychlá absorpce, malá oblast šíření kapaliny, pomalé šíření roztoku textilií, slabý jednosměrný přenos.
5. *Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie* – střední až rychlé namočení textilie, střední až rychlá absorpce, velká oblast šíření kapaliny, rychlé šíření roztoku textilií, slabý jednosměrný přenos.
6. *Voděpropustné textilie* – malá oblast šíření kapaliny textilií, výborný jednosměrný přenos roztoku.
7. *Textilie s managementem vlhkosti* – střední až rychlé namočení textilie, střední až rychlá absorpce, velká oblast šíření kapaliny na

spodní straně textilie, rychlé šíření roztoku na spodní straně textilie, dobrý až výborný jednosměrný přenos.

Přístroj z naměřených dat vyhodnotí šest ukazatelů. Jsou jimi: [36]

1. *Doba navlhčení [s]* – Udává časový interval mezi počátkem vlhčení tkaniny a momentem, kdy vodní sloupec celkového objemu vody na horní i spodní straně textilie překročí hodnoty $Tan(15^\circ)$. Zkratka WTT pro horní stranu a WTB pro spodní stranu.
2. *Savost [%/s]* – Průměrná schopnost textilie absorbovat vlhkost z horní i spodní strany za časový úsek provozu čerpadla. Zkratka pro horní stranu je TAR, pro spodní stranu BAR.
3. *Maximální rádius navlhčení [mm]* – Maximální rádie navlhčení jsou definovány jako max. rádius navlhčeného kruhu na horní i spodní straně textilie, přičemž vodní sloupce celkového objemu vody jsou vyšší než hodnota $Tan(15^\circ)$ na horní i spodní straně. Zkratka pro horní stranu je $MWR_{horní}$ a pro druhou stranu $MWR_{spodní}$.
4. *Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]* – Je definována jako kumulativní rychlost šíření roztoku tkaninou od středu po největší rádius navlhčení. Zkratka pro horní stranu je TSS a BSS pro spodní stranu.
5. *Index kumulativního jednosměrného přenosu kapaliny tkaninou [%]* – Je definován jako rozdíl kumulativního obsahu vlhkosti mezi dvěma stranami textilie. Použitá zkratka je R.
6. *Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie [-]* – Ukazatel slouží pro vyjádření celkové schopnosti tkaniny rozvádět absorbovanou vlhkost a zahrnuje v sobě tři parametry: savost spodní stranou textilie (BAR), schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a rychlost schnutí spodní strany textilie (BSS).

Manuál k přístroji MMT obsahuje i tabulku se stupnicí hodnocení těchto uvedených parametrů. Tato tabulka je v Příloze 2. Každý parametr můžeme dle naměřených výsledků ohodnotit stupněm 1 až 5, přičemž 5 představuje nejlepší hodnocení. Pro každý stupeň je zde napsáno také slovní hodnocení.

Nevýhodou měření je skutečnost, že senzory v přístroji jsou kruhové a výsledek je udáván jako hodnota průměru. Je ale známo, že šíření kapalné vlhkosti v textilií probíhá dle struktury materiálu. Tedy nešíří se pouze kruhově, ale často i do elipsy.

7 Hodnocení povrchových vlastností textilií

Mezi povrchové vlastnosti textilií patří jejich tření a drsnost. Tyto parametry mají vliv na vzhled textilie i na to, jak daná textilie působí na uživatele a jeho subjektivní hodnocení omaku. Povrchové vlastnosti textilie jsou ovlivněny spoustou faktorů, jako je například typ použité příze, technologie výroby, typ použité vazby, použití finálních úpravy apod. Povrchové vlastnosti textilií se také mění v průběhu času, kdy jsou textilie opotřebovávány používáním a jejich následnou údržbou.

7.1 Tření

Pokud se snažíme těleso ležící na podložce uvést do pohybu, brání nám v tom vazby mezi tělesem a podložkou. Tento odpor se nazývá třecí silou. Třecí síla F_t má opačný směr, než je směr rychlosti tělesa. Její velikost je přímo úměrná velikosti tlakové síly, kterou působí těleso na podložku, což je dáno vztahem: [41] [42]

$$F_t = f * F_n \quad (3)$$

kde f je součinitel smykové tření a F_n je kolmá tlakové síla mezi tělesy.

Součinitel smykového tření (značí se f nebo μ) je bezrozměrná veličina, která udává poměr třecí síly (F_t) a kolmé tlakové síly mezi tělesy (F_n) při smykovém tření. Jeho hodnota je různá, závisí na konkrétní dvojici těles, mezi kterou smykové tření probíhá. Platí vztah: [41] [42]

$$f = \frac{F_t}{F_n} \quad (4)$$

Tření dělíme na:

- *Klidové (statické) tření*, ke kterému dochází, pokud jsou stýkající se tělesa v relativním klidu a vnější síly se je snaží uvést do pohybu.
- *Smykové (kluzné, vlečné) tření*, které se projevuje při relativním pohybu stýkajících se těles.

Bylo prokázáno, že tření polymerů je závislé na rychlosti těles, které jsou v kontaktu. Např. polypropylenová vlákna mají hodnotu tření rovnou 0,4 při rychlostech blízkých nule. Maximální hodnoty tření 0,7 dosahuje při rychlosti cca 100 cm/s. Závislost tření na rychlosti je odlišná pro různé polymery. Při detailnějším rozboru experimentálních údajů pro různá vlákna bylo zjištěno, že: [16]

- tření je závislé na ploše kontaktu těles
- závislost tření na velikosti normálové síly je mocninná.

Nejjednodušší model popisující tření vláken má tvar

$$F = a * N^n \quad (5)$$

kde a , resp. n jsou konstanty závislé na typu vlákna a směru tření. Platí, že $0,75 < n < 0,95$ a pro neznámé materiály vyhovuje volba $n=0,9$.

Tření je také závislé na povrchové energii vláken. Vlákna s velmi nízkou povrchovou energií mají i tření minimální. Např. polytetrafluoretylen má $\mu=0,04$. V následující tabulce (tab. 4) jsou uvedeny koeficienty tření vlákno/vlákno. [16]

Tab. 4 - Koeficient tření vlákno/vlákno. [16]

typ	statické tření	kinetické tření
viskóza	0,35	0,26
nylon	0,47	0,40
vlna (směr šupinek)	0,13	0,11
vlna (proti šupinkám)	0,61	0,38
polyester	0,58	
bavlna	0,22	
přírodní hedvábí	0,52	
ocel	0,21	

Tření je důležité pro zajištění soudržnosti vláken v přízích. Pokud je ale tření vysoké, může to způsobovat porušení povrchu nebo snížení splývavosti textilie. Tření v textiliích je závislé na povrchu dané textilie, zda se jedná o tkaninu nebo pleteninu, závisí také na použité vazbě, dostavě, použití zušlechťovacích prostředků apod. U textilních materiálů se požadovaná

hodnota tření odvíjí od jejich použití v konečném výrobku, např. u podšívkových textilií se očekává nízké tření, aby se oděv snadněji oblékal.

7.2 *Drsnost*

Drsnost je mikrogeometrie povrchu definovaná jako souhrn nerovností (geometrických odchylek) povrchu s relativně malými horizontálními vzdálenostmi. Drsnost plošných textilií se je v textilním odvětví spojená s hodnocením omaku. Objektivní měření nám umožňují různá měřicí zařízení. Hlavní součástí měřicího zařízení je snímač, který kopíruje profil povrchu materiálu, který je charakterizovaný proměnlivostí tloušťky (výšky) ve smyslu variability souřadnice ve vybraném směru. Existují dvě metody hodnocení drsnosti povrchu: [40]

1. *Systém 2D* – Snímač měřicího zařízení opisuje dráhu nerovností povrchu a výstupem je křivka profilu povrchu. Na tomto principu jsou založeny všechny normy hodnocení drsnosti povrchu.
2. *Systém 3D* – Zde je pozornost věnována bezdotykovým a optickým snímacím metodám hodnocení geometrie povrchu.

Mezi kontaktní metody hodnocení povrchového reliéfu textilií patří přístroje: [40]

- *KES (Kawabata Evaluation System)* – přístroj je popsán níže.
- *Tloušťkoměr SDL M 034/1* – Princip snímání profilu povrchu textilií je založený na registraci tloušťky textilie ve stanovených délkových intervalech. K zařízení je připojen software pro grafické a číselné zaznamenávání tloušťky textilie.
- *Přídavné zařízení k dynamometru pro měření drsnosti (TIRATEST)* – Principem je snímání odporu síly potřebné k pohybu břitu po povrchu textilie. Tím se získá profil kolísání síly, který by měl být úměrný s výsledky z přímého měření profilu výšky.

Bezkontaktní metody měření drsnosti povrchu patří do skupiny optických měřících metod. Protože měří bez dotyku, nemohou textilii nijak poškodit ani

deformovat. Výsledkem měření jsou zvětšené obrazy profilů šikmých řezů nerovností povrchů.

7.3 Kawabata Evaluation System

Kawabata Evaluation System se používá k měření mechanických vlastností (tahové, ohybové, smykové, kompresní), povrchových (tření a drsnost) a konstrukčních charakteristik (tloušťka, plošná hmotnost) plošných textilií. Na základě naměřených šestnácti charakteristik je pak možné stanovit THV (Total Hand Value) pro hodnocení omaku. KES byl vyvinut na Kyoto univerzitě v Japonsku pod vedením profesora Kawabaty. [22] [23]

KES-FB se skládá ze čtyř přístrojů:

- KES-FB1: tahové a smykové vlastnosti
- KES-FB2: ohybové vlastnosti
- KES-FB3: kompresní vlastnosti
- KES-FB4: povrchové vlastnosti

KES-FB4:

System KES-FB4 (obr. 10) měří povrchové vlastnosti plošné textilie. Vzorek textilie o velikosti 20x20 cm je upnutý mezi dvě čelisti dlouhé 20 cm a vzdálené od sebe 15 cm. Působí na něj napětí o velikosti 20 gf/cm. Jsou zde dva snímače (obr. 11), které se pohybují rychlostí 0,1 cm/sec po dráze 30 mm v obou na sebe kolmých směrech. [37]



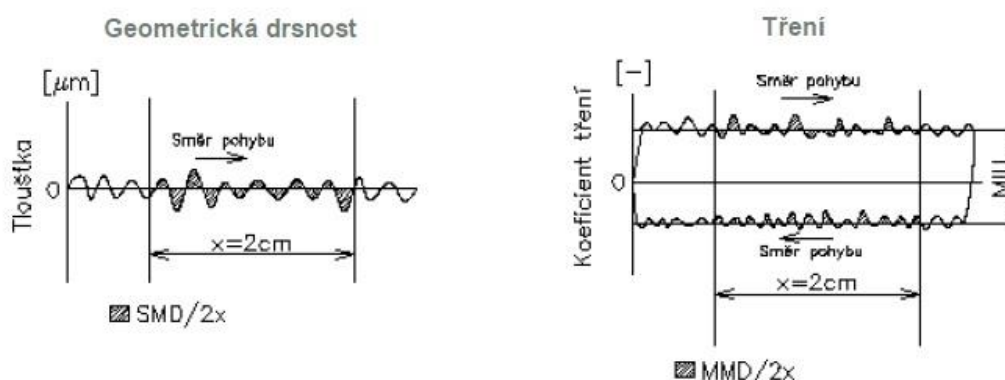
Obr. 10 - Přístroj KES-FB4. [23]

Snímač povrchové drsnosti (ocelový drát o průměru 0,5 mm a délce 5 mm) působí na textilii silou 10 gf. Druhý snímač měří hodnoty koeficientu povrchového tření. Má čtvercový tvar a je tvořen deseti ocelovými dráty, které simulují dotyk prstu. Na vzorek působí silou 50 gf a kontaktní plocha je 5x5 mm². Vyhodnocení měření je na dráze 20 mm. Prvních a posledních 5 mm se z měření vynechává. [37]



Obr. 11- Snímače přístroje KES-FB4. [38]

V první fázi měření dochází k axiálnímu namáhání textilie do předdefinovaného napětí. Ve druhé fázi jsou čidla koeficientu tření a geometrické drsnosti přitlačena k materiálu. Třetí fáze je již vlastní měření, kdy jsou čidla uvedena do pohybu a dochází k záznamu měřených charakteristik (obr. 12). Měření je opakováno třikrát, vždy na jiném místě vzorku. [22]



Obr. 12- Výsledné měření na KES-FB4. [22]

Naměřené výsledné parametry jsou: [39]

- MIU – střední hodnota koeficientu tření [-]

$$MIU = \frac{1}{X} \int_0^x \mu dx \quad (6)$$

- MMD – střední odchylka koeficientu tření [-]

$$MMD = \frac{1}{X} \int_0^x |\mu - \bar{\mu}| dx \quad (7)$$

- SMD – střední odchylka geometrické drsnosti [μm]

$$SMD = \frac{1}{X} \int_0^x |T - \bar{T}| dx \quad (8)$$

kde:

μ je koeficient tření v místě x , x je posun planžety po povrchu vzorku, X představuje velikost posunu (2 cm) a T je tloušťka vzorku v místě x .

Výhody měření povrchových charakteristik na přístroji KES-FB4: [40]

- přímé grafické a číselné statistické zpracování výsledků
- konstrukce systému je vhodná pro běžné oděvní materiály
- jednoduchost a časová nenáročnost měření

A mezi nevýhody měření na tomto přístroji patří:

- snímající čidlo povrchu textilie je příliš citlivé na nerovnosti povrchu
- měření je omezeno tloušťkou materiálů (nevhodné pro velmi drsné a hrubé materiály)

8 Termografie

Termografie se zabývá analýzou rozložení teplotního pole na povrchu tělesa bezkontaktním způsobem. K tomu využívá měření infračervené části elektromagnetického spektra. Jeho pomocí je možné zobrazit povrchovou teplotu měřeného objektu.

Začátky termografie spadají až do roku 1800, kdy německý astronom William Herschel provedl experiment se slunečním světlem. Pomocí krystalu rozložil sluneční paprsky a teploměrem měřil teplotu jednotlivých barev. Zjistil, že teplota se výrazně zvýšila, když přešel z červeného světla do oblasti pod ní, kterou nazval „temné záření“ – dnes známé jako infračervené záření. [24]

Všechny tělesa vyzařují elektromagnetické záření. Zdrojem tohoto záření je termický pohyb částic, z nichž je těleso složeno. Tento druh záření nazýváme tepelné záření. S rostoucí teplotou tělesa roste i intenzita záření. Změřením tohoto záření můžeme stanovit povrchovou teplotu daného tělesa. Na tomto principu funguje bezdotykové měření teploty termokamerou. [25]

K měření se využívá infračervené pásmo záření, které se dělí do skupin na:

- blízké (0,75 – 3 μ m)
- střední (3 – 6 μ m)
- vzdálené (6 – 15 μ m)
- velmi vzdálené (15 – 100 μ m)

Černé těleso pohlcuje veškerou energii na něj dopadající a zároveň záření maximálně vyzařuje. Jeho emisivita je rovna 1.

Všechny reálná tělesa jsou nečerné, nebo také někdy označované jako šedé tělesa. Jejich záření je složeno z pohltivosti α , odrazivosti ρ a propustnosti τ , jejichž součet je roven 1.

Emisivita je bezrozměrná veličina, která nabývá hodnot od 0 do 1. Je to vlastnost povrchu tělesa, která je závislá na jeho teplotě a vlnové délce

vydávaného záření. Vyjadřuje se jako poměr intenzity vyzařování tepelného zářiče a intenzity vyzařování černého tělesa

$$\varepsilon = \frac{M}{M_{\text{č}}} \quad (9)$$

kde ε je emisivita, M je intenzita vyzařování tepelného zářiče a $M_{\text{č}}$ je intenzita vyzařování černého tělesa.

Příloha 3 obsahuje fyzikální zákony (Stefanův-Boltzmannův, Wienův posunovací zákon a Planckův vyzařovací zákon), které se vztahují k vyzařování tepelného záření.

8.1 Termální zobrazovač - termokamera

Termální zobrazovač zaznamenává infračervené záření bez přímého kontaktu s měřeným objektem. Infračervené záření je soustředováno optikou termálního zobrazovače na detektor, který reaguje změnou napětí nebo odporu, který zaznamenává elektronika v termálním zobrazovači. Tím dochází ke změření intenzity tohoto záření. Pomocí digitalizace je tato informace převedena na výsledný snímek, kterému se říká termogram. Ten je složený z pixelů, přičemž každý pixel v sobě nese informaci o teplotě objektu v daném bodě. Termogram nám poskytuje informaci o povrchovém rozložení teploty měřeného objektu. [24] [29]

Termografické systémy, které má k dispozici KOD a jejich parametry, jsou uvedeny v Příloze 4.

Konstrukce termokamery:

Optika – V termokamerách se používá spojka z germánia bez možnosti optického zoomu. Povrch čočky je opatřen antireflexní vrstvou, která zabraňuje odrazu IR záření na povrchu čočky. Na povrch čočky dopadá vyzařované elektromagnetické záření všech délek, ale optika propustí jen záření požadované délky.

Detektor – Detektor má za úkol dopadající IR záření převést na elektrický signál, který elektronika převede na výsledný termogram. Tepelné

detektory fungují na principu změny elektrických vlastností v závislosti na intenzitě dopadajícího IR záření (např. mikrobolometr). Fotonový detektor pracuje na principu počítání fotonů (kvant elektronového záření). Tyto detektory jsou výrazně citlivější než tepelné, ale vyžadují chlazení.

Elektronika pro zpracování a prezentaci obrazu – Detektor převede záření na elektrický signál, který je následně zpracován elektronikou, která má za úkol poskytnout výsledný obraz měření v co nejlepší kvalitě. Obraz je pak zobrazen na displeji.

Další součásti termokamery jsou pak ovládání, pomocí kterého mohou být nastavena různá elektronická nastavení na displeji. Dále zařízení pro ukládání dat, což bývají obvykle paměťové karty. Nedílnou součástí je také software pro zpracování dat. Jeho pomocí mohou být snímky přesunuty do počítače, kde lze s nimi dále pracovat. [24] [28]

Chyby měření

Při měření termokamerou může dojít k chybám měření. Aby byly tyto chyby co nejvíce eliminovány, je nutné:

- respektovat vlastní chybu termokamery, která je udávána výrobcem,
- správně stanovit emisivitu, odraženou zdánlivou teplotu a vlastní vyzařování a útlum atmosféry
- dodržet správný postup měření, který zahrnuje i zjištění dostatečných informací o měřeném objektu.

8.2 Termokamery v oděvním odvětví

V textilním a oděvním odvětví jsou termokamery využívány proto, že umožňují poskytnout jiný pohled na zkoumaný jev. Díky nim můžeme například vidět sorpční procesy, které by pro nás pouhým okem byly viditelné obtížně. Můžou také poskytnout přehled o pohybu vlhkosti během sušení a více objasnit mechanismus sušení textilních materiálů. Pochopení přenosu

tepla a vlhkosti v textilních výrobcích je důležité pro jejich vývoj a určení jejich konečného využití.

Termografie nám umožňuje vysoké prostorové a časové rozlišení. Díky tomu může poskytnout výsledky měření tepelných vlastností a parametry přenosu tepla během sušení. Není tedy měření pouze jeden parametr, ale také jeho rozložení v čase a prostoru. Dobré je i to, že termografické metody jsou neinvazivní. [33]

Příklady využití termokamer v oděvním odvětví:

- sledování rozložení teplotního pole žehličky
- sledování zahřívání strojní šicí jehly
- zobrazení šíření kapaliny textilním materiálem (smáčivost, vzlínavost)
- alternativní metoda hodnocení fyziologického komfortu
- sledování destrukce textilních materiálů
- nedestruktivní testování kompozitů
- vývoj produktů

Na katedře oděvnictví pro své DP využilo termovizní techniku již několik studentů. Např. studentka Pouchová se ve své práci zabývala měřením transportu kapalné vlhkosti u funkčních materiálů. Pomocí termokamer Flir sledovala vzorek z lící i rubní strany a po té vypočítala plochu kapky, její kruhovitost, protažení a orientaci. Ve druhém experimentu měřila vzorky pomocí přístroje MMT. V závěru data z obou získaných metod porovnala. Došla k závěru, že metoda termovize je pro určení hodnot plochy kapky a jiných veličin přesnější než přístroj MMT. [45]

9 Experimentální část

Experimentální část v sobě zahrnuje tři pokusy. V prvním experimentu jsou hodnoceny povrchové vlastnosti zdravotnických podložek. K tomu byl použit přístroj KES-FB4. Tření bylo měřeno jak za sucha, tak i za vlhka. V druhém experimentu je pomocí termovizní termografie sledován transport vlhkosti v příčném řezu sendvičové struktury zdravotnických podložek. Přístroj MMT umožnil provedení třetího pokusu, kdy byly měřeny vlastnosti managementu vlhkosti u vzorků pro první i druhou vrstvu pratelné podložky. Měření bylo provedeno také na sendvičové struktuře. To ukázalo, jak použitý typ savé vrstvy ovlivňuje sorpční vlastnosti první vrstvy.

9.1 Vzorky

Práce je zaměřena na hodnocení první (vrchní) vrstvy zdravotnických podložek. Jako zástupci pratelných zdravotnických podložek byly vybrány vzorky Clinitex a Meradiso. Pro srovnání povrchových vlastností byly vybrány také dva druhy jednorázových podložek Seni a Molinea. Dále mezi vzorky byly zařazeny prostěradla různých materiálových složení, konkrétně bavlněné, polyesterové a polypropylenové. Mezi vzorky byl také zařazen funkční úplet, od kterého se očekává rychlý odvod vlhkosti. Tyto vzorky byly vybrány, aby se zhodnotila jejich případná vhodnost, nebo naopak nevhodnost, pro použití při výrobě zdravotnické podložky.

Pratelné a jednorázové podložky byly vícevrstvé. Prvotní záměr měřit povrchové vlastnosti na celém sendviči se ukázalo jako špatně proveditelné. Přístroj KES-FB4 měl problémy s měřením sendvičové struktury. Navíc jednorázové podložky měly po zvlhčení velmi hrudkovitý povrch. To bylo způsobeno nerovnoměrným rozmístěním absorbentu, který různě nasál vlhkost. Tento nerovný povrch by pravděpodobně negativně ovlivnil výsledky měření. Z těchto důvodů a také po úvaze, že v práci chceme hodnotit vlastnosti první vrstvy podložek, bylo rozhodnuto, že vrchní vrstvy podložek budou odděleny od zbytku sendviče.

Pratelné podložky měly vrchní vrstvu s dalšími vrstvami spojenou plošným prošitím. Vrchní vrstva se tedy odpárala. U jednorázových podložek byla vrchní vrstva spojena se zbytkem sendviče pomocí pojiva. Ale i přesto se podařilo vrchní vrstvu od dalších vrstev oddělit. Vrchní vrstvy jednorázových podložek z netkané textilie byly velmi jemné. Aby se s nimi lépe pracovalo při měření na přístroji i při zvlhčení, byly podlepeny jednostranně lepicím vliselinem Freudenberg 8108/10.

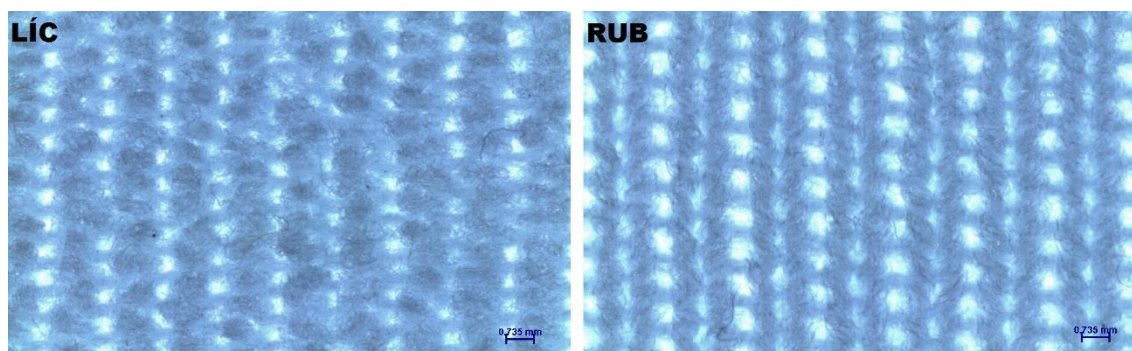
9.1.1 První vrstvy

Bližší parametry vzorků jsou uvedeny níže v tabulkách (tab. 5-12). K práci je volně vložená Příloha 5, která obsahuje ústřižky vzorků o velikosti 8 x 8 cm. Na snímcích z obrazové analýzy je špatně viditelné měřítko, které na všech obrázcích má velikost 0,735 mm.

Tab. 5 - Vzorek Clinitex.

Název vzorku:	CLINITEX
Výrobek:	První vrstva z pratelné podložky Clinitex Clipsol 4 (vícevrstvá laminovaná textilie spojená plošným prošitím a laminací). Výrobce: Clinitex s. r. o.
Materiálové složení:	100% PES (mikrovlákno)
Plošná hmotnost:	140 g/m ²
Popis:	Jednolícní zátažná plyšová pletenina
Použití vzorku:	První vrstva sendvičové textilie (podložky)

Obr. 13 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.

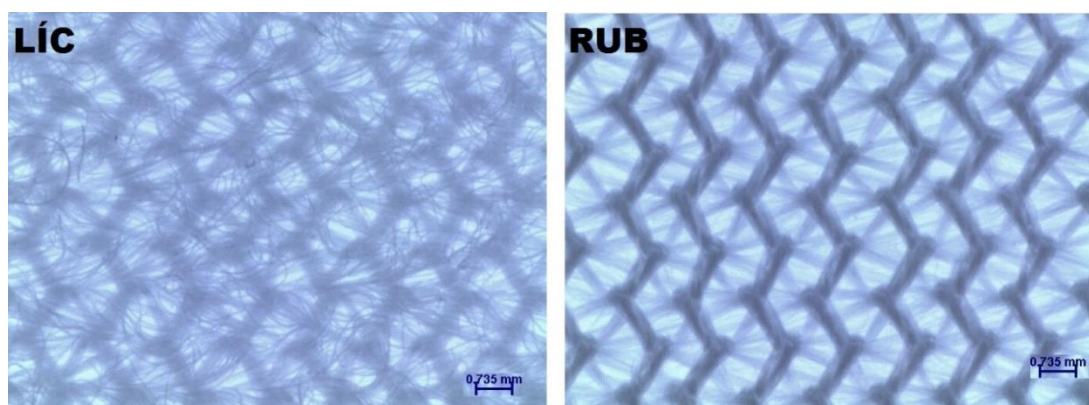


Obr. 13 - Obrazová analýza: Clinitex.

Tab. 6 - Vzorek Meradiso.

Název vzorku:	MERADISO
Výrobek:	První vrstva z pratelné podložky Meradiso (vícevrstvá laminovaná textilie spojená plošným prošitím a laminací). Výrobce: Horizonte Textil
Materiálové složení:	100% PES
Plošná hmotnost:	95 g/m ²
Popis:	Jednolícní osnovní plyšová pletenina
Použití vzorku:	První vrstva sendvičové textilie (podložky)

Obr. 14 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.

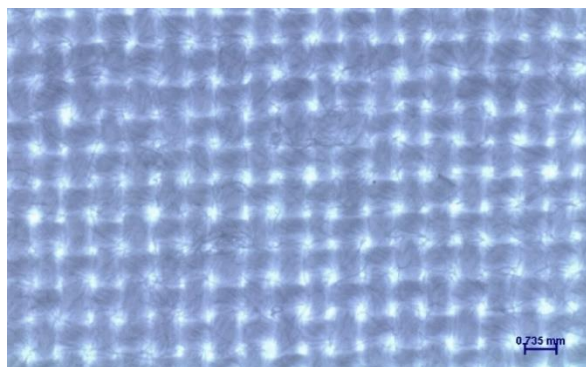


Obr. 14 - Obrazová analýza: Meradiso.

Tab. 7 – Vzorek bavlna.

Název vzorku:	BAVLNĚNÉ PROSTĚRADLO
Výrobek:	Bavlněné prostěradlo. Výrobce: Dadka Vracov
Materiálové složení:	100% CO
Plošná hmotnost:	175 g/m ²
Popis:	Tkanina, plátňová vazba
Použití vzorku:	První vrstva sendvičové textilie (podložky)

Obr. 15 ukazuje snímek lící strany vzorku pořízený na obrazové analýze.

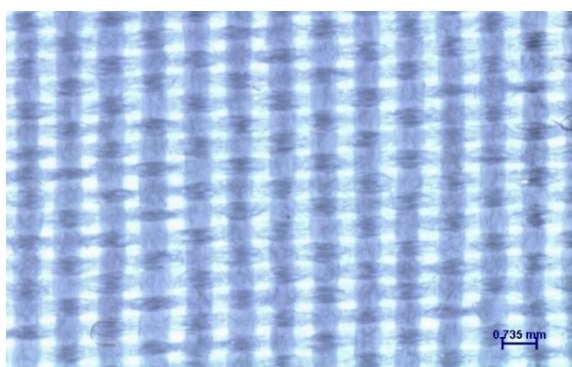


Obr. 15 - Obrazová analýza: bavlna.

Tab. 8 - Vzorek polyester.

Název vzorku:	<i>POLYESTEROVÉ PROSTĚRADLO</i>
Výrobek:	<i>Polyesterové prostěradlo. Výrobce: Jysk</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>65 g/m²</i>
Popis:	<i>Tkanina, plátnová vazba</i>
Použití vzorku:	<i>První vrstva sendvičové textilie (podložky)</i>

Obr. 16 ukazuje snímek lící strany vzorku pořízený na obrazové analýze.

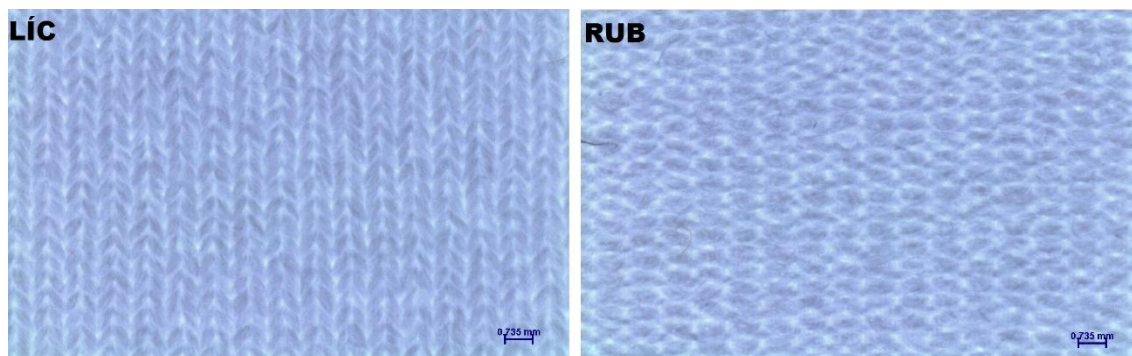


Obr. 16 - Obrazová analýza: polyester.

Tab. 9 - Vzorek polypropylen.

Název vzorku:	<i>POLYPROPYLENOVÉ PROSTĚRADLO</i>
Výrobek:	<i>Polypropylenové protiroztočové prostěradlo. Výrobce: VÚ Bavlňářský</i>
Materiálové složení:	<i>90% PP s protiroztočovou modifikací 10% EA</i>
Plošná hmotnost:	<i>198 g/m²</i>
Popis:	<i>Jednolícni pletenina</i>
Použití vzorku:	<i>První vrstva sendvičové textilie (podložky)</i>

Obr. 17 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.

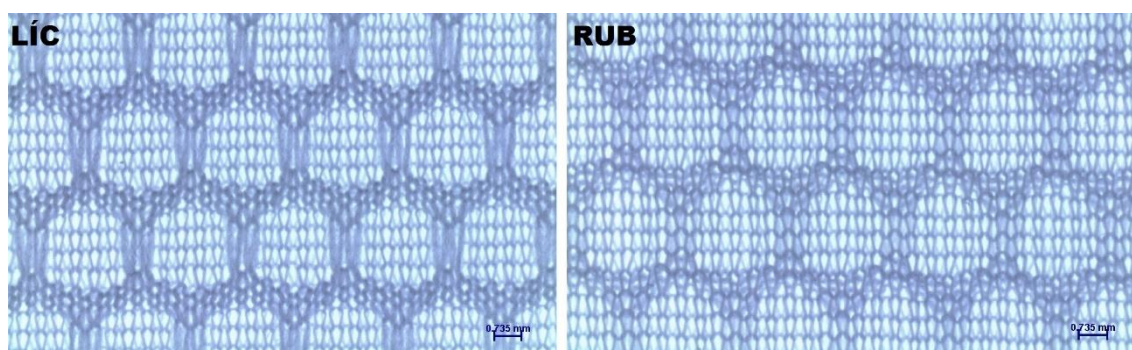


Obr. 17 - Obrazová analýza: polypropylen.

Tab. 10 - Vzorek funkční úplet.

Název vzorku:	<i>FUNKČNÍ ÚPLET</i>
Výrobek:	<i>Funkční úplet Linda. Koupeno na: sijemedoma.cz</i>
Materiálové složení:	<i>100 % PES quick dry</i>
Plošná hmotnost:	<i>110 g/m²</i>
Popis:	<i>Obouliční zátažná pletenina, vzorování pomocí vytažených oček.</i>
Použití vzorku:	<i>První vrstva sendvičové textilie (podložky)</i>

Obr. 18 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.



Obr. 18 - Obrazová analýza: funkční úplet.

Tab. 11 - Vzorek Seni.

Název vzorku:	<i>SENI SOFT SUPER</i>
Výrobek:	<i>První vrstva z jednorázové podložky Seni Soft super. Výrobce: TZMO SA</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>15 g/m²</i>
Popis:	<i>Netkaná textilie</i>
Použití vzorku:	<i>První vrstva sendvičové textilie (podložky)</i>

Tab. 12 - Vzorek Molinea.

Název vzorku:	<i>MOLINEA PLUS</i>
Výrobek:	<i>První vrstva z jednorázové podložky MoliNea Plus. Výrobce: Hartmann Rico a. s.</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>10 g/m²</i>
Popis:	<i>Netkaná textilie</i>
Použití vzorku:	<i>První vrstva sendvičové textilie (podložky)</i>

Protože některé názvy vzorků jsou dlouhé a budou v práci zmiňovány několikrát, budu dále používat jejich zkrácené názvy, které uvádím v tab. 13.

Tab. 13 – Zkrácené názvy pro první vrstvy.

<i>Původní název:</i>	<i>Zkrácený název:</i>
Clinitex	Clinitex
Meradiso	Meradiso
Bavlněné prostěradlo	CO
Polyesterové prostěradlo	PES
Polypropylenové prostěradlo	PP
Funkční úplet	Funkční
Seni Soft Super	Seni
Molinea Plus	Molinea

9.1.2 Druhé vrstvy

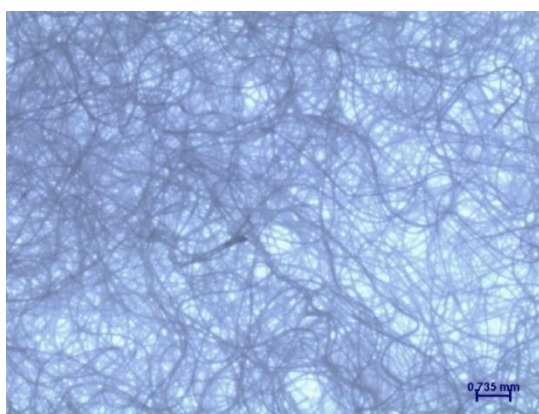
V diplomové práci jsou hodnoceny zdravotnické podložky a primární zájem je o vlastnosti první vrstvy. Vzhledem k tomu, že první vrstva je kvůli své sendvičové struktuře v těsném kontaktu s druhou savou vrstvou, jsou do této práce zahrnuty také čtyři typy savých vrstev. Ve dvou experimentech se bude zkoumat, jak moc tyto druhé vrstvy ovlivňují sorpční vlastnosti prvních vrstev.

Mezi vzorky druhých vrstev zdravotnických podložek bylo zařazeno rouno, které se běžně při jejich výrobě používá. Dále byla vybrána 3D pletenina, která svou strukturou může usnadnit transport kapaliny z první vrstvy dále do podložky. Bambusovo-konopný flís byl vybrán, protože bambus i konopí jsou známé svými dobrými absorpčními vlastnostmi, stejně tak jako další vzorek z mikrovláknového froté. Bližší parametry vzorků pro savé vrstvy jsou uvedeny dále v tabulkách (tab. 14-17). Vzorky jsou ve volně vložené Příloze 5.

Tab. 14 – Vzorek rouno.

Název vzorku:	<i>ROUNO</i>
Výrobek:	<i>Rouno použité z podložky Clinitex Clipsol 4</i> <i>Výrobce: Clinitex s. r. o.</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>80 g/m²</i>
Popis:	<i>Netkaná textilie</i>
Použití vzorku:	<i>Druhá (savá) vrstva sendvičové textilie</i>

Obr. 19 ukazuje snímek vzorku pořízený na obrazové analýze.

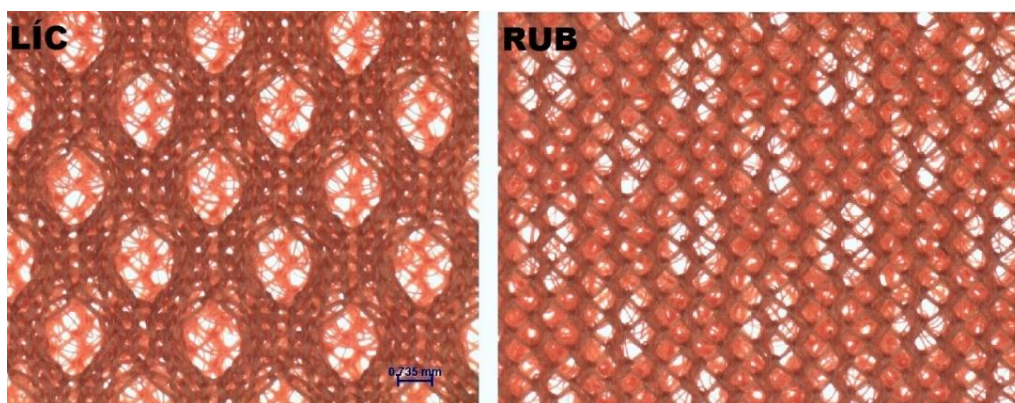


Obr. 19 - Obrazová analýza: rouno.

Tab. 15 - Vzorek 3D pletenina.

Název vzorku:	<i>3D PLETENINA</i>
Výrobek:	<i>3D distanční pletenina</i> <i>Výrobce: Tylex Letovice</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>250 g/m²</i>
Popis:	<i>Osnovní pletenina, distance 3 mm</i>
Použití vzorku:	<i>Druhá (savá) vrstva sendvičové textilie</i>

Obr. 20 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.

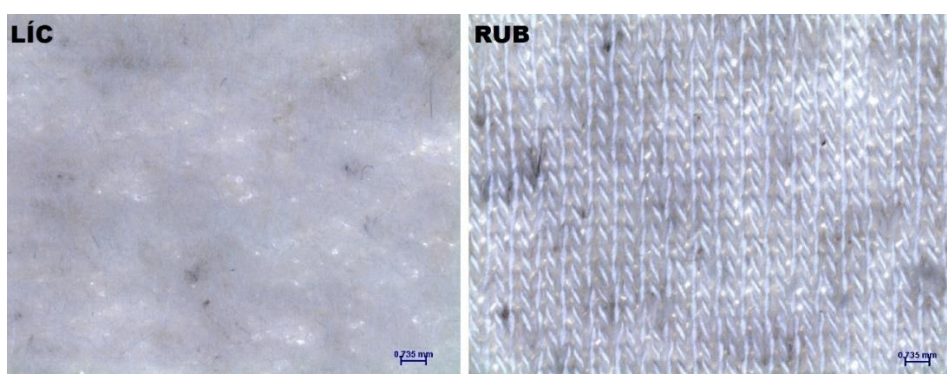


Obr. 20 - Vzorek 3D pletenina.

Tab. 16 - Vzorek flís.

Název vzorku:	BAMBUOVO-KONOPNÝ FLÍS
Výrobek:	<i>Bambusovo-konopný flís Koupeno na: sijemdetem.cz</i>
Materiálové složení:	<i>50% bambusová VIS 30% CO 20% CA</i>
Plošná hmotnost:	<i>400 g/m²</i>
Popis:	<i>Zátažná pletenina výplňková počesaná</i>
Použití vzorku:	<i>Druhá (savá) vrstva sendvičové textilie</i>

Obr. 21 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.

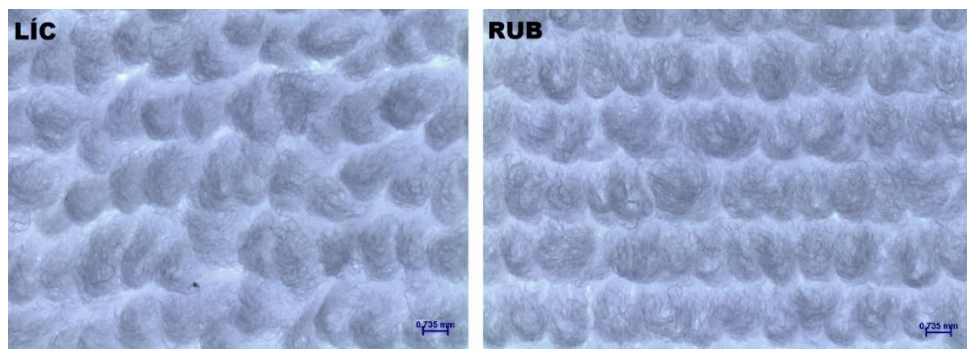


Obr. 21 - Obrazová analýza: bamb.-konp. flís.

Tab. 17 - Vzorek mikrovlákno.

Název vzorku:	FROTÉ MIKROVLÁKNO
Výrobek:	<i>Froté mikrovlákno Koupeno na: sijemdetem.cz</i>
Materiálové složení:	<i>100% PES</i>
Plošná hmotnost:	<i>330 g/m²</i>
Popis:	<i>Osnovní pletenina, smyčkový povrch z líce i rubu</i>
Použití vzorku:	<i>Druhá (savá) vrstva sendvičové textilie</i>

Obr. 22 ukazuje snímek líce i rubu vzorku pořízený na obrazové analýze.



Obr. 22 - Obrazová analýza: mikrovlákno.

Protože některé názvy vzorků jsou dlouhé a budou v práci zmiňovány několikrát, budu dále používat jejich zkrácené názvy, které uvádím v tab. 18.

Tab. 18 - Zkrácené názvy pro druhé vrstvy.

<i>Původní název:</i>	<i>Zkrácený název:</i>
Rouno	Rouno
3D pletenina	3D
Bambusovo-konopný flís	Flís
Froté mikrovlákno	Mikro

9.2 Měření povrchových vlastností

Z rešeršní části vyplynulo, že mezi hlavní příčiny vzniku dekubitů patří vliv vlhkosti a tření. Za účelem zjištění povrchových vlastností byly vzorky podrobeny měření na přístroji KES-FB4 za sucha a netradičně i po zvlhčení. Přístrojem KES-FB4 disponuje katedra oděvnictví Technické univerzity v Liberci a měření provedla Ing. Marie Koldinská. Přístroj byl blíže popsán v kapitole 7.3.

Na přístroji KES-FB4 se standardně měří vzorky pouze v suchém stavu. Bylo tedy na zvážení, jak vzorky zvlhčit, aby měření mohlo být provedeno. Důležité také bylo vzorky zvlhčit rovnoměrně. Zvlhčení pomocí rozprašovače bylo po provedení zkoušky vyhodnoceno jako nevhodné. Nebylo možno zajistit rovnoměrné rozložení vlhkosti. Jako nejvhodnější řešení se nakonec ukázalo vyprání vzorků v pračce nacházející se na KOD. Tím bylo zajištěno zvlhčení vzorků za stejných podmínek.

Byl zvolen prací program Express 20 – délka praní 20 minut, teplota vody 30°C, ždímání 1200 otáček/min. Aby vzorky byly pro následné měření na přístroji KES-FB4 jen mírně zvlhčeny, byly následně ještě odstředěny na 1600 otáček/min po dobu 12 minut. Pro udržení vlhkosti po praní a ždímání byly vzorky uloženy v explikátoru a odtud byly po jednom odebrány na zvážení a následné měření na přístroji KES-FB4 (obr. 23).



Obr. 23 - Vzorek v explikátoru a měření na přístroji KES-FB4.

Vzorek funkčního úpletu byl k ostatním vzorkům přidán až v průběhu dalších experimentů. Proto jeho měření bylo provedeno s časovým odstupem.

Už před chystaným měřením přístroj KES-FB4 vykazoval technické problémy, které se nepodařilo odstranit ani specializovanému technikovi. Při prvním měření vzorku funkčního úpletu přístroj naměřil hodnoty koeficientu tření a geometrické drsnosti pouze ve směru osnovy. Při pohybu zpět se čelisti upínající vzorek zasekly a už se je nepodařilo zprovoznit. V době odevzdání této DP přístroj stále nefunguje. Z uvedených technických důvodů proto ve své práci nemám doměřené hodnoty pro tento vzorek. Hodnotu tření za vlhka jsem se pokusila alespoň odhadnout (viz. v další kapitole).

9.2.1 Výsledky měření povrchových vlastností

Všechny naměřené hodnoty a jejich grafy z přístroje KES-FB4 jsou vzhledem k velikosti souboru v elektronické podobě k nahlédnutí v příloženém CD k této diplomové práci. Přístroj na jednom vzorku provedl tři měření. Z těchto tří měření jsou v Příloze 6 uvedeny jejich průměrné hodnoty pro osnovu a útek. Byly měřeny dva vzorky od každého typu materiálu.

Přístroj poskytl hodnoty pro střední hodnotu koeficientu tření (MIU), střední odchylku koeficientu tření (MMD) a střední odchylku geometrické drsnosti (SMD).

Pro porovnání výsledků měření za sucha a za vlhka byla data uspořádána do tab. 19. Je zde uvedena střední hodnota koeficientu tření za sucha, za vlhka a jejich základní statistická analýza. Vypočítán je zde také rozdíl průměrů v procentech.

Protože hodnoty u vzorku funkčního úpletu nebylo z technických důvodů možné doměřit, provedla jsem odhad hodnoty tření za vlhka. Přístroj poskytl hodnotu tření za sucha. Při odhadu hodnoty tření za vlhka pro funkční úplet jsem vycházela z naměřených hodnot ostatních vzorků. Protože funkční úplet je 100% PES, porovnávala jsem hodnoty vzorků stejného materiálového složení, tedy vzorků Clinitex, Meradiso a polyesterového prostěradla. Jejich procentuální rozdíl hodnot tření za sucha a za vlhka je možné vidět v tab. 19. Průměrně došlo u polyesterových vzorků k nárůstu tření za vlhka o 2,2 %. Vzorky Clinitex a Meradiso mají smyčkový povrch a nárůst jejich tření za vlhka nebyl moc výrazný. Polyesterové prostěradlo v plátňové vazbě mělo

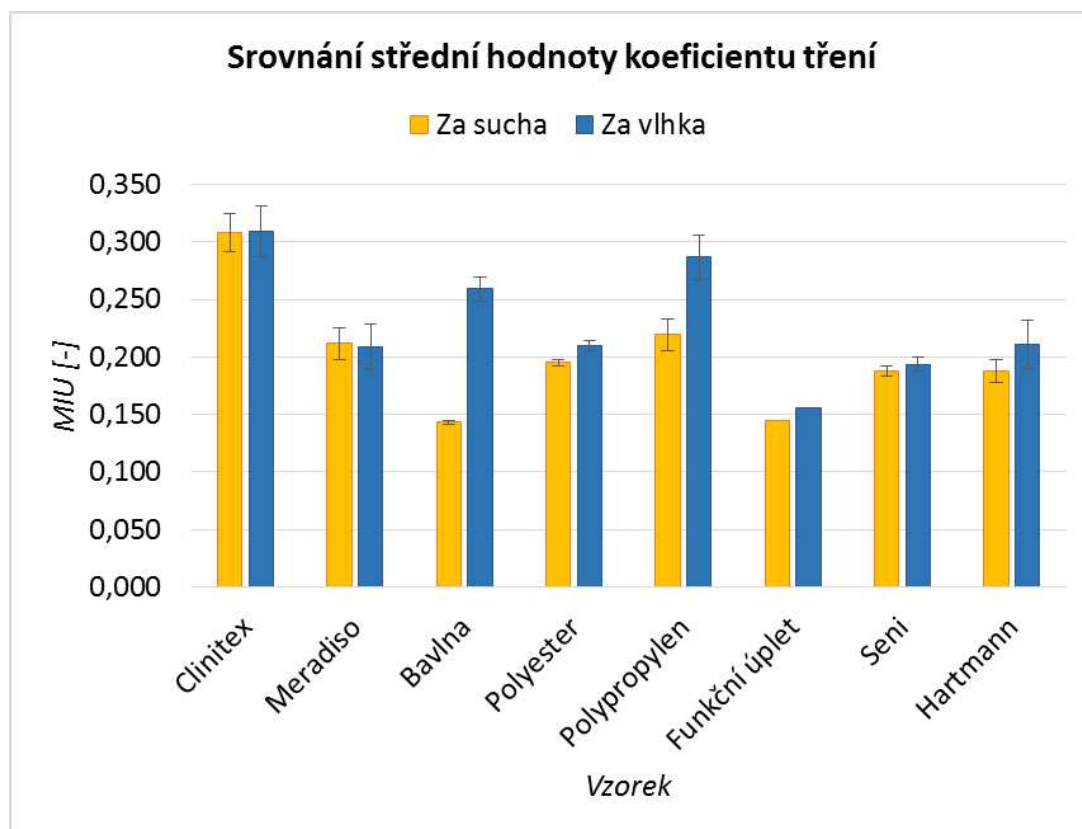
nárůst vyšší. Protože je vzorek funkčního úpletu svým hladkým povrchem více podobný vzorku PES prostěradla, rozhodla jsem se použít hodnoty nárůstu tření za vlhka právě z tohoto vzorku a nikoliv jen hodnotu průměrného nárůstu. Tedy u funkčního úpletu jsem navýšila hodnotu tření za vlhka o 7,70 % oproti hodnotě naměřené za sucha. Domnívám se, že skutečná hodnota tření za vlhka by mohla být u tohoto vzorku i nižší, ale bohužel nemohu provést objektivní měření. Pro tuto práci tedy použiji tento subjektivní odhad.

Tab. 19 - Srovnání hodnot MIU.

Vzorek	MIU [-] za sucha				MIU [-] za vlhka				Rozdíl [%]
	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Inter. spol.	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Inter. spol.	
Clinitex	0,308	0,016	5,222	0,026	0,309	0,022	7,036	0,035	0,32
Meradiso	0,212	0,014	6,445	0,022	0,209	0,020	9,560	0,032	-1,42
Bavlna	0,143	0,002	1,399	0,003	0,259	0,010	4,000	0,016	81,12
Polyester	0,195	0,003	1,510	0,005	0,210	0,004	1,983	0,007	7,70
Polypropylen	0,219	0,014	6,444	0,022	0,287	0,020	6,866	0,031	30,67
Funkční úplet	0,145	0,000	0,000	0,000	0,156	0,000	0,000	0,000	7,70
Seni	0,188	0,005	2,463	0,007	0,194	0,006	3,057	0,009	3,20
Hartmann	0,188	0,010	5,307	0,016	0,211	0,021	9,979	0,034	12,53

Průměrné hodnoty z tabulky byly použity pro sloupcový graf (obr. 24), kde přehledně vidíme naměřené hodnoty vzorků. Nejvyšší tření bylo naměřeno u vzorku Clinitex, což bylo zřejmě způsobeno jeho smyčkovým povrchem. Tření za vlhka se u tohoto vzorku zvýšilo ale jen nepatrně a to o 0,32 %. Vzorek Meradiso jako jediný vykazoval po zvlhčení dokonce nižší hodnotu tření za vlhka a to o 1,42 %, než za sucha. U vzorku bavlněného prostěradla došlo k nejvyššímu nárůstu tření za vlhka a to o 81,12 %. Přitom ale tento vzorek měl nejnižší hodnotu tření za sucha. Polyesterové prostěradlo po zvlhčení zvýšilo své tření o 7,70 % a odhadem se stejně zvýšilo tření i u funkčního úpletu. Polypropylenové prostěradlo vykazovalo hodnotu tření za vlhka o 30,67 % vyšší, než tomu bylo za sucha. Ze zástupců jednorázových podložek došlo k vyššímu nárůstu hodnoty tření za vlhka u vzorku Hartmann a to o 12,53 % a u vzorku Seni se tření za vlhka zvýšilo o 3,20 %.

Až na vzorek Meradiso došlo u všech zbylých vzorků k nárůstu tření po jejich zvlhčení. Předpoklad nárůstu tření za vlhka se tedy potvrdil. U bavlněného vzorku je nárůst tření nejvýraznější, nicméně i tak je tato hodnota tření nižší než např. u vzorku Clinitex. U syntetických vzorků nárůst tření není moc výrazný. Snad jen s výjimkou polypropylenového prostěradla, kde nárůst tření po zvlhčení o jednu třetinu je již značný.



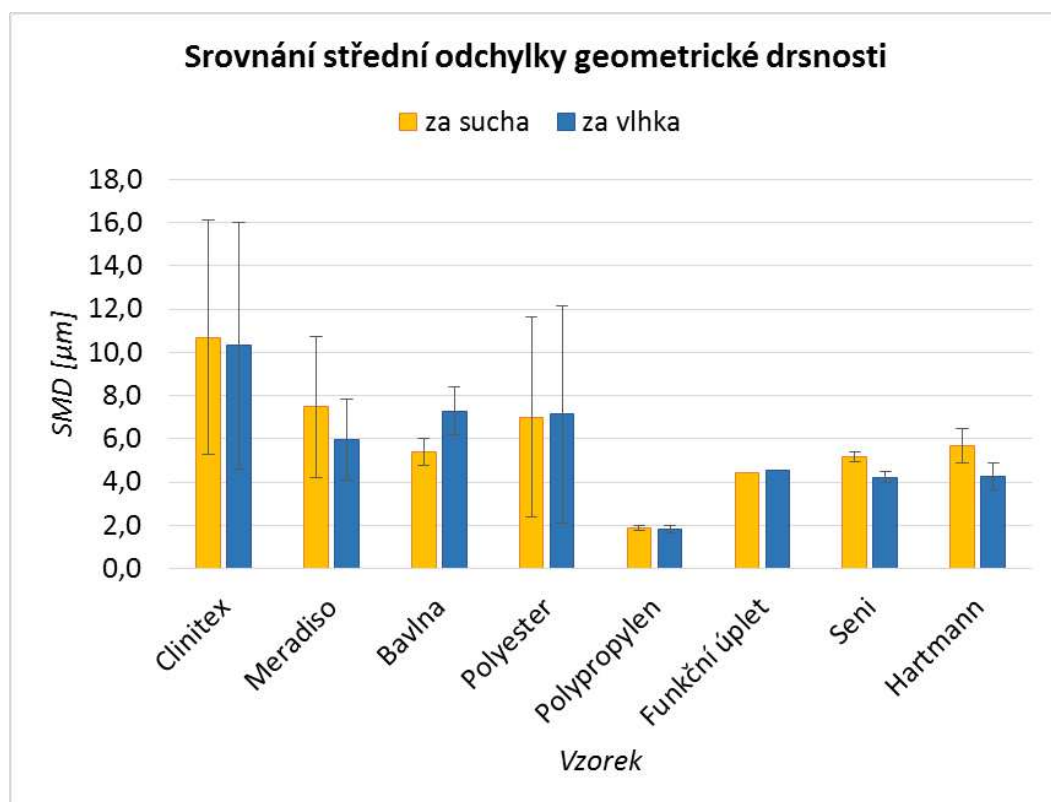
Obr. 24- Srovnání hodnot MIU za sucha a za vlhka.

Srovnání vzorků z pohledu střední odchylky geometrické drsnosti je uvedeno v tab. 20 a na obr. 25. Vysoké hodnoty variačního koeficientu u vzorku Clinitex a polyester jsou způsobeny tím, že vzorky dosáhly nízkých hodnot ve směru osnova, ale naopak vysoké hodnoty byly naměřeny ve směru útku. Např. hodnota SMD za sucha pro Clinitex – osnova 5,737 a útek 15,535. A hodnota pro polyester ve směru osnova byla 2,617 a v útku 10,671. Data jsou k nahlédnutí v Příloze 5.

Tab. 20 - Srovnání hodnot SMD.

Vzorek	SMD [μm] za sucha				SMD [μm] za vlhka				Rozdíl [%]
	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Inter. spol.	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Inter. spol.	
Clinitex	10,694	5,420	50,683	8,624	10,307	5,699	55,297	9,069	-3,61
Meradiso	7,477	3,274	43,783	5,209	5,960	1,866	31,311	2,969	-20,29
Bavlna	5,376	0,622	11,563	0,989	7,293	1,096	15,035	1,745	35,65
Polyester	6,999	4,633	66,190	7,372	7,135	5,022	70,390	7,992	1,94
Polypropylen	1,858	0,116	6,228	0,184	1,827	0,158	8,660	0,252	-1,64
Funkční úplet	4,432	0,000	0,000	0,000	4,518	0,000	0,000	0,000	1,94
Seni	5,175	0,236	4,567	0,376	4,213	0,262	6,221	0,417	-18,59
Hartmann	5,697	0,791	13,878	1,258	4,268	0,642	15,044	1,022	-25,09

Hodnoty SMD se za vlhka u bavlněného vzorku zvýšily o jednu třetinu. U Polyesterový vzorek vykazoval zvýšení o necelá 2 %. U zbylých vzorků došlo po zvlhčení ke snížení střední hodnoty geometrické drsnosti, což je vidět na obr. 25.



Obr. 25 - Srovnání hodnot SMD za sucha a za vlhka.

9.2.2 Dílčí závěr

Experiment hodnocení povrchových vlastností měl ukázat, jak se u vybraných textilních vzorků mění hodnoty tření, pokud dojde k jejich zvlhčení. Provedená měření prokázala, že dochází k nárůstu tření u textilií za vlhka.

Nejnižší tření vykazoval vzorek bavlny, u kterého byl ale naměřen nejvyšší nárůst tření po zvlhčení. Nízkých hodnot dosáhl také funkční úplet, který si nízké hodnoty zachoval i po zvlhčení. U vzorku Clinitex bylo naměřeno nejvyšší tření, což bylo zřejmě způsobeno jeho smyčkovým povrchem. Pokud by byla vazba změněna např. na plátnovou vazbu nebo jedolící pleteninu, mohlo by dojít ke snížení tření. Tuto myšlenku podporuje fakt, že vzorek PES prostěradla měl hodnoty tření za sucha i vlhka nižší o více než 30 %. Dobré ale je, že nárůst tření po zvlhčení byl u vzorku Clinitex jen nepatrný. Lépe dopadla druhá pratelná podložka Meradiso, která by hodnotami tření za sucha i za vlhka byla srovnatelná s jednorázovými podložkami.

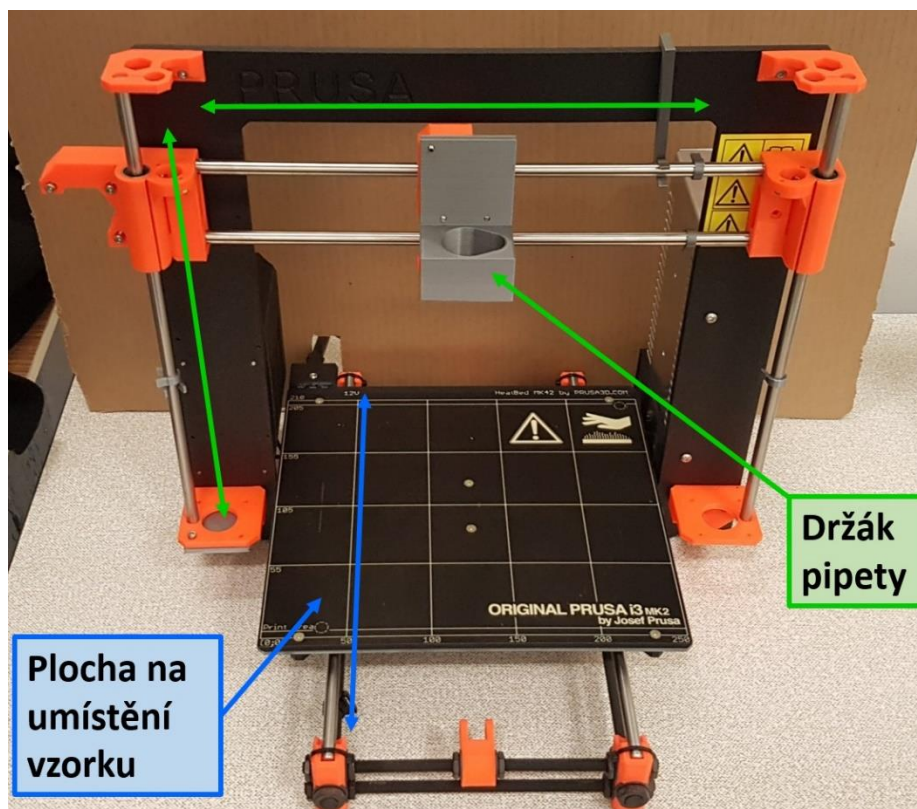
Hodnoty střední odchylky geometrické drsnosti byly u většiny vzorků nižší po zvlhčení. Toto snížení je způsobeno zřejmě tím, že vlhkost odstavající vlákna „přilepila“ na strukturu textilie a tím se povrch jevil jako hladší, respektive rovnoměrnější. Nárůst hodnoty SMD byl u vzorků bavlny a polyesteru. Bavlněný vzorek měl výrazný nárůst až o jednu třetinu, což byl zřejmě následek nabobtnání bavlněných vláken po jejich zvlhčení.

Ze srovnání naměřených dat u zástupců jednorázových podložek s ostatními vzorky vyplývá, že jednorázové podložky nemají výrazně lepší výsledky v měření povrchových vlastností. V případě použití např. funkčního úpletu pro první vrstvu pratelné podložky by tato podložka vykazovala lepší hodnoty z hlediska tření, než podložka jednorázová. To by mohl být jeden z důvodů, proč použít spíše podložku pratelnou než jednorázovou. Bylo by to šetrnější k pacientovi z hlediska snížení rizika vzniku dekubitů a rovněž šetrnější pro životní prostředí z hlediska snížení vzniku odpadu.

9.3 Měření šíření transportu kapaliny v příčné řezu sendvičové textilie pomocí termovizní termografie.

Druhý experiment byl zaměřen na sledování transportu vlhkosti v příčném řezu sendvičové struktury zdravotnických podložek. Sledování transportu kapaliny umožnila termovizní kamera FLIR X6540sc. Parametry této termokamery jsou uvedeny v Příloze 4. Výstupem z termokamery jsou snímky zvané termogramy, na kterých jsou viditelná jednotlivá teplotní pole. Transport kapaliny v příčném řezu bylo možné sledovat na základě rozdílných teplot kapaliny a sendvičových vzorků.

Pro tento experiment bylo sestrojeno zařízení, které mělo usnadnit měření vzorků v jejich příčném řezu. Zařízení (obr. 26) se skládá z konstrukce, plochy na umístění vzorku a držáku na pipetu. Pro žádoucí umístění vzorku pod pipetu je možné posouvat plochou směrem dopředu a dozadu. Držák na pipetu lze dle potřeby posunout vpravo či vlevo (ve směru osy x), nebo nahoru a dolů (směr osy y). Tyto pohyby jsou na obr. 26 znázorněny šipkami.



Obr. 26 - Zařízení (držák pipety).

Při provádění zkušebních měření bylo zjištěno, že množství kapaliny z pipety (20 μ l), není dostačující. Místo pipety bylo použito kapátko o objemu 1 ml. Bohužel z tohoto důvodu zařízení nakonec nebylo pro experiment plně využito. Sloužilo pouze jako plocha pro pokládání vzorků.

Pokud zařízení bude používáno pro další experimenty, dovoluji si navrhnout několik vylepšení. Například zdokonalit zádržný systém, který by držák na pipetu udržel v nastavené pozici. Momentálně měl držák tendenci sjíždět dolů, což nakonec bylo vyřešeno vytvořením háčku na 3D tiskárně, který držák zajistil v požadované výšce. Vhodné by rovněž bylo, aby šlo provést aretaci plochy na umístění vzorku, aby nedošlo k jejímu nechtěnému posunu. Na uvážení je také možnost výměny držátka na pipetu za držátko jiného tvaru, které by umožňovalo upevnění např. právě v mém experimentu použitého kapátka. Pokud by bylo zajištěno automatické zmáčknutí pipety, zajistilo by se tím kápnutí ve stejný požadovaný okamžik u všech vzorků. Další variantou pro vylepšení je možnost k zařízení přidat laserové ukazovátko, které by se nastavilo tak, aby ukazovalo na místo, kam dopadne kapka kapaliny z pipety. Umožnilo by to přesnější umístění vzorku na plochu, dle požadovaného místa dopadu kapky.

Vzorky

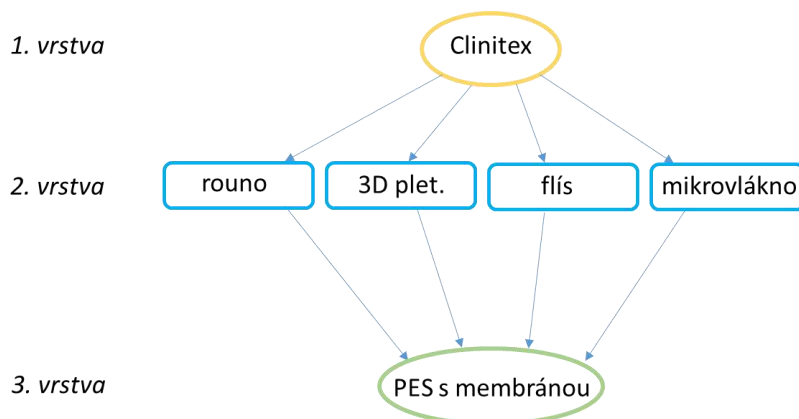
Vzorky použité pro vrchní vrstvu sendviče jsou uvedeny v předcházející kapitole 9.1. Změnou je vyřazení jednorázových podložek Seni a Molinea. Tyto vzorky nebudou dále zkoumány, protože snahou této práce je najít vylepšení pro pratelné podložky. Vzorky pro první vrstvu tedy byly: Clinutex, Meradiso, prostěradlo bavlněné, polyesterové, polypropylenové a funkční úplet.

Vzorky pro druhou savou vrstvu jsou rovněž popsány v kapitole 9.1. Jedná se o vzorky: rouno, 3D pletenina, bamb.-konopný flís a mikrovláknové froté.

Poslední spodní vrstva byla osnovní pletenina o plošné hmotnosti 220 g/m^2 , 100 % PES, s nalaminovanou polyuretanovou membránou, která zamezila

průniku vody. Tato vrstva byla použita z pratelné podložky Clinitex Clipsol 4 a byla použita u všech vzorků.

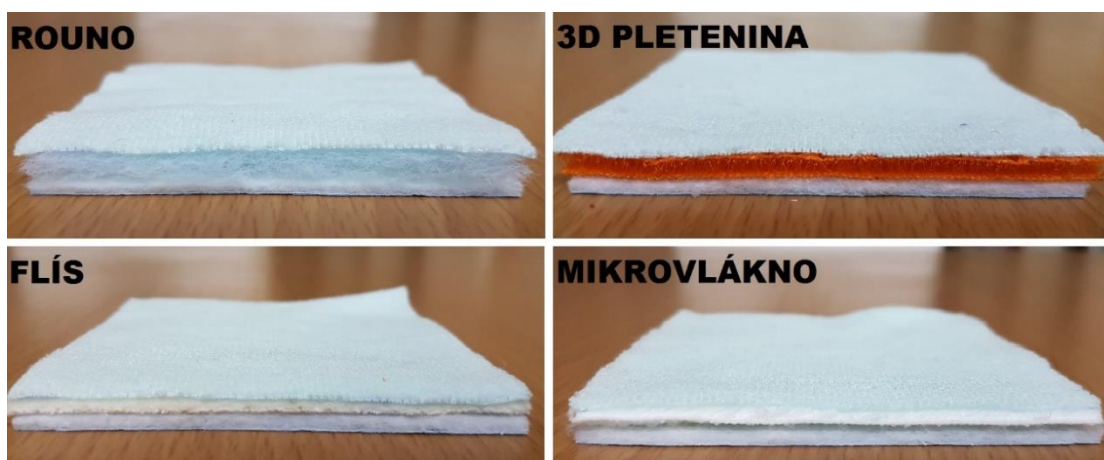
Pro měření byl vytvořen sendvičový vzorek, který měl představovat zdravotnickou podložku. Byl složen z vrchní vrstvy, savé vrstvy a poslední spodní vrstvy. Pro jeden typ vrchní vrstvy byly vytvořeny čtyři vzorky, z nichž každý vzorek měl jinou savou vrstvu. Graficky je to znázorněno na obr. 27.



Sendvič	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
1. vrstva	Clinitex	Clinitex	Clinitex	Clinitex
2. vrstva	rouno	3D plet.	flís	mikrovlákno
3. vrstva	membrána	membrána	membrána	membrána

Obr. 27 - Znázornění složení vzorku.

Fotografie sendvičových vzorků s první vrstvou Clinitex je na obr. 28 a ve volně vložené Příloze 5 jsou sendvičové vzorky k prohlédnutí.



Obr. 28 - Vzorky Clinitex+druhé vrstvy

9.3.1 Průběh měření

Experiment byl proveden na KOD Technické univerzity v Liberci. Při měření byla teplota vzduchu 26 °C a vlhkost 38,1 %. Používanou kapalinou byla voda, která měla teplotu 15 °C. Vzorky měly velikost 10 x 10 cm. Vzdálenost kamery od vzorku byla 65 cm. Vzorek byl natočen kolmo ke kameře ve směru osnovy. Kamera snímala příčný řez vzorku. Umístění termokamery při experimentu je vidět na obr. 29.



Obr. 29 - Umístění termokamery při experimentu.

Při experimentu byla použita dřevěná destička o váze 0,311 g a rozměrech 24 x 14 x 1,5 cm, která sloužila k zatížení vzorků. Toto závaží bylo vybráno z několika důvodů: dřevěný materiál nenarušoval záběr termokamery, dále bylo potřeba závaží, které bude mít rovnou hranu, která by korespondovala s hranou sendvičového vzorku, a také závaží nesmělo mít velkou hmotnost, aby nevytlačilo aplikovanou kapalinu ze vzorku (v příčném řezu).

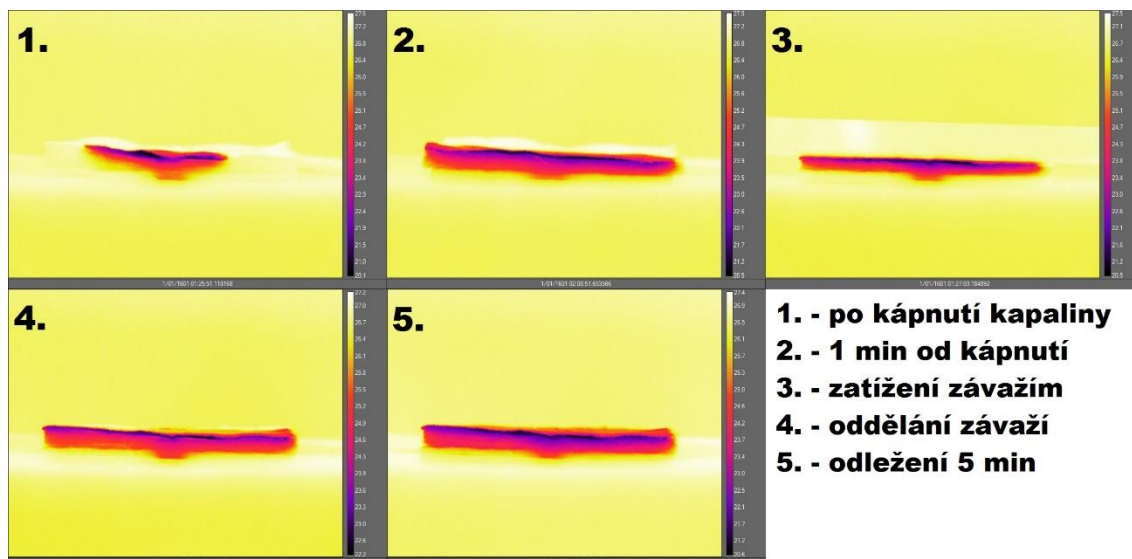
Pomocí kapátka byl kolmo na vzorek z výšky 10 mm vykápnut 1 ml vody do středu příčného řezu zhruba 5-10 mm od okraje, aby voda nestekla po hraně vzorku na podložku.

Pro kalibraci obrazu na termokameře bylo využito malého plíšku (1,5 cm x 5,5 cm), který byl ohřátý za pomoci žehličky na vysokou teplotu a následně přiložen na hranu vzorku. Po té bylo možné snímky zaostřit, aby dále mohly být použity pro obrazovou analýzu. Emisivita pro textilní vzorky byla nastavena na hodnotu 0,9.

Pro každý vzorek bylo pořízeno 5 termogramů:

1. termogram – 5 vteřin po kápnutí kapaliny
2. termogram – po 1 minutě od kápnutí
3. termogram – po zatížení závažím
4. termogram – po oddělení závaží
5. termogram – po 5 minutách odležení

Pro dodržení stejných časových odstupů byl sledován čas na stopkách mobilního telefonu. První snímek byl pořízen po 5 vteřinách od kápnutí. Další po jedné minutě. Pak bylo na vzorek položeno závaží a pořízen třetí termogram. Závaží bylo na vzorku položené po dobu tří minut. Hned po oddělení závaží byl pořízen čtvrtý snímek a od této chvíle se začal počítat pětiminutový interval, po který se vzorek nechal volně odležet. Po uplynutí daného času byl pořízen poslední pátý termogram. Na obr. 30 jsou pořízené termogramy pro sendvičový vzorek v kombinaci Clinitexu a rouna. Ukázky pořízených termogramů jsou v Příloze 7. Všechny termogramy jsou vzhledem k velikosti souboru v elektronické podobě k nahlédnutí v přiloženém CD.



Obr. 30 - Termogramy pro Clinitex+roundo

Po provedení zkušebních měření bylo bohužel zjištěno, že experiment neprobíhá podle očekávání. U termogramů se zkoušela nastavit různá isoterma, kdy byla nastavena nižší teplota, která měla znázorňovat teplotu kapaliny. Pomocí isotermy se termogramy připravují pro obrazovou analýzu, ze které je možné vypočítat například plochu nasáknuté kapaliny.

Od experimentu se očekávalo, že u vzorků bude:

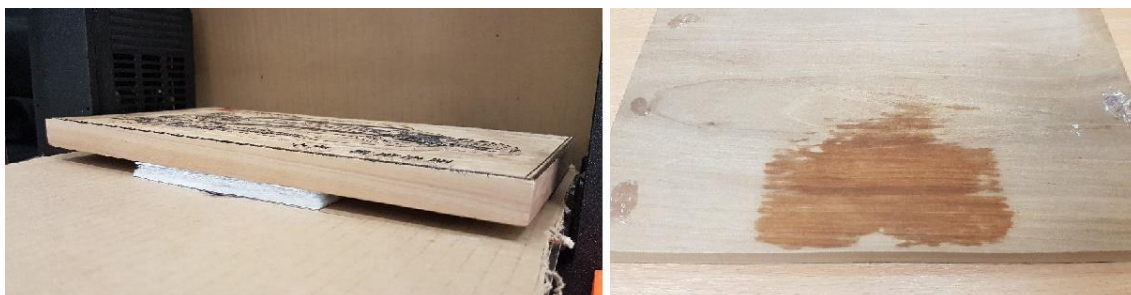
- viditelné šíření kapaliny v jednotlivých vrstvách sendviče
- znatelné rozdíly mezi jednotlivými savými vrstvami
- možnost získat data pro vyhodnocení, jako např. plochu nasáknuté kapaliny [mm²]

V tomto případě se to ale nepodařilo, nebyla vidět souvislá plocha představující nasáknutou kapalinu u všech vzorků. Ze získaných termogramů tak nebylo možné získat data, které by bylo možné vyhodnotit. Měření pomocí termovizní techniky můžu vyhodnotit tedy pouze subjektivně.

9.3.2 Subjektivní vyhodnocení experimentu

V následujících tabulkách je mé subjektivní zhodnocení vzorků. Výsledný celkový dojem jak vizuální, tak i po doteku ruky na vzorku, jsem ohodnotila přidělenými body, kdy 5 bodů je nejlepší výsledek a 1 bod nejhorší. Po pořízení

čtvrtého termogramu, kdy bylo závaží sundáno ze vzorku, jsem vizuálně posoudila přítomnou vlhkost na závaží. Pokud bylo závaží suché, ohodnotila jsem vzorek 5 body. Pokud naopak na závaží byla přítomná kapalná vlhkost, vzorek si vysloužil bod jen 1. Zbylé body jsem přidělovala podle velikosti skvrny, která zůstala na závaží. Pro lepší představu je na obr. 31 ukázán vzorek Funkční+rouno při zatížení a fotografie, jak vypadala skvrna na závaží po oddělení z tohoto vzorku. Na obr. 32 vidíme vzorek Funkční+mikro a přítomná vlhkost na závaží je na fotografii v kroužku.



Obr. 31 - Vzorek Funkční+rouno při zatížení a oddělané závaží.



Obr. 32 - Funkční+mikro při zatížení a oddělané závaží.

Dotykem jsem hodnotila vzorky po pořízení posledního termogramu, kdy byl vzorek nechán 5 minut odležen. Zde jsem si hodnotící škálu utvořila dle pocitově přítomné vlhkosti. Suchý vzorek byl hodnocen nejlépe, tzn. pěti body, mokrá vzorek získal jen jeden bod.

Vzorek Clinitex

Vrchní vrstva Clinitex u všech vzorků bez obtíží nasákla vykápnutou kapalinu. Hodnocení vzorku je v tab. 21.

Tab. 21 - Vzorek Clinitex.

Vrchní vrstva: CLINITEX					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	závaží téměř suché, dvě malé skvrny o velikosti 2x2 mm	4,0	povrch vlhký, po stlačení jde cítit více vlhkosti	3,0	3,5
3D	závaží suché, jen malá skvrnka, která rychle uschla	4,5	povrch méně vlhký než předchozí, po zmáčknutí jde cítit vlhkost	3,5	4,0
flís	závaží suché, jako u předchozí malá skvrna rychle uschnula	4,5	povrch lehce vlhký, po zatlačení vlhkost	3,5	4,0
mikro-vlákno	závaží úplně suché	5,0	povrch pocitově téměř suchý, po zatlačení stejný pocit	5,0	5,0

Vzorek Meradiso

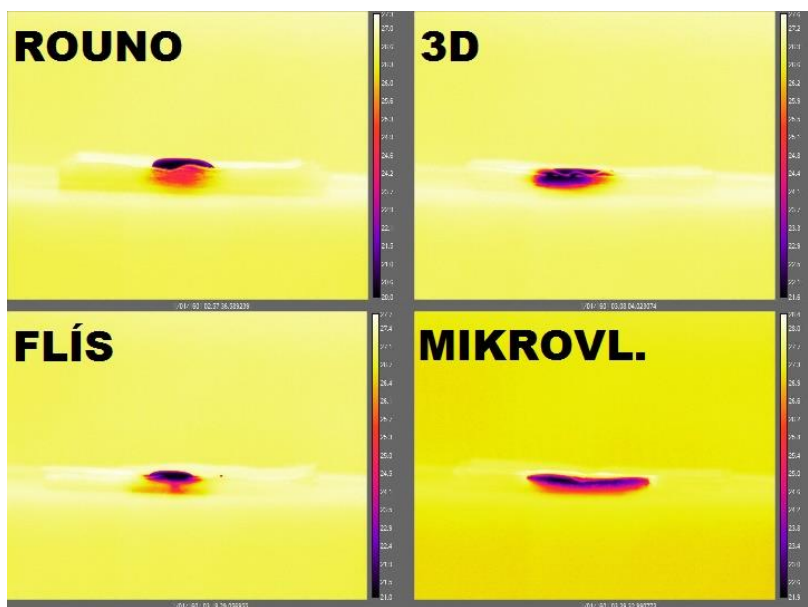
Také vrchní vrstva Meradiso u všech vzorků bez obtíží nasákla vykápnutý objem kapaliny. Hodnocení vzorku je v tab. 22.

Tab. 22 - Vzorek Meradiso.

Vrchní vrstva: MERADISO					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	závaží mokré s kapkami vody	1,0	povrch mokrá, kapalná vlhkost na rukou, působí "nacucaně" jako houba	1,0	1,0
3D	závaží mokré bez kapek vody, flek 2x1 cm	2,5	mokré, vlhkost na rukou po sáhnutí, po stlačení jde cítit mokro	1,5	2,0
flís	na závaží mokrá flek 3x2 cm, bez kapek	2,5	méně mokré než předchozí dvě, stále ale lehce vlhkost na rukou, po stlačení stejné	2,5	2,5
mikro-vlákno	závaží úplně suché	5,0	lehce vlhký povrch	4,0	4,5

Vzorek bavlna

Po kápnutí daného množství vody zůstávala na povrchu kapka u vzorků s rounem a flísem. V kombinaci s 3D pleteninou se kapka vsákla rychleji a s mikrovláknem se kapalina vsákla hned po kápnutí. Jak se kapka chovala po kápnutí je viditelné i na obr. 33. Hodnocení vzorku je v tab. 23.



Obr. 33 - Vzorek CO po kápnutí.

Tab. 23 - Vzorek bavlna.

Vrchní vrstva: BAVLNA					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	na závaží je kapalná vlhkost	1,0	povrch velmi mokrý, nasáklý	1,0	1,0
3D	na závaží je kapalná vlhkost	1,0	povrch hodně mokrý, i když méně než předchozí	2,0	1,5
flís	na závaží mokrá skvrna	2,5	povrch vlhký, značný rozdíl oproti předchozím dvěma	3,0	2,8
mikrovlákno	závaží suché	5,0	povrch méně vlhký, podobný přechozímu	3,5	4,3

Vzorek PES

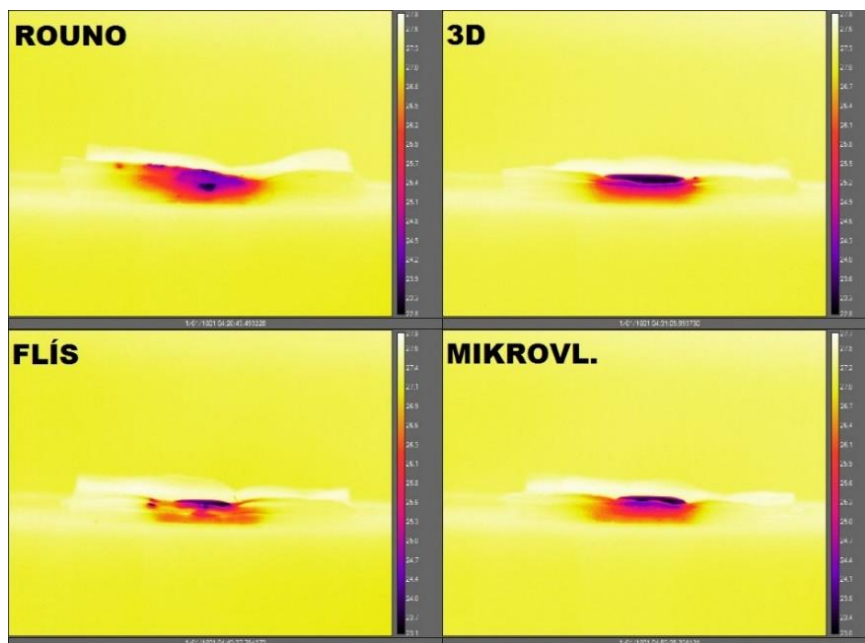
Hodnocení vzorku je v tab. 24. Po kápnutí daného množství kapaliny byla viditelná kapalná vlhkost na povrchu i po 1 minutě u vzorků s 3D a s flísem.

Tab. 24 - Vzorek PES.

Vrchní vrstva: PES					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	závaží dost mokré, přítomné kapky vody	1,0	povrch úplně mokrý, nasáhlý	1,0	1,0
3D	závaží mokré	1,0	povrch hodně vlhký, po stalčení cítit mokro	2,0	1,5
flís	na závaží velká mokrá skvrna	1,5	povrch vlhký, skoro mokrý, podobný předchozímu	2,0	1,8
mikro- vlákno	závaží suché	5,0	povrch vlhký, spíše mírně	4,0	4,5

Vzorek PP

Kapalina se velice špatně vsakovala. Na povrchu zůstávala kapka u všech vzorků i po uplynutí 1 min. Protože se kapky ani dále nevsakovaly, bylo u každého vzorku jemně kapátkem zatlačeno do kapky, aby se lépe vsákla do textilie. Kapka se vsákla u vzorku s rounem. U zbylých vzorků se kapka vsákla jen částečně. Na obr. 34 lze vidět kapku na povrchu vzorků s 3D, flísem i mikrovlákem. Hodnocení vzorku je v tab. 25.



Obr. 34 - Vzorek PP po zatlačení do kapky.

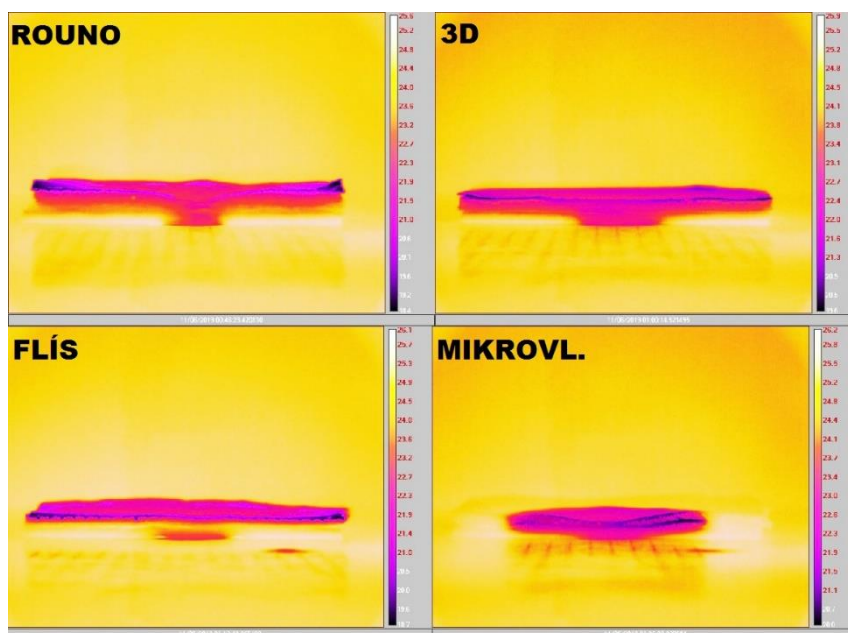
Tab. 25 - Vzorek PP.

Vrchní vrstva: PP					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	mokrý závaží s kapalnou vlhkostí, na povrchu textilie kapky vody	1,0	povrch mokrý, kapky z povrchu se již vsákly, po stlačení mokré nasáklé	1,5	1,3
3D	na závaží mokrá skvrna s kapkami vody, kapky vody i na povrchu vzorku	1,0	povrch bez kapalné vlhkosti, po stlačení jde cítit mokro	2,0	1,5
flís	na závaží velká skvrna, povrch bez kapalné vlhkosti	2,5	povrch lehce vlhký, po stačení stejné	3,0	2,8
mikro- vlákno	na závaží skvrna vlhká	3,0	povrch lehce vlhký, po stačení stejné	4,0	3,5

Vzorek funkční

Po vykápnutí kapaliny na vzorek se vlhkost velmi rychle rozšířila po ploše vzorku. Nejpomaleji se vlhkost šířila u vzorku s mikrovlákmem. U tohoto vzorku i po odležení zůstala vlhká jen polovina povrchu (ta, kde bylo kápnuto), druhá polovina byla suchá. Oproti tomu u všech dalších vzorků byl

povrch vlhký v celé ploše. Na obr. 35 je vidět, jak se po uplynutí 1 min od kápnutí vlhkost rozšířila (u mikrovlnka nejméně). Hodnocení vzorku je v tab. 26.



Obr. 35 - Vzorek Funkční po 1 min.

Tab. 26 - Vzorek funkční.

Vrchní vrstva: FUNKČNÍ					
Savá vrstva:	Po oddělení závaží:	Známka:	Po 5 minutách odležení:	Známka:	Prům. známka:
rouno	na závaží mokrá skvrna ve velikosti vzorku	2,0	povrch dost vlhký v celé ploše, po zatlačení stejné, trochu vlhkost na rukou po osahání	2,5	2,3
3D	na závaží mokrá skvrna ve velikosti vzorku	2,0	celý povrch méně vlhký než předchozí, po zatlačení jde cítit vlhkosti více	3,0	2,5
flís	na závaží mokrá skvrna ve velikosti vzorku	2,0	celý povrch vlhký, po zatlačení stejný pocit	3,0	2,5
mikro-vlákno	malé mokré skvrnky na ploše o vel. 3x1 cm	4,5	povrch méně vlhký a pouze jen zhruba polovina vzorku, druhá polovina suchá	4,0	4,3

Celkové hodnocení

V tab. 27 jsou udělené body, které jsem přidělila subjektivním zhodnocením vzorků. Nejlepší hodnocení bylo 5 bodů a nejhorší 1 bod. Jsou zde uvedeny průměry, dle kterých bylo stanoveno pořadí umístění prvních i druhých vrstev vzorků. V řádcích jsou názvy prvních vrstev a ve sloupcích jsou typy druhých (savých) vrstev.

Tab. 27 - Celkové zhodnocení.

	Rouno	3D	Flís	Mikro- vlákno	Průměr	Pořadí prvních vrstev
Clinitex	3,5	4,0	4,0	5,0	4,1	1.
Meradiso	1,0	2,0	2,5	4,5	2,5	3.
Bavlna	1,0	1,5	2,8	4,3	2,4	4.
PES	1,0	1,5	1,8	4,5	2,2	6.
PP	1,3	1,5	2,8	3,5	2,3	5.
Funkční	2,3	2,5	2,5	4,3	2,9	2.
Průměr	1,7	2,2	2,7	4,3		
Pořadí druhých vrstev	4.	3.	2.	1.		

9.3.3 Dílčí závěr

Podle mého subjektivního zhodnocení prvních vrstev nejlépe dopadl vzorek Clinitex, zvláště pak v kombinaci s druhou vrstvou z mikrovlákna. Tento vzorek se mi po aplikaci stanoveného množství vody jevil po uplynutí dané doby jako nejsušší. Savá vrstva z mikrovlákna odváděla vlhkost z první vrstvy nejlépe i u ostatních vzorků. Dalo by se říci, že ani jedna první vrstva nijak výrazně svými sorpčními vlastnostmi nepřevyšovala ostatní. Naopak se tu projevilo, jak velký vliv na odvod vlhkosti z první vrstvy má druhá savá vrstva. Vzorky v kombinaci s mikrovláknem byly pocitově téměř suché, nebo mírně vlhké. Ve srovnání například s rounem byly rozdíly v odvodu vlhkosti značné. V kombinaci s rounem byl povrch vzorků spíše mokrý, u některých po doteku ulpívala kapalná vlhkost na prstech. U rouna hodnotím jeho schopnost odvodu vlhkosti z první vrstvy jako nejslabší ze zkoumaných vzorků.

9.4 Hodnocení transportu kapalné vlhkosti plošnou textilií a sendvičovou strukturou.

Pro třetí experiment bylo využito přístroje Moisture management tester (MMT), který umožňuje měřit vlastnosti managementu vlhkosti u textilií.

Měření bylo provedeno v laboratoři na katedře hodnocení textilií na Technické univerzitě v Liberci. Při měření byla teplota vzduchu 22 °C a relativní vlhkost 36 %. Pro experiment byly připraveny vzorky o velikosti 8 x 8 cm. Vzorky byly před měřením vyprány v ultrazvukové čističce a klimatizovány 24 hodin při standardních klimatických podmínkách.

Pro tento experiment byly vybrány vzorky prvních vrstev:

- *Clinitex* jako zástupce pratelných podložek.
- *Polypropylenové prostěradlo s protiroztočovou modifikací* pro jeho úpravu využitelnou ve zdravotnictví a nízkou navlhavost.
- *Funkční úplet*, od kterého se očekává rychlý odvod vlhkosti.

Ostatní vzorky prvních vrstev do tohoto experimentu vybrány nebyly, protože z předchozích experimentů vyplynulo, že jejich použití ve zdravotnické podložce by nebylo optimální. Bavlněné prostěradlo nebylo vhodné kvůli svým sorpčním vlastnostem a vysokému nárůstu tření za vlhka. Polyesterové prostěradlo dopadlo v předchozím experimentu nejhůře a projevilo špatný odvod vlhkosti. Vzorek Meradiso (pratelná podložka) projevilo horší sorpční vlastnosti než vzorek Clinitex, proto byl vybrán jen jeden vzorek pratelné podložky. Navíc vzhledem k časové náročnosti měření by bohužel nebylo možné provést měření u všech prvních vrstev, které byly použity u předchozích experimentů.

Vzorky pro druhé vrstvy zůstaly stejné, jako u předchozího pokusu, tedy:

- *rouno*
- *3D pletenina*
- *bambusovo-konopný flís*
- *mikrovláknové froté*

Bližší popis vzorků je v kapitole 9.1, kde jsou uvedeny parametry pro vzorky první vrstvy i druhé vrstvy.

Provedené měření bylo rozděleno do dvou etap:

1. měření samostatně každého typu vzorku (první i druhé vrstvy)
2. měření sendvičového vzorku (kombinace první a druhé vrstvy)

9.4.1 Měření samotných vrstev

Při měření samotných vrstev byly změřeny nejdříve vzorky prvních vrstev a potom druhých vrstev. Vzorky Clinitex a polypropylenové prostěradlo byly do přístroje položeny lícem nahoru. U PP prostěradla je pokožka v kontaktu s lící stranou a stejně tomu je i u pratelné podložky Clinitex. Funkční úplet byl pokládán rubem nahoru, lícem dolů. Důvodem tohoto rozhodnutí byl fakt, že od funkčního úpletu se očekává dobrý odvod vlhkosti od těla, tedy z rubu na líc. Druhé vrstvy byly pokládány lícem nahoru. Pro každý typ vzorku bylo provedeno 5 měření. Naměřená data jsou v Příloze 8.

V následujících tabulkách jsou uvedeny průměry naměřených hodnot a jejich základní statistická analýza. Každá tabulka obsahuje také slovní a číselné hodnocení naměřených hodnot, které vychází z manuálu k MMT. V tab. 28 je stupnice hodnocení pro ukazatele, kterými se budu dále zabývat. Tabulka se stupnicí hodnocení pro všechny ukazatele, které vyhodnocuje přístroj MMT, je k nahlédnutí v Příloze 2.

Tab. 28 - Stupnice hodnocení vybraných parametrů.

Stupeň →		1	2	3	4	5
Index ↓						
Savost [%/s]	horní strana	0 ~ 10	10 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 100	> 100
		velmi pomalá	pomalá	střední	rychlá	velmi rychlá
	spodní strana	0 ~ 10	10 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 100	> 100
		velmi pomalá	pomalá	střední	rychlá	velmi rychlá
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní strana	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	> 4
		velmi pomalá	pomalá	střední	rychlá	velmi rychlá
	spodní strana	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	> 4
		velmi pomalá	pomalá	střední	rychlá	velmi rychlá
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		< -50	-50 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 300	> 400
		velmi slabá	slabá	dobrá	velmi dobrá	výborná

9.4.1.1 První vrstvy

Naměřené hodnoty pro vzorek Clinitex jsou v tab. 29. Přístroj MMT charakterizoval daný vzorek jako textilii s managementem vlhkosti.

Tab. 29 - Clinitex - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	35,98	45,68	126,97	56,72	pomalé	2
	spodní	25,89	41,22	159,23	51,19	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	31,93	14,34	44,91	17,80	střední	3
	spodní	57,28	15,88	27,73	19,72	rychlá	4
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	10,00	5,00	50,00	6,21	malé	2
	spodní	13,00	2,74	21,07	3,40	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,93	0,96	103,72	1,19	velmi pomalá	1
	spodní	1,43	0,91	63,91	1,13	pomalá	2
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		235,69	436,85	185,35	542,42	velmi dobrá	4
OMMC		0,48	0,18	38,55	0,23	dobrá	3

Naměřené hodnoty pro vzorek PP jsou v tabulce (tab. 30). Dle naměřených hodnot byl vzorek PP charakterizován jako vodu odpuzující textilie.

Tab. 30 - PP - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	8,87	1,52	17,16	1,89	střední	3
	spodní	30,38	35,89	118,14	44,57	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	40,59	18,46	45,48	22,92	střední	3
	spodní	25,50	28,51	111,78	35,39	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	8,00	4,47	55,90	5,55	malé	2
	spodní	8,00	4,47	55,90	5,55	malé	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,62	0,09	14,78	0,11	velmi pomalá	1
	spodní	0,40	0,31	76,20	0,38	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-132,82	273,67	-206,04	339,81	velmi slabá	1
OMMC		0,13	0,13	97,92	0,16	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek funkčního úpletu jsou v tab. 31. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako rychle absorbující a rychle schnoucí textilie.

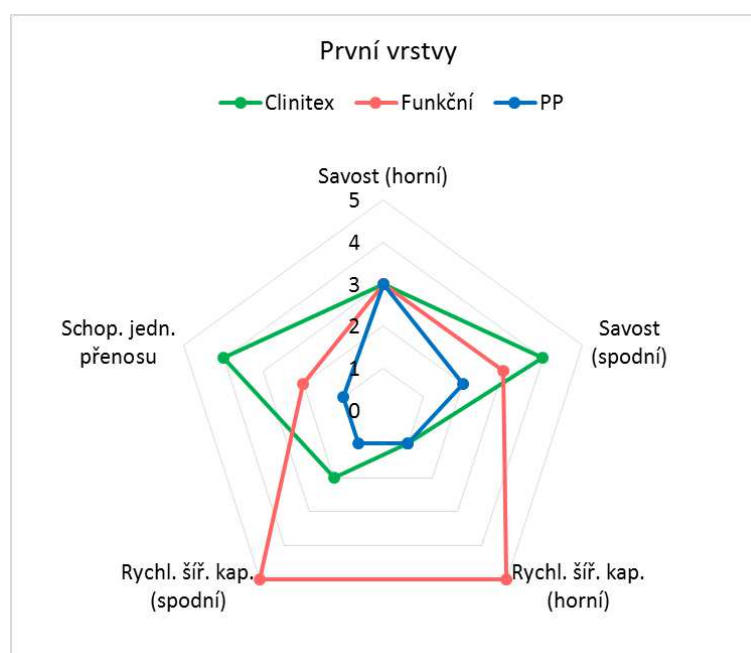
Tab. 31 - Funkční - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	2,38	0,78	33,01	0,97	velmi rychlé	5
	spodní	2,34	0,57	24,16	0,70	velmi rychlé	5
Savost [%/s]	horní	38,66	1,80	4,65	2,23	střední	3
	spodní	42,65	1,81	4,24	2,25	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	30,00	0,00	0,00	0,00	velmi rychlé	5
	spodní	30,00	0,00	0,00	0,00	velmi rychlé	5
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	7,24	1,00	13,83	1,24	velmi rychlá	5
	spodní	7,31	1,16	15,83	1,44	velmi rychlá	5
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		70,17	64,44	91,83	80,01	slabá	2
OMMC		0,47	0,07	15,33	0,09	dobrá	3

Z uvedených parametrů je blíže sledována savost pro horní i spodní stranu, rychlost šíření kapaliny na horní i spodní straně a schopnost jednosměrného přenosu. Pro lepší porovnání a přehlednost daných hodnot prvních vrstev byl vytvořen paprskový graf (obr. 36). Pro vzájemné porovnání vzorků bylo použito číselné hodnocení z tabulek.

Savost horní strany textilie byla u všech vzorků hodnocena stejně a to jako střední. Rychlé savosti na spodní straně dosáhl vzorek Clinitex. Vzorek funkční měl savost střední a vzorek PP pomalou. Velmi rychlé bylo šíření kapaliny na obou stranách u funkčního úpletu. U zbylých vzorků byla rychlost šíření kapaliny na horní straně velmi pomalá. U PP byla velmi pomalá rychlost naměřena i na spodní straně a u Clinitexu se zde kapalina šířila pomalu. Velmi dobré schopnosti jednosměrného přenosu kapaliny dosáhl vzorek Clinitex. U funkčního úpletu byla naměřena slabá a u vzorku PP velmi slabá schopnost jednosměrného přenosu.

Obr. 36 - Hodnoty prvních vrstev.



Pro použití první vrstvy ve zdravotnické podložce se z hodnocených vzorků jeví jako nejvhodnější vzorek Clinitex. Savost pro horní stranu má stejnou jako funkční úplet a savost pro spodní stranu dokonce lepší. Vykazuje velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny, což v případě použití ve zdravotnické podložce značí dobrý odvod vlhkosti od pokožky.

9.4.1.2 Druhé vrstvy

Naměřené hodnoty pro vzorek rouna jsou v tab. 32. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 32 - Rouno - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	29,77	50,45	169,50	62,65	pomalé	2
	spodní	90,40	49,43	54,68	61,37	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	31,00	17,55	56,60	21,79	střední	3
	spodní	47,06	87,86	186,69	109,09	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	4,00	2,24	55,90	2,78	žádné	1
	spodní	2,00	2,74	136,93	3,40	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,55	0,32	58,64	0,40	velmi pomalá	1
	spodní	0,17	0,36	205,36	0,44	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-286,57	523,01	-182,51	649,40	velmi slabá	1
OMMC		0,16	0,25	152,98	0,31	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek 3D pleteniny jsou v tab. 33. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako vodopropustná textilie.

Tab. 33 - 3D - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	74,10	62,86	84,83	78,05	pomalé	2
	spodní	37,24	49,18	132,07	61,06	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	13,78	18,94	137,43	23,51	pomalá	2
	spodní	32,47	18,50	56,96	22,97	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	2,00	2,74	136,93	3,40	žádné	1
	spodní	4,00	2,24	55,90	2,78	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,37	0,51	137,06	0,63	velmi pomalá	1
	spodní	0,51	0,49	96,58	0,61	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		239,11	540,16	225,90	670,69	velmi dobrá	4
OMMC		0,37	0,30	81,27	0,37	slabá	2

Naměřené hodnoty pro vzorek flísu jsou v tab. 34. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako vodopropustná textilie.

Tab. 34 - Flís - měření MMT.

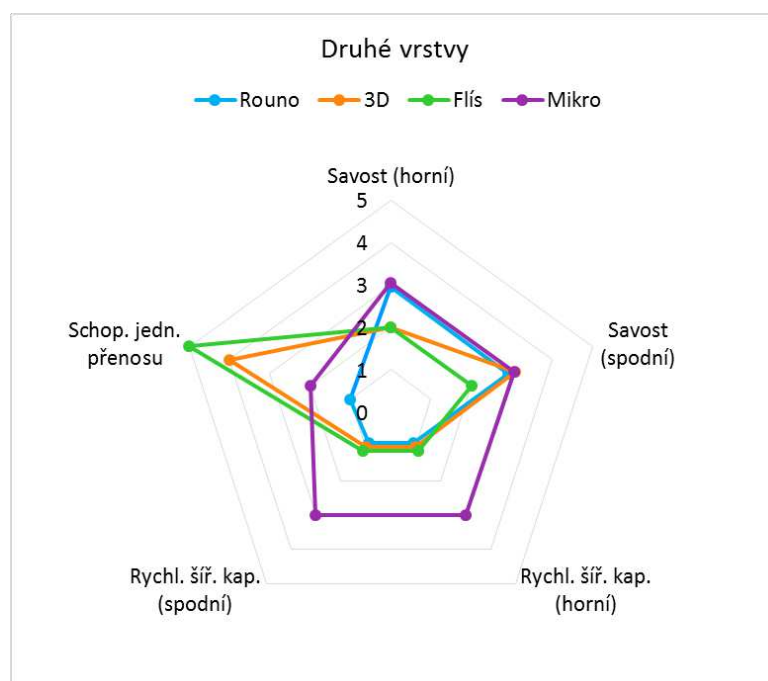
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	78,33	57,21	73,05	71,04	pomalé	2
	spodní	8,89	4,92	55,31	6,11	střední	3
Savost [%/s]	horní	15,67	22,55	143,91	28,00	pomalá	2
	spodní	21,85	14,29	65,38	17,74	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	2,00	2,74	136,93	3,40	žádné	1
	spodní	10,00	3,54	35,36	4,39	malé	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,14	0,22	151,59	0,27	velmi pomalá	1
	spodní	0,95	0,67	70,48	0,83	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		516,83	156,22	30,23	193,97	výborný	5
OMMC		0,52	0,11	20,72	0,13	dobrá	3

Naměřené hodnoty pro vzorek mikrovlákna jsou v tab. 35. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie.

Tab. 35 - Mikrovlákno - měření MMT.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodnoc. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	4,44	1,71	38,46	2,12	rychlé	4
	spodní	4,25	1,50	35,27	1,86	rychlé	4
Savost [%/s]	horní	31,51	2,81	8,90	3,48	střední	3
	spodní	37,21	2,86	7,68	3,55	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	15,00	0,00	0,00	0,00	střední	3
	spodní	15,00	0,00	0,00	0,00	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	2,50	0,92	36,81	1,14	střední	3
	spodní	2,52	0,76	30,23	0,95	střední	3
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		46,98	6,95	14,80	8,63	slabá	2
OMMC		0,31	0,06	19,33	0,07	slabá	2

Číselné hodnocení vybraných parametrů vzorků je graficky zobrazeno na obr. 37. Savost horní strany je hodnocena jako střední u vzorku rouna a mikrovlákna a jako pomalá u vzorků flís a 3D tkaniny. Flís má pomalou savost i na spodní straně a ostatní vzorky ji mají střední. Mikrovlákno má střední hodnocení rychlosti šíření kapaliny na obou stranách. U zbylých vzorků je rychlost šíření kapaliny na obou stranách velmi pomalá. Výborná schopnost jednosměrného přenosu kapaliny byla naměřena u vzorku flísu a velmi dobrého hodnocení dosáhl vzorek 3D pleteniny. Mikrovlákno vykazuje jen slabou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny a vzorek rouna dokonce velmi slabou.



Obr. 37 - Hodnoty druhých vrstev.

Při posouzení naměřených hodnot se jeví vzorek flísu jako nejvhodnější pro použití pro druhou savou vrstvu pratelné podložky vzhledem k tomu, že má výbornou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny, což je důležité pro odvod vlhkosti co nejdále od pokožky. Nicméně vzorek mikrovlákna dosahuje v ostatních parametrech lepších výsledků, než vzorek flísu. Horší jednosměrný přenos u mikrovlákna je možná způsoben tím, že mikrovlákno je hodně savé. Kapalina tedy zůstává spíš v jeho struktuře a není jen

transportována z jedné strany na druhou. Bylo by tedy na zvážení, který z naměřených parametrů má vyšší důležitost a dle toho pak posoudit, jaký ze vzorků by bylo vhodné použít jako savou vrstvu pro zdravotnickou podložku.

9.4.2 Měření vzorků v sendviči

Při měření sendvičových vzorků byl do přístroje MMT vložen vzorek první vrstvy se vzorkem druhé vrstvy, přičemž vzorky byly položeny na sebe. Měření bylo provedeno na vzorku první vrstvy v kombinaci se všemi druhými vrstvami. Tedy např. měřil se sendvič Clinitex+rouno, Clinitex+3D, Clinitex+flís a Clinitex+mikrovlákno. Stejně tomu bylo i u dalších typů prvních vrstev. Pro každý typ sendviče bylo provedeno 5 měření. Naměřené hodnoty z přístroje MMT jsou uvedeny v příloze 8. Z naměřených hodnot byla vypočítána průměrná hodnota a k ní základní statistická analýza. Tyto údaje jsou pro každý sendvič uvedeny v následujících tabulkách.

9.4.2.1 Clinitex a druhé vrstvy

Naměřené hodnoty pro vzorek Clinitex+rouno jsou v tab. 36. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako vodu propustná textilie.

Tab. 36 – Clinitex a rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	68,39	43,16	63,11	53,59	pomalé	2
	spodní	29,99	50,32	167,78	62,48	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	16,76	15,54	92,73	19,29	pomalá	2
	spodní	36,99	20,70	55,95	25,70	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	11,00	6,52	59,27	8,09	malé	2
	spodní	4,00	2,24	55,90	2,78	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,33	0,41	123,71	0,51	velmi pomalá	1
	spodní	0,52	0,29	56,08	0,36	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		253,17	512,27	202,34	636,06	velmi dobrá	4
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,44	0,26	58,88	0,32	dobrá	3

Naměřené hodnoty pro vzorek Clinitex+3D jsou v tab. 37. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 37 - Clinitex a 3D.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	<i>horní</i>	39,44	50,72	128,58	62,98	pomalé	2
	<i>spodní</i>	77,99	57,64	73,91	71,57	pomalé	2
Savost [%/s]	<i>horní</i>	25,66	15,45	60,24	19,19	pomalá	2
	<i>spodní</i>	19,71	27,71	140,61	34,40	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	<i>horní</i>	8,00	5,70	71,26	7,08	malé	2
	<i>spodní</i>	2,00	2,74	136,93	3,40	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	<i>horní</i>	0,68	0,57	83,77	0,70	velmi pomalá	1
	<i>spodní</i>	0,15	0,22	149,50	0,28	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-186,34	431,88	-231,76	536,25	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,15	0,25	171,76	0,31	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek Clinitex+flís jsou v tab. 38. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 38 - Clintex a flís.

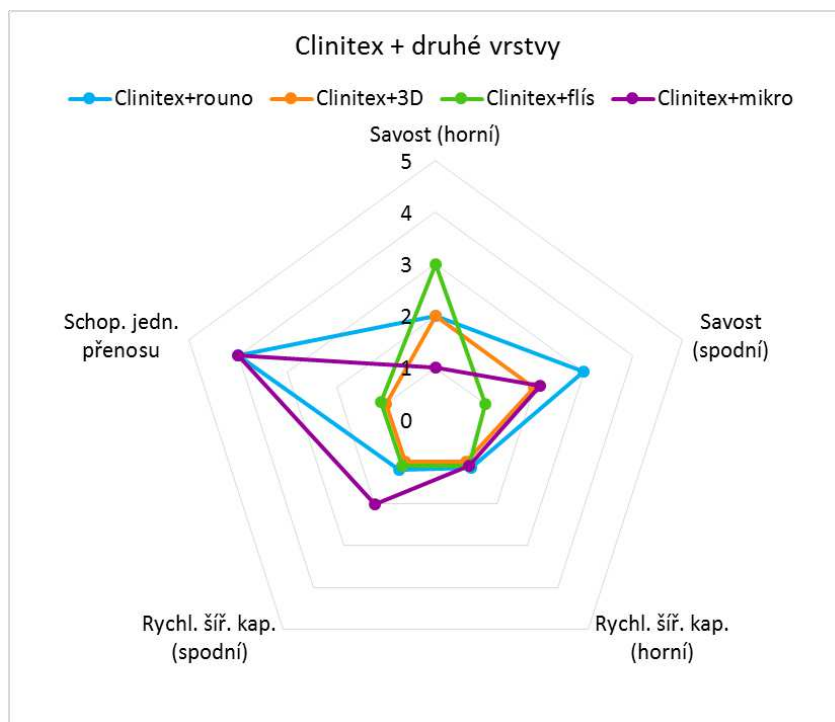
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	<i>horní</i>	6,66	2,42	36,29	3,00	střední	3
	<i>spodní</i>	120,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Savost [%/s]	<i>horní</i>	39,04	5,80	14,86	7,20	střední	3
	<i>spodní</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Max. rádius navlhčení [mm]	<i>horní</i>	8,00	2,74	34,23	3,40	malé	2
	<i>spodní</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	<i>horní</i>	0,87	0,20	22,79	0,25	velmi pomalá	1
	<i>spodní</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-567,50	95,91	-16,90	119,09	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,00	0,00	0,00	0,00	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek Clinitex+mikro jsou v tab. 39. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako textilie s managementem vlhkosti.

Tab. 39 - Clinitex a mikro.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	97,24	50,90	52,35	63,20	pomalé	2
	spodní	28,17	51,34	182,23	63,75	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	7,70	17,23	223,61	21,39	velmi pomalá	1
	spodní	28,44	16,01	56,31	19,88	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	1,00	2,24	223,61	2,78	žádné	1
	spodní	12,00	6,71	55,90	8,33	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,16	0,35	223,68	0,44	velmi pomalá	1
	spodní	1,77	0,99	56,08	1,23	pomalá	2
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		309,59	496,70	160,44	616,73	velmi dobrá	4
Celk. ukaz. managementu vlhkosti textilie [-]		0,54	0,30	55,91	0,37	dobrá	3

Číselná hodnocení sledovaných parametrů z předchozích tabulek jsou graficky zobrazena v paprskovém grafu (obr. 38). Savost horní strany textilie byla nejlépe hodnocena u vzorku Clinitex+flís. Jeho spodní strana ale vykazovala velmi pomalou savost. Rovněž rychlost šíření kapaliny byla u tohoto vzorku velmi pomalá. Tomu odpovídá skutečnost, že schopnost jednosměrného přenosu kapaliny zda byla vyhodnocena jako velmi slabá. Vzorku Clinitex+3D byla naměřena stejná hodnota pro savost horní i spodní vrstvy, stejně tak rychlost šíření kapaliny byla na obou stranách stejná. A jeho schopnost jednosměrného přenosu byla vyhodnocena jako velmi slabá. Vzorek Clinitex+rouno vykazoval lepší savost spodní vrstvy, ale rychlost šíření kapaliny byla pro obě strany sendvičového vzorku naměřena stejná. Schopnost jednosměrného přenosu měl vzorek velmi dobrou. Clinitex+mikro měl u parametrů savosti a rychlosti šíření kapaliny lepší výsledky pro spodní, než pro horní vrstvu. Vzorek dosáhl velmi dobré schopnosti jednosměrného přenosu kapaliny.



Obr. 38 - Clinitex+druhé vrstvy.

Na základě uvedených hodnot lze říci, že savé vrstvy z rouna a mikrovlákna lépe odváděly vlhkost z horní strany sendvičového vzorku do spodní, než zbylé vzorky. Mají také velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu. Tyto sendvičové vzorky dosáhly velmi podobných výsledků, přesto o něco lépe byl hodnocen vzorek Clinitex+mikro. Přístroj MMT jej vyhodnotil jako textilií s managementem vlhkosti.

9.4.2.2 Polypropylen a druhé vrstvy

Naměřené hodnoty pro vzorek PP+rouno jsou v tab. 40. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako vodu odpuzující textilie.

Tab. 40 - PP+rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	9,25	4,22	45,60	5,24	střední	3
	spodní	33,47	25,46	76,07	31,62	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	66,07	49,77	75,33	61,80	rychlá	4
	spodní	19,91	17,16	86,16	21,30	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	8,00	4,47	55,90	5,55	malé	2
	spodní	5,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,64	0,22	34,05	0,27	velmi pomalá	1
	spodní	0,25	0,20	76,58	0,24	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-188,14	117,87	-62,65	146,35	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,03	0,04	130,06	0,05	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek PP+3D jsou v tab. 41. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako vodu odpuzující textilie.

Tab. 41 - PP+3D.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	11,63	5,83	50,16	7,24	střední	3
	spodní	68,46	50,95	74,43	63,27	pomalé	2
Savost [%/s]	horní	54,62	36,47	66,78	45,29	rychlá	4
	spodní	11,35	13,04	114,83	16,19	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	7,00	2,74	39,12	3,40	malé	1
	spodní	5,00	5,00	100,00	6,21	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,53	0,19	36,61	0,24	velmi pomalá	1
	spodní	0,17	0,20	118,18	0,25	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-183,42	233,35	-127,22	289,74	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,06	0,07	122,56	0,08	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek PP+flís jsou v tab. 42. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie.

Tab. 42 - PP+flís.

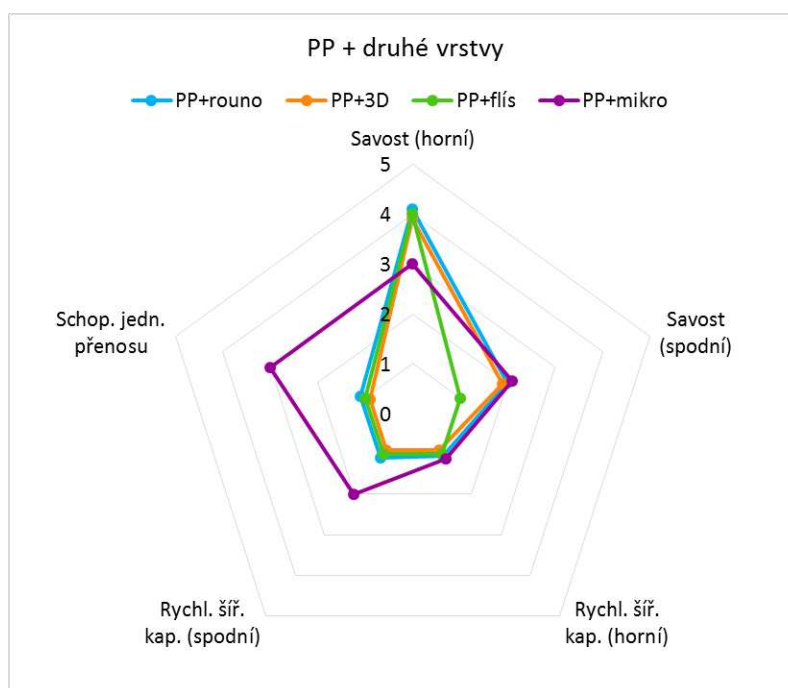
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	<i>horní</i>	9,77	1,80	18,41	2,23	střední	3
	<i>spodní</i>	16,98	4,39	25,87	5,45	střední	3
Savost [%/s]	<i>horní</i>	61,57	12,46	20,23	15,47	rychlá	4
	<i>spodní</i>	7,16	3,18	44,48	3,95	velmi pomalá	1
Max. rádius navlhčení [mm]	<i>horní</i>	7,00	2,74	39,12	3,40	žádné	1
	<i>spodní</i>	9,00	2,24	24,85	2,78	malé	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	<i>horní</i>	0,53	0,11	19,88	0,13	velmi pomalá	1
	<i>spodní</i>	0,42	0,16	37,56	0,20	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-150,84	106,16	-70,38	131,82	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vlhkosti textilie [-]		0,01	0,01	223,08	0,02	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek PP+mikro jsou v tab. 33. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako textilie s managementem vlhkosti.

Tab. 43 - PP+mikro.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	<i>horní</i>	9,23	2,79	30,19	3,46	střední	3
	<i>spodní</i>	11,46	4,25	37,11	5,28	střední	3
Savost [%/s]	<i>horní</i>	45,44	16,77	36,90	20,82	střední	3
	<i>spodní</i>	16,53	7,45	45,09	9,25	pomalá	2
Max. rádius navlhčení [mm]	<i>horní</i>	6,00	2,24	37,27	2,78	žádné	1
	<i>spodní</i>	14,00	2,24	15,97	2,78	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	<i>horní</i>	0,59	0,17	29,54	0,22	velmi pomalá	1
	<i>spodní</i>	1,04	0,30	28,49	0,37	pomalá	2
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		159,87	241,53	151,08	299,90	dobrá	3
Celk. ukaz. managementu vlhkosti textilie [-]		0,30	0,22	73,68	0,27	slabá	2

Číselná hodnocení vybraných parametrů jsou graficky zobrazena na paprskovém grafu (obr. 39). Savost horní strany textilie byla u vzorků PP+rouno, PP+3D a PP+flís měřením vyhodnocena jako rychlá. Na spodní straně byla savost zhodnocena jako pomalá u vzorků PP+rouno a PP+3D a jako velmi pomalá u PP+flís. Rychlost šíření kapaliny na horní i spodní straně textilie byla hodnocena jako pomalá u vzorků PP+rouno, PP+3D a PP+flís. Tyto vzorky vykazovaly velmi slabou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny. Při pohledu na paprskový graf můžeme říci, že sendvičový vzorek PP+mikro dopadl v celkovém hodnocení lépe. Savost horní vrstvy má střední a u spodní vrstvy pomalou. Kapalina se vzorkem šířila rychleji po jeho spodní straně. Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny byla u vzorku PP+mikro vyhodnocena jako dobrá. Můžeme tedy konstatovat, že savá vrstva z mikrovlákna odváděla vlhkost z horní do spodní strany sendvičového vzorku nejlépe z testovaných.



Obr. 39 - PP+druhé vrstvy.

9.4.2.3 Funkční úplet a druhé vrstvy

Naměřené hodnoty pro vzorek funkční+rouno jsou v tab. 44. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 44 – Funkční+rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	2,49	0,45	17,95	0,55	velmi rychlé	5
	spodní	120,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Savost [%/s]	horní	43,33	1,98	4,56	2,45	střední	3
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	30,00	0,00	0,00	0,00	velmi rychlé	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	7,44	0,78	10,46	0,97	velmi rychlá	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-571,51	49,32	-8,63	61,23	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,00	0,00	0,00	0,00	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek funkční+3D jsou v tab. 45. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 45 – Funkční+3D.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	3,52	1,00	28,43	1,24	rychlé	4
	spodní	120,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Savost [%/s]	horní	40,21	5,63	14,00	6,99	střední	3
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	29,00	2,24	7,71	2,78	velmi rychlé	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	6,15	1,07	17,43	1,33	velmi rychlá	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-481,70	45,02	-9,35	55,90	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vhkosti textilie [-]		0,00	0,00	0,00	0,00	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek funkční+flís jsou v tab. 46. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako voděodolná textilie.

Tab. 46 – Funkční+flís.

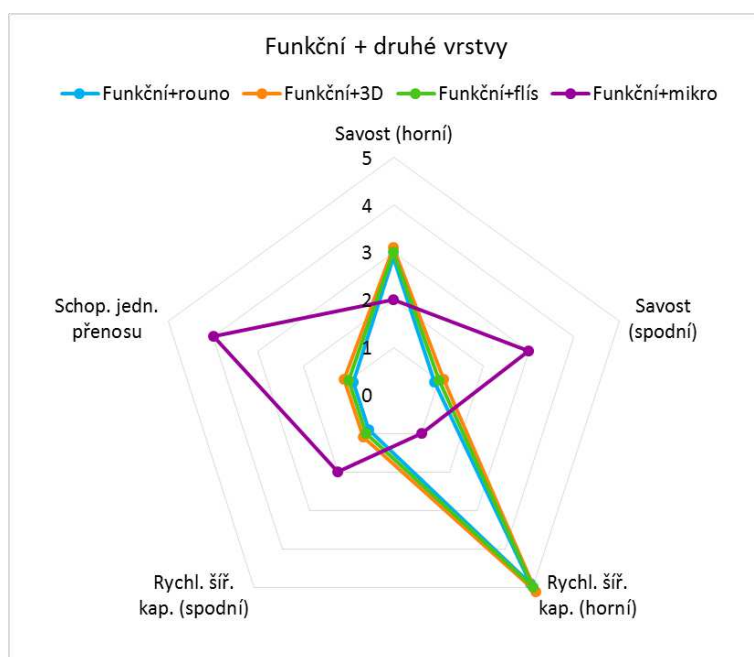
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	3,46	1,17	33,71	1,45	rychlé	4
	spodní	120,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Savost [%/s]	horní	44,75	7,05	15,74	8,75	střední	3
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	velmi pomalá	1
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	28,00	2,74	9,78	3,40	velmi rychlé	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	žádné	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	5,85	0,47	8,07	0,59	velmi rychlá	5
	spodní	0,00	0,00	0,00	0,00	žádná	1
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		-509,69	61,78	-12,12	76,71	velmi slabá	1
Celk. ukaz. managementu vlhkosti textilie [-]		0,00	0,00	0,00	0,00	velmi slabá	1

Naměřené hodnoty pro vzorek funkční+mikro jsou v tab. 47. Vzorek byl přístrojem MMT charakterizován jako textilie s managementem vlhkosti.

Tab. 47 – Funkční+mikro.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odchyl.	Var. koef.	Interval spol.	Hodnocení slovní	Hodn. číselné
Doba navlhčení [s]	horní	9,10	0,56	6,18	0,70	střední	3
	spodní	5,00	0,43	8,54	0,53	rychlé	4
Savost [%/s]	horní	11,84	2,79	23,59	3,47	pomalá	2
	spodní	36,60	0,94	2,56	1,16	střední	3
Max. rádius navlhčení [mm]	horní	10,00	0,00	0,00	0,00	malé	2
	spodní	15,00	0,00	0,00	0,00	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	horní	0,99	0,07	6,63	0,08	velmi pomalá	1
	spodní	1,99	0,10	4,82	0,12	pomalá	2
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]		360,07	21,92	6,09	27,22	velmi dobrá	4
Celk. ukaz. managementu vlhkosti textilie [-]		0,61	0,03	4,43	0,03	velmi dobrá	4

Na obr. 40 je paprskový graf, ve kterém jsou hodnoty číselného hodnocení vzorků sledovaných parametrů. Sendvičové vzorky funkční+rouno, funkční+3D a funkční+flís dosáhly ve všech sledovaných parametrech stejných výsledků. Lepších výsledků dosáhl vzorek funkční+mikro, jehož naměřené hodnoty jsou oproti ostatním vzorkům rozděleny v grafu více rovnoměrně. Savost horní strany textilie byla přístrojem MMT vyhodnocena jako pomalá u vzorku funkční+mikro a jako střední u všech zbylých vzorků. Naopak spodní strana těchto vzorků vykazovala velmi pomalou savost a savost vzorku funkční+mikro byla střední. Velký rozdíl je ve výsledcích rychlosti šíření kapaliny na horní straně textilie. Vzorek funkční+mikro má tuto rychlost velmi pomalou a ostatní vzorky velmi rychlou. U parametru schopnosti jednosměrného přenosu kapaliny vzorek funkční+mikro dosáhl velmi dobrého hodnocení a u zbylých vzorků byla tato schopnost vyhodnocena jako velmi slabá.



Obr. 40 - Funkční a druhé vrstvy.

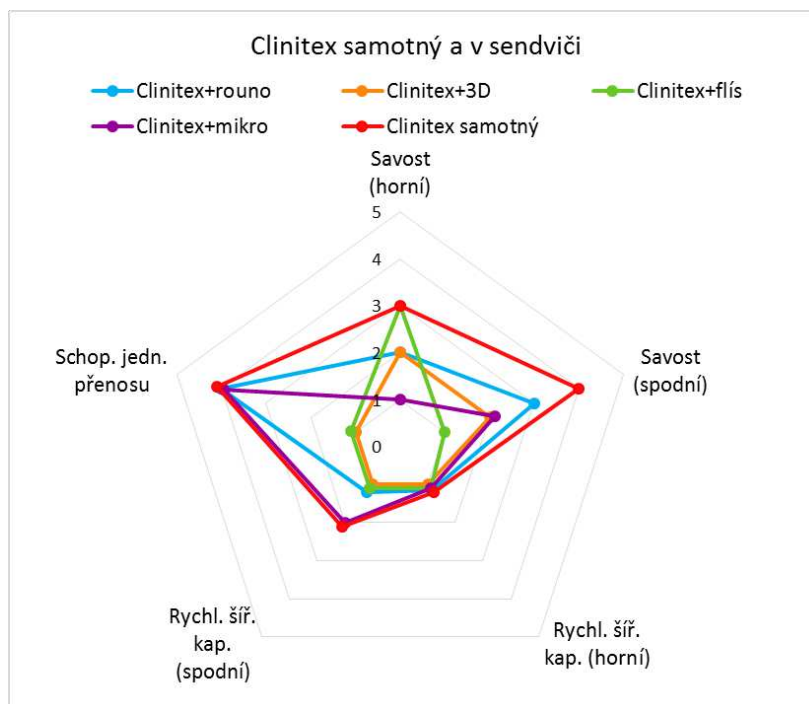
Z uvedených výsledků vyplývá, že savá vrstva z mikrovlákna odváděla dobře vlhkost z horní do spodní strany sendvičové textilie, což je u zdravotnické podložky žádoucí. Savé vrstvy u vzorků funkční+rouno, funkční+3D a funkční+flís nedokázaly vlhkost tak dobře odvést a proto zůstávalo více vlhkosti v horní, než spodní vrstvě sendvičové textilie.

9.4.3 Srovnání naměřených hodnot prvních vrstev a jejich změna v sendvičové struktuře.

V této kapitole je provedeno srovnání získaných výsledků z měření prvních vrstev s výsledky měření, které byly naměřeny na sendvičových vzorcích. Pro grafické zobrazení byl použit paprskový graf, ve kterém jsou hodnoty pro samotnou vrchní vrstvu i pro vrstvu v kombinaci se savými vrstvami. Hodnoty byly použity z tabulek z předchozích kapitol. Porovnání výsledků se bude týkat pouze parametrů savosti a rychlosti šíření kapaliny pro horní vrstvu. To proto, že spodní strana je v případě vzorku samotné první vrstvy jejím rubem (v případě funkčního úpletu lícem), a u sendvičového vzorku je spodní vrstva rub savé vrstvy.

9.4.3.1 Clinitex

Na obr. 41 můžeme vidět, že střední savost horní vrstvy u vzorku Clinitex+flís byla stejná jako u samotného vzorku Clinitex. V sendviči s rounem a 3D pleteninou byla savost pomalá a v kombinaci s mikrovláknem velmi pomalá. Rychlost šíření kapaliny na horní straně se pro Clinitex v kombinaci se savými vrstvami nezměnila. Velmi dobrá schopnost jednosměrného přenosu u vzorku Clinitex zůstala zachována i v kombinaci Clinitex+rouno a Clinitex+mikro. Výrazně se zhoršila u vzorků se savou vrstvou s 3D pleteninou a flísem. Žádný vzorek v sendviči nevykazoval lepší hodnoty, než samotný vzorek Clinitexu.



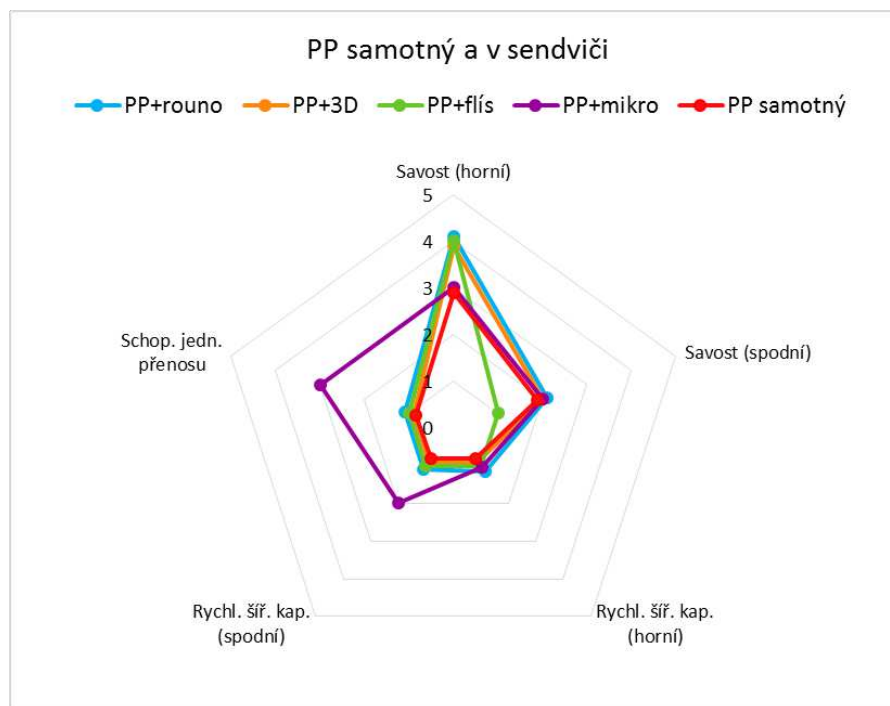
Obr. 41 - Clinitex samotný a v sendviči.

Vzorek první vrstvy Clinitex, byl přístrojem MMT zhodnocen jako textilie s managementem vlhkosti. V kombinaci s druhými vrstvami si tuto charakteristiku zachoval pouze ve spojení s mikrovlákem. Vlhkost byla rychle odvedena do spodní strany sendvičového vzorku. Clinitex v kombinaci s rounem byl charakterizován jako vodopropustná textilie. I u tohoto vzorku byla vlhkost rychle odvedena do spodní strany. Vzorky Clinitexu s 3D pleteninou a flísem byly charakterizovány jako voděodolné textilie. To proto, že vlhkost spíše zůstávala na horní straně, případně na spodní straně první vrstvy. Vzorky měly velmi slabou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny.

9.4.3.2 Polypropylen

Z obr. 42 lze vyčíst, že savost horní vrstvy byla u samotného vzorku PP hodnocena jako střední a stejné hodnocení bylo i pro vzorek PP+mikro. Ostatní vzorky měly savost o stupeň lepší. Rychlost šíření kapaliny na horní straně byla u všech vzorků vyhodnocena jako velmi pomalá. Schopnost

jednosměrného přenosu kapaliny byla výrazně lepší u vzorku PP+mikro. Zbylé vzorky vykazovaly tuto schopnost jako velmi slabou. Z grafu vyplývá, že vzorek PP v sendviči se savými vrstvami dosahoval lepších výsledků, než vzorek samotné vrstvy PP. Nejlepších výsledků dosáhl PP v kombinaci se savou vrstvou z mikrovlákna.

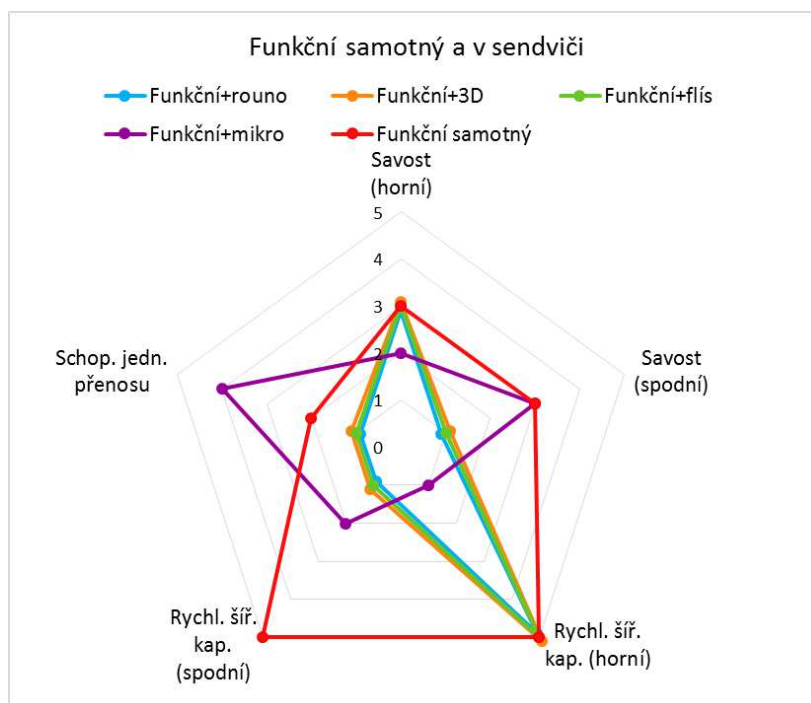


Obr. 42 - PP samotný a v sendviči.

Vzorek první vrstvy polypropylen byl charakterizován jako vodu odpuzující textilie. Kapalina byla špatně absorbována a spíše zůstávala na horní straně vzorku. Vzorek se choval stejně i v kombinaci s druhou vrstvou z rouna i z 3D pleteniny. Proto si i tyto vzorky vysloužily stejnou charakteristiku vodu odpuzující textilie. Vzorek PP v kombinaci s flísem byl vyhodnocen jako rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie. Změna vlastností se projevila až ve spojení s druhou vrstvou z mikrovlákna. Vzorek vykazoval dobrou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny a přístrojem MMT byl označen jako textilie s managementem vlhkosti.

9.4.3.3 Funkční úplet

Vzorky funkční+rouno, funkční+3D a funkční+flís mají stejné výsledky, což je viditelné na obr. 43. Savost horní vrstvy byla u vzorku funkční+mikro hodnocena jako pomalá. Ostatní vzorky u tohoto parametru dosáhly o stupeň lepšího hodnocení. Rychlost šíření kapaliny na horní straně byla velmi pomalá u vzorku funkční+mikro. Ostatní vzorky vykazovaly velmi rychlé šíření kapaliny na horní straně. Schopnost jednosměrného přenosu byla velmi dobrá u vzorku funkční+mikro. Samotný funkční má tuto schopnost slabou a zbylé vzorky dokonce velmi slabou. U vzorku samotného funkčního úpletu docházelo k rychlému šíření kapaliny na obou stranách vzorku. V kombinaci se savými vrstvami rounem, 3D a flísem tato schopnost zůstala na horní straně zachována. U vzorku funkční+mikro dosáhl tento parametr nejhoršího výsledku. Bude to způsobeno zřejmě tím, že savá vrstva mikrovlákna odvedla vlhkost z horní vrstvy rychle, proto se vlhkost nestihla šířit tak, jak u jiných vzorků. Tomu by odpovídal i výsledek schopnosti jednosměrného přenosu kapaliny.



Obr. 43 - Funkční samotný a v sendviči.

Funkční úplet jako vzorek první vrstvy byl charakterizován jako rychle absorbující a rychle schnoucí textilie. Vzorek se rychle navlhčil po obou

stranách a vykazoval slabou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny. Funkční úplet v kombinaci s druhými vrstvami z rouna, 3D pleteniny a flísu dosáhl stejných výsledků. Sendvičové vzorky byly vyhodnoceny jako voděodolná textilie. Kapalina se šířila funkčním úpletem, ale savé vrstvy ji neodvedly do spodní strany sendvičového vzorku. Odvést kapalinu z horní vrstvy se podařilo savé vrstvě z mikrovlákna, která měla velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny. I proto ji přístroj MMT charakterizoval jako textilií s managementem vlhkosti.

9.4.4 Dílčí závěr

Při tomto experimentu byly sledovány vlastnosti managementu vlhkosti u vzorků, které by mohly být použity pro výrobu pratelných podložek. Měření byly podrobeny vzorky samotných prvních vrstev, druhých vrstev a následně i ve vzájemné kombinaci.

Porovnáním sledovaných parametrů horní strany vzorků mezi samotnými prvnimi vrstvami a vzorky prvních vrstev v kombinaci s druhými vrstvami jde vidět, že savé vrstvy měly vliv na změnu naměřených hodnot na horní straně vzorků. Rovněž i savé vrstvy vykazovaly jiné hodnoty v sendviči a jiné při měření samotných vrstev. Podle výsledků je pro druhou savou vrstvu pratelné podložky nejvhodnější vzorek mikrovlákna. Prokázal velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu kapaliny a všechny sendvičové vzorky prvních vrstev v kombinaci s mikrovláknem byly hodnoceny jako textilie s managementem vlhkosti. A právě odvod vlhkosti od lidské pokožky je v případě prevence vzniku dekubitů velmi důležitý.

Z výsledků provedeného experimentu měla nejlepší vlastnosti první vrstva vzorku Clinitex, která měla velmi dobrou savost na spodní straně a velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu. Z druhých vrstev nejlépe odváděl vlhkost vzorek flísu, který jako jediný ze všech vzorků dosáhl ve schopnosti jednosměrného přenosu nejlepšího možného hodnocení. Mohli

bychom tedy dojít k závěru, že spojením těchto dvou vrstev vznikne podložka, která bude mít výborný odvod vlhkosti od těla. Měřením na vzorku Clinitex+flís se ale ukázalo, že tomu tak není. Vzorek měl dobrou savost horní vrstvy, ale zbylé parametry byly hodnoceny stupněm 1. Tedy savost spodní vrstvy a rychlost šíření kapaliny po obou stranách byla velmi pomalá. A schopnost jednosměrného přenosu sendvičového vzorku byla kupodivu jen velmi slabá.

Provedený experiment ukázal, že první i druhé vrstvy navzájem ovlivňují své vlastnosti managementu vlhkosti. Při rozhodování o použití textilie pro první nebo druhou vrstvu zdravotnické podložky nestačí pouze vycházet z naměřených hodnot jednotlivých vrstev. Je zapotřebí provést měření na daném sendvičovém vzorku a ověřit, jak spolu první a druhá vrstva spolupracují při odvodu vlhkosti.

10 Vícekriteriální hodnocení variant

V této diplomové práci byly u vzorků hodnoceny jak jejich povrchové vlastnosti, tak i schopnost transportu vlhkosti. Výběr nejvhodnějšího vzorku pro výrobu zdravotnické podložky můžeme posoudit podle výsledných hodnot tření nebo podle toho, který vzorek nejlépe odváděl vlhkost. Ideální by byla varianta vzorku, který by měl nejnižší tření a nejlépe odváděl vlhkost. Materiály jsou ale různorodé a různé jsou také jejich výsledky v hodnocených parametrech. Optimální rozhodnutí tedy musí vyhovovat více než jednomu kritériu. Proto bude pro výpočet optimální varianty použito vícekriteriální hodnocení variant.

10.1 Základní pojmy

Rozhodnutí – výběr jedné nebo více variant z množiny všech přípustných variant.

Varianty – konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou realizovatelné. Značí se A_i (pro $i=1, 2, \dots, m$).

Kritéria – hlediska, ze kterých jsou varianty posuzovány. Značí se K_j (pro $j = 1, 2, \dots, n$).

Preference kritéria – důležitost kritéria, které má být dosaženo. Preference může být vyjádřena: [43]

- aspirační úroveň (hodnota kritéria, které má být dosaženo)
- pořadí kritérií (posloupnost kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité)
- váhy kritérií (kardinální informace o kritériích, váha je hodnota z intervalu $\langle 0,1 \rangle$ a vyjadřuje relativní důležitost kritéria v porovnání s ostatními)
- kompenzace kriteriálních hodnot (jsou vyjádřeny mírou substituce mezi kriteriálními hodnotami)

Klasifikace kritérií – před hodnocením je důležité převést všechna kritéria na jeden typ. Dle povahy jsou kritéria: [43]

- maximalizační (nejlepší hodnoty mají nejvyšší hodnoty, např. výše platu)
- minimalizační (nejlepší hodnoty mají nejmenší hodnoty, např.: délka cesty do zaměstnání)

Aby bylo s hodnotami možno počítat současně, je potřeba minimalizační hodnoty převést na maximalizační. Tedy od nejvyšší hodnoty ve sloupci odečteme ostatní hodnoty. Výsledkem je potom lineární vzdálenost skutečné hodnoty od hodnoty nejhorší. A čím je větší vzdálenost, tím lépe, tedy jedná se o kritérium maximalizační.

10.2 Metody stanovení vah kritérií

Jednotlivá kritéria je potřebné od sebe odlišit z hlediska jejich významnosti. Můžeme využít číselného vyjádření této významnosti pomocí tzv. vah. Váhu kritéria K_j značíme v_j ($j = 1, 2, \dots, n$), kde n je počet všech uvazovaných kritérií. Aby váhy stanovené různými metodami byly srovnatelné, vyjadřují se v normovaných hodnotách w_j , které vypočítáme podle vztahu

$$w_j = \frac{v_j}{\sum_{k=1}^n v_k}, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Normované váhy jsou nezáporná čísla, jejichž součet se rovná jedné. [44]

Rozdělení metod: [43] [44]

- 1) *Metoda pořadí* – Kritéria K_1, K_2, \dots, K_n se seřadí od nejvýznamnějšího k nejméně významnému a přiřadí se jim váhy $n, n-1, \dots, 2, 1$. Pro normovanou váhu kritéria K_j s vahou v_j platí vzh

$$w_j = \frac{v_j}{1 + 2 + \dots + n} = \frac{v_j}{\frac{n(n+1)}{2}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

- 2) *Fullerova metoda* – Při větším počtu kritérií se srovnávají navzájem pouze dvě kritéria, o kterých snáze rozhodneme, které je důležitější.

- 3) *Bodovací metoda* – Důležitost kritérií hodnotíme počtem bodů. Důležitější kritérium má více bodů. Přidělený počet bodů se převádí na normovanou váhu.
- 4) *Metoda kvantitativního párového srovnávání* – Tzv. Saatyho metoda. Kromě výběru preferovaného kritéria se určuje pro každou dvojici kritérií také velikost této preference. K tomu Saaty doporučuje bodovou stupnici.
- 5) *Metoda postupného rozvrhu vah* – Pokud je velký počet kritérií pak je vhodné je seskupit do dílčích skupin podle příbuznosti jejich náplně. Pak se stanoví váhy jednotlivých skupin, váhy každého kritéria v příslušné skupině a pak se tyto váhy vynásobí.

10.3 Metody stanovení pořadí variant

Cílem metod vícekritériálního hodnocení variant je stanovení pořadí výhodnosti jednotlivých variant z hlediska zvolených kritérií. Varianta s nejlepším umístěním představuje nejlepší kompromisní variantu. Výsledky získané různými metodami mají subjektivní charakter a mohou se proto navzájem lišit. Metody můžeme rozdělit podle toho, jaký typ informace vyžadují: [43] [44]

- 1) *Metody vyžadující znalost aspirační úrovně kritériálních hodnot* (sem patří např. konjunktivní metoda, disjunktivní metoda, metoda PRIAM).
- 2) *Metody vyžadující ordinální informace o variantách* (např. metoda pořadí, permutační metoda nebo lexikografická).
- 3) *Metody vyžadující kardinální informace o variantách*. Tyto se dále dělí podle principu hodnocení na:
 - maximalizace užitku (metoda váženého součtu, metoda bazické varianty, metoda AHP nebo metoda bodovací)
 - minimalizace vzdálenosti od ideální varianty (metoda TOPSIS)
 - preferenční relace (metoda Electre, Promethee)
 - metody založené na mezní míře substituce (metoda postupné substituce).

10.3.1 Metoda váženého součtu

Při vícekritériálním hodnocení variant lze každé hodnotě kritéria K_j přiřadit její užitek, čímž vytvoříme dílčí užítkovou funkci u_j , která pro variantu A_i nabývá hodnoty

$$u_j(A_i) = u_{ij}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (12)$$

Definičním oborem této funkce je interval mezi nejlepší a nejhorší hodnotou příslušného kritéria. Oborem funkčních hodnot je interval $\langle 0, 1 \rangle$.

Metoda je vhodná pro kvantitativní kritéria a předpokládá lineární závislost užitku na hodnotách kritéria. Nejhorší hodnotě j -tého kritéria (značíme d_j) se přiřadí hodnota 0 a nejlepší varianty (značíme h_j) užitek 1.

Pro dílčí užitek u_{ij} hodnoty y_{ij} platí

$$u_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

Pro jednotlivé varianty vypočteme agregovanou funkci užitku podle vztahu

$$u(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j u_{ij} \quad (14)$$

kde w_j jsou normované váhy jednotlivých kritérií.

Varianty pak seřadíme podle hodnot $u(A_i)$ a nejlepší varianta má tuto hodnotu největší. [43] [44]

10.4 Výpočet

Výběr nejvhodnějšího vzorku pro použití ve zdravotnické podložce můžeme hodnotit podle výsledků nejlepšího odvodu vlhkosti, podle nejnižšího tření nebo jejich kombinací. A právě díky vícekritériálnímu hodnocení variant lze vypočítat, který typ vzorku by daným požadavkům vyhovoval nejvíce.

Hodnoty z přístroje MMT jsou maximalizační, tedy nejvyšší hodnota je nejlepší. Ale hodnoty z přístroje KES-FB4 jsou minimalizační, kdy pro nás nejlepší výsledek má nejnižší hodnotu. Aby bylo s hodnotami možno počítat současně, je potřeba minimalizační hodnoty převést na maximalizační. To bylo vysvětleno v kapitole 10.1. Převedené hodnoty jsou v tab. 48.

Tab. 48 - Převod na maximalizační hodnoty.

Vzorek	Naměřené hodnoty		Převedené hodnoty	
	MIU sucho	MIU vlhko	MIU sucho	MIU vlhko
Clinitex	0,308	0,309	0,000	0,000
PP	0,219	0,287	0,089	0,022
Funkční	0,145	0,156	0,163	0,153
	MINIMALIZAČNÍ		MAXIMALIZAČNÍ	

V práci se tedy u hodnot tření v dalších výpočtech počítá s převedenými maximalizačními hodnotami.

Z průměrných naměřených hodnot na přístroji MMT a KES-FB4 byly vybrány nejlepší (h) a nejhorší (d) hodnoty a vypočten jejich rozdíl (tab. 49). Toto je základní tabulka pro následný výpočet kritériálních hodnot podle vztahu (13) a pro výpočet agregované funkce užitku pro každou variantu podle vztahu (14).

Tab. 49 – Výběr nejlepší a nejhorší hodnoty.

Vzorek	R	TAR	BAR	TSS	BSS	MIU sucho	MIU vlhko
Clinitex+rouno	253,17	16,76	36,99	0,33	0,52	0,000	0,000
Clinitex+3D	-186,34	25,66	19,71	0,68	0,15	0,000	0,000
Clinitex+flís	-567,50	39,04	0,00	0,87	0,00	0,000	0,000
Clinitex+mikro	309,59	7,70	28,44	0,16	1,77	0,000	0,000
PP+rouno	-188,14	66,07	19,91	0,64	0,25	0,089	0,022
PP+3D	-183,42	54,62	11,35	0,53	0,17	0,089	0,022
PP+flís	-150,84	61,57	7,16	0,53	0,42	0,089	0,022
PP+mikro	159,87	45,44	16,53	0,59	1,04	0,089	0,022
Funkční+rouno	-571,51	43,33	0,00	7,44	0,00	0,163	0,153
Funkční+3D	-481,70	40,21	0,00	6,15	0,00	0,163	0,153
Funkční+flís	-509,69	44,75	0,00	5,85	0,00	0,163	0,153
Funkční+mikro	360,07	11,84	36,60	0,99	1,99	0,163	0,153
Hj	360,07	66,07	36,99	7,44	1,99	0,163	0,153
Dj	-571,51	7,70	0,00	0,16	0,00	0,000	0,000
Hj-Dj	931,58	58,37	36,99	7,28	1,99	0,163	0,153

10.4.1 Výběr varianty podle odvodu vlhkosti

Výběr varianty podle odvodu vlhkosti nám ukáže, který vzorek nejlépe odpovídá našim zadaným parametrům. Jako hlavní hodnotící kritérium byl vybrán parametr schopnosti jednosměrného přenosu kapaliny. Dále pak savost pro horní a spodní stranu textilie. V tab. 50 jsou pořadí všech kritérií podle jim přiřazené důležitosti a jejich váhy. Váhy byly vypočítány metodou pořadí. Pro stanovení pořadí variant byla použita metoda váženého součtu.

Tab. 50 – Váhy (vlhkost).

Kritérium	Zkratka	Pořadí	Body	Váha
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]	R	1.	7	0,25
Savost - horní strana [%/s]	TAR	2.	6	0,21
Savost - spodní strana [%/s]	BAR	3.	5	0,18
Rychlost šíření kapaliny - horní strana [mm/s]	TSS	4.	4	0,14
Rychlost šíření kapaliny - spodní strana [mm/s]	BSS	5.	3	0,11
Tření - za vlhka [-]	MIU vlhko	6.	2	0,07
Tření - za sucha [-]	MIU sucho	7.	1	0,04
Suma			28	1,00

V tab. 51 jsou přepočítány kritériální hodnoty podle vztahu (13) a dále je proveden výpočet agregované funkce užitku podle vztahu (14), díky které bylo určeno výsledné pořadí variant.

Tab. 51 – Výpočet funkce užitku (vlhkost).

Vzorek	R	TAR	BAR	TSS	BSS	MIU vlhko	MIU sucho	$u(A_i)$	Výsledné pořadí
Clinitex+rouno	0,885	0,155	1,000	0,024	0,262	0,000	0,000	0,47	3-4.
Clinitex+3D	0,413	0,308	0,533	0,071	0,075	0,000	0,000	0,28	11.
Clinitex+flís	0,004	0,537	0,000	0,098	0,000	0,000	0,000	0,13	12.
Clinitex+mikro	0,946	0,000	0,769	0,000	0,889	0,000	0,000	0,47	3-4.
PP+rouno	0,412	1,000	0,538	0,066	0,126	0,144	0,546	0,46	5.
PP+3D	0,417	0,804	0,307	0,051	0,085	0,144	0,546	0,38	7-8.
PP+flís	0,452	0,923	0,194	0,051	0,211	0,144	0,546	0,40	6.
PP+mikro	0,785	0,647	0,447	0,059	0,523	0,144	0,546	0,51	2.
Funkční+rouno	0,000	0,610	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,38	7-8.
Funkční+3D	0,096	0,557	0,000	0,823	0,000	1,000	1,000	0,37	9-10.
Funkční+flís	0,066	0,635	0,000	0,782	0,000	1,000	1,000	0,37	9-10.
Funkční+mikro	1,000	0,071	0,989	0,114	1,000	1,000	1,000	0,68	1.
Váhy	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

Výsledné pořadí variant:

1. Funkční úplet + mikrovlákno
2. Polypropylen + mikrovlákno
- 3-4. Clinitex + mikrovlákno
- 3-4. Clinitex + rouno
5. Polypropylen + rouno
6. Polypropylen + flís
- 7-8. Polypropylen + 3D pletenina
- 7-8. Funkční úplet + rouno
- 9-10. Funkční úplet + 3D pletenina
- 9-10. Funkční úplet + flís
11. Clinitex + 3D pletenina
12. Clinitex + flís

Z hlediska odvodu vlhkosti se podle výsledného pořadí variant jeví jako nejvhodnější pro zdravotnickou podložku sendvičový vzorek s první vrstvou z funkčního úpletu a s druhou savou vrstvou z mikrovlákna. Na druhém místě je vzorek PP+mikrovlákno. Vzorky Clinitex se savou vrstvou z mikrovlákna a rouna mají podle výpočtů stejnou funkci užítku a proto se spolu dělí o třetí místo.

10.4.2 Výběr varianty podle tření

Druhou možností podle, které můžeme vybírat zdravotnickou podložku, jsou její povrchové vlastnosti. Jako nejdůležitější kritérium bylo pro tuto variantu vybráno tření za sucha a jako druhé tření za vlhka. Dále byla zvolena schopnost jednosměrného přenosu kapaliny. Pořadí všech kritérií podle jejich důležitosti je uvedeno v tab. 52. Váhy byly vypočítány metodou pořadí. Pro stanovení pořadí variant byla použita metoda váženého součtu.

Tab. 52 - Váhy (tření).

Kritérium	Zkratka	Pořadí	Body	Váha
Tření - za sucha [-]	MIU sucho	1.	7	0,25
Tření - za vlhka [-]	MIU vlhko	2.	6	0,21
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]	R	3.	5	0,18
Savost - spodní strana [%/s]	TAR	4.	4	0,14
Savost - horní strana [%/s]	BAR	5.	3	0,11
Rychlost šíření kapaliny - horní strana [mm/s]	TSS	6.	2	0,07
Rychlost šíření kapaliny - spodní strana [mm/s]	BSS	7.	1	0,04
Suma			28	1,00

V tab. 53 jsou přepočítány kritériální hodnoty podle vztahu (13) a dále je proveden výpočet agregované funkce užitku podle vztahu (14), díky které bylo určeno výsledné pořadí variant.

Tab. 53 – Výpočet funkce užitku (tření).

Vzorek	MIU sucho	MIU vlhko	R	TAR	BAR	TSS	BSS	$u(A_i)$	Výsledné pořadí
Clinitex+rouno	0,000	0,000	0,885	0,155	1,000	0,024	0,262	0,30	9.
Clinitex+3D	0,000	0,000	0,413	0,308	0,533	0,071	0,075	0,18	11.
Clinitex+flís	0,000	0,000	0,004	0,537	0,000	0,098	0,000	0,08	12.
Clinitex+mikro	0,000	0,000	0,946	0,000	0,769	0,000	0,889	0,29	10.
PP+rouno	0,546	0,144	0,412	1,000	0,538	0,066	0,126	0,45	8.
PP+3D	0,546	0,144	0,417	0,804	0,307	0,051	0,085	0,39	6.
PP+flís	0,546	0,144	0,452	0,923	0,194	0,051	0,211	0,41	7.
PP+mikro	0,546	0,144	0,785	0,647	0,447	0,059	0,523	0,47	5.
Funkční+rouno	1,000	1,000	0,000	0,610	0,000	1,000	0,000	0,62	2-3.
Funkční+3D	1,000	1,000	0,096	0,557	0,000	0,823	0,000	0,61	4.
Funkční+flís	1,000	1,000	0,066	0,635	0,000	0,782	0,000	0,62	2-3.
Funkční+mikro	1,000	1,000	1,000	0,071	0,989	0,114	1,000	0,81	1.
Váhy	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

Výsledné pořadí variant:

1. Funkční úplet + mikrovlákno
- 2-3. Funkční úplet + rouno
- 2-3. Funkční úplet + flís
4. Funkční úplet + 3D pletenina
5. Polypropylen + mikrovlákno
6. Polypropylen + 3D pletenina
7. Polypropylen + flís
8. Polypropylen + rouno
9. Clinitex + rouno
10. Clinitex + mikrovlákno
11. Clinitex + 3D pletenina
12. Clinitex + flís

Podle výpočtu agregované funkce užitku by při požadovaném nejnižším tření byl pro použití nejvhodnější vzorek funkčního úpletu se savou vrstvou z mikrovlákna. Vzorky se umístily podle jejich naměřených hodnot od nejnižšího tření. Proto první čtyři místa zaujímá funkční úplet, další polypropylen a nakonec vzorek Clinitex. Savé vrstvy jsou v kombinaci s danou první vrstvou seřazeny podle jejich odvodu vlhkosti.

10.4.3 Výběr optimální varianty

Při použití zdravotnické podložky v praxi by jistě bylo vhodné, aby podložka dosahovala co nejlepších výsledků v odvodu vlhkosti a zároveň měla i nízké hodnoty tření. Taková podložka by pro její uživatele byla optimálním řešením. Proto byly jako hlavní kritéria určeny parametry schopnosti jednosměrného přenosu a tření za sucha. Tyto kritéria mají tedy stejné váhy. Pořadí všech kritérií je v tab. 54. Váhy byly vypočítány metodou pořadí. Pro stanovení pořadí variant byla použita metoda váženého součtu.

Tab. 54 - Váhy (optimum).

Kritérium	Zkratka	Pořadí	Body	Váha
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%]	R	1-2.	6,5	0,23
Tření za sucha [-]	MIU sucho	1-2.	6,5	0,23
Tření - za vlhka [-]	MIU vlhko	3.	5	0,18
Savost - spodní strana [%/s]	BAR	4.	4	0,14
Rychlost šíření kapaliny - spodní strana [mm/s]	BSS	5.	3	0,11
Savost - horní strana [%/s]	TAR	6.	2	0,07
Rychlost šíření kapaliny - horní strana [mm/s]	TSS	7.	1	0,04
Suma			28	1,00

V tab. 55 jsou přepočítány kritériální hodnoty podle vztahu (13) a dále je proveden výpočet agregované funkce užitku podle vztahu (14), díky které bylo určeno výsledné pořadí variant.

Tab. 55 - Výpočet funkce užitku (optimum).

Vzorek	R	MIU sucho	MIU vlhko	BAR	BSS	TAR	TSS	$u(A_i)$	Výsledné pořadí
<i>Clinitex+rouno</i>	0,885	0,000	0,000	1,000	0,262	0,155	0,024	0,38	8.
<i>Clinitex+3D</i>	0,413	0,000	0,000	0,533	0,075	0,308	0,071	0,20	11.
<i>Clinitex+flís</i>	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,537	0,098	0,04	12.
<i>Clinitex+mikro</i>	0,946	0,000	0,000	0,769	0,889	0,000	0,000	0,42	6.
<i>PP+rouno</i>	0,412	0,546	0,144	0,538	0,126	1,000	0,066	0,41	7.
<i>PP+3D</i>	0,417	0,546	0,144	0,307	0,085	0,804	0,051	0,36	10.
<i>PP+flís</i>	0,452	0,546	0,144	0,194	0,211	0,923	0,051	0,37	9.
<i>PP+mikro</i>	0,785	0,546	0,144	0,447	0,523	0,647	0,059	0,50	2-4.
<i>Funkční+rouno</i>	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,610	1,000	0,49	5.
<i>Funkční+3D</i>	0,096	1,000	1,000	0,000	0,000	0,557	0,823	0,50	2-4.
<i>Funkční+flís</i>	0,066	1,000	1,000	0,000	0,000	0,635	0,782	0,50	2-4.
<i>Funkční+mikro</i>	1,000	1,000	1,000	0,989	1,000	0,071	0,114	0,90	1.
Váhy	0,23	0,23	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

Výsledné pořadí variant:

1. Funkční úplet + mikrovlákno
- 2-4. Polypropylen + mikrovlákno
- 2-4. Funkční úplet + flís
- 2-4. Funkční úplet + 3D pletenina
5. Funkční úplet + rouno
6. Clinitex + mikrovlákno
7. Polypropylen + rouno
8. Clinitex + rouno
9. Polypropylen + flís
10. Polypropylen + 3D pletenina
11. Clinitex + 3D pletenina
12. Clinitex + flís

Jako optimální varianta pro zdravotnickou podložku z hlediska dobrého odvodu vlhkosti a nízkého tření vychází vzorek funkčního úpletu ve spojení s mikrovláknem. Na druhém místě se umístily čtyři vzorky. Vzorek funkčního úpletu se dostal do popředí díky svým nízkým hodnotám tření za sucha i za vlhka. A vzorek polypropylen s flísem má dobrý odvod vlhkosti, ale o něco vyšší hodnoty tření, než funkční úplet.

10.4.4 Dílčí závěr

Cílem této kapitoly bylo provést shrnutí a sjednocení výsledků provedených experimentů na přístrojích KES-FB4 a MMT. U vzorků byly zjištěny jejich povrchové vlastnosti a také jejich management vlhkosti. Byly provedeny výpočty pomocí vícekritériálního hodnocení variant, aby bylo možné vzorky vzájemně porovnat podle jejich výsledků v obou experimentech.

Výběr nejvhodnějšího vzorku pro zdravotnickou podložku bylo provedeno z hlediska tří požadovaných variant. První byla varianta, kdy chceme od podložky nejlepší odvod vlhkosti. Druhá varianta hledala podložku s nejnižším třením a poslední byla kombinací obou. Tedy požadavky na podložku byly nízké tření a zároveň i nejlepší možný odvod vlhkosti.

Všechny tři varianty měli stejné první místo. Tím byl vzorek funkčního úpletu se savou vrstvou z mikrovlákna. Tento vzorek dosáhl nejnižších hodnot tření a zároveň i prokázal dobrý odvod vlhkosti z horní strany vzorku na spodní stranu. Vzorek tedy je možné doporučit pro použití ve zdravotnické podložce.

Poslední místo bylo ale také vždy stejné – vzorek Clinitex+flís. Zajímavostí u tohoto vzorku je skutečnost, že samotné vzorky Clinitexu a flísu vycházely na přístroji MMT jako nejlepší. Ale sendvičový vzorek utvořený jejich spojením dosahuje nejhorších výsledků.

11 Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na hodnocení zdravotnických podložek z hlediska rizika vzniku dekubitů. Tato práce se zabývá dvěma faktory rizika vzniku dekubitů – třením a vlhkostí. Zdravotnická podložka, která je v kontaktu s lidskou pokožkou, má díky své struktuře a materiálovému složení vliv na rychlost transportu vlhkosti a tepla od těla. Povrchové vlastnosti dané podložky zase mají vliv na velikost třecí síly, která vzniká mezi tělem a textilií.

A právě první experiment byl zaměřen na hodnocení povrchových vlastností textilií. Vzorky byly měřeny na přístroji KES-FB4 za sucha a netradičně i za vlhka. Přístroj poskytl data střední hodnoty koeficientu tření a střední odchylky geometrické drsnosti. Předpokládalo se zvýšení hodnot tření za vlhka, což bylo potvrzeno.

U druhého experimentu bylo záměrem pomocí termovizní termografie provést měření šíření transportu kapaliny v příčné řezu sendvičové textilie. Cílem pokusu bylo sledovat, jak kapalina prostupuje od vrchní vrstvy skrz sendvičový vzorek. Očekávaly se viditelné rozdíly mezi jednotlivými vzorky. Záměrem bylo z termogramů v programu provést např. výpočet plochy nasáknuté kapaliny a podle výsledků vyhodnotit vzorky. To se ale bohužel nepodařilo. Nebylo možné provést výpočet u všech termogramů. Experiment byl proto vyhodnocen pouze subjektivně. Přidělenými body jsem ohodnotila množství přítomné vlhkosti na závaží, které jsem oddělala ze vzorku. Další hodnocení jsem provedla na základě omaku, kdy jsem hodnotila pocitově přítomnou vlhkost na vzorku.

Třetí experiment byl proveden pomocí přístroje MMT. Na základě předchozích experimentů byla provedena selekce vzorků a vybrány byly jen ty, které se svými vlastnostmi jeví jako vhodné pro použití ve zdravotnické podložce. U vzorků se hodnotily vlastnosti managementu vlhkosti. Cílem měření bylo vyhodnotit, který ze vzorků bude nejlépe odvádět vlhkost z povrchu vzorku. Byl zde předpoklad, že použitý typ druhé vrstvy ovlivní vlastnosti managementu vlhkosti u první vrstvy. Při porovnání výsledků

samotné vrstvy s výsledky dané vrstvy v sendvičové struktuře, byly u všech vzorků znatelné rozdíly. Tím bylo potvrzeno, že druhá vrstva ovlivňuje vlastnosti managementu vlhkosti u první vrstvy sendvičového vzorku. Zároveň pokus ukázal, že při rozhodování o tom, který vzorek by byl nejvhodnější pro použití z hlediska odvodu vlhkosti, nestačí vycházet jen z hodnot naměřených jednotlivě na samotných vrstvách. Je nutné provést měření na celém sendvičovém vzorku.

Pro závěrečné vyhodnocení vzorků podle naměřených hodnot z přístrojů KES-FB4 a MMT bylo použito vícekriteriálního hodnocení variant. Tato metoda umožnila vybrat nejlepší variantu vzorku podle toho, co od něj očekáváme – nejlepší odvod vlhkosti, nejnižší tření nebo nejlepší výsledky v obou vlastnostech. Ve výpočtech těchto tří variant byl vždy na prvním místě vzorek funkčního úpletu v kombinaci se savou vrstvou z mikrovlákna.

Smyslem práce bylo přijít s doporučeními, které by vylepšily vlastnosti současných zdravotnických podložek z hlediska snížení rizika vzniku dekubitů. Jako zástupce zdravotnických podložek, které jsou k dostání na trhu, byla v práci testována podložka Clinitex, která má savou vrstvu z rouna. Při experimentech si sendvičový vzorek Clinitex+rouno vedl spíše průměrně. Dobrých výsledků dosáhl v hodnocení z hlediska odvodu vlhkosti, kdy se umístil na třetím místě. V hodnocení z pohledu tření nedopadl dobře, protože první vrstva vykazovala nejvyšší naměřené tření ze všech vzorků. Při závěrečném výběru optimální varianty se tento sendvičový vzorek umístil na osmém místě z dvanácti testovaných.

Ukázalo se, že použití funkčního úpletu jako první vrstvy zdravotnické podložky, může vést ke snížení tření. Námi použitý funkční úplet měl nejnižší tření ze všech testovaných vzorků. V případě použití funkčního úpletu v první vrstvě zdravotnické podložky je ale potřeba dbát na výběr druhé savé vrstvy. Vlhkost se v ploše funkčního úpletu šíří velmi rychle, proto je třeba ji co nejrychleji odvést do dalších vrstev, aby nevznikla velká zavlhčená plocha, která by byla v kontaktu s lidskou pokožkou. To by nebylo žádoucí.

Spojení funkčního úpletu s mikrovláknem se projevilo jako nejlepší kombinace. Ovšem nevýhodou froté mikrovlákna je jeho pořizovací cena, která je několika násobně vyšší, než cena běžně používaného rouna. To svádí k myšlence, že by tato změna mohla zvýšit prodejní cenu zdravotnické podložky pro konečné uživatele.

Na základě provedených experimentů a jejich výsledků mohu pro použití ve zdravotnické podložce z testovaných vzorků doporučit:

- pro první vrstvu vzorek funkčního úpletu
- pro druhou vrstvu vzorek mikrovláknového froté

Výsledná sendvičová textilie z funkčního úpletu a mikrovlákna dosáhla z testovaných vzorků nejlepších výsledků z hlediska tření i odvodu vlhkosti. Takovou zdravotnickou podložku bych doporučila pro použití u osob, které jsou ohroženy vznikem dekubitů.

Literatura

- [1] MIKULA, Jan, MÜLLEROVÁ, Nina. *Prevence dekubitů*. Praha, Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2043-2
- [2] GREY, Joseph, HARDING, Keith. *Pressure ulcers*. BMJ, 2006, s. 472-475. [cit. 2018-07-10] Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1382548/>
- [3] National Pressure Ulcer Advisory Panel. *Prevention and treatment of pressure ulcers: Quick reference guide*. Cambridge Media: Osborne Park, Western Australia, 2014.
- [4] Wounds International. International Review. *Pressure ulcer prevention: pressure, shear, friction and microclimate in context*. A consensus document. London: Wounds International 2010.
- [5] AYYAZ, Ahmad. *Impact of textiles on the formation and prevention of skin lesions and pressure ulcers*. The University of Manitoba, 2007.
- [6] Ostomy Wound Management. *Support Surface Interface Pressure, Microenvironment, and the Prevalence of Pressure Ulcers: An Analysis of the Literature* [online]. OWM © 2017 [cit. 2017-07-19]. Dostupné z:
<http://www.o-wm.com/content/support-surface-interface-pressure-microenvironment-and-prevalence-pressure-ulcers-an-analysis>
- [7] ZHONG, Wen, PAN, Ning, MAIBACH, Howard. *Textiles and human skin, microclimate, cutaneous reactions: An overview*. Cutaneous and Ocular Toxicology, 2006, s. 23-39. ISSN: 1556-9527
- [8] MAYROVITZ, Harvey, SIMS Nancy. *Biophysical effects of water and synthetic urine on skin*. Advances in Skin and Wound Care, 2001; s. 302-308.
- [9] GERHARDT, L-C., STRASSLE, V., LENZ, A., SPENCER, N. D., DERLER, S. *Influence of epidermal hydration on the friction of human skin against textiles*. Journal of the royal society. Interface. 2008, s. 1317-1328.

[cit. 2018-06-28]. Dostupné z:

<http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/5/28/1317.short>

[10] VILHENA, Luis, RAMALHO, Amílcar. *Friction of human skin against different fabrics for medical use*. University of Coimbra, 2016.

[11] RAMALHO, A., SZEKERES, P., FERNANDES, E. *Friction and tactile perception of textile fabrics*. Tribology International, 2013, s. 29-33.

[12] PRYCZYNSKA, Emilia. LIPP-SYMONOWICZ, Barbara. *Sheet fabrics with biophysical properties as elements of joint prevention in connection with first- and second-generation pneumatic anti-bedsore mattresses*. Fibers and Textiles in Eastern Europe, 2003, 11 (4).

[13] PRYCZYNSKA, Emilia. LIPP-SYMONOWICZ, Barbara. KUJAWA, Jolanta. *Textiles preventing skin damage*. Fibers and Textiles in Eastern Europe, 2010, 2, s. 84-90.

[14] HES, Luboš. SLUKA, Petr. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN: 80-7083-926-0.

[15] Skripta. *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů*. Liberec: Technická univerzita.

[16] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita, 2002. ISBN 80-7083-644-X.

[17] HORNÍČEK, Petr. *Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla*. Liberec: Technická univerzita, 2002.

[18] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-825-6.

[19] ŠTEFL, Jan. *Kinetika šíření vlhkosti v textiliích*. Liberec, 2013. Diplomová práce. TUL.

[20] KLEIN, Pavel. *Experimentální měření transportu kapaliny v příčném řezu sendvičové struktury*. Liberec, 2017. Diplomová práce. TUL.

- [21] ROMANOVÁ, Andrea. *Možnosti hodnocení nasákavosti textilie pomocí termovize*. Liberec, 2008. Diplomová práce. TUL.
- [22] GLOMBÍKOVÁ, Viera. *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů*. Přednášky k předmětu. Liberec, 2017.
- [23] Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. *Laboratoř KES*. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-odevnickvi-laboratore/laborator-kes>
- [24] BAYER, Robert. *Úvod do principů termografie*. Překlad knihy Introduction to thermography principles. [cit. 2017-08-20]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65646
- [25] Termokamera. *Tepelné záření*. [online] © 2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/tepelne-zareni/>
- [26] PAVELEK, Milan. JANOTKOVÁ, Eva. Vizualizační a optické měřicí metody. *Stefanův-Boltzmannův zákon*. [online]. [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: <http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/optika/0204.htm>
- [27] PAVELEK, Milan. JANOTKOVÁ, Eva. Vizualizační a optické měřicí metody. *Wienův posunovací zákon*. [online]. [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: <http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/optika/0203.htm>
- [28] PAVELEK, Milan. JANOTKOVÁ, Eva. Vizualizační a optické měřicí metody. *Planckův vyzařovací zákon*. [online]. [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: <http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/optika/0202.htm>
- [29] Konstrukce termokamery. Termokamera. [online], [cit. 2017-03-13]. Dostupné na: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/konstrukce-termokamery/>
- [30] Přednášky k předmětu *Speciální technologie a měření v oděvní výrobě*. TUL, Liberec 2017.
- [31] Technická univerzita v Liberci. Laboratoř pro výrobu vzorků a prototypů. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <https://cxi.tul.cz/materialovy->

[vyzkum/oddeleni-fyzikalnich-mereni/laborator-pro-vyrobu-vzorku-a-prototypu-vyrobu](#)

- [32] Edevis. Thermography Flir X6540sc. [online], [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: https://www.edevis.com/content/en/FLIR_X6540sc.php
- [33] BANERJEE, D., CHATTOPADHYAY, S.K., TULI, S. *Infrared thermography in material research. A review of textile applications.*, Indian Journal of Fibre & Textile Researcher, 2013, Vol. 38, pp. 427-437., ISSN 0971-0426
- [34] RŮCK, Jan. *Cost/Benefit analýza prevence dekubitů*. Praha: ČVUT 2018. Diplomová práce.
- [35] Kancelář zdravotního pojištění. *Dekubity 2009 – 2018*. [online]. [cit. 2019-10-30]. Dostupné z: <https://www.kancelarzp.cz/cs/dekubity-vystupy>
- [36] Příklad pro sledování a měření vlhkosti. *Moisture management tester*. Návod k použití.
- [37] KAWABATA S., NIWA M. *KES standard record chart AB-FB-4 for surface test*. Manuál.
- [38] KatoTech. Search by product name. *KES-FB4 Surface Tester*. [online]. [cit. 2019-09-20]. Dostupné z: <http://english.keskato.co.jp/products/kes-fb4.html>
- [39] KŘEMENÁKOVÁ, Dana. *Jakost plošných textilií*. Přednášky k předmětu Textilní metrologie a hodnocení jakosti. Liberec, 2016.
- [40] BLEŠA, Martin. *Komplexní hodnocení povrchové struktury textilií*. Liberec: TUL 2009. Doktorská disertační práce.
- [41] JAVORSKIJ, B., SELEZNĚV, J. *Přehled elementární fyziky*. Praha, SNTL, 1989. ISBN 80-03-00184-6
- [42] KUBÍNEK, Roman, KOLÁŘOVÁ, Hana. *Fyzika pro každého aneb rychlokurz fyziky*. Olomouc, Rubico, 2009. ISBN 978-80-7346-095-2

[43] DOUBRAVOVÁ, Hana. *Vícekriteriální analýza variant a její aplikace v praxi*. České Budějovice: Jihočeská univerzita 2009. Diplomová práce.

[44] BROŽOVÁ, Helena, et al. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. V Praha: ČZU 2014. ISBN 978-80-213-1019-3.

[45] POUCHOVÁ, Tereza. *Alternativní metoda měření transportu kapalné vlhkosti u funkčních materiálů*. Liberec, 2015. 95 s. Diplomová práce.

Seznam obrázků

Obr. 1- Účinky střížné síly a tření. [4]	16
Obr. 2- Nejčastější místa vzniku dekubitů. [1]	18
Obr. 3 – Klasifikace dekubitů: A) I. stupeň, B) II. stupeň, C) III. stupeň, D) IV. stupeň, E) bez určení stupně, F) podezření na hluboké poškození tkání. [3].....	19
Obr. 4- Koeficient tření pro různé tkaniny. [11].....	24
Obr. 5- Sorpce vodních par. [16].....	29
Obr. 6 – Smáčecí úhel. [18].....	32
Obr. 7 - Kapková metoda. [19]	33
Obr. 8- Vzlínavost. [19].....	34
Obr. 9- Přístroj MMT. [22]	36
Obr. 10 - Přístroj KES-FB4. [23]	42
Obr. 11- Snímače přístroje KES-FB4. [38]	43
Obr. 12- Výsledné měření na KES-FB4. [22].....	43
Obr. 13 - Obrazová analýza: Clinitex.....	50
Obr. 14 - Obrazová analýza: Meradiso.....	51
Obr. 15 - Obrazová analýza: bavlna.....	51
Obr. 16 - Obrazová analýza: polyester.....	52
Obr. 17 - Obrazová analýza: polypropylen.....	52
Obr. 18 - Obrazová analýza: funkční úplet.....	53
Obr. 19 - Obrazová analýza: rouno.	55
Obr. 20 - Vzorek 3D pletenina.....	55
Obr. 21 - Obrazová analýza: bamb.-komp. flís.	56
Obr. 22 - Obrazová analýza: mikrovlákno.	56
Obr. 23 - Vzorek v explikátoru a měření na přístroji KES-FB4.	58
Obr. 24- Srovnání hodnot MIU za sucha a za vlhka.	61
Obr. 25 - Srovnání hodnot SMD za sucha a za vlhka.	62
Obr. 26 - Zařízení (držák pipety).....	64
Obr. 27 - Znázornění složení vzorku.	66
Obr. 28 - Vzorky Clinitex+druhé vrstvy	66
Obr. 29 - Umístění termokamery při experimentu.	67

Obr. 30 - Termogramy pro Clinitex+rouno	69
Obr. 31 - Vzorek Funkční+rouno při zatížení a oddělané závaží.....	70
Obr. 32 - Funkční+mikro při zatížení a oddělané závaží.....	70
Obr. 33 - Vzorek CO po kápnutí.....	72
Obr. 34 - Vzorek PP po zatlačení do kapky.	74
Obr. 35 - Vzorek Funkční po 1 min.....	75
Obr. 36 - Hodnoty prvních vrstev.....	81
Obr. 37 - Hodnoty druhých vrstev.	84
Obr. 38 - Clinitex+druhé vrstvy.....	88
Obr. 39 - PP+druhé vrstvy.	91
Obr. 40 - Funkční a druhé vrstvy.....	94
Obr. 41 - Clinitex samotný a v sendviči.....	96
Obr. 42 - PP samotný a v sendviči.	97
Obr. 43 - Funkční samotný a v sendviči.	98
Obr. 44 - Zobrazení Stefanova – Boltzmannova zákona [26].....	128
Obr. 45 - Zobrazení Wienova posunovacího zákona[27].....	129
Obr. 46 - Spektrální hustota zářivého toku dokonale černého tělesa [28].	129
Obr. 47 - ThermaCam S60. [31]	130
Obr. 48 - Flir X6540. [32]	131
Obr. 49 - Vzorek Clinitex.....	134
Obr. 50 - Vzorek Meradiso.....	134
Obr. 51 - Vzorek bavlna.....	134
Obr. 52 - Vzorek PES.....	134
Obr. 53 - Vzorek PP	134
Obr. 54 - Vzorek Clinitex.....	135

Seznam tabulek

Tab. 1- Bradenové stupnice. [4].....	21
Tab. 2- Výsledky měření na přístroji KES. [5]	25
Tab. 3- Diferenciální a integrální tepla sorpce vody. [16].....	30
Tab. 4 - Koeficient tření vlákno/vlákno. [16]	40
Tab. 5 - Vzorek Clinitex.....	50
Tab. 6 - Vzorek Meradiso.....	51
Tab. 7 – Vzorek bavlna.....	51
Tab. 8 - Vzorek polyester.....	52
Tab. 9 - Vzorek polypropylen.....	52
Tab. 10 - Vzorek funkční úplet.....	53
Tab. 11 - Vzorek Seni.....	53
Tab. 12 - Vzorek Molinea.....	53
Tab. 13 – Zkrácené názvy pro první vrstvy.	54
Tab. 14 – Vzorek rouno.....	55
Tab. 15 - Vzorek 3D pletenina.....	55
Tab. 16 - Vzorek flís.....	56
Tab. 17 - Vzorek mikrovlákno.....	56
Tab. 18 - Zkrácené názvy pro druhé vrstvy.	57
Tab. 19 - Srovnání hodnot MIU.	60
Tab. 20 - Srovnání hodnot SMD.....	62
Tab. 21 - Vzorek Clinitex.....	71
Tab. 22 - Vzorek Meradiso.....	71
Tab. 23 - Vzorek bavlna.....	72
Tab. 24 - Vzorek PES.....	73
Tab. 25 - Vzorek PP.	74
Tab. 26 - Vzorek funkční.	75
Tab. 27 - Celkové zhodnocení.	76
Tab. 28 - Stupnice hodnocení vybraných parametrů.	79
Tab. 29 - Clinitex - měření MMT.	79
Tab. 30 - PP - měření MMT.....	80

Tab. 31 - Funkční - měření MMT.....	80
Tab. 32 - Rouno - měření MMT.....	82
Tab. 33 - 3D - měření MMT.....	82
Tab. 34 - Flís - měření MMT.	83
Tab. 35 - Mikrovláknno - měření MMT.	83
Tab. 36 – Clinitex a rouno.	85
Tab. 37 - Clinitex a 3D.....	86
Tab. 38 - Clinitex a flís.	86
Tab. 39 - Clinitex a mikro.....	87
Tab. 40 - PP+rouno.	89
Tab. 41 - PP+3D.....	89
Tab. 42 - PP+flís.	90
Tab. 43 - PP+mikro.....	90
Tab. 44 – Funkční+rouno.	92
Tab. 45 – Funkční+3D.	92
Tab. 46 – Funkční+flís.....	93
Tab. 47 – Funkční+mikro.	93
Tab. 48 - Převod na maximalizační hodnoty.	105
Tab. 49 – Výběr nejlepší a nejhorší hodnoty.	106
Tab. 50 – Váhy (vlhkost).....	107
Tab. 51 – Výpočet funkce užitku (vlhkost).	107
Tab. 52 - Váhy (tření).	109
Tab. 53 – Výpočet funkce užitku (tření).	109
Tab. 54 - Váhy (optimum).....	111
Tab. 55 - Výpočet funkce užitku (optimum).	111

Přílohy

Příloha 1

Obsah přiloženého CD

Text diplomové práce:

- DP Hodnocení zdravotnických podložek.pdf
- DP Hodnocení zdravotnických podložek.doc

Fotografie:

- pořízené termogramy
- informace k pořízeným termogramům.doc

Výsledky z měření:

- výsledky měření z přístroje KES-FB4
- výsledky měření z přístroje MMT

Příloha 2

Tabulka se stupnicí hodnocení pro přístroj MMT.

Index \ Stupeň		Stupeň				
		1	2	3	4	5
Doba navlhčení (s)	Horní strana	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Savost (%/s)	Horní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Maximální rádius navlhčení	Horní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Rychlost šíření kapaliny (mm/s)	Horní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny		<-50	-50~100	100~200	200~400	>400
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný
OMMC		0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	>0.8
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný

Příloha 3

Stefanův -Boltzmannův zákon říká, že každé těleso s teplotou vyšší, než je absolutní nula, vyzařuje tepelné záření, kdy hustota tohoto toku je úměrná čtvrté mocnině absolutní teploty. Zákon umožňuje spočítat vyzářený výkon tělesa ve Watech. [25] [26]

Pro dokonale černé těleso (E_0) platí vztah

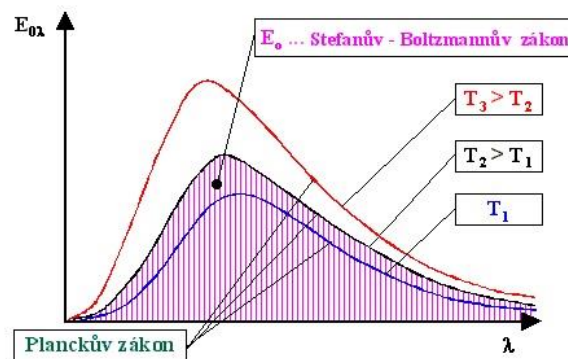
$$E_0 = \sigma_0 * T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

a pro nedokonalé zářiče (E), tzv. šedá tělesa, lze hustotu zářivého toku vyjádřit vztahem

$$E = \varepsilon * \sigma_0 * T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

kde σ_0 je Stefanova – Boltzmannova konstanta $\sigma_0 = 5,6697 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ a ε je emisivita zářiče.

Na obr. 44 je zobrazení Stefanova – Boltzmannova zákona v diagramu závislosti spektrální hustoty zářivého toku dokonale černého tělesa na vlnové délce záření.



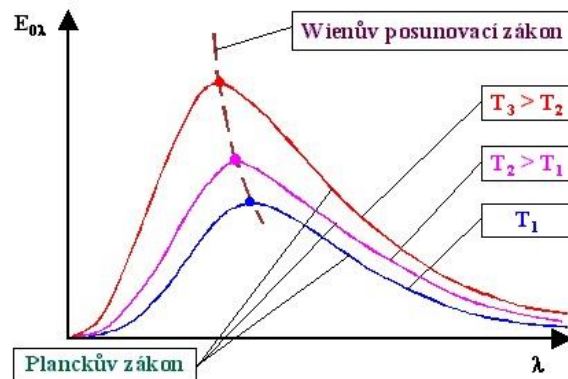
Obr. 44 - Zobrazení Stefanova – Boltzmannova zákona [26]

Wienův posunovací zákon – S rostoucí teplotou zářiče se posouvá maximální hodnota spektrální hustoty zářivého toku ke kratším vlnovým délkám. [27] Platí zde vztah

$$\lambda_{max} * T = 2,8978 * 10^{-3} mK$$

kde λ_{\max} je vlnová délka, při níž je hodnota spektrální hustoty zářivého toku při dané teplotě zářiče maximální.

Na obr. 45 je zobrazení Wienova posunovacího zákona v diagramu závislosti spektrální hustoty zářivého toku dokonale černého tělesa na vlnové délce záření.



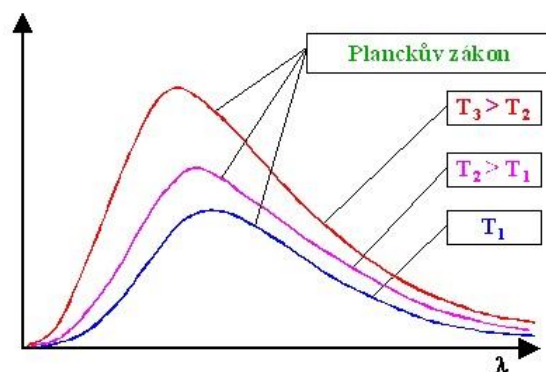
Obr. 45 - Zobrazení Wienova posunovacího zákona [27]

Planckův vyzařovací zákon uvádí, že záření o frekvenci f může být vyzařováno, nebo pohlcováno jen po kvantech energie o velikosti

$$e = h * f$$

kde h je Planckova konstanta o hodnotě $h = (6,6256 \pm 0,0005) \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Na obr. 46 je zobrazena spektrální hustota zářivého toku dokonale černého tělesa v závislosti na vlnové délce záření a teplotě zářiče.



Obr. 46 - Spektrální hustota zářivého toku dokonale černého tělesa [28]

Příloha 4

Termografické systémy na KOD

Na katedře oděvnictví Technické univerzity v Liberci jsou k dispozici dva typy termokamer, obě od švýcarského výrobce FLIR:

Termografický systém ThermaCam™ S60

Jedná se o středně vlnnou kameru (obr. 47), která zaznamenává záření v rozmezí 7,5 – 13 μm . Technické parametry: [30]

- Zobrazovací frekvence: 50 – 60 Hz
- Typ detektoru: FPA (focal plane array), mozaikový nechlazený mikrobolometr
- Spektrální rozsah detektoru: 7,5 – 13 μm
- Teplotní rozsahy: $-40^{\circ}\text{C} \div +120^{\circ}\text{C}$, $0^{\circ}\text{C} \div +500^{\circ}\text{C}$, $+350^{\circ}\text{C} \div +1500^{\circ}\text{C}$
- Přesnost: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 2\%$ z teploty ($^{\circ}\text{C}$)

Nevýhodou kamery je, že neumí zobrazit barvy.



Obr. 47 - ThermaCam S60. [31]

Chlazený termografický systém FLIR X6540 sc

Dlouho vlnná kamera (obr. 48), zaznamenávající záření o frekvenci 1,5 – 5,1 μm . Technické parametry: [30]

- Typ detektoru: InSb, Stirlingův chladič
- Spektrální rozsah detektoru: 1,5 – 5,1 μm
- Teplotní rozsahy: volitelné od -20°C až do $+3000^{\circ}\text{C}$

- Přesnost: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 1\%$ z teploty ($^{\circ}\text{C}$)

Umí zobrazit i barvy, což je její výhodou.



Obr. 48 - Flir X6540. [32]

Oba měřiče jsou výkonné IR kamery, jejichž pomocí lze hodnotit tepelné charakteristiky. Systém je vybaven vysoce citlivou termovizí, přesným měřením teploty, je možný digitální výstup dat a rozsáhlé možnosti termické analýzy. Kamery zachytí a uloží v reálním čase snímky s použitím standardního poměru videa.

Data z kamery lze přenášet v digitální podobě do počítače. Rozdílné teploty u snímaných povrchů jsou zobrazeny jinou barvou. Pomocí připojené stupnice lze daným barvám přiřadit hodnoty teplot. Velmi důležité je správné nastavení emisivity. To lze přímo na kameře, nebo je možné toto nastavení provést kdykoliv, tedy i zpětně, pomocí softwaru.

Příloha 5

Příloha je volně vložená k této práci.

Obsahuje vzorky:

1. pro první vrstvu zdravotnické podložky:

- Clinitex
- Meradiso
- Bavlněné prostěradlo
- Polyesterové prostěradlo
- Polypropylenové prostěradlo
- Funkční úplet
- Molinea
- Seni

2. pro druhou vrstvu zdravotnické podložky:

- rouno
- 3D pletenina
- bambusovo-konopný flís
- mikrovláknové froté

3. vzorek spodní vrstvy zdravotnické podložky

4. ukázkou sendvičové textilie zdravotnické podložky:

- Clinitex + rouno + spodní vrstva
- Clinitex + 3D + spodní vrstva
- Clinitex + flís + spodní vrstva
- Clinitex + mikro + spodní vrstva

Příloha 6

Naměřené průměrné hodnoty z KES-FB4:

za sucha:

Vzorek	MIU [-]			MMD [-]			SMD [μm]		
	osnova	útek	průměr	osnova	útek	průměr	osnova	útek	průměr
Clinitex I.	0,3260	0,3040	0,3150	0,0137	0,0158	0,0148	5,7340	15,5350	10,6345
Clinitex II.	0,3140	0,2880	0,3010	0,0144	0,0166	0,0155	6,2760	15,2290	10,7525
Meradiso I.	0,2110	0,1970	0,2040	0,0149	0,0305	0,0227	4,2150	10,0930	7,1540
Meradiso II.	0,2300	0,2090	0,2195	0,0154	0,0279	0,0217	5,1110	10,4880	7,7995
Seni I.	0,1840	0,1840	0,1840	0,0167	0,0159	0,0163	5,1250	4,9720	5,0485
Seni II.	0,1760	0,1760	0,1760	0,0139	0,0144	0,0142	5,0880	5,5160	5,3020
Hartmann I.	0,2010	0,1800	0,1905	0,0212	0,0161	0,0187	6,8360	5,6280	6,2320
Hartmann II.	0,1890	0,1800	0,1845	0,0163	0,0160	0,0162	5,1950	5,1300	5,1625
CO prost. I.	0,1400	0,1440	0,1420	0,0464	0,0341	0,0403	4,4810	5,4300	4,9555
CO prost. II.	0,1440	0,1440	0,1440	0,0497	0,0336	0,0417	5,7750	5,8190	5,7970
PES prost. I.	0,1950	0,1920	0,1935	0,0250	0,0908	0,0579	2,6170	10,6710	6,6440
PES prost. II.	0,1940	0,1990	0,1965	0,0247	0,0920	0,0584	3,3890	11,3200	7,3545
PP prost. I.	0,2060	0,2370	0,2215	0,0100	0,0299	0,0200	1,6960	1,8520	1,7740
PP prost. II.	0,2100	0,2240	0,2170	0,0149	0,0275	0,0212	1,9480	1,9340	1,9410
Funkční úplet	0,1540	0,1370	0,1455	0,0160	0,0140	0,0150	4,2440	4,6200	4,4320

za vlhka:

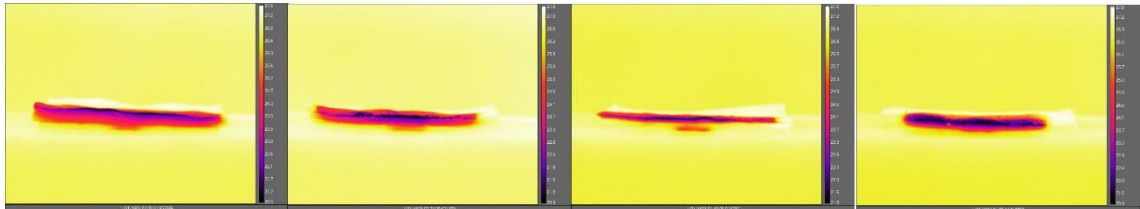
Vzorek	MIU [-]			MMD [-]			SMD [μm]		
	osnova	útek	průměr	osnova	útek	průměr	osnova	útek	průměr
Clinitex I.	0,3340	0,3090	0,3215	0,0153	0,0148	0,0151	5,4690	14,0410	9,7550
Clinitex II.	0,3120	0,2810	0,2965	0,0153	0,0138	0,0146	5,4050	16,3130	10,8590
Meradiso I.	0,2160	0,1810	0,1985	0,0150	0,0226	0,0188	4,6090	8,7210	6,6650
Meradiso II.	0,2100	0,2280	0,2190	0,0153	0,0156	0,0155	5,2640	5,2440	5,2540
Seni I.	0,1880	0,1970	0,1925	0,0121	0,0124	0,0123	4,1960	4,5460	4,3710
Seni II.	0,1890	0,2000	0,1945	0,0106	0,0122	0,0114	3,9050	4,2060	4,0555
Hartmann I.	0,2370	0,1890	0,2130	0,0145	0,0121	0,0133	4,2090	3,4770	3,8430
Hartmann II.	0,2180	0,2000	0,2090	0,0150	0,0133	0,0142	5,0440	4,3420	4,6930
CO prost. I.	0,2450	0,2640	0,2545	0,0518	0,0327	0,0423	7,6460	7,4150	7,5305
CO prost. II.	0,2580	0,2690	0,2635	0,0471	0,0278	0,0375	8,3500	5,7600	7,0550
PES prost. I.	0,2110	0,2090	0,2100	0,0194	0,0938	0,0566	2,6940	11,9920	7,3430
PES prost. II.	0,2150	0,2050	0,2100	0,0250	0,0860	0,0555	2,9100	10,9440	6,9270
PP prost. I.	0,2700	0,3050	0,2875	0,0093	0,0167	0,0130	1,7330	2,0560	1,8945
PP prost. II.	0,2690	0,3020	0,2855	0,0097	0,0179	0,0138	1,7110	1,8080	1,7595
Funkční úplet	nenaměřeno z důvodu poruchy přístroje								

Příloha 7

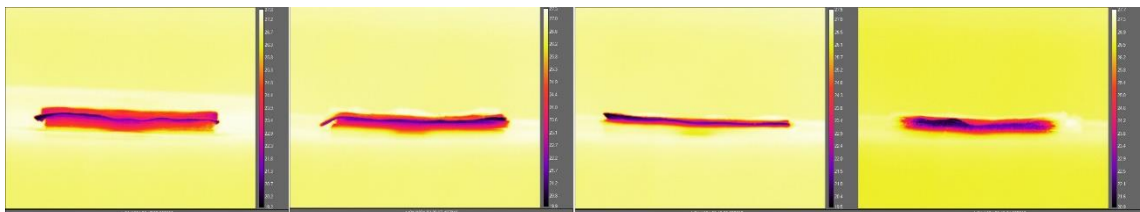
Ukázka vybraných termogramů (obr. 49-54):

Termogramy ukazují vzorky 1 minutu po aplikování kapaliny.

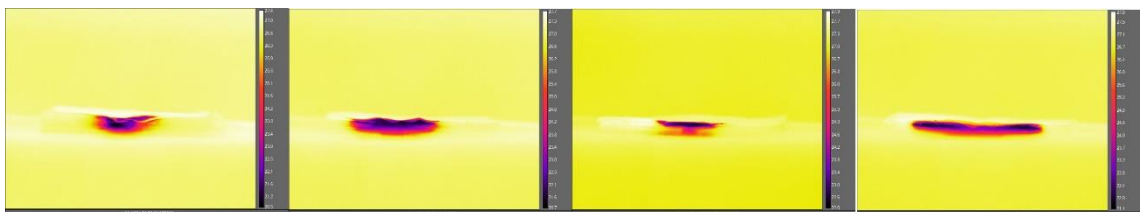
Pořadí savých vrstev zleva: rouno, 3D pletenina, flís, mikrovlákno.



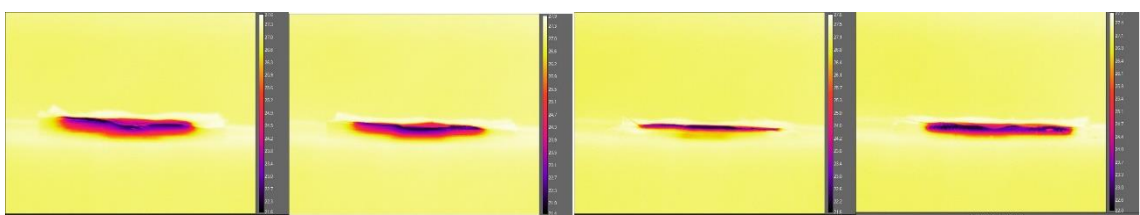
Obr. 49 - Vzorek Clinitex



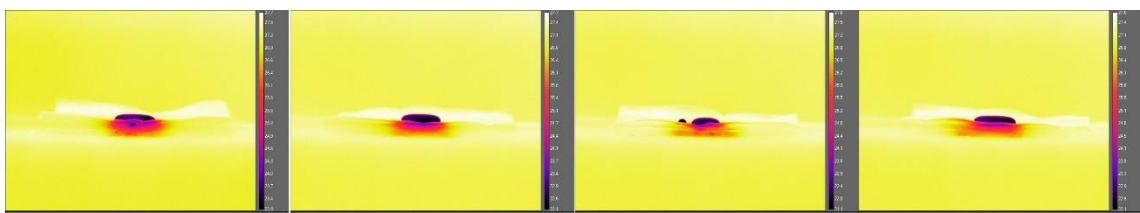
Obr. 50 - Vzorek Meradiso



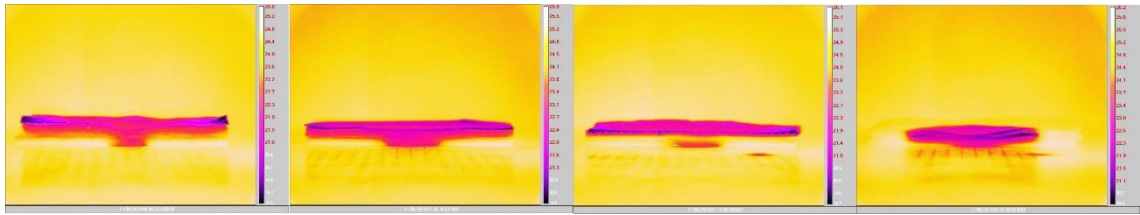
Obr. 51 - Vzorek bavlna.



Obr. 52 - Vzorek PES



Obr. 53 - Vzorek PP



Obr. 54 - Vzorek Clinitex

Příloha 8

Měření z MMT

Pro každý vzorek bylo provedeno 5 měření.

PRVNÍ VRSTVY SAMOSTATNĚ:

Data naměřená pro vzorek CLINITEX:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1	55,131	6,177	14,9102	47,0012	15	15	0,2779	1,0399	538,7354	0,6061	
F-2	4,68	4,586	36,8995	47,883	15	15	2,5033	2,7887	107,6885	0,4295	
F-3	5,897	99,311	39,4129	73,8372	5	10	0,8218	0,3058	-422,442	0,1773	
F-4	6,084	14,133	49,0635	75,2254	10	15	0,9848	1,6638	247,7955	0,5674	
F-5	108,108	5,241	19,3445	42,4771	5	10	0,0462	1,3352	706,6791	0,6181	
Mean	35,98	25,8896	31,9261	57,2848	10	13	0,9268	1,4267	235,6913	0,4797	
S.Deviation	45,6828	41,2241	14,338	15,8844	5	2,7386	0,9613	0,9118	436,8455	0,1849	
CV	1,2697	1,5923	0,4491	0,2773	0,5	0,2107	1,0372	0,6391	1,8535	0,3855	

Data naměřená pro vzorek PP PROSTĚRADLO:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1	7,394	26,489	72,4853	74,2275	5	5	0,6595	0,1874	-305,5472	0,1784	
F-2	10,858	7,301	39,9764	7,6881	10	10	0,5083	0,7139	42,262	0,1025	
F-3	9,641	9,921	31,8353	15,4475	15	15	0,7186	0,7282	226,8322	0,3227	
F-4	9,173	14,976	26,5739	26,0303	5	5	0,5342	0,3298	-165,134	0,0445	
F-5	7,301	93,226	32,0748	4,116	5	5	0,6677	0,0535	-462,5241	0	
Mean	8,8734	30,3826	40,5891	25,5019	8	8	0,6177	0,4026	-132,8222	0,1296	
S.Deviation	1,523	35,8931	18,4614	28,5054	4,4721	4,4721	0,0913	0,3068	273,6727	0,1269	
CV	0,1716	1,1814	0,4548	1,1178	0,559	0,559	0,1479	0,762	2,0604	0,9791	

Data naměřená pro vzorek FUNKČNÍ ÚPLET:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1	1,404	1,404	35,9778	40,0916	30	30	8,7092	9,3584	107,3918	0,5085	
F-2	2,808	2,246	38,7852	43,2538	30	30	6,4191	7,0998	120,5236	0,5318	
F-3	3,463	2,714	38,2323	44,9666	30	30	6,2156	6,7863	123,0624	0,5394	
F-4	2,059	2,808	39,3908	41,8475	30	30	7,2663	6,5668	-3,7866	0,3898	
F-5	2,153	2,527	40,89	43,0712	30	30	7,6034	6,7632	3,6715	0,4015	
Mean	2,3774	2,3398	38,6552	42,6462	30	30	7,2427	7,3149	70,1725	0,4742	
S.Deviation	0,7847	0,5654	1,7958	1,8096	0	0	1,0018	1,1582	64,4402	0,0727	
CV	0,3301	0,2417	0,0465	0,0424	0	0	0,1383	0,1583	0,9183	0,1534	

DRUHÉ VRSTVY SAMOSTATNĚ:

Data naměřená pro vzorek ROUNO:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
1												
2												
3												
4	F-1	6,552	120	40,88	0	5	0	0,7418	0	-589,2607	0	
5	F-2	7,862	120	34,0495	0	5	0	0,6211	0	-520,6007	0	
6	F-3	8,518	86,019	40,1738	202,1044	5	5	0,5744	0,058	-344,1573	0,25	
7	F-4	120	5,99	0	33,1951	0	5	0	0,8093	630,2073	0,5644	
8	F-5	5,897	120	39,921	0	5	0	0,8218	0	-609,0206	0	
9	Mean	29,7658	90,4018	31,0049	47,0599	4	2	0,5518	0,1735	-286,5664	0,1629	
0	S.Deviation	50,4531	49,4285	17,5475	87,8563	2,2361	2,7386	0,3236	0,3563	523,0113	0,2492	
1	CV	1,695	0,5468	0,566	1,8669	0,559	1,3693	0,5864	2,0543	1,8251	1,53	
2												
3												
4												

Data naměřená pro vzorek 3D PLETENINA:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
1												
2												
3												
4	F-1	120	6,552	0	40,1136	0	5	0	0,7419	652,3027	0,5836	
5	F-2	120	3,931	0	35,7858	0	5	0	1,2139	624,377	0,5895	
6	F-3	120	10,577	0	45,7997	0	5	0	0,4645	582,3456	0,5994	
7	F-4	5,429	45,116	36,7295	40,6531	5	5	0,8903	0,1203	-133,7807	0,0851	
8	F-5	5,054	120	32,1687	0	5	0	0,954	0	-529,6968	0	
9	Mean	74,0966	37,2352	13,7796	32,4704	2	4	0,3689	0,5081	239,1095	0,3715	
0	S.Deviation	62,856	49,1767	18,9373	18,4957	2,7386	2,2361	0,5056	0,4907	540,1576	0,3019	
1	CV	0,8483	1,3207	1,3743	0,5696	1,3693	0,559	1,3707	0,9658	2,259	0,8125	
2												
3												
4												
5												
6												

Data naměřená pro vzorek BAMB.-KONOP.FLÍS:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
1												
2												
3												
4	F-1	21,715	13,853	48,9789	12,7594	5	10	0,2283	0,5257	451,0127	0,5077	
5	F-2	9,922	13,479	29,3607	10,7921	5	15	0,4946	0,6011	277,5954	0,3662	
6	F-3	120	6,553	0	41,7899	0	10	0	0,8402	651,2909	0,5883	
7	F-4	120	2,153	0	32,2939	0	5	0	2,1368	643,4968	0,6567	
8	F-5	120	8,424	0	11,6172	0	10	0	0,6621	560,7353	0,5045	
9	Mean	78,3274	8,8924	15,6679	21,8505	2	10	0,1446	0,9532	516,8262	0,5247	
0	S.Deviation	57,2147	4,9182	22,5475	14,2855	2,7386	3,5355	0,2192	0,6718	156,2186	0,1087	
1	CV	0,7305	0,5531	1,4391	0,6538	1,3693	0,3536	1,5163	0,7048	0,3023	0,2072	
2												

Data naměřená pro vzorek MIKROVLÁKNOVÉ FROTÉ:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC
F-1	1,404	1,591	27,3736	32,2884	15	15	4,1419	3,8634	53,1369	0,4151
F-2	5,335	5,148	33,009	38,6366	15	15	2,1288	2,2322	40,3516	0,2826
F-3	5,335	4,773	32,4961	37,8395	15	15	2,0444	2,1191	54,1214	0,2863
F-4	5,242	5,054	34,5489	39,6166	15	15	2,0053	2,0252	39,2725	0,2669
F-5	4,867	4,68	30,1245	37,6438	15	15	2,18	2,3564	48,0138	0,2987
Mean	4,4366	4,2492	31,5104	37,205	15	15	2,5001	2,5193	46,9792	0,3099
S.Deviation	1,7062	1,4985	2,8055	2,8563	0	0	0,9204	0,7616	6,9519	0,0599
CV	0,3846	0,3526	0,089	0,0768	0	0	0,3681	0,3023	0,148	0,1933

SENDVIČOVÉ VZORKY (kombinace první a druhé vrstvy):

Data naměřená pro vzorek CLINITEX+round:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1	120	7,114	0	47,4969	0	5	0	0,6848	635,5245	0,6042	
F-2	6,458	120	41,5771	0	15	0	1,0443	0	-623,5039	0	
F-3	72,541	7,863	9,1065	46,0445	15	5	0,2101	0,6211	509,7782	0,6001	
F-4	92,852	7,581	14,2721	45,0419	10	5	0,1087	0,6436	514,8855	0,5973	
F-5	50,076	7,394	18,8268	46,356	15	5	0,3067	0,6595	229,1572	0,4112	
Mean	68,3854	29,9904	16,7565	36,9879	11	4	0,334	0,5218	253,1683	0,4426	
S.Deviation	43,1572	50,3176	15,5388	20,6954	6,5192	2,2361	0,4132	0,2926	512,2674	0,2606	
CV	0,6311	1,6778	0,9273	0,5595	0,5927	0,559	1,2373	0,5608	2,0234	0,589	

Data naměřená pro vzorek CLINITEX+3D:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1	120	9,828	0	40,3648	0	5	0	0,4993	503,9129	0,5843	
F-2	59,717	20,124	23,4381	58,1673	10	5	0,1698	0,2462	-33,4977	0,1521	
F-3	5,803	120	33,9278	0	5	0	0,8347	0	-533,0887	0	
F-4	5,335	120	31,481	0	10	0	1,2898	0	-396,8377	0	
F-5	6,365	120	39,4357	0	15	0	1,0811	0	-472,212	0	
Mean	39,444	77,9904	25,6565	19,7064	8	2	0,6751	0,1491	-186,3446	0,1473	
S.Deviation	50,7189	57,6391	15,4546	27,7085	5,7009	2,7386	0,5655	0,2229	431,8786	0,253	
CV	1,2858	0,7391	0,6024	1,4061	0,7126	1,3693	0,8377	1,4951	2,3176	1,7179	

Data naměřená pro vzorek CLINITEX+flís:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1		5,148	120	37,8629	0	5	0	0,9372	0	-626,5264	0	
F-2		5,054	120	43,243	0	5	0	0,9538	0	-646,7001	0	
F-3		5,71	120	42,7019	0	10	0	0,9213	0	-638,3156	0	
F-4		10,857	120	42,0013	0	10	0	0,5196	0	-472,3764	0	
F-5		6,552	120	29,3774	0	10	0	1,0104	0	-453,5791	0	
Mean		6,6642	120	39,0373	0	8	0	0,8685	0	-567,4995	0	
S.Deviation		2,4184	0	5,8008	0	2,7386	0	0,1979	0	95,9141	0	
CV		0,3629	0	0,1486	0	0,3423	0	0,2278	0	0,169	0	

Data naměřená pro vzorek CLINITEX+mikro:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1		120	4,773	0	32,6993	0	15	0	2,2163	520,8792	0,6644	
F-2		6,177	120	38,5167	0	5	0	0,7857	0	-578,7187	0	
F-3		120	4,493	0	35,5668	0	15	0	2,2977	549,5791	0,6792	
F-4		120	4,68	0	35,8068	0	15	0	2,2323	529,716	0,6744	
F-5		120	6,927	0	38,1235	0	15	0	2,0825	526,481	0,6683	
Mean		97,2354	28,1746	7,7033	28,4393	1	12	0,1571	1,7658	309,5873	0,5373	
S.Deviation		50,9032	51,3415	17,2252	16,0141	2,2361	6,7082	0,3514	0,9902	496,6959	0,3004	
CV		0,5235	1,8223	2,2361	0,5631	2,2361	0,559	2,2361	0,5608	1,6044	0,5591	

Data naměřená pro vzorek PP+roundo:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1		6,645	28,08	29,7877	4,2474	5	5	0,7317	0,1763	-386,8833	0	
F-2		6,927	47,924	33,0374	47,3343	15	5	0,8858	0,1039	-161,4197	0,1037	
F-3		16,567	11,887	101,2013	20,2109	5	5	0,2984	0,4141	-109,4354	0,0284	
F-4		9,173	9,641	136,4733	6,564	10	5	0,5938	0,5088	-92,4433	0	
F-5		6,926	69,826	29,8546	21,1976	5	5	0,7028	0,0714	-190,5359	0,0311	
Mean		9,2476	33,4716	66,0709	19,9109	8	5	0,6425	0,2549	-188,1435	0,0326	
S.Deviation		4,2169	25,4626	49,7743	17,1557	4,4721	0	0,2188	0,1952	117,8674	0,0424	
CV		0,456	0,7607	0,7533	0,8616	0,559	0	0,3406	0,7658	0,6265	1,3002	

Data naměřená pro vzorek PP+3D:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
F-1		14,134	21,715	113,223	26,5842	10	10	0,4048	0,3845	55,7247	0,1635	
F-2		20,498	14,789	67,716	6,0884	10	10	0,2967	0,3975	16,9945	0,0744	
F-3		6,646	65,801	30,7433	24,1009	5	5	0,7317	0,0758	-143,6674	0,0392	
F-4		10,109	120	29,8665	0	5	0	0,4856	0	-378,285	0	
F-5		6,739	120	31,5389	0	5	0	0,7219	0	-467,8543	0	
Mean		11,6252	68,461	54,6175	11,3547	7	5	0,5282	0,1716	-183,4175	0,0554	
S.Deviation		5,8307	50,9546	36,4739	13,0384	2,7386	5	0,1934	0,2028	233,3515	0,0679	
CV		0,5016	0,7443	0,6678	1,1483	0,3912	1	0,3661	1,1819	1,2722	1,2255	

Data naměřená pro vzorek PP+flís:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Wetting Time	Wetting Time	Top	Bottom	Top Max	Bottom Max	Top	Bottom	Accumulative		
2		Top(sec)	Bottom(sec)	Absorption	Absorption	Wetted Radius	Wetted Radius	Spreading Speed	Spreading Speed	one-way transport	OMMC	
3				Rate(%/sec)	Rate(%/sec)	(mm)	(mm)	(mm/sec)	(mm/sec)	index(%)		
4	F-1	8,611	9,734	53,5519	7,7132	10	10	0,616	0,6693	-158,3146	0	
5	F-2	8,986	19,095	63,0885	3,0424	5	5	0,5451	0,2593	-278,764	0	
6	F-3	10,577	18,533	45,0682	7,6883	5	10	0,4645	0,4023	-65,9802	0	
7	F-4	12,543	16,381	75,9896	11,7051	5	10	0,3928	0,4469	-25,116	0,0324	
8	F-5	8,144	21,154	70,1757	5,6341	10	10	0,6497	0,3188	-226,0195	0	
9	Mean	9,7722	16,9794	61,5748	7,1566	7	9	0,5336	0,4193	-150,8389	0,0065	
10	S.Deviation	1,7988	4,3923	12,4588	3,183	2,7386	2,2361	0,1061	0,1575	106,1604	0,0145	
11	CV	0,1841	0,2587	0,2023	0,4448	0,3912	0,2485	0,1988	0,3756	0,7038	2,2361	
12												
13												

Data naměřená pro vzorek PP+mikro:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Wetting Time	Wetting Time	Top	Bottom	Top Max	Bottom Max	Top	Bottom	Accumulative		
2		Top(sec)	Bottom(sec)	Absorption	Absorption	Wetted Radius	Wetted Radius	Spreading Speed	Spreading Speed	one-way transport	OMMC	
3				Rate(%/sec)	Rate(%/sec)	(mm)	(mm)	(mm/sec)	(mm/sec)	index(%)		
4	F-1	5,71	11,326	25,6085	19,1015	5	10	0,8479	0,7344	-217,5108	0,0253	
5	F-2	12,636	7,956	59,4147	10,3823	5	15	0,3899	1,1745	301,5567	0,4062	
6	F-3	9,453	7,769	40,1049	27,6526	5	15	0,5186	1,471	391,7436	0,5791	
7	F-4	7,301	11,981	36,1154	16,3375	5	15	0,6677	1,0412	254,1715	0,359	
8	F-5	11,045	18,252	65,9474	9,1767	10	15	0,5272	0,8009	69,3652	0,1326	
9	Mean	9,229	11,4568	45,4382	16,5301	6	14	0,5903	1,0444	159,8652	0,3005	
10	S.Deviation	2,7864	4,2521	16,7671	7,4537	2,2361	2,2361	0,1744	0,2976	241,5267	0,2214	
11	CV	0,3019	0,3711	0,369	0,4509	0,3727	0,1597	0,2954	0,285	1,5108	0,737	
12												
13												

Data naměřená pro vzorek FUNKČNÍ+rouno:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Wetting Time	Wetting Time	Top	Bottom	Top Max	Bottom Max	Top	Bottom	Accumulative		
2		Top(sec)	Bottom(sec)	Absorption	Absorption	Wetted Radius	Wetted Radius	Spreading Speed	Spreading Speed	one-way transport	OMMC	
3				Rate(%/sec)	Rate(%/sec)	(mm)	(mm)	(mm/sec)	(mm/sec)	index(%)		
4	F-1	3,182	120	43,1615	0	30	0	6,387	0	-527,6618	0	
5	F-2	2,621	120	40,0477	0	30	0	6,9432	0	-508,6714	0	
6	F-3	2,059	120	44,6152	0	30	0	8,0993	0	-612,4554	0	
7	F-4	2,153	120	43,7891	0	30	0	7,5249	0	-607,4873	0	
8	F-5	2,433	120	45,0473	0	30	0	8,2292	0	-601,2771	0	
9	Mean	2,4896	120	43,3322	0	30	0	7,4367	0	-571,5106	0	
10	S.Deviation	0,4468	0	1,9757	0	0	0	0,7778	0	49,3162	0	
11	CV	0,1795	0	0,0456	0	0	0	0,1046	0	0,0863	0	
12												
13												

Data naměřená pro vzorek FUNKČNÍ+3D:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC
1	F-1	2,621	120	39,5705	0	30	0	7,4693	0	-526,6205	0
2	F-2	3,182	120	41,3543	0	30	0	6,9562	0	-505,748	0
3	F-3	3,276	120	33,9024	0	25	0	4,7597	0	-412,2379	0
4	F-4	3,276	120	37,2502	0	30	0	5,7602	0	-463,4412	0
5	F-5	5,241	120	48,9496	0	30	0	5,806	0	-500,454	0
6	Mean	3,5192	120	40,2054	0	29	0	6,1503	0	-481,7003	0
7	S.Deviation	1,0004	0	5,6268	0	2,2361	0	1,0717	0	45,0173	0
8	CV	0,2843	0	0,14	0	0,0771	0	0,1742	0	0,0935	0
9											
10											
11											
12											
13											

Data naměřená pro vzorek FUNKČNÍ+flís:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
1	F-1	2,901	120	40,1519	0	25	0	5,5768	0	-470,0027	0	
2	F-2	2,808	120	45,9021	0	30	0	6,5053	0	-611,2036	0	
3	F-3	3,276	120	41,1624	0	25	0	5,7156	0	-455,9819	0	
4	F-4	5,523	120	56,5849	0	30	0	5,3105	0	-520,965	0	
5	F-5	2,808	120	39,9398	0	30	0	6,127	0	-490,2718	0	
6	Mean	3,4632	120	44,7482	0	28	0	5,8471	0	-509,685	0	
7	S.Deviation	1,1675	0	7,0453	0	2,7386	0	0,4717	0	61,7836	0	
8	CV	0,3371	0	0,1574	0	0,0978	0	0,0807	0	0,1212	0	
9												
10												
11												
12												
13												

Data naměřená pro vzorek FUNKČNÍ+mikro:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Wetting Time Top(sec)	Wetting Time Bottom(sec)	Top Absorption Rate(%/sec)	Bottom Absorption Rate(%/sec)	Top Max Wetted Radius (mm)	Bottom Max Wetted Radius (mm)	Top Spreading Speed (mm/sec)	Bottom Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	OMMC	
1	F-1	9,453	4,68	9,6087	35,9214	10	15	1,0372	2,1176	350,5644	0,6102	
2	F-2	9,547	4,961	12,0282	37,0994	10	15	0,9183	2,0012	391,4214	0,6492	
3	F-3	8,144	5,429	11,5908	37,7391	10	15	1,0771	1,9567	343,4139	0,5939	
4	F-4	9,079	4,493	9,5707	35,3985	10	15	0,9412	1,9985	374,1886	0,6251	
5	F-5	9,267	5,429	16,4215	36,8273	10	15	0,9894	1,8517	340,7661	0,5797	
6	Mean	9,098	4,9984	11,844	36,5971	10	15	0,9927	1,9852	360,0709	0,6116	
7	S.Deviation	0,5627	0,4269	2,7936	0,9358	0	0	0,0658	0,0957	21,9241	0,0271	
8	CV	0,0619	0,0854	0,2359	0,0256	0	0	0,0663	0,0482	0,0609	0,0442	
9												
10												
11												
12												
13												
14												