TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

Návrh sendvičové struktury absorpčních zdravotnických podložek

Diplomová práce

Studijní program: N0723A270001 Textilní inženýrství
Autor práce: **Bc. Kamila Suchá**
Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková
Katedra oděvnictví

Liberec 2021

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

Zadání diplomové práce

Návrh sendvičové struktury absorpčních zdravotnických podložek

Jméno a příjmení: **Bc. Kamila Suchá**
Osobní číslo: T19000058
Studijní program: N0723A270001 Textilní inženýrství
Zadávající katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2019/2020**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši týkající se měření nasákavosti, povrchových vlastností textilií a transportukapalné vlhkosti textilií.
2. Vytipujte plošné textilie jako zástupce jednotlivých vrstev sendviče zdravotnických podložekurčených k opakovanému použití.
3. Navrhněte experiment pro hodnocení užitných vlastností sendvičové struktury k danému užití(pratelné zdravotnické podložky). Zaměřte se na dobrou schopnost absorpce a transport kapaliny mezi jednotlivými vrstvami.
4. Diskutujte výsledky návrhů variant sendvičové struktury zejména z hlediska odvodu kapalinyz vrchní vrstvy do absorpčního jádra.

Rozsah grafických prací:	dle rozsahu dokumentace
Rozsah pracovní zprávy:	cca 60 stran
Forma zpracování práce:	tištěná
Jazyk práce:	Čeština

Seznam odborné literatury:

- SUNGANTHI T., SENTHIKUMAR P. Moisture-management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear. Journal od Industrial Textiles, 2017, s. 1447-1463.
- FENYE M., SAU F. F. N., CHI L. P. H., Y L., JY H. An objective method to characterize moisture management properties of disposable diapers. Textile Research Journal, 2011, s. 1647-1654
- MIJOVIĆ B., ČUBRIĆ I. S., SKENDERI Z., REISCHL U. Thermographic Assessment of Sweat Evaporation inside Clothing Systems. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2012, 20, 5(94): 81-86.
- KEISER C., BECKER C., ROSSI R. M. Moisture Transport and Absorption in Multilayer Protective Clothing Fabrics. Textile Research Journal, 2008, s. 604-613.
- HASALÍKOVÁ, V. Hodnocení zdravotnických podložek: Evaluation of medical pads. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci.

Vedoucí práce:	Ing. Renáta Nemčoková Katedra oděvnictví
Datum zadání práce:	26. února 2020
Předpokládaný termín odevzdání:	14. května 2021

L.S.

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
Děkanka

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci dne 26. října 2020

Prohlášení

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

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákonč. 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 Technickéuniverzity 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.

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

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

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

18. května 2021 Bc. Kamila Suchá

Poděkování

Touto cestou bych velice ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Renátě Nemčokové za její cenné rady, podporu a diskuze při řešení dané problematiky a při vypracování této práce. Další poděkování patří mé rodině a nejbližším, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

Anotace a klíčová slova

Anotace

Tato práce se zabývá výběrem textilií, které by mohly být vhodné pro výrobu zdravotnických absorpčních podložek. Pro testování byly vybrány dva materiály pro první vrstvu podložky a čtyři materiály pro druhou vrstvu. Z těchto materiálů byly následně složeny podložky a hodnotily se jejich vlastnosti z hlediska šíření vlhkosti sendvičovou strukturou a také z hlediska absorpce. Absorpce sendvičové struktury byla hodnocena pomocí vlastního experimentu. Management vlhkosti pro jednotlivé vrstvy i pro sendvičové vzorky byl hodnocen na přístroji Moisture Management tester. Nakonec bylo využito vícekriteriální hodnocení variant pro vyhodnocení naměřených hodnot z předchozích experimentů a následně byly vybrány vhodné materiály pro výrobu opakovatelně použitelné inkontinenční podložky.

Klíčová slova: Absorpce, vlhkost, dekubity, sendvičová struktura, Moisture Management tester, inkontinenční podložka, vícekriteriální hodnocení variant

Annotation

This thesis deals with selection of textiles that could be suitable for the production of medical absorbent pads. For testing were selected two materials for the first layer of pad and four materials for the second layer of the pad. Than were composed pads from this materials and the properties of this pads were evaluated. There were evaluated in terms of moisture management through the sandwich structure and also were evaluated in terms of absorption. The absorption of the sandwich structure was evaluated by own experiment. Moisture management for individual layers and for sandwich structures was evaluated on a Moisture Management Tester. Finally was used multi-criteria evaluation of variants to evaluate the measured values from previous experiments. Then were selected suitable materials for production of a reusable inkontinence pads.

Key words: Absorption, moisture, decubitus, sandwich structure, Moisture Management Tester, incontinence pads, multi-criteria evaluation of variants

Obsah

Seznam použitých zkratek, symbolů a jednotek 11

Úvod 13

1. Sorpční vlastnosti a procesy zapojené do přenosu vlhkosti skrz textilii 14

1.1 Savost neboli absorpce 14

1.2 Sorpční vlastnosti 14

2. Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů 17

2.1 Smáčivost 17

2.1.1 Youngova rovnice smáčení rovinného povrchu a úhel smáčení 17

2.2 Vysýchavost 18

2.3 Nasákavost 18

2.4 Vzlínavost 19

2.5 Hydroskopičnost 19

2.6 Propustnost vodních par 19

3. Metody měření nasákavosti a transportu kapaliny textilií a odolnosti textilií vůči vodě…… 21

3.1 Kapková metoda 21

3.2 Odolnost vůči povrchovému smáčení 21

3.3 Nasákavost 21

3.4 Vzlínání 22

3.5 MMT metoda 23

3.6 Využití termovizní techniky a přístroje MMT v textilním průmyslu 25

3.6.1 Hodnocení šíření vlhkosti u jednorázových plen pomocí MMT metody. 25

3.6.2 Hodnocení odpařování potu uvnitř oděvních systémů pomocí termografie….. 26

3.6.3 Management vlhkosti dvouvrstvých pletenin určených pro sportovní oděvy…… 26

3.6.4 Využití termovizní techniky studenty Textilní fakulty Technické Univerzity v Liberci 27
4. Možné komplikace při kontaktu vlhkého textilního materiálu s lidskou kůží ... 29
4.1 Proleženiny 29
4.1.1 Mechanismus vzniku dekubitů 29
4.1.2 Typická lokalizace dekubitů 29
4.1.3 Faktory ovlivňující vznik dekubitů 29
4.1.4 Klasifikace dekubitů 31
4.1.5 Prevence vzniku dekubitů 32
4.2 Opruzeniny 33
4.2.1 Příznaky a oblast výskytu opruzenin 33
4.2.2 Příčina vzniku opruzenin 33
4.2.3 Léčba 33
4.2.4 Prevence 34
5. Odvody vlhkosti z lidské kůže 35
5.1.1 Kapilární odvod 35
5.1.2 Difúzní odvod 35
5.1.3 Migrační odvod 35
5.1.4 Sorpční odvod 35
6. Sendvičové textilie 37
6.1 Pratelné inkontinenční podložky 37
6.2 Dětské pleny 38
6.2.1 Jednorázové pleny 38
6.2.2 Jednorázové ekoplenky 39
6.2.3 Látkové pleny 40
6.3 Výhody a nevýhody jednotlivých druhů plen a podložek 42
7. Experimentální část 43

7.1 Použité materiály 43
7.1.1 První vrstvy 43
7.1.2 Další vrstvy (dále označované jako druhé savé vrstvy) 44
7.1.3 Spodní – nepromokavá vrstva 46
7.1.4 Způsob seskládání sendvičového vzorku a jeho označení 47
7.2 Vlastní experiment hodnocení savosti jádra opakovatelně použitelné podložky……..……48
7.2.1 Podložky složené z materiálů, které měly nejlepší výsledky 56
7.3 Hodnocení transportu kapalné vlhkosti 59
7.3.1 Měření jednotlivých vrstev 59
7.4 První vrstvy 60
7.5 Druhé vrstvy 62
7.6 Měření sendvičových textilií 67
7.7 Měření třívrstvých podložek 76
8. Vícekriteriální hodnocení variant 79
8.1 Základní informace o vícekriteriálním hodnocení variant 79
8.1.1 Typy modelů 79
8.1.2 Základní pojmy 79
8.2 Metody pro stanovování vah kritérií 80
8.2.1 Druhy metod 81
8.2.2 Metody pro stanovení pořadí variant 82
8.2.3 Metoda váženého součtu 83
8.3 Výpočet 83
8.3.1 Výběr varianty podle nejmenších přírůstků hmotnosti sacích papírů 86
8.3.2 Výběr varianty podle maximálního rádiusu zvlhčení horní strany 87
8.3.3 Hledání optimální varianty 89
Závěr 92

Zdroje 95
Seznam obrázků 99
Seznam tabulek 102
Přílohy 106

Seznam použitých zkratek, symbolů a jednotek

% - procenta

°C – stupně Celsia

agreg. – agregovaná

apod. – a podobně

BAR – savost spodní strany tkaniny [%/s]

BSS – rychlost šíření roztoku po spodní straně textilie [mm/s]

CO - bavlna

CV – viskóza

dm – decimetr

fce. – funkce

g – gram

GMO – geneticky modifikovaný organismus

hm. – hmotnost

J – Joule

kg – kilogram

LI – len

m – metr

ml – mililitr

mm – milimetr

MMT – Moisture Management Tester

$MWR_{horní}$ maximální rádius navlhčení [mm]

$MWR_{spodní}$ maximální rádius navlhčení [mm]

N – Newton

např. – například

pap. – papír

PES – polyester

PUR – polyuretan

s - sekunda

Směr. odch. – směrodatná odchylka

str. – strana

TAR savost horní strany tkaniny [%/s]

TSS rychlost šíření roztoku po horní straně textilie [mm/s]

tzv. – takzvaný

Var. koef. – variační koeficient

WTB doba navlhčení spodní strany textilie [s]

WTT doba navlhčení horní strany textilie [s]

μm – mikrometr

μl – mikrolitr

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá výběrem materiálů vhodných pro výrobu zdravotnických absorpčních podložek. Materiály jsou vybrány tak, aby svými vlastnostmi zabránily vzniku defektů kůže, jako jsou proleženiny nebo opruzeniny, které vznikají právě při styku pokožky s vlhkou textilií. Proleženiny dokážou prodloužit délku hospitalizace, zatížit zdravotnický personál a také zkomplikovat léčbu pacienta.

Inkontinenční podložky se vyrábějí buď jednorázové, nebo opakovatelně použitelné. Recyklace jednorázových podložek je téměř nemožná a tudíž zatěžují životní prostředí, proto by bylo vhodné je do budoucna zcela nahradit těmi opakovatelně použitelnými. Opakovatelně použitelné podložky se samozřejmě vyrábějí, ale v některých případech neplní dostatečně svou funkci a dostatečně neodvádí vlhkost od těla pacienta. Povrch některých opakovatelně použitelných podložek zůstává po pomočení vlhký až mokrý, což výrazně přispívá ke vzniku defektů kůže. Cílem této práce je nalézt vhodnější materiály pro výrobu těchto podložek.

Na vznik defektů kůže má největší vliv vlhkost. Ta může vznikat buď únikem moči, pocením nebo také proto, že při kontaktu pokožky a textilie vzniká mikroklima. A pak záleží na materiálovém složení a struktuře podložky, zda dostatečně odvede vlhkost od pokožky, či nikoliv.

Proto se bude tato diplomová práce zabývat hodnocením vybraných textilií z hlediska šíření kapalné vlhkosti textilií a absorpce sendvičové struktury zdravotnické podložky. Hodnocení absorpce sendvičové textilie bude provedeno pomocí navrženého experimentu. Dále bude hodnocen transport kapalné vlhkosti pomocí přístroje Moisture Management Tester. Na tomto přístroji bude hodnocen management vlhkosti jak u jednotlivých vrstev, tak i u sendvičových vrstev. Také zde bude pozorováno, jak management vlhkosti první vrstvy ovlivňuje druhá vrstva.

Nakonec bude provedeno vícekriteriální hodnocení variant, aby byly vybrány nejvhodnější materiály pro výrobu absorpční zdravotnické podložky.

1. Sorpční vlastnosti a procesy zapojené do přenosu vlhkosti skrz textilii

1.1 Savost neboli absorpce

Savost je velmi důležitá vlastnost absorpčních podložek, protože je potřeba odvést veškerou tekutinu od kůže, aby nedošlo k jejímu zvlhnutí a následnému poškození.

Absorpce neboli savost je schopnost textilie pojmout kapalinu ve svých pórech a mezerách. Je to jedna z vlastností, které ovlivňují barvení, ale i například to, pro jaký produkt/oděv bude textilie použita. Absorpce nastává pouze u textilií, jejichž povrch je smáčivý. Absorpce nastává v okamžiku, kdy se část, nebo celá textilie dostane do kontaktu s kapalinou. Pomocí kapilárních sil putuje kapalina do kapilárních prostor textilie, což jsou prostory vyplněné vzduchem. Rychlost absorpce je závislá na materiálovém složení a struktuře textilie. [1] [2] [3]

1.2 Sorpční vlastnosti

Pokud je vlákno obklopeno prostředím, ve kterém se vyskytují částice nebo molekuly jiných látek, dochází k celé řadě procesů. Pokud je vlákno obklopeno částicemi vodní páry, vody, kapalin, plynů a pevných částic, může dojít k těmto procesům:

- Difúzi penetrantů prostředím – dostatečně rychlý proces.
- Adsorpce na povrchu vlákna – penetranty výrazně nepronikají dále do vláken.
- Difúze hmotou vlákna – dochází k transportu penetrantů do vláken.
- Desorpce molekul penetrantu zpět do okolí.

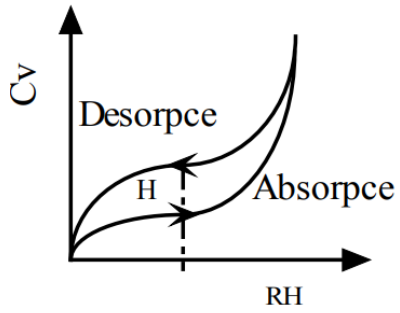
Tyto procesy sorpce mají svou kinetickou (rychlost změn), rovnovážnou (velikost změn) a termodynamickou (hnací síla změn) stránku a probíhají většinou současně.

Sorpci vody výrazně ovlivňuje složení vláken, jejich povrch, přístupnost hydrofilních skupin, rozvolněnost struktury, distribuce pórů, teplota, čas a:

- Existence sorpčních center – hydroxylové skupiny u celulózových vláken.
- Přístupnost sorpčních center.
- Vznik sekundárních sorpčních center.

Porézní (hydrofilní) vlákna jsou schopna vázat a transportovat vodu. Mezi taková vlákna se řadí všechna přírodní vlákna a chemická vlákna, které obsahují hydrofilní skupiny. Naopak neporézní (hydrofobní) vlákna nemohou vázat vodu specifickými vazbami a jejich povrch je nesmáčivý. Voda se tudíž těmito svazky vláken šíří pomocí kapilárních sil.

Pro sledování rovnovážné sorpce vodních par se konstruují absorpční a desorpční izotermy. Sorpční izoterma vodní páry vyjadřuje závislost rovnovážné koncentrace vody ve vlákně C_v na relativní vlhkosti vzduchu (viz Obrázek 1)



Obrázek 1: Sorpce vodních par. [4]

Hystereze H, je rozdíl mezi absorpční a desorpční izotermou při zvolené relativní vlhkosti vzduchu RH. K hysterezi dochází, pokud jsou póry ve vlákně otevřené na obě strany nebo to jsou tzv. lahvovité póry. Kapilární kondenzace může být také příčinou hystereze. Hydrofilní vlákna mají hysterezi výraznou, hydrofobní vlákna naopak nízkou.

Adsorpce je z termodynamického hlediska exotermní proces, a proto při sorpci vody vznikají tepelné jevy. Při absorpci vody z vodní páry do vláken dochází nejprve ke kondenzaci na povrchu vláken. Teplo, které se uvolňuje při fázové změně z plynné na kapalnou fázi, se nazývá latentní teplo kondenzace a pohybuje se kolem 2450 Jg^{-1}. Část kondenzované vody je s ohledem na relativní vlhkost vzduchu RH transportována do vlákna, část zůstává na povrchu a je transportována kapilárními silami. V amorfní fázi vláken dochází v přítomnosti vody k tvorbě sekundárních vazeb, což má za následek větší uspořádání systému a snížení celkové energie. Přebytečná energie se uvolňuje jako teplo sorpce, tzn. sorpce je doprovázena vývinem tepla.

Při sorpci vody mohou vzniknout dva druhy tepla:

- Diferenciální sorpční teplo Q [Jg^{-1}vody] – Jedná se o teplo, které se uvolnilo sorpcí 1 g vody na neomezeném počtu vláken při dané vlhkosti ovzduší RH. Teplo Q je vyšší, čím je na počátku sorpce vlákno sušší. Př.: Q pro suché viskózové vlákno je 1,17 Jg^{-1}vody a pro vlákno, které obsahuje 75 % vlhkosti je Q=0,24 Jg^{-1}vody.
    - Integrální sorpční teplo H [Jg^{-1}vlákna] – Jedná se o teplo, které se uvolnilo při úplném nasycení 1 g vláken při dané vlhkosti. Může být také označováno za smáčecí teplo a souvisí se schopností vláken vázat vodu.

Integrální sorpční teplo H je tím vyšší, čím více vody jsou vlákna schopna vázat. [4]

2. Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

V této kapitole jsou stručně charakterizovány hydromechanické vlastnosti textilií.

2.1 Smáčivost

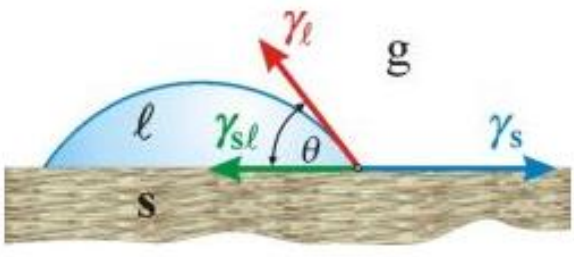
Smáčivost je jeden z více fyzikálních jevů, který může nastat při interakci kapaliny s povrchem textilie. Je to druh dynamického procesu, při kterém kapalina migruje přes povrch pevné látky tak, aby byla dosažena termodynamická rovnováha. Takováto migrace se nazývá spontánní smáčení. Aby nastalo vynucené smáčení, je potřeba zapojit mechanické a hydrodynamické síly. Právě tyto síly mají za následek zvětšení plochy mezifází mezi pevnou látkou a kapalinou nad statickou rovnováhou. [5] [6]

Je to tedy schopnost kapaliny udržet kontakt s pevným povrchem. Tato schopnost vyplývá z mezimolekulární interakce a stupeň smáčení je projevem přitažlivých a odpudivých sil mezi částicemi povrchových vrstev dvou látek, které se dotýkají. Sama smáčivost a povrchové síly, které ji řídí, jsou zodpovědné například za přilnavost dvou povrchů. [7]

Smáčivost textilie je ovlivněna hned několika faktory, kterými jsou: geometrie povrchu textilie, chemické složení vláken, finální úprava (bělení, působení alkálie, UV záření na vlákna, šlichtování atd.), rozdílnost úhlu smáčení kapaliny při jejím postupu a ústupu na povrchu. [8] [9]

2.1.1 Youngova rovnice smáčení rovinného povrchu a úhel smáčení

Úhel smáčení vyjadřuje míru smáčení kapaliny na pevném povrchu. Je to úhel, který svírá tečna k povrchu kapky, vedená v bodě styku kapky s rozhraním. Vlastnosti vzniklého mezifázového rozhraní ovlivňují tvar kapky kapaliny, která je umístěna na povrchu nerozpustné tuhé látky (např. textilie).



Obrázek 2: Kapka kapaliny na tuhém povrchu [10]

Youngova rovnice vyjadřuje vztah mezi úhlem smáčení θ a jednotlivými mezifázovými energiemi:

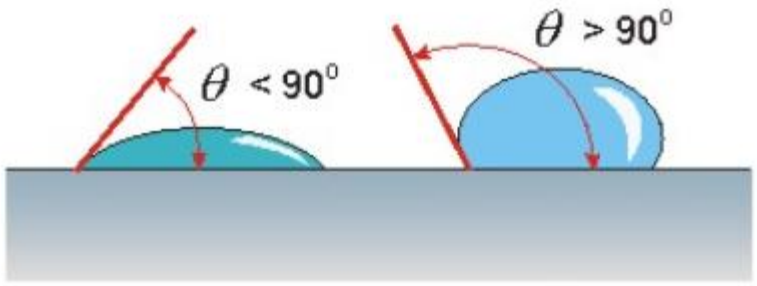
$$\gamma_l * \cos\theta = \gamma_S - \gamma_{Sl} \quad (1)$$

Kde:

γ_l a γ_S…povrchová energie kapaliny, popř. tuhé látky [J*m^{-2}]

γ_{Sl}…mezifázová energie tuhá látka-kapalina, [J*m^{-2}]

Podle toho, jak je velký úhel smáčení θ lze určit, zda kapalina povrch smáčí či nikoliv. Pokud je úhel smáčení menší než 90, lze prohlásit povrch za smáčivý (hydrofilní). Jestliže je úhel smáčení větší než 90°, jedná se o povrch nesmáčivý (hydrofobní). [10]



Obrázek 3: Vlevo - kapalina povrch smáčí, vpravo - kapalina povrch nesmáčí.[11]

2.2 Vysýchavost

Je to schopnost materiálu odevzdat vodu do okolního prostředí. Při vysychání dochází ke změně pevnosti (zvyšuje se) a ke zlepšení termoizolačních vlastností. Rychlost vysychání textilie ovlivňuje chemické složení vláken, její vazba a charakter povrchu. Proto například rostlinná vlákna, jako bavlněná či lněná jsou schopny rychle pojmout a v zápětí rychle odevzdat vodu do okolního prostředí. Naopak viskózová nebo vlněná vlákna vodu rychle pojmou, ale do okolního prostředí ji odevzdávají pomalu.[12]

2.3 Nasákavost

Je to schopnost textile přijmout a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Je vyjádřena rovnicí:

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

Kde:

N…nasákavost vzorku [%]

m_0…hmotnost klimatizovaného vzorku [g]

m_1…hmotnost mokrého vzorku po okapání [g][13]

2.4 Vzlínavost

Vzlínavost je schopnost textilie přijímat vodu vnikající do textilie díky působení kapilárních sil. V podstatě je to schopnost textilie odvést vodu z mikroklimatu (prostor mezi oděvem a textilií) a je vyjádřena sací výškou h (cm/30 min). Je ovlivněna velikostí pórů textilie a u syntetických materiálů z tvarovaných přízí může doplňovat hydroskopičnost.[2]

2.5 Hydroskopičnost

Je to schopnost textilií pohlcovat vlhkost z ovzduší a souvisí se sorpčními vlastnostmi textilních vláken. Hydroskopičnost je vyjádřena v procentech a je zjišťována z poměru hmotnosti vody, kterou materiál pohltil při určité teplotě, tlaku a relativní vlhkosti k hmotnosti suchého materiálu. Hydroskopičnost ovlivňuje rychlost nasakování a vysychání textilie a je závislá na tloušťce, dostavě a materiálovém složení textilie. [12]

2.6 Propustnost vodních par

Toto je důležitá vlastnost zejména pro textilie (oděvy), které přímo naléhají na pokožku. Je to schopnost propouštět vodní páru z prostoru uzavřeného pod textilií. Je dána rozdílem parciálních tlaků vodních par na obou stranách textilie. Následkem vzniklé nerovnováhy prostupuje vodní pára směrem k nižšímu parciálnímu tlaku. Rozdíl parciálních tlaků a movitost plošné textilie udává rychlost prostupu vodních par.

Propustnost vodních par lze hodnotit například gravimetrickou metodou dle normy ČSN 800855 Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií. Při tomto hodnocení propustnosti vodních par je vzorek textilie upnut na misku, která obsahuje vodu, která se následně umístí do exsikátoru. Parciální tlak se snaží vyrovnat parciálnímu tlaku okolí a tak dochází k prostupování vodních par skrze textilii. Poté se vyhodnotí změna hmotnosti vody v misce před a po zkoušce. Množství vodních par prošlé skrz textilii je udáno v procentech a vypočítá se dle vztahu:

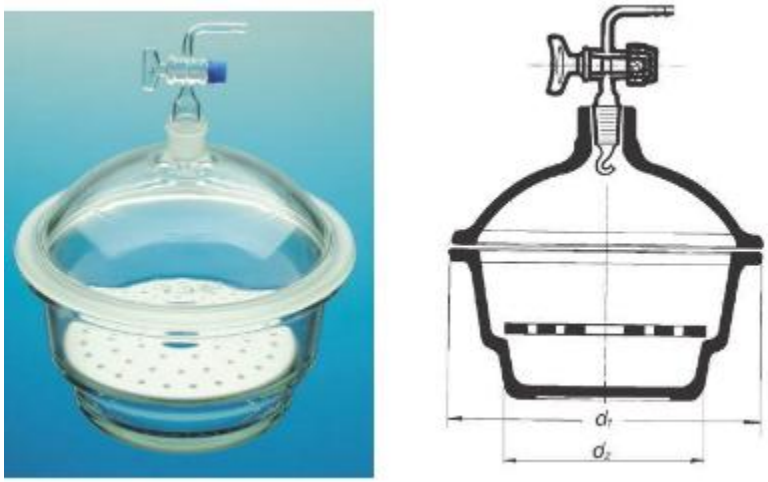
$$M_V = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100 \qquad (3)$$

Kde:

M_V…množství vodních par prošlých textilií [%]

m_1…množství vody v misce před zkouškou [g]

m_1…množství vody v misce po zkoušce [g] [1][14]



Obrázek 4: Exsikátor [33]

3. Metody měření nasákavosti a transportu kapaliny textilií a odolnosti textilií vůči vodě

V této kapitole budou uvedeny metody, jak lze měřit nasákavost a transport kapaliny textilií a také jak zhodnotit odolnost textilií vůči vodě a to proto, že při kontaktu kapaliny (vody) s textilií může nastat několik jevů a ty jsou:

- Kapalina povrch textilie smáčí.
- Kapalina povrch textilie nesmáčí.
- Kapalina vniká do textilie (pomocí nasákavosti nebo vzlínavosti).
- Kapalina proniká skrz textilii (samovolně, či pod tlakem).[14]

3.1 Kapková metoda

Při této metodě se na textilii kápne přesně odměřené množství vody a změří se čas, za který se kapka zcela vsákne. Je vhodné pozorovat kapku pod zvětšením, ale i tak je tato metoda velice subjektivní.[14]

3.2 Odolnost vůči povrchovému smáčení

Metoda stanovení odolnosti vůči povrchovému smáčení dle normy ČSN EN ISO 4920 udává postup, jak plošná textilie odolává smáčení. Lze takto hodnotit textilie s vodovzdornou či vodoodpudivou úpravou, ale i textilie bez těchto úprav. Tímto způsobem však nelze testovat průnik vody plošnou textilií.

Před zahájením zkoušky je potřeba z různých míst plošné textilie odebrat tři vzorky o rozměrech 180x180 mm. Tyto vzorky se před samotným měřením musí nechat aklimatizovat na teplotu místnosti, ve které bude experiment probíhat. Klimatizované vzorky se poté upevní do rámečku lícní stranou ke skrápěcí hubici. Rámeček má pod skrápěcí hubicí sklon 45° a střed vzorku je umístěn pod hubicí. Do nálevky nad skrápěcí hubicí se nalije 250 ml destilované vody o teplotě 20 ± 2°C (či 27 ± 2°C) a započne se zkrápění vzorku. Voda zkrápí vzorek nepřetržitě po dobu 25-30 minut. Po uplynutí této doby je vzorek sejmut ze zařízení, očištěn od zbytků vody a je stanoven stupeň smočení. Stupeň smočení se určuje tak, že se porovnává smočená plocha vzorku s plochami popsaných standardů.[15]

3.3 Nasákavost

Nasákavost textilie je hodnocena dle normy ČSN 80 0831 Savost plošných textilií. Stanovení nasáklivosti. Vzorky před samotnou zkouškou musí být klimatizovány, zváží se

s přesností 0,1 % a následně se ponoří do destilované vody, která má teplotu 20±1 °C. Jsou dva způsoby, jak lze provést zkoušku nasákavosti:

- Klimatizované vzorky se bez napětí připevní na ojehlená ramena stojánku, který se pak vloží do nádoby s destilovanou vodou. Vrchní okraj vzorku musí být 50 mm pod hladinou vody. Rámeček se vzorkem se po 60±1 minutě vyjme a ve vertikální poloze se nechá okapat přebytečná voda po dobu 120±3 s. Pokud se předpokládá rychlé nasáknutí vzorku vodou, je doba smáčení upravena na 60±3 s. Po okapání je potřeba pinzetou sejmout vzorky z jehel a umístit je jednotlivě do váženky. Následně se zváží s přesností 0,21 % hmotnosti klimatizovaného vzorku.
- Na okraj vzorku, který je rovnoběžný s útkem, se umístí svorka a vzorek se následně vloží horizontálně do nádoby s destilovanou vodou a zatíží těžítkem. Vrchní okraj vzorku je opět 50 mm pod hladinou a tam se nechá 60±3 s. Po uplynutí této doby se vzorek opatrně za svorku vytáhne z vody a nechá se okapat ve vertikální poloze po dobu 300±3 s.

Vzorec pro stanovení nasákavosti vzorku je uveden v kapitole 2.3. [13]

3.4 Vzlínání

Vzlínání je hodnoceno pomocí metody stanovení savosti dle normy ČSN 80 0828 (Vzlínavost). V této normě je savost vzlínáním definována jako schopnost textilie přijímat kapalinu (vodu) pomocí kapilárních sil. Výška vodního sloupce (v mm) navzlínaného za určitý čas určuje vzlínavost. [2]

Nejprve je potřeba odebrat vzorky z plošné textilie dle normy ČSN 80 0072. Pro měření je potřeba odebrat nejméně pět vzorků z příčného a pět vzorků z podélného směru, jejichž rozměry jsou 255x10 mm. Před začátkem zkoušky musí být vzorky aklimatizovány na teplotu ve zkušební místnosti, která je klimatizována a má stabilní teplotu.[2]

Měření probíhá tak, že klimatizovaný vzorek je připevněn pomocí bodců na rámeček, který se vloží do zkušebního přístroje. Upevnění do rámečku je takové, že v místě styku rámečku a vodní hladiny vzorky přečnívají bodce o 5 mm. Do nádoby zkušebního přístroje se nalije kapalina o teplotě 20 ± 2 °C, vysune se a při styku vzorku s kapalinou je zkouška považována za zahájenou (započne vzlínání). Doba vzlínání je volena v rozmezí 10s – 30min. Pokud je testovaný vzorek světlé barvy, je možné do kapaliny přidat barvivo, díky kterému se zlepší viditelnost nevzlínané výšky. Toto barvivo ovšem nesmí být afinní

k hodnocené textilii. Pokud jsou naopak testované vzorky tmavé barvy, doporučuje se dané vzorky ze zadní strany prosvětlit, avšak zdroj světla nesmí vzorky zahřívat, jinak by mohlo být měření negativně ovlivněno. Po uplynutí dané doby se nevzlínaná sací výška změří pomocí měřítka, které má stupnici v milimetrech a je upevněno k základové desce zařízení. [2]

3.5 MMT metoda

Přístroj Moisture Management Tester, je využíván k měření šíření kapalné vlhkosti v plošné textilii, tzv. managementu vlhkosti. Management vlhkosti je schopnost textilie přenášet vlhkost ve více dimenzích. Na základě změny elektrického odporu textilie je sledováno rozptýlení kapalné vlhkosti v její ploše. Na tomto přístroji mohou být testovány jak tkaniny, tak pleteniny i netkané textilie.

Obrázek 5: Přístroj Moisture Management tester[17]

Testovaný vzorek textilie o velikosti 9x9 cm se vkládá mezi horní a dolní čidla vlhkosti, které jsou složeny z měděných kroužků. Na horní stranu textilie se poté aplikuje předem dané množství (0,15 g) zkušebního roztoku (syntetický pot) a sleduje se jeho šíření materiálem, které může probíhat 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 tedy zaznamenává změnu elektrického odporu mezi každou dvojicí nejbližších měděných kroužků. Jak se zvýší vlhkost textilie, dojde k poklesu elektrického odporu mezi jednotlivými kroužky a na základě tohoto poklesu je vyhodnocena schopnost managementu vlhkosti daného vzorku. Přístrojem je dále analyzována:

- Savost – schopnost textilie pohlcovat vlhkost z lícní i rubní strany,
- jednosměrný přenos vlhkosti textilií v závislosti na čase – např. z lícní strany na rubní nebo naopak,
- rychlost šíření vlhkosti na lícní nebo rubní straně, či rychlost vysychání rozšířené vlhkosti.

Ukazatelé, které vyhodnotí přístroj MMT:

I. Doba navlhčení [s] – Je dána jako časový interval mezi počátkem vlhčení tkaniny (počátek testu) a momentem, kdy vodní sloupec celkového objemu vody na horní (WTT) a spodní (WTB) straně textilie překročí hodnotu Tan (15°).
II. Savost [%/s] – Je to průměrná schopnost textilie absorbovat vlhkost z horní (TAR) i spodní (BAR) strany za časový úsek provozu čerpadla.
III. Maximální rádius navlhčení [mm] – Je to maximální rádius navlhčeného kruhu na horní ($MWR_{horní}$) i spodní ($MWR_{spodní}$) straně textilie. Vodní sloupce celkového objemu jsou vyšší, než hodnota Tan (15°) na horní i spodní straně textilie.
IV. Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s] – Je definovaná jako kumulativní rychlost šíření roztoku textilií od středu po největší rádius navlhčení. Horní strana (TSS), spodní strana (BSS).
V. Index kumulativního jednosměrného přenosu kapaliny tkaninou: R [%] – Je to rozdíl kumulativního obsahu vlhkosti mezi dvěma stranami textilie.
VI. Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie [-] – Tento ukazatel vyjadřuje schopnost textilie rozvádět absorbovanou vlhkost. Zahrnuje tři parametry, které jsou: savost spodní stranou textilie (BAR), schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a rychlost schnutí spodní strany vzorku (BSS).

Dále dokáže přístroj MMT rozlišit sedm hlavních typů textilií, které jsou:

I. Voděodolné textile – velmi pomalé šíření kapaliny i absorpce roztoku, nedochází zde k penetraci, ani k jednosměrnému přenosu.

II. Vodu odpuzující textile – v tomto případě nedochází k navlhčení textilie, absorpci ani šíření roztoku textilií, přenos je jednosměrný bez působení vnějších vlivů.

III. Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie – pomalá absorpce a šíření roztoku skrze textilii, jednosměrný přenos je slabý.

IV. Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie – namočení textilie a absorpce je střední až rychlé, oblast šíření kapaliny je malá, šíření roztoku je pomalé a jednosměrný přenos je slabý.

V. Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie – namočení textilie a absorpce je střední až rychlé, oblast šíření kapaliny je velká, šíření roztoku je rychle a jednosměrný přenos je slabý.

VI. Vodě propustné textilie – oblast šíření kapaliny je malá a jednosměrný přenos roztoku je výborný.

VII. Textilie s managementem vlhkosti – namočení textilie a absorpce je střední až rychlé, na spodní straně textilie je oblast šíření kapaliny velká, šíření roztoku na spodní straně textilie je rychlé a jednosměrný přenos je dobrý až výborný. [15][17]

3.6 Využití termovizní techniky a přístroje MMT v textilním průmyslu

3.6.1 Hodnocení šíření vlhkosti u jednorázových plen pomocí MMT metody.

Na Hong Kongskské Polytechnické univerzitě byly hodnoceny jednorázové pleny z hlediska šíření vlhkosti pomocí MMT metody. Pro experiment byly vybrány dvě skupiny jednorázových plen, které jsou běžně k dostání na trhu. Každá skupina obsahovala pleny pro dospělé a pleny pro děti. Všechny typy vybraných plen obsahovaly superabsorbenty a spodní vrstva byla vyrobena z polyetylenu.

Aby se co nejreálněji simuloval únik moči, byla použita syntetická moč, která byla vyrobena použitím 2,0 g / l NaCl, 2,0 g / l $NaSO_4$, 0,85 g / l (NH_4) H_2PO_4, 0,19g / l $CaCl_2$ a 0,13 g / l $MgCl_2$. Z plen byly zhotoveny vzorky o velikosti 9x9 cm a po dobu 24 hodiny byly klimatizovány na teplotu 21±1°C a relativní vlhkost 65±2 %.

Pro návrh experimentu byl použit program General Full Factorials Design od Minitab. Na čerpadle byly nastaveny různé časové úrovně, které určovaly množství roztoku vstřikované na povrch vzorku. Právě množství dávkované tekutiny, má velký vliv na přenosové vlastnosti plenek.

Během experimentu bylo testováno 10 vzorků v časovém rozmezí 60-300 s pro každý druh pleny a bylo dokončeno 200 pokusů. Proces dynamického šíření kapaliny byl počítačem automaticky monitorován a zaznamenáván. Při experimentu se ukázalo, že rychlost pronikání kapaliny do dalších vrstev závisí na typu pleny, ale také na množství kapaliny, která má plena pojmout. Ukázalo se, že čím je množství tekutiny čerpané na povrch větší, tím snáze se v pleně hromadí. Takže bylo dokázáno, že vybrané druhy plen dokážou plnit svou funkci dobře.[18]

3.6.2 Hodnocení odpařování potu uvnitř oděvních systémů pomocí termografie

Na fakultě textilních technologií na Univerzitě v Záhřebu byla pro změnu využita termografie k hodnocení přenosu tepla a vlhkosti uvnitř oděvních systémů, jež oblékají aktivní policisté. Byli vybráni dobrovolníci, kteří vykonávali fyzickou aktivitu ve dvou různých oděvech.

Cílem experimentu bylo zjistit kombinované účinky přenosu tepla a vlhkosti v policejních uniformách na fyziologický a psychologický komfort testovaných osob, které vykonávají aktivitu v určitém prostředí. Dobrovolníci oblékali 2 druhy oděvů. První typ byl tzv. neformální a skládal se z trička, kalhot, standardního spodního prádla, ponožek a tenisových bot. Druhý typ se skládal ze stejných součástí jako typ první, ale obsahoval navíc košili s krátkým rukávem. Bylo vybráno 24 referenčních míst na těle, aby se zdokumentovaly teplotní vzorce (8 míst na přední straně těla, 8 na levé straně těla a 8 míst na zadní straně těla). Poté si dobrovolníci nasadili oděv typu 1 a vykonali s ním danou fyzickou aktivitu. Po odpočinku nastal obdobný pokus s oděvem typu 2. Po každém vykonání aktivity byl zhotoven termogram.

Ukázalo se, že každý jedinec po vykonání stejné fyzické aktivity produkuje jiné množství potu, ale oděvní systém typu 1 dokáže pot odvádět u všech jedinců velice podobně a i po subjektivním zhodnocení dobrovolníků se v něm všichni cítí obdobně. Naopak oděvní systém typu 2 není vhodný pro jedince, jež během vykonávání běžných policejních pracovních úkonů zažívají vysoké pocení. Proto by bylo vhodné změnit buď jednotlivé součásti toho oděvního systému, nebo alespoň jejich materiálové složení. [19]

3.6.3 Management vlhkosti dvouvrstvých pletenin určených pro sportovní oděvy

Na katedře textilních technologií PSG College of Technology v Indii byl proveden pokus, ve kterém se analyzoval management vlhkosti dvouvrstvých pletenin pomocí přístroje MMT. Tyto pleteniny byly vyrobeny z vláken viskóza-polypropylen, modální polypropylen,

viskózového mikropolyesteru, modálního mikropolyesteru, viskózového polyesteru, modálního polyesteru a z bambus-polyester.

V tomto experimentu byl zkoumán management vlhkosti u dvouvrstvých pletenin, které mají různé kombinace přízí ve vnější a vnitřní vrstvě. Jak se ukázalo, doba smáčení dvouvrstvé pleteniny je ovlivněna počtem přízí, tloušťkou, hustotou oček, ale i plošnou hmotností. Rychlost absorpce je ovlivněna dostavou a tloušťkou pleteniny. Na oblast šíření kapaliny na povrchu textilie má vliv opět tloušťka textilie a porozita. Schopnost rychlého schnutí tkaniny ovlivňuje tloušťka a plošná hmotnost. Z experimentu také vyšlo, že pro sportovní oblečení je díky svým dobrým schopnostem udržet nositele v suchu vhodná dvouvrstvá pletenina vyrobená z: vnitřní vrstva – mikrovlákno polyester 40 %, vnější vrstva – viskóza 60 %, nebo dvouvrstvá pletenina vyrobená z: vnitřní vrstva – mikrovlákno polyester 40 %, vnější vrstva – modálové vlákno 60 %. [20]

3.6.4 Využití termovizní techniky studenty Textilní fakulty Technické Univerzity v Liberci

3.6.4.1 Experimentální měření transportu kapaliny v příčném řezu sendvičové struktury

Student Klein ve své diplomové práci hodnotil šíření kapalné vlhkosti příčným řezem sendvičové textilie. Sendvičová textilie byly v tomto případě autopotahy. V jeho práci navrhnul a provedl experiment, ve kterém pomocí obrazové analýzy popsal šíření kapalné vlhkosti v příčném řezu textilií a porovnal tyto výsledky se šířením kapalné vlhkosti po lícní straně textilie.

První experiment obsahoval měření transportu kapaliny příčným řezem sendvičovou strukturou s využitím srovnávací termografické techniky. Transport kapaliny byl sledován pomocí termovizní kamery FLIT X6540sc. Druhý experiment byl zaměřen na zkoumání transportu kapaliny nejen v příčném řezu, ale také na lícní straně sendvičové textilie. Lícní stranu snímala termokamera S60.

V závěru práce jsou měření vyhodnocena a obě metody porovnány. Student doporučil, že pro další provedení experimentu by bylo vhodné využít termokamery se shodnými parametry, aby se zamezilo vlivu termovizních kamer na výsledky měření. [6]

3.6.4.2 Alternativní metoda měření transportu kapalné vlhkosti u funkčních materiálů

Studentka Pouchová se ve své práci zaměřila na alternativní metody měření transportu kapalné vlhkosti a textilií, které jsou vhodné pro první vrstvu oděvu. Bylo hodnoceno šest

různých pletenin, které se využívají pro výrobu funkčních oděvů a byl simulován transport potu od pokožky do textilie.

V experimentální části využila termomokameru FLIR X6540sc a S60, syntetický pot, pipetu na dávkování potu a stojan na uchycení vzorků. Syntetický pot byl na vzorky kapán z rubní strany a termokamery snímaly vzorek z obou stran (z lícní i rubní). Cílem bylo sledovat tvarové charakteristiky rozpíjející se kapky a ukázalo se, že struktura materiálu má vliv na šíření kapky v textilii. Kapalina se nešířila kružnicovým způsobem, ale struktura materiálu způsobila to, že se kapalina šířila do elipsy. Díky využití termovce byla kapka popsána z hlediska tvarových charakteristik kruhovosti, měřené plochy, protažení i orientace. [21]

3.6.4.3 Hodnocení zdravotnických podložek

Studentka Hasalíková využila ve své diplomové práci termovizní termografii k měření šíření transportu kapaliny v příčném řezu sendvičové textilie. Sendvičové textilie byly v této diplomové práci inkontinenční podložky. Cílem tohoto pokusu bylo pozorování prostupu kapaliny skrz sendvičovou textilii. Studentka chtěla z termogramů vypočítat plochu nasáknuté kapaliny, ale to se nepodařilo a atak byl pokus hodnocen pouze subjektivně.

Pro daný experiment bylo sestrojeno zařízení, jehož úkolem bylo usnadnit měření vzorků v jejich příčném řezu. Toto zařízení je tvořeno konstrukcí, posuvnou plochou na umístění vzorků a držáku na pipetu. Ukázalo se, že však pro experiment není množství kapaliny (20 µl) z piety není dostačující a je potřeba použít kapátko o objemu 1 ml. Z tohoto důvodu nakonec zařízení nebylo zcela využito a pro další experiment by bylo vhodné zdokonalit zádržný systém pipety, vyrobit aretaci plochy, na kterou se umisťuje vzorek, využít jiné držátko na kapátko. Dále by bylo vhodné zajistit automatické zmáčknutí pipety a také přidat laserové ukazovátko, které by ukazovalo, kam dopadne kapka z kapátka. Tím by se zajistilo přesnější umístění hodnoceného vzorku na plochu, dle požadovaného místa dopadu kapky.

V dalším experimentu hodnotila u vybraných vzorků management vlhkosti pomocí přístroje MMT. Cílem bylo zjistit, který vzorek nejlépe odvede vlhkost z povrchu vzorku a potvrdil se předpoklad, že druhá vrstva podložky ovlivní vlastnosti managementu vlhkosti u první vrstvy. [22]

4. Možné komplikace při kontaktu vlhkého textilního materiálu s lidskou kůží

4.1 Proleženiny

Proleženiny neboli dekubity jsou rány, které jsou vyvolány působením tlaku z vnějšího prostředí proti kosti. Vznikají většinou v místech, kde je malá vrstva tukové či svalové tkáně a vznikají u imobilních osob. [23]

4.1.1 Mechanismus vzniku dekubitů

Jak již bylo řečeno výše, proleženiny vznikají působením tlaku z vnějšího prostředí proti kosti. Tento tlak způsobí uzavření cév, tím dojde k zastavení krevního řečiště, které způsobí poškození, či odumření tkáně, která se nachází mezi kostí a pokožkou.[23]

4.1.2 Typická lokalizace dekubitů

Rizikové lokace, neboli predilekční místa jsou ovlivněna polohou, ve které se zrovna imobilní pacient nachází. Níže je uveden seznam míst, kde se nejčastěji dekubity vyskytují:

- Paty
- Lopatky
- Sakrální výběžky
- Kostrč
- Trn 7. krčního obratle
- Záhlaví
- Kotníky
- Spánkové kosti
- Okraje lopaty kyčelní
- Velké trochantery
- Žebra
- Palce u nohou
- Atd. [23]

4.1.3 Faktory ovlivňující vznik dekubitů

4.1.3.1 Vnější faktory

Intenzita a doba působení tlaku – Proleženiny mohou vznikat v krátkém časovém období při působení velkého tlaku, nebo také v delším časovém období při působení nižšího tlaku.

Tak či tak je dobré zabránit dlouhodobému působení tlaku na tkáň imobilního člověka například vhodným polohováním.

Střižná síla – Tato síla způsobuje napínání, zalamování či trhání cév, což má za následek snížení zásobování krví postiženého místa, které následně odumírá. Poškození je nejčastěji způsobené nesprávnou manipulací při polohování pacienta, kdy je místo nadzvednutí nad matraci popotahován po lůžku. Tím dochází k odtrhnutí podkožní tkáně od níže uložené svalové tkáně.

Tření – Poškození může také vzniknout v okamžiku, kdy se kůže tře o podložku. Třením dochází k poškození povrchové vrstvy kůže a tím se snižuje její schopnost chránit tělo před vstupem infekce. Tření je zvýšeno při přítomnosti vlhka a tepla (pacient se nadměrně potí, je inkontinentní nebo má zvýšenou tělesnou teplotu).

Chemické vlivy – Přítomnost moči, potu a stolice narušuje povrchovou vrstvu kůže, dochází k jejímu změkčení a rozkladu. Tím je tedy opět kůže méně odolná a více náchylná ke vzniku dekubitů.[23]

4.1.3.2 Vnitřní faktory

Odolnost tkáně vůči působení tlaku – Tuková vrstva je nejméně odolná na působení tlaku z vnějšího prostředí. Trochu více jsou odolné svaly a nejvíce odolná je vazivová vrstva kůže.

Pohlaví – Ženy jsou více náchylné ke vzniku proleženin než muži, protože mají více tukové tkáně.

Věk – Starší lidé jsou až 20x náchylnější ke vzniku dekubitů, než lidé ve věku 20-40 let.

Tělesná hmotnost – U obézních pacientů je větší pravděpodobnost vzniku proleženin, což je dáno větší vrstvou tukové tkáně.

Hybnost – Čím je hybnost člověka menší, tím je riziko vzniku dekubitů větší.

Výživa a hydratace – Nedostatečná výživa, zejména nedostatek bílkovin, vitamínu C a zinku napomáhá ke vzniku proleženin. Stejně tak dehydratace způsobí snížení kožního napětí, což vede ke vzniku kožních řas a vysušená kůže je náchylná k poranění. Ale ani hyperhydratace není vhodná, protože dochází ke zvýšení kožního napětí, vzniku otoků a narušení celistvosti kůže.

Inkontinence – Silné kyseliny a zásady naleptávají kůži a poškozují ji. Vlhké prádlo zvyšují tření.

Zdravotní stav – Porucha centrální nervové soustavy, narušení hybnosti, vliv léků, snížená imunita atd. zvyšují možnost vzniku proleženin. [23]

4.1.4 Klasifikace dekubitů

Pro hodnocení stupňů dekubitů existuje celá řada škál. Některé škály mají čtyři stupně, jiné pět. Obvykle se používají čtyřstupňové škály.

I. **Stupeň – Tlaková léze bez poškození kůže.**
Kůže zatím není poškozena, ale pokožka na daném místě je mírně zarudlá. Namáhaná oblast je lehce oteklá, když dojde ke stisknutí této oblasti na krátký okamžik, kůže nezbělá. Tyto změny jsou zvratné. Po odlehčení tlaku se v dané oblasti obnoví krevní zásobování tkáně.

Obrázek 6: Dekubitus prvního stupně.[34]

II. **Stupeň – Tlaková léze s poškozením kůže.**
Po tlakové zkoušce postižené oblasti se neobnoví krevní oběh a stlačené místo zůstane bílé. Kůže na postižené oblasti je zarudlá, oteklá nebo ztvrdlá.

Obrázek 7: Dekubitus druhého stupně.[34]

III. **Stupeň – Nekróza – tlaková léze se zničením tkání mezi kostí.**
Všechny vrstvy mezi kostí a kůží jsou postiženy nekrózou. Takto poškozená oblast je kryta černým příškvarem, nebo rozbředlou nekrotickou masou.

Obrázek 8: Dekubitus třetího stupně.[34]

IV. Stupeň – Dekubity – komplikované záněty kostí a hnisavé záněty sousedních kloubů

Tyto dekubity vypadají jako dekubity třetího stupně, ale ještě se zde přidávají záněty okolních kloubů. Spontánní zhojení těchto dekubitů je nemožné.[23]

Obrázek 9: Dekubitus čtvrtého stupně.[34]

4.1.5 Prevence vzniku dekubitů

Snížení tlaku na tkáň pacienta polohováním – Polohování jsou sistované změny polohy, které mají za úkol snížit tlak působící na tkáň pacienta. U imobilních pacientů je potřeba provádět změnu polohy každé 1-2 hodiny, u sedících pacientů je to v rozmězí 30 minut až 1 hodiny.

Použití polohovacích pomůcek – Tyto pomůcky slouží k podkládání jednotlivých částí těla imobilního pacienta. Je potřeba, aby tyto pomůcky měly voděodolný a zároveň paropropustný potah. Voděodolný musí být proto, aby se snadno omýval a paropropustný, aby zabraňoval pocení a vzniku vlhkosti.

Použití pasivních nebo aktivních antidekubitních matrací – Antidekubitní matrace snižují působení tlaku na tkáně v rizikových oblastech. Povrch matrace je tvořen z prořezávané, vícevrstvé nebo tvarované pěny a mají buď statické, nebo dynamické

vzduchové systémy. Aktivní antidekubitní matrace v sobě mají vzduchové vaky, které se v různých intervalech nafukují či vyfukují pomocí vzduchové pumpy. Tím podporují dostatečné prokrvování tkání, snižují tlak, který působí na predilekční místa a tím pádem i nepatrně snižují závislost na ošetřovatelské péči (polohování).

Blokování zevních mechanických vlivů – Nejdůležitější prevence vzniku dekubitů je suché a dokonale upravené lůžko. Vhodné je, aby měl pacient měkkou, antidekubitní matraci a prostěradlo, které je dokonale napnuté a nevytváří záhyby. Dále je potřeba udržovat pacienta v čistotě a jeho kůže by měla být čistá a vláčná. Nakonec je potřeba zjistit pacientovi nutričně vyváženou stravu a dostatek tekutin. [23]

4.2 Opruzeniny

Opruzeniny jsou kožní onemocnění, které vzniká v jemných místech, kde se tře kůže o sebe, či oblečení o kůži. Na jejich vzniku se podílí vlhkost, bakterie, kvasinky, plísně atd. Bakteriím a plísním se daří velice dobře v místech vlhké zapářky. Opruzeniny se vyskytují jak u dětí, tak i u dospělých jedinců.

4.2.1 Příznaky a oblast výskytu opruzenin

Příznaky opruzenin jsou svědění a pálení v postižené oblasti a zčervenalá kůže. Opruzená oblast je na dotek vlhká, až mokvavá. Opruzení se vyskytuje v oblasti třísel, na vnitřních stranách stehen, v podpaží i v oblasti konečníku. U kojenců a batolat nosící plenky se mohou vyskytovat pod plenkami.

4.2.2 Příčina vzniku opruzenin

Hlavní příčinou vzniku opruzenin je vysoká teplota (zejména v letních měsících) a tím i vysoká vlhkost v důsledku nadměrného pocení v daném místě. U osob používající pleny může opruzeniny vyvolat nedostatečná schopnost pleny zadržet tekutinu v savém jádře. Při dlouhodobém kontaktu pokožky s vlhkou plenou může dojít ke vzniku opruzenin.

Další způsob vzniku opruzenin je nákaza kvasinkami, nebo je mohou vyvolat plísně, které jsou přítomny na nohou, které se na postižené místo přenesou třeba otíráním ručníkem nebo oblékáním spodního prádla.

4.2.3 Léčba

Při vzniku opruzeniny je důležité zabránit dalšímu zapařování a udržovat postižené místo v suchu a nechat ho dýchat. Dále je vhodné postižené místo namazat speciální mastí, nebo krémem.

4.2.4 Prevence

Aby opruzeniny nevznikly, je potřeba choulostivá místa udržovat suchá, čistá a zabraňovat jejich zapařování. U kojenců a osob používajících pleny je důležité, aby byla moč odvedena a držena v savém jádře a vrchní vrstva, která je v přímém kontaktu s pokožkou byla suchá. [24]

5. Odvody vlhkosti z lidské kůže

Odvod vlhkosti od kůže je důležitý a to nejen z hlediska psychologického a fyziologického komfortu, ale také z bezpečnostního hlediska. Přítomnost vlhkosti na kůži může způsobit například opruzeniny, ale i závažnější problémy, jako jsou například popáleniny. Popáleniny mohou vzniknout například u hasičů, kteří mají na sobě při zásahu oděv tvořený několika vrstvami. Při náhlém nárůstu teploty se může vlhkost v oděvních vrstvách odpařit a nadále putovat směrem ke kůži, kde může kondenzovat a způsobit popáleniny. Proto je potřeba nejen ochranné oděvy navrhnout tak, aby byla vlhkost co nejlépe odvedena od těla do dalších vrstev. [25]

Existuje několik způsobů, jak může být vlhkost od kůže odváděna:

5.1.1 Kapilární odvod

Kapilární odvod funguje na principu odsávání tekutiny první textilní vrstvou, kdy odsávaná tekutina kapilárními cestami vzlíná do její plochy všemi směry, nebo je dále odváděna do dalších vrstev. Kapilární odvod ovlivňuje smáčivost textilie a jejích vláken, povrchové napětí vláken a dané tekutiny. Tento způsob odvodu je nejrychlejší. [12][26]

5.1.2 Difúzní odvod

Póry zajišťují difúzní prostup vlhkosti z lidského těla. Na kapilárním odvodu se účastní velikost a křivolakost pórů. U textilií dochází k prostupu vlhkosti ve směru s nižším parciálním tlakem vodní páry. Difúzní opor jednotlivých vrstev se sčítá a může být ovlivněn odporem vzduchových mezivrstev. V textilii dochází k difúzi páry otvory, které se vyskytují v jednotlivých částech daného oděvu. Difúzní odvod vlhkosti ovlivňuje materiálové složení textilie.[21]

5.1.3 Migrační odvod

Migrační způsob odvodu vlhkosti nastává, když se textilie nachází v teplotním spádu mezi teplotou povrchu těla a teplotou okolí. Při těchto podmínkách může vlhkost kondenzovat na povrchu vláken. Tato zkondenzovaná vlhkost (voda) pak může být odvedena do kapilárních prostor, nebo dochází k její migraci na povrchu vláken a je po kapilárním odvodu druhý nejrychlejší. [12][26]

5.1.4 Sorpční odvod

Při tomto způsobu odvodu dochází ke vnikání vlhkosti do neuspořádaných mezi-molekulárních oblastí a jejímu následnému navázání na hydrofilní skupiny v molekulové

struktuře. Aby fungoval tento způsob odvodu, je potřeba, aby byla textilie alespoň z části vyrobena ze savých vláken. Tento způsob odvodu vlhkosti je nejpomalejší. [12][26]

6. Sendvičové textilie

Jsou to plošné textilie, které vznikají spojením dvou a více plošných textilií do jednoho celku. Ve většině případů se jedná o nerozebíratelný spoj a pro jednotlivé vrstvy je možno použít pleteniny, tkaniny, netkané textilie, různé pěnové materiály atd. [6]

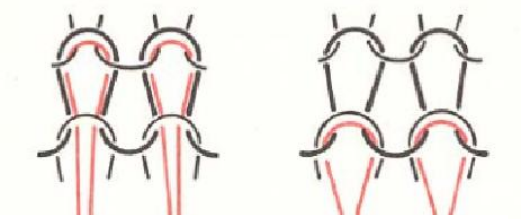
Typickou ukázkou sendvičových textilií jsou pratelné inkontinenční podložky, či dětské pleny. V současné době existuje spousta variant těchto pomůcek. Od jednorázových, které nejsou příliš šetrné k životnímu prostředí, až po pratelné pleny. Tyto druhy budou více rozvedeny v následujících podkapitolách.

6.1 Pratelné inkontinenční podložky

Obrázek 10: Opakovatelně použitelná podložka.[27]

Absorpční podložky pro opakovatelné použití, jsou někdy nazývány jako matracové chrániče a používají se v nemocnicích, domovech pro seniory, ústavech sociální péče, ale také v hotelech nebo domácnostech. Jejich úkolem je chránit matraci před znečištěním.

Při výrobě těchto podložek se využívá materiálů se zátěrem z polyvinylchloridu nebo s polyuretanovou membránou. Vrchní vrstva těchto podložek je tvořena buď textilií, která má hladký povrch, nebo textilie s úpravou froté, která je používanější. Froté úprava se používá u pletenin, i u tkanin. Froté pletenina je zátažná pletenina, která je zpevněná na rubní straně plyšovými kličkami. Plyš je jednoduchý nebo dvojitý. Očka jednoduchého plyše drží platinová očka jen jednoho řádku, u dvojitého plyše jsou plyšové kličky vázány ve dvou řádcích. Spodní (nosná) textilie je vyrobena z bavlny, z polyesteru nebo z jejich směsi. Bavlna vyniká vysokou navlhavostí a příjemným omakem, kdežto polyester je pevný, odolný v oděru a snadno se udržuje. Směs těchto vláken zajistí, že textilie, které jsou z ní vyrobené, mají příjemný omak, jsou pevné, rozměrově a tvarově stálé a dají se snadno udržovat. [27]



Obrázek 11: Vazba vlevo - dvojitý plyš, vazba vpravo - jednoduchý plyš.[39]

Další varianty těchto podložek jsou často vyrobeny ze 4 nebo více vrstev, které jsou spojené po celém svém povrchu. Tímto spojením, nejčastěji prošitím nedochází k jejich mačkání a rolování jednotlivých vrstev, čímž se omezuje vznik otlaků u pacienta. Vrchní vrstva těchto podložek je nejčastěji tvořena tkaninou ze 100 % polyesteru, který je nesmáčivý a tak umožňuje rychlý průnik kapaliny do savého jádra podložky. Druhá, savá vrstva – jádro, je tvořeno netkanou textilií, která je složena ze 100 % polyesteru, nebo ze směsi polyesteru a umělého hedvábí. Další vrstvu textilie tvoří polyuretanová membrána a poslední je ze směsi polyesteru a polyuretanu. Tyto dvě vrstvy tvoří nepropustnou bariéru textilie, které zaručí, že postel či sedací nábytek zůstanou suché, pokud dojde k navlhčení podložky. Tyto podložky jsou konstruovány tak, že by měly vydržet praní při cca 95°C, sušení při 70°C a to minimálně po 300 cyklů. [27] Tabulka 1 v kapitole 6.2.4 ukazuje jednotlivé výhody a nevýhody jednorázových a opakovatelně použitelných plen a zdravotnických podložek.

6.2 Dětské pleny

Stejně jako absorpční zdravotnické podložky, tak i dětské pleny se vyrábějí jednorázové či pratelné. Jednorázové pleny usnadní všem rodičům práci, ale jako jednorázové inkontinenční podložky se nedají recyklovat a zatěžují životní prostředí. Proto se začaly vyrábět jednorázové ekoplenky či se opět používají pratelné pleny.

6.2.1 Jednorázové pleny

Jednorázové pleny jsou rozhodně nejpohodlnější způsob, jak zajistit, aby dítě bylo v suchu a tím pádem i v pohodlí. Všechny složky, které pleny obsahují, musí být dermatologicky testovány a musí splňovat kritéria hodnocení vědeckého výboru EU pro bezpečnost spotřebitelů, SCCS/1564/15. Zde bude uvedeno složení jednorázové pleny od společnosti Pampers®:

Absorpční jádro – je stěžejní částí každé pleny. Jeho úkolem je zadržet tekutinu a udržet ji daleko od pokožky dítěte. Absorpční jádro těchto plen je tvořeno superabsorbenty, které dokážou absorbovat až třicetinásobek své hmotnosti během několika sekund. Další složkou absorpčního jádra je celulóza, která pochází z udržitelných zdrojů. Je to přírodní materiál a

stejně jako u superabsorbentů je jejím úkolem absorbovat vlhkost. Kombinace těchto dvou materiálu zajišťuje vysokou savost jádra a relativně nízkou tloušťku pleny.

Povrchová vrstva – je tvořena polypropylenovými vlákny. Jak je známo, polypropylen je nesmáčivý a jeho úkolem je odvést tekutinu do dalších (savých) vrstev. Na omak je příjemný a tak kontakt s ním pohodlný a udržuje pokožku dítěte suchou.

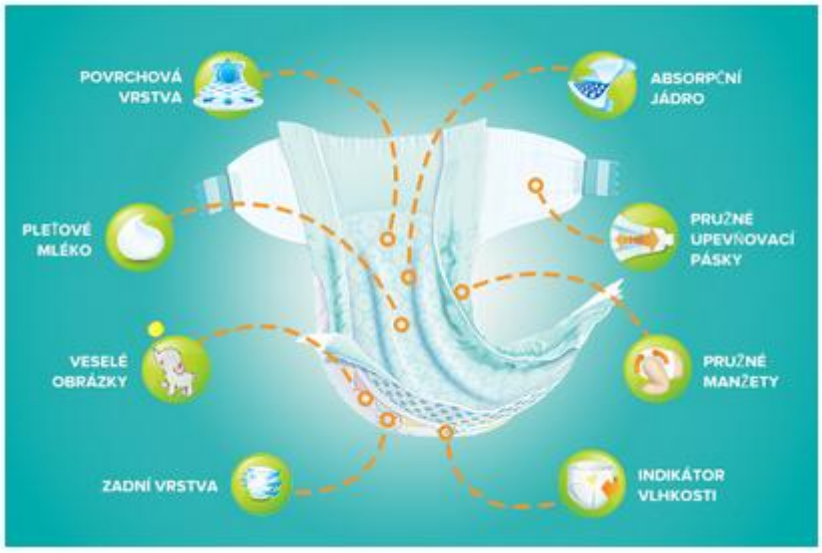
Zadní vrstva – je vyrobena z polyetylenu, aby se zabránilo prostupu vlhkosti do oblečení. Vnitřní obal je z polypropylenu, aby opět byl zajištěn příjemný omak.

Pružné upevňovací pásky – jsou vyrobeny z polypropylenu a polyetylenu.

Pružné manžety – jsou tvořeny elastanem a polypropylen, kteří zajišťují pružnost a jemnost.

Adheziva – v poslední řadě je potřeba, aby jednotlivé vrstvy pleny držely pohromadě a k tomu je potřeba využít adheziva. Společnost Pampers® používá pouze adheziva bez rozpouštědel.

Pleťové mléko – povrchová vrstva některých plen obsahuje ochranný balzám, který snižuje riziko vzniku opruzenin. Tento balzám obsahuje vazelínu, extrakt z listů aloe vera, tekutý parafín a emulgátor stearyl alkohol. [28]



Obrázek 12: Jednotlivé části plenky Pampers®[28]

6.2.2 Jednorázové ekoplenky

Některým lidem a společnostem není lhostejný osud planety Země a chtějí jí trochu odlehčit od odpadové zátěže, ale stále si chtějí zachovat pohodlí při používání jednorázových

plen. A od toho vznikly jednorázové dopleny, které jsou alespoň z 55-60 % rozložitelné. Níže bude uvedeno složení jednorázových plenek Naty:

Vnější plášť – je založen na kombinaci kukuřičného škrobu (bez GMO) a celulózových vláken (s certifikací FSC). Je nepropustný pro tekutinu, ale je prodyšný a má certifikaci "OK compost", což znamená rychlou biodegradabilitu.

Vnitřní vrstva – je opět tvořena kukuřičným škrobem (bez GMO), polyesterem a přírodními aditivy. Tato vrstva je také prodyšná, pokud jsou příznivé podmínky, také se dokonale rozloží.

Savé jádro – obsahuje celulózu a malé množství netoxického gelového absorbentu. Absorbent je použit kvůli dobré savosti a nepropustnosti.

Manžety a zapínací pásky – jsou tvořeny syntetickými elastomery, spandexovými elastickými nitěmi a synteticými tavnými lepidly. [29]

Obrázek 13: Jednorázová ekoplenka Naty 1 – absorpční jádro s buničinou, 2 – vrchní potah, 3 – vnější vrstva, 4 – připevňovací poutka, 5 – vrstva zabraňující prosakování, 6 – tkanina obalující absorpční jádro, 7 – potisk[29]

6.2.3 Látkové pleny

Látkovým plenám, jak jsou známy z dob minulých, již téměř odzvonilo. Nyní se na trhu nacházejí látkové pleny, které jsou podobně konstruované jako ty jednorázové, ale mají tu výhodu, že se dají použít opakovatelně.

6.2.3.1 Látkové pleny od Šijemdětem

Tato firma se zabývá výrobou oblečení, ale také výrobou látkových plen a dámských látkových vložek. Jejich jedním z mnoha výrobků jsou právě i látkové pleny a takovým

příkladem je biobavlněná plenka Megerka. Je to jednovelikostní plena, která se může používat od narození dítěte a po ukončení plenkového období.

Sací vrstva – je z biobavlněného froté.

Vnější barevná vrstva – je ze 100% přírodně barevně rostlé biobavlny.

Vkládací plenky – jsou tvořeny biobavlněným aksamitem (starší označení pro osnovní samet).[30]

Tyto plenky je možné prát na 60°C, žehlit při teplotě maximálně 150°C, sušit teplým vzduchem při běžné teplotě a není možné tyto pleny chemicky bělit. [31]

Obrázek 14: Látková plena Megerka od Šijemdětem.[31]

6.2.3.2 Látková plena od Pulz s.r.o.

Zde je uveden další zástupce z českých firem, který se zabývá výrobou látkových plen. Složení jejich látkové pleny Majab se liší od předchozího zástupce a to následovně:

Vnější vrstva – je tvořena bavlněným velurem, jehož složení je 80 % bavlna, 20 % polyester.

Vnitřní vrstvu – tvoří bambusové froté (60 % viskóza z bambusu, 40 % bavlna)

Dotyková vrstva – která je v přímém kontaktu s pokožkou miminka je tvořena steným bavlněným velurem jako vnější vrstva.

Plenku je možné prát na 60°C a lze ji sušit v sušičce, ale nelze ji žehlit, bělit, ani chemicky čistit.[32]

Obrázek 15: Látková plena Majab od Pulz s.r.o.[32]

6.3 Výhody a nevýhody jednotlivých druhů plen a podložek

Při denním nošení plen dokáže dítě spotřebovat za své „plenkové období“ až 4000 plen (až 1 tuna odpadu). Odpadu, který se špatně rozkládá (minimálně 500 let) a díky různorodému složení se i obtížně recykluje. Při rozkladu jednorázových pomůcek pro sběr moči se mohou uvolňovat kyseliny, které pronikají do půdy a zamořují spodní vody, dále může při rozkladu unikat metan, který ovlivňuje globální klima. Plasty obsažené v jednorázových pomůckách pro sběr moči navíc neškodí „jen“ přírodě, ale také lidskému organismu.[29]

Tabulka 1: Výhody a nevýhody jednotlivých druhů plen a inkontinenčních podložek.

	Výhody	Nevýhody
Jednorázové plenky/podložky	- snadné použití, po znečištění se vyhodí - nízké pořizovací náklady	- nedají se recyklovat - dlouho, nebo vůbec se nerozkládají
Jednorázové ekoplenky	- snadné použití, po znečištění se vyhodí - alespoň z 50 % rozložitelné	- vyšší pořizovací cena oproti klasickým jednorázovým plenám - ne zcela se rozloží
Látkové plenky/Pratelné podložky	- snadné použití - dají se použít opakovaně - nezatěžují životní prostředí	- vysoká pořizovací cena oproti jednorázovým - nutnost po každém znečištění prát - spotřeba pracích prostředků, vody a energie na údržbu

7. Experimentální část

Experimentální část obsahuje dva pokusy. V prvním experimentu se hodnotí savost jádra opakovatelně použitelné podložky pomocí vlastního experimentu. Při druhém experimentu se využil přístroj MMT, kde se hodnotil management vlhkosti vzorků první a druhé vrstvy, poté i na sendvičové struktuře.

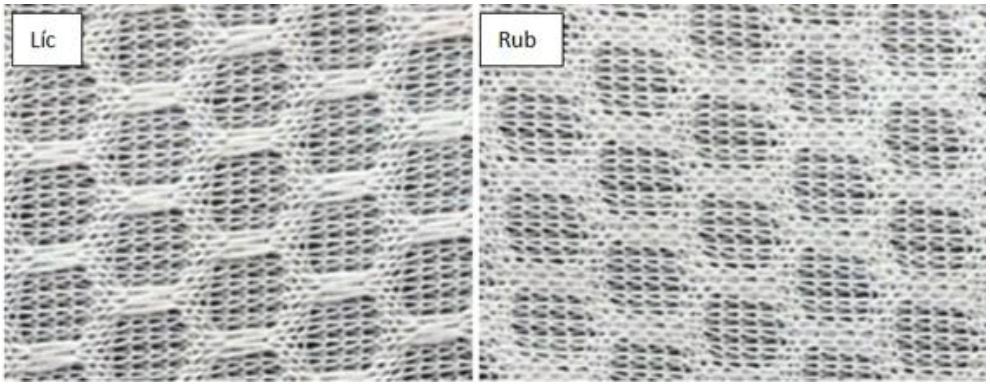
7.1 Použité materiály

Tato práce se zabývá nalezením vhodné první a další (druhé savé) vrstvy opakovatelně použitelné podložky. Použité materiály jsou uvedeny v Tabulkách 2 – 8.

7.1.1 První vrstvy

Tabulka 2: Funkční úplet.

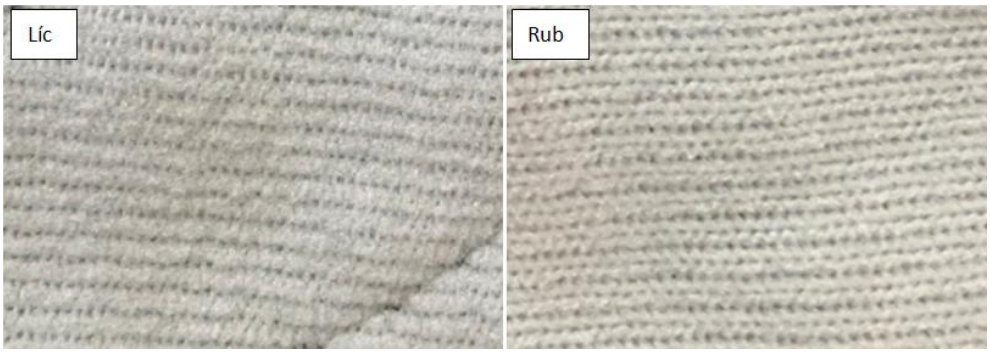
Pracovní název vzorku:	**Funkční úplet**
Popis:	Funkční úplet je oboulícní zátažná pletenina, která je vzorována pomocí vytažených oček. Má schopnost Quick dry
Materiálové složení:	100 % PES
Plošná hmotnost:	110 g/m^2
Orientace v podložce	Lícem nahoru.



Obrázek 16: Funkční úplet.

Tabulka 3: Plyšová pletenina.

Pracovní název vzorku:	**Plyšová pletenina**
Popis:	Jednolícní zátažná plyšová pletenina z pratelné podložky. Tvořená základní a doplňkovou (plyšovou) nití. Plyšová nit má prodloužené platinové obloučky na rubní straně, kde vytváří tzv. plyšové kličky.
Materiálové složení:	100 % PES
Plošná hmotnost:	140 g/m^2
Orientace v podložce:	Lícem nahoru.

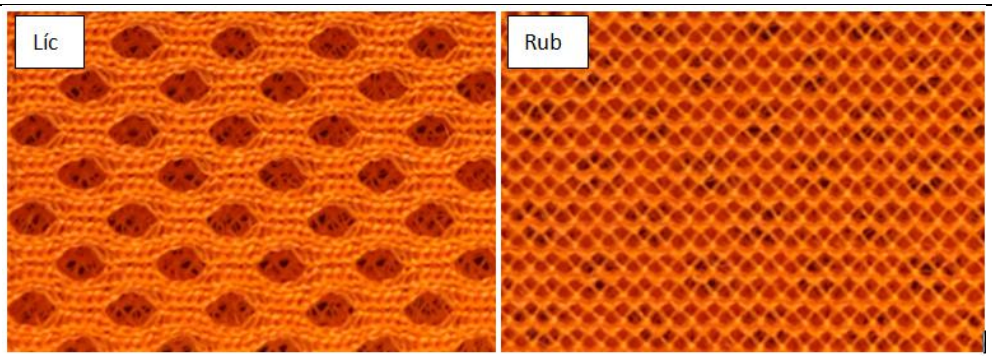


Obrázek 17: Plyšová pletenina.

7.1.2 Další vrstvy (dále označované jako druhé savé vrstvy)

Tabulka 4: 3D pletenina.

Pracovní název vzorku:	**3D pletenina**
Popis:	Osnovní pletenina s distancí 3 mm.
Materiálové složení:	100 % PES
Plošná hmotnost:	250 g/m^2
Orientace v podložce:	Lícem nahoru.



Obrázek 18: 3D pletenina

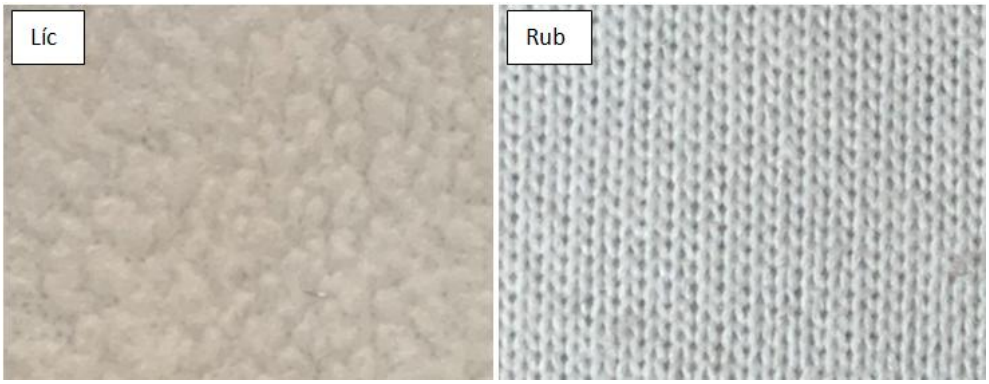
Tabulka 5: Rouno

Pracovní název vzorku:	**Rouno**
Popis:	Rouno z netkané textilie.
Materiálové složení:	100 % PES
Plošná hmotnost:	80 g/m^2
Orientace v podložce:	Obě strany jsou možné.

Obrázek 19: Rouno

Tabulka 6: Polyesterový flís.

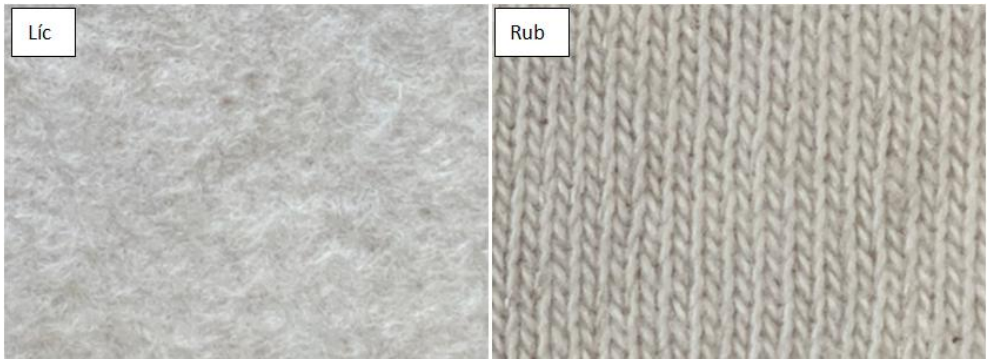
Pracovní název vzorku:	**Polyesterový flís**
Popis:	Tento jednostranně počesaný (vlas na lícní straně) polyesterový tenký flís je vhodný k použití na vnitřní savé vrstvy do plenek pro děti.
Materiálové složení:	100 % PES
Plošná hmotnost:	200 g/m^2
Orientace v podložce:	Lícem nahoru.



Obrázek 20: Polyesterový flís.

Tabulka 7: Flís z bambusové viskózy a lnu.

Pracovní název vzorku:	**Flís z bambusové viskózy a lnu**
Popis:	Flís, který má na lícní straně vlas, na rubní je bez vlasu. Velmi savý materiál, který je vhodný pro použití na vnitřní savé vrstvy.
Materiálové složení:	30 % LI, 45 % CV, 25 % CO
Plošná hmotnost:	400 g/m^2
Orientace v podložce:	Lícem nahoru



Obrázek 21: Flís z bambusové viskózy a lnu.

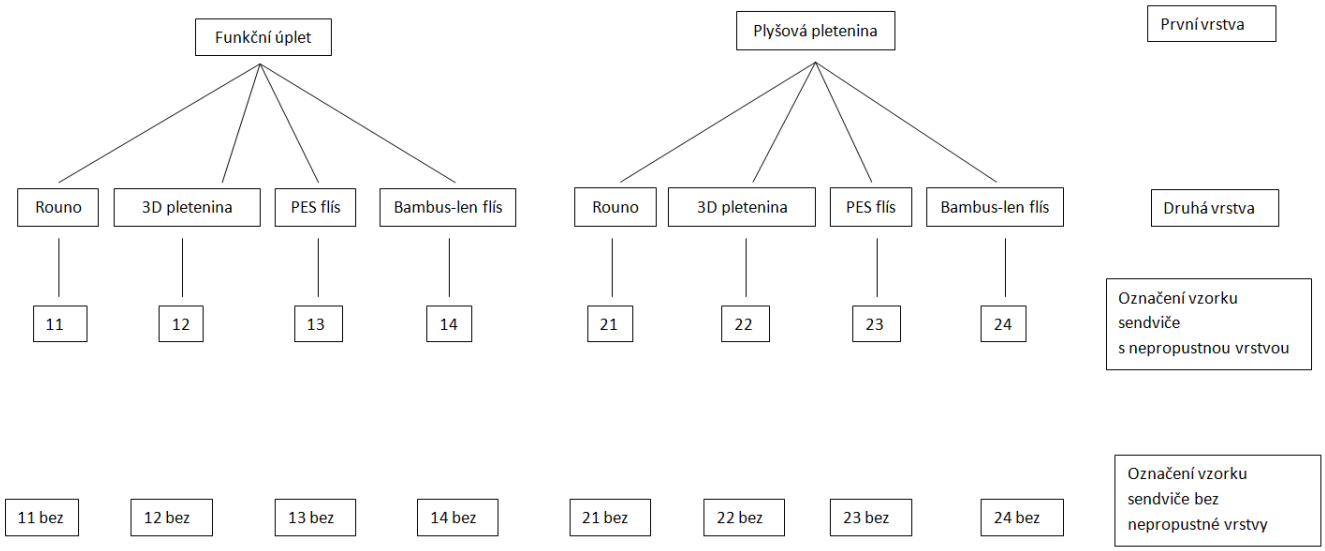
7.1.3 Spodní – nepromokavá vrstva

Tabulka 8: Spodní nepromokavá vrstva.

Pracovní název vzorku:	**Spodní nepromokavá vrstva**
Popis:	Spodní nepromokavá vrstva pratelné podložky. Zabraňuje znečištění matrace/sedacího nábytku.
Materiálové složení:	100 % PES + PUR membrána
Plošná hmotnost:	230 g/m^2
Orientace v podložce:	Lícem nahoru

Obrázek 22: Spodní nepromokavá vrstva.

7.1.4 Způsob seskládání sendvičového vzorku a jeho označení



Obrázek 23: Způsob seskládání absorpční podložky a označení daného vzorku.

7.2 Vlastní experiment hodnocení savosti jádra opakovatelně použitelné podložky.

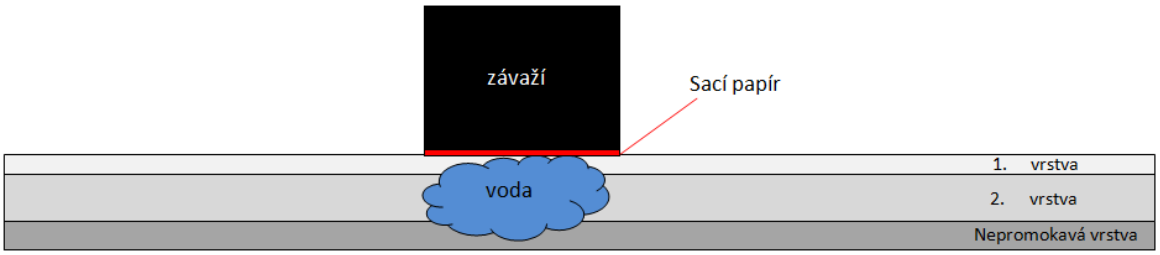
Zde bych ráda pokračovala v experimentu, který jsem pro toto měření navrhla ve své bakalářské práci. Tento experiment navrhuje, jak změřit schopnost textilie nasát tekutinu do svého jádra a zabránit jejímu prolínání zpět na povrch.

Návrh na postup měření:

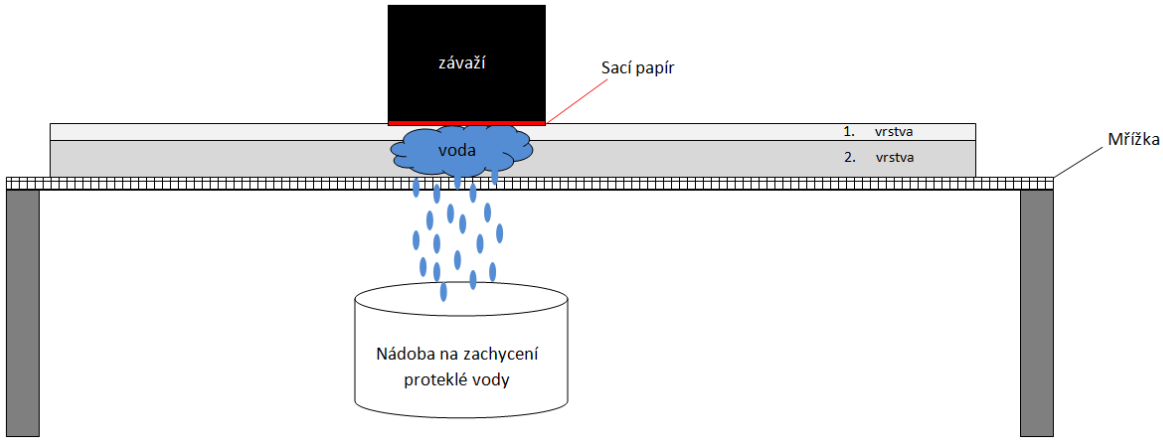
Bylo zjištěno, že průměrná hmotnost dospělého člověka je 75,3 Kg (viz Příloha 1). Z toho lze jednoduše vypočítat, že tíha, kterou tento průměrně vážící člověk působí na vodorovnou podložku je 738,7 N. Dospělá osoba, která leží na vodorovné podložce, se jí dotýká plochou cca 20dm^2 (viz Příloha 1). Z toho vyplývá, že dospělý člověk o hmotnosti 75,3 Kg působí na 1dm^2 silou (tíhou) 36,9 N. K simulování této zátěže je potřeba mít závaží, které má plochu základny o velikosti 1dm^2 a váží 3,69 Kg. Při inkontinenci neunikne více než 50ml moči (viz Příloha 1), proto se na textilii bude vylívat 45 ml.

Postup měření:

Připraví se vzorky podložek. Jedna skupina vzorků bude mít i spodní, nepromokavou vrstvu (spodní vrstva 100 % PES a polyuretanová membrána), druhá skupina vzorků bude obsahovat pouze dvě vrstvy. Ze sacího papíru (pijáku) se vystřihne čtverec o velikosti 10x10 cm. Pro každé měření se použije nový sací papír a v následných výpočtech se bude počítat s jeho průměrnou hmotností. Na zkušební vzorek se nalije na 3 různá místa 45 ml vody. Ta se nechá vsáknout 5 minut. Po pěti minutách se na politá místa, přiloží sací papír (na každé polité místo se položí jeden piják, takže pro jeden časový interval budou 3 měření) a zatíží se závažím s danými parametry (váha 3,69kg a plocha základny o velikosti 1dm^2). Po 10s se závaží sejme a změří se váha každého pijáku. Bude se sledovat přírůstek jejich hmotnosti. S novým pijákem se bude zkouška opakovat na tom stejném, politém místě po 15 minutách, 30minutách, 1 hodině, 1,5 hodině a 2 hodinách. Tyto intervaly jsou zvoleny proto, že zdravotnický personál chodí polohovat pacienty v rozmezí 30minut až 2 hodin. Ta textilie, u které nebude přírůstek hmotnosti pijáku žádný nebo nejmenší, dokáže ve svém jádře nejlépe zadržet tekutinu.



Obrázek 24: Schéma měření přírůstků hmotnosti sacího papíru se spodní nepromokavou vrstvou.



Obrázek 25: Schéma měření přírůstků hmotnosti sacího papíru bez spodní nepromokavé vrstvy.

U vzorků, které nebudou mít nepromokavou vrstvu, se navíc bude sledovat množství proteklé vody, která se bude zachytávat do nádob pod podložkami. Měření bez nepromokavé vrstvy je prováděno proto, aby se dalo posoudit, zda se kapalina zachytí v jádře podložky, či putuje do dalších vrstev, či k poslední nepromokavé vrstvě.

Přírůstky hmotností sacích papírů budou sledovány jak v gramech, tak se bude i pozorovat procentuální přírůstek hmotnosti sacího papírů. Sledování absorpce a následný výpočet procentuálních přírůstků hmotností sacích papíru je inspirováno normou ISO 20158:2018(E), která se zabývá stanovením doby absorpce vody a absorpční kapacity textilií. Vzoreček pro výpočet je totožný s výpočtem absorpce kapaliny (LAC) dle normy ČSN EN ISO 9073-6.

Absorpce kapaliny (WAC) v procentech pro každý zkušební vzorek se počítá dle následujícího vzorce:

$$WAC = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100 \quad (4)$$

Kde:

m_1 je hmotnost suchého zkušebního vzorku v gramech

m_2 je hmotnost zkušebního vzorku a absorbované kapaliny na konci zkoušky v gramech [37][38]

Experiment byl prováděn v laboratoři firmy Heckl v Rumburku a teplota vzduchu při měření byla 21°C a vlhkost vzduchu byla 38 %. Níže je uvedena Tabulka 9 přírůstků hmotností sacích papírů u sendvičových vrstev v gramech, které zároveň mají i spodní nepromokavou vrstvu. V Tabulce 10 jsou uvedeny procentuální přírůstky hmotností sacích papírů u vzorků s nepromokavou vrstvou. Dále je zde uveden přírůstek hmotnosti sacího papíru při zkoušce, kdy se polité místo průběžně nezatěžovalo. To je sledováno z důvodu zjištění rozdílu transportu kapalné vlhkosti textilií při působení tlaku a bez působení tlaku na polité místo.

Tabulka 9: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech se spodní nepromokavou vrstvou.

Číslo vzorku	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
11	1,498	1,41	1,19	1,029	0,603	0,435	1,383
12	0,806	0,713	0,219	0,058	0,047	0,014	0,017
13	1,598	1,549	1,329	1,337	1,204	1,113	1,229
14	1,402	1,331	1,281	1,151	1,057	0,911	0,276
21	1,309	1,281	1,169	1,181	1,167	1,107	1,19
22	1,053	0,874	0,917	0,094	0,072	0,031	1,17
23	1,296	1,259	1,149	1,148	1,055	1,008	1,228
24	1,215	1,042	0,726	0,651	0,152	0,121	0
15*	1,194	0,119	0,057	0	0	0	0
25*	1,178	0,746	0,612	0,069	0,056	0,01	0

*Výsledky vztahující se ke kapitole 7.2.1

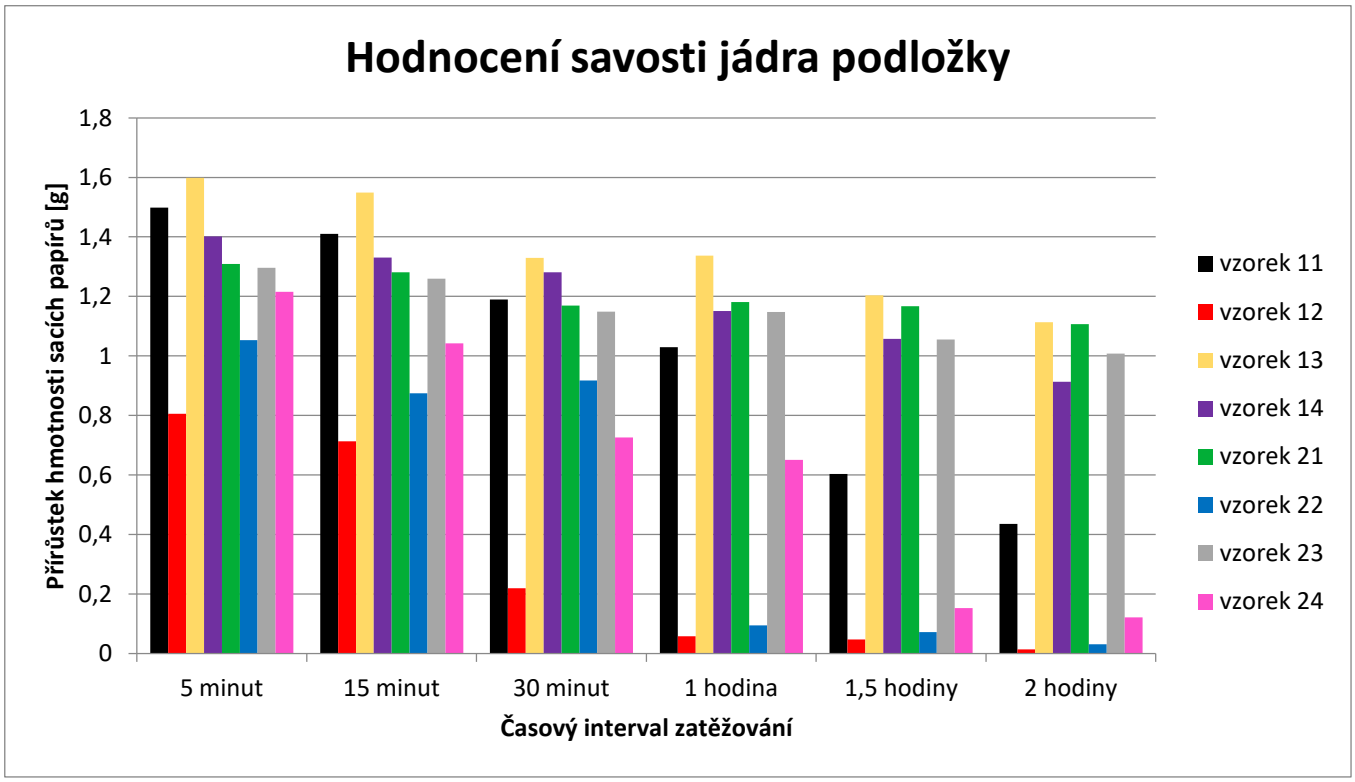
Procentuální přírůstky hmotností jednotlivých vzorků budou uvedeny v Příloze 1. V Tabulce 10 jsou uvedeny průměrné procentuální přírůstky hmotností sacích papírů vypočítané dle vzorce (4)

Tabulka 10: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v procentech se spodní nepromokavou vrstvou.

Číslo vzorku	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
11	183,62	172,79	145,83	126,06	73,94	53,27	169,45
12	98,82	87,38	26,92	7,07	5,23	1,68	2,08
13	195,83	189,79	162,91	163,85	147,59	136,43	157,56
14	171,85	163,07	156,99	141,05	129,53	111,68	33,82
21	160,42	157,03	143,22	144,77	143,06	146,65	145,83
22	129	107,06	112,42	11,52	8,82	3,8	143,34
23	158,82	154,23	140,81	140,64	129,29	123,53	150,53
24	150,16	137,99	101,59	104	57,11	52,37	51,47
15*	146,28	14,62	6,99	0	0	0	0
25*	144,32	91,46	74,96	8,5	6,86	1,23	0

*Výsledky vztahující se ke kapitole 7.2.1

V grafech na obrázcích 26 až 28 jsou znázorněna data pouze pro přírůstky hmotností sacích papírů v gramech. Grafy pro procentuální přírůstky hmotností sacích papírů zde nebudou uvedeny, protože se od grafů s přírůstky hmotností sacích papírů v gramech liší pouze měřítkem v ose y.



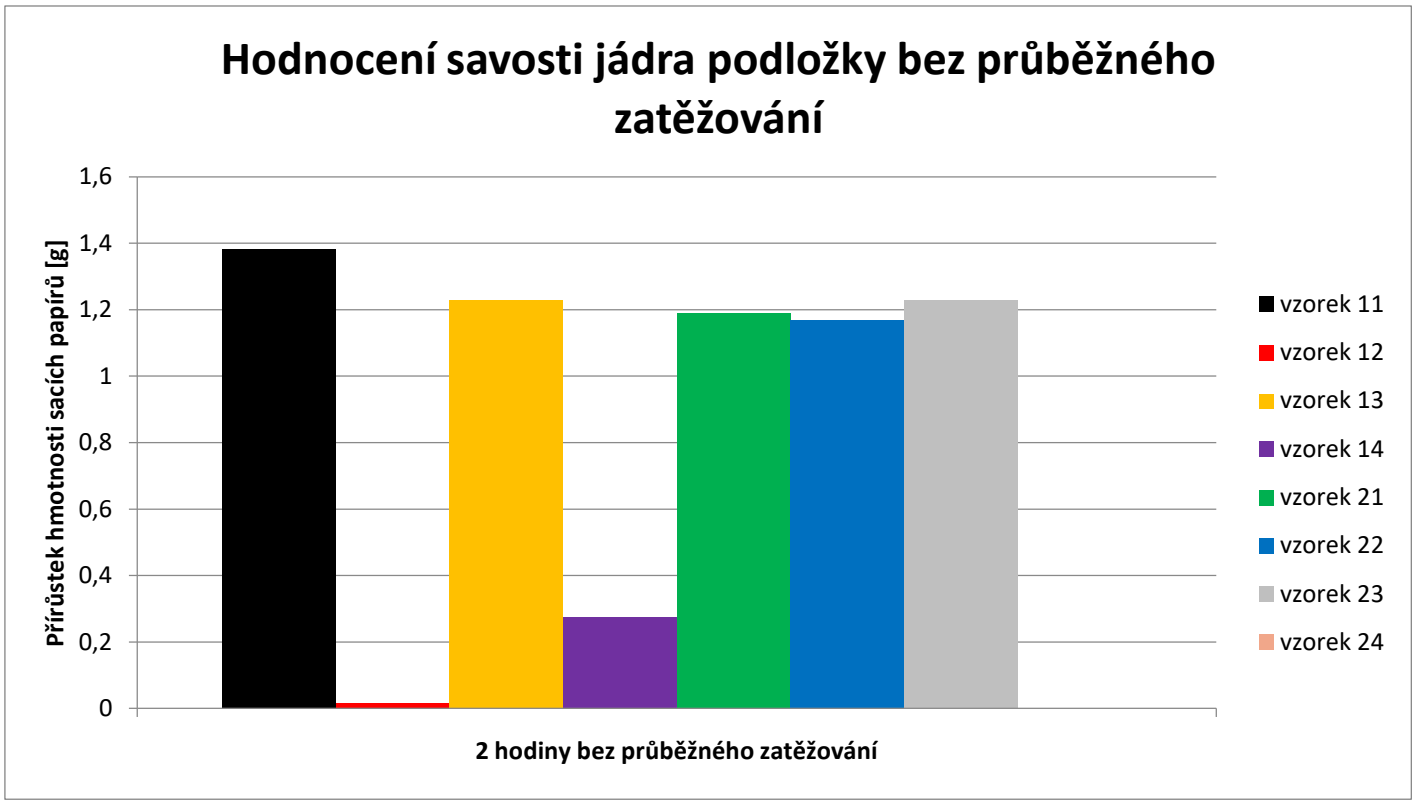
Obrázek 26: Graf přírůstků hmotností sacího papíru v gramech u vzorků s nepromokavou spodní vrstvou.

Dílčí závěr:

V tomto experimentu se sledovalo, kolik kapaliny zůstane na povrchu podložky po simulaci pomočení a jak moc se kapalina vsákla do jádra inkontinenční podložky. Kapalina, která se nevsákne do podložky a zůstává na jejím povrchu, může přispět ke vzniku proleženin či opruzenin u pacienta, který na této podložce leží. To, jak byl povrch podložky vlhký, se zjišťovalo sledováním přírůstků hmotností sacích papírů, které se po zvolených časových intervalech přikládaly na politá místa. Čím byl přírůstek hmotnosti sacího papírů větší, tím byl povrch podložky vlhčí.

Z grafu na Obrázku 26 můžeme vidět, že nejlepší hodnocení už od začátku měla kombinace materiálů funkční úplet a 3D pletenina (vzorek 14). Díky působícímu tlaku se kapalina dostala do struktury 3D pleteniny a už neprostupovala zpět na povrch a jelikož má funkční úplet funkci Quick dry, jsou přírůstky hmotností sacích papírů v průběhu 2 hodin nejmenší. Dobré výsledky také vykazovala kombinace plyšové pleteniny použité pro první vrstvu a flísu z bambusové viskózy a lnu pro druhou vrstvu (vzorek 24). Naopak vzorky (13 a 23), kde byl jako druhá vrstva použit polyesterový flís mají přírůstky hmotností sacích papírů

velmi vysoké a nezaleží na použité první vrstvě. Zdá se tedy, že polyesterový flís není příliš vhodný materiál pro druhou vrstvu absorpční zdravotnické podložky.



Obrázek 27: Graf přírůstků hmotnosti sacích papírů v gramech bez průběžného zatěžování.

Zde, na Obrázku 27 je možné vidět rozdílnost výsledků, pokud se polité místo průběžně zatěžuje, či nikoliv. Z grafu lze vyčíst, že žádný přírůstek hmotnosti sacích papírů měl typ sendviče, kde vrchní vrstva byla tvořena plyšovou pleteninou a savá vrstva byl flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24). Dobré hodnocení a nízké přírůstky hmotností sacích papírů měla opět kombinace funkčního úpletu a 3D pleteniny (vzorek 12). Dobré výsledky měl ale i funkční úplet v kombinaci s flísem z bambusové viskózy (vzorek 14), což opět potvrzuje to, že 3D pleteninu a flís z bambusové viskózy a lnu by bylo vhodné použít jako další vrstvu absorpčních podložek.

Výsledky experimentu, kdy se hodnotily přírůstky hmotnosti sacích papírů u vzorků bez spodní nepromokavé vrstvy v gramech, jsou uvedeny v Tabulce 11 a v procentech v Tabulce 12. Dále je v těchto tabulkách uvedeno množství proteklé vody skrz vzorek.

Tabulka 11: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech bez spodní nepromokavé vrstvy.

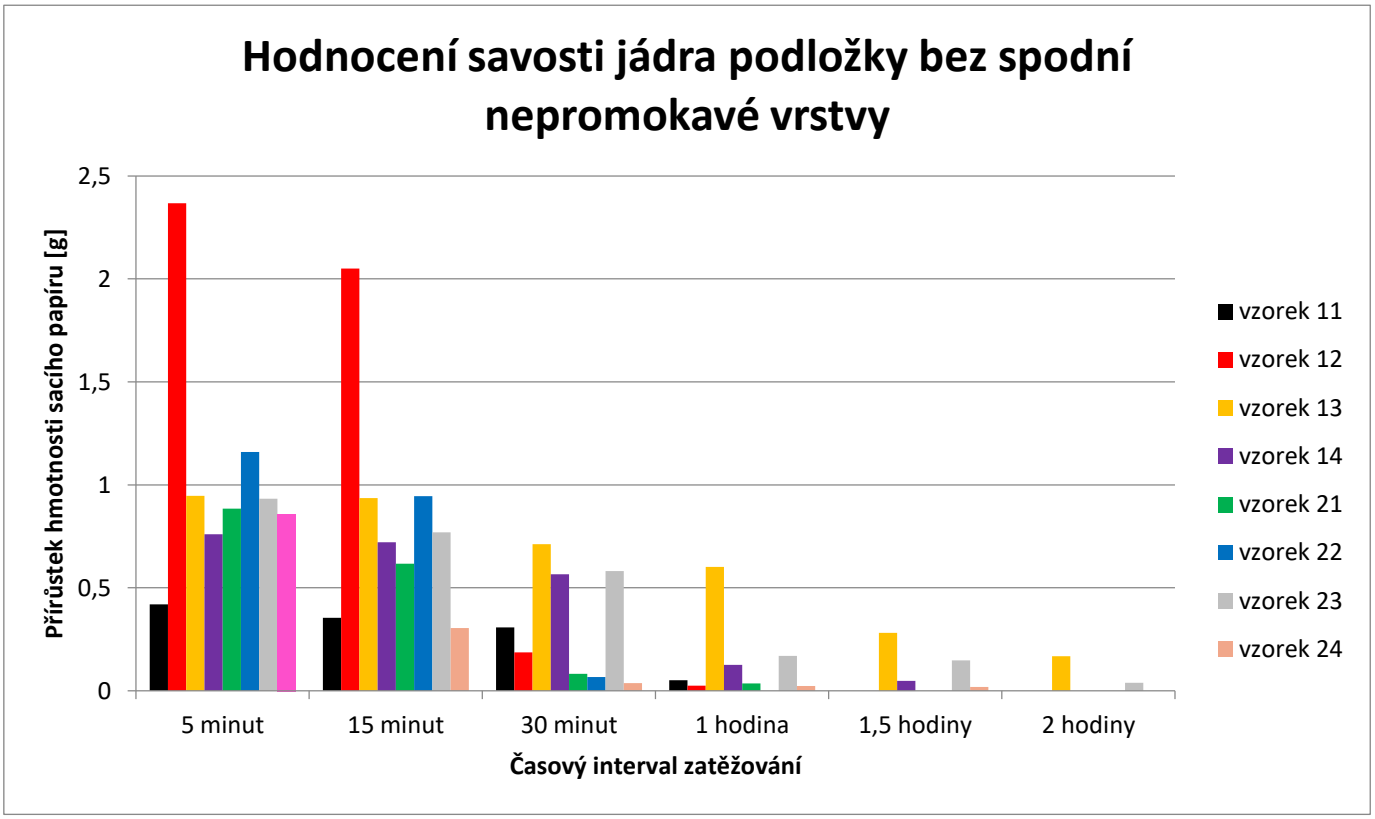
Číslo vzorku	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 2 hodinách [g]	Množství proteklé vody skrz vzorek (ze 45ml) [ml]
11 bez	0,419	0,355	0,308	0,052	0	0	42
12 bez	2,368	2,051	0,186	0,025	0	0	34
13 bez	0,947	0,936	0,712	0,601	0,282	0,168	32
14 bez	0,760	0,721	0,566	0,126	0,049	0	4
21 bez	0,885	0,617	0,083	0,036	0	0	38
22 bez	1,16	0,945	0,067	0	0	0	21
23 bez	0,933	0,769	0,582	0,169	0,148	0,039	17
24 bez	0,858	0,305	0,037	0,023	0,019	0	5
15 bez*	1,353	0,688	0,246	0,049	0	0	6
25 bez*	0,402	0,081	0	0	0	0	17

*Výsledky vztahující se ke kapitole 7.2.1

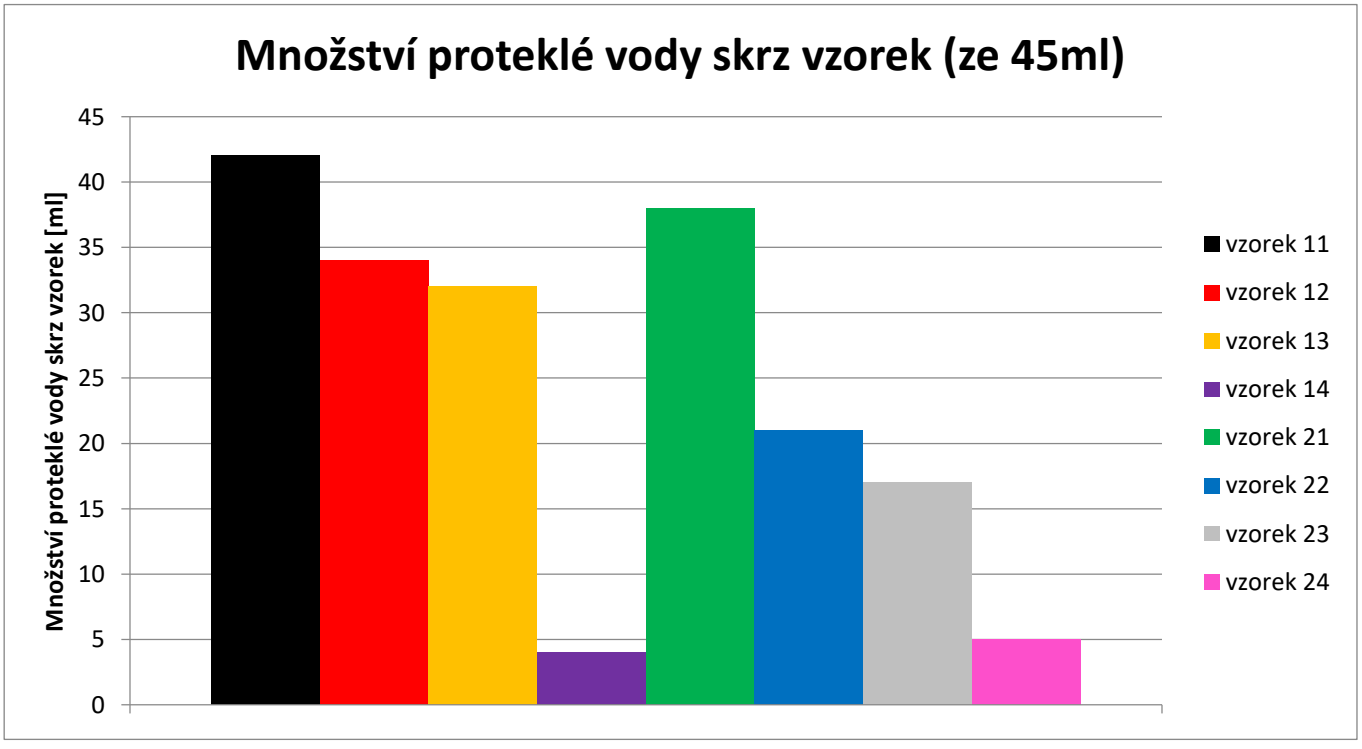
Tabulka 12: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti sacího papíru po 2 hodinách [%]	Množství proteklé vody skrz vzorek (ze 45ml) [%]
11 bez	51,39	43,46	37,71	6,37	0	0	93,33
12 bez	290,24	251,35	22,84	3,02	0	0	75,56
13 bez	116,09	114,71	87,26	73,61	34,52	20,55	71,11
14 bez	93,14	68,36	69,32	15,44	6,04	0	8,89
21 bez	108,45	75,61	10,17	4,45	0	0	84,44
22 bez	142,16	115,81	8,17	0	0	0	53,33
23 bez	114,38	94,2	71,28	20,79	18,18	4,78	37,78
24 bez	105,11	37,42	4,57	2,82	2,33	0	11,11
15 bez*	165,85	84,27	30,11	5,96	0	0	13,33
25 bez*	49,26	9,89	0	0	0	0	37,78

*Výsledky vztahující se ke kapitole 7.2.1



Obrázek 28: Graf přírůstků hmotnosti sacích papírů v gramech u vzorků bez spodní nepromokavé vrstvy.



Obrázek 29: Graf množství proteklé vody v mililitrech skrz jednotlivé vzorky.

Dílčí závěr:

Nejprve bylo zjištěno množství proteklé vody skrz vzorky, které nemají spodní, nepromokavou vrstvu. Tento experiment byl prováděn z důvodu zjištění, zda se kapalina absorbuje do dvou prvních vrstev (první vrstvy a druhé savé vrstvy), či putuje do dalších vrstev podložky.

Jak je vidět na grafu na Obrázku 29, nejvíce vody proteklo vzorky (11 a 12), kde bylo jako druhá vrstva použito rouno z netkané textilie, což je dáno tím, že má oproti ostatním materiálům menší tloušťku a má jinou strukturu. Nejméně vody proteklo vzorky 14 (funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu) a 24 (plyšová pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu). Obě podložky měly savou vrstvu tvořenou flísem z bambusové viskózy a lnu. Ten tak opět potvrdil svou dobrou savost.

Po zjištění množství proteklé vody byl proveden experiment se zatěžováním. Výsledky viz graf na Obrázku 28. Zde, překvapivě na začátku měly největší přírůstky hmotnosti sacích papírů vzorky s funkčním úpletem na povrchu a 3D pleteninou ve druhé vrstvě (vzorek 13). Tato kombinace materiálů v experimentu s nepromokavou vrstvou naopak měla nejlepší výsledky. Ale již po několikátém zatížení se zbylá kapalina dostala do struktury 3D pleteniny a povrch takovéto podložky se dále jevil jako suchý. Nejhůře byly opět hodnoceny vzorky 13 a 23, kde jako druhá vrstva byl použit polyesterový flís a je jedno, jaká byla použita první vrstva. Z tohoto důvodu bych jeho použití v absorpční inkontinenční podložce opět nedoporučila.

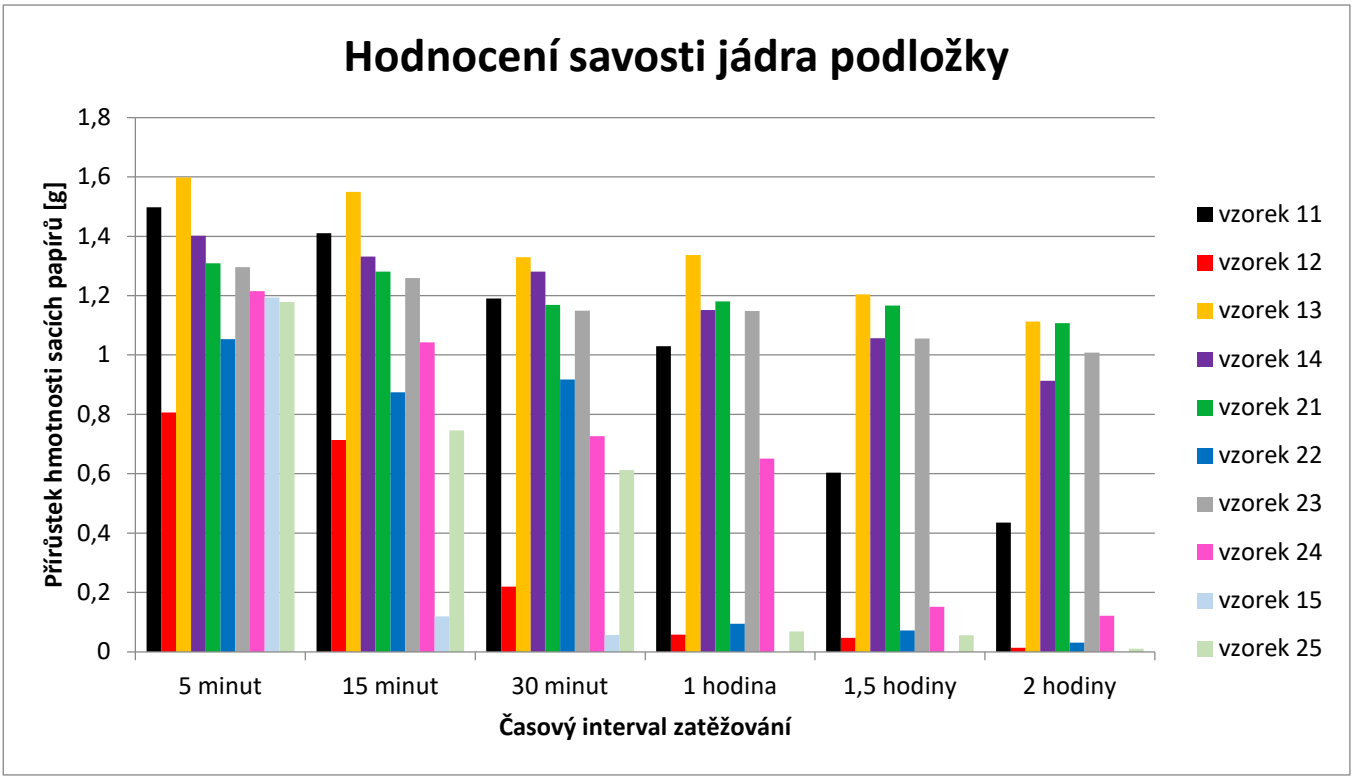
7.2.1 Podložky složené z materiálů, které měly nejlepší výsledky

Zde se nabízí možnost ještě zkusit sestavit podložku ze tří vrstev, které měly v předchozím experimentu nejlepší výsledky. Jak je vidět na předchozích grafech (Obrázek 26 – 28), nejlepší hodnocení jako druhé vrstvy měla 3D pletenina a flís z bambusové viskózy a lnu. Z tohoto důvodu byly sestaveny dvě nové, třívrstvé podložky, které byly podrobeny stejnému experimentu, jako předchozí vzorky s tím, že první vrstvu by tvořil buď funkční úplet, nebo plyšová pletenina, druhou, takzvanou transportní vrstvu by tvořila 3D pletenina a následující savou vrstvu by tvořil flís z bambusové viskózy a lnu. Nakonec by byla použita nepromokavá vrstva (spodní vrstva 100 % PES a polyuretanová membrána). Podložka tvořená funkčním úpletem, 3D pleteninou a flísem z bambusové viskózy bude označena číslem 15 a podložka s vrchní vrstvou tvořenou plyšovou pleteninou bude označena číslem 25.

V Tabulce 9 jsou uvedeny přírůstky hmotností sacích papírů v gramech, v Tabulce 10 v procentech jak dvouvrstvých podložek, tak i nových podložek, které mají o jednu vrstvu více.

Dílčí závěr:

V grafu na Obrázku 30 můžeme vidět, že 5 minut od nalití vody na podložku nebyl mezi novými a původními podložkami rozdíl. Ale již po 15 minutách od nalití vody lze vyčíst, že podložka, která byla tvořena funkčním úpletem v první vrstvě, 3D pleteninou, která tvořila druhou, transportní vrstvu a flísem z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15) byla na povrchu již po 15 minutách mnohem sušší, než ostatní navrhované podložky. Po 1 hodině byl povrch této podložky zcela suchý a přírůstky hmotností sacích papírů byly nulové. I při subjektivním zhodnocení (dotyk rukou) se povrch této podložky zdál suchý. Proto je tedy vhodné složit podložku i z více vrstev, jen je potřeba vybrat vhodné materiály. V tomto případě se ukázalo, že je vhodné použít jako vrchní vrstvu funkční úplet s rychleschnoucí schopností, dále 3D pleteninu, která výborně funguje jako transportní vrstva a poté flís, který má velice dobré sací schopnosti.

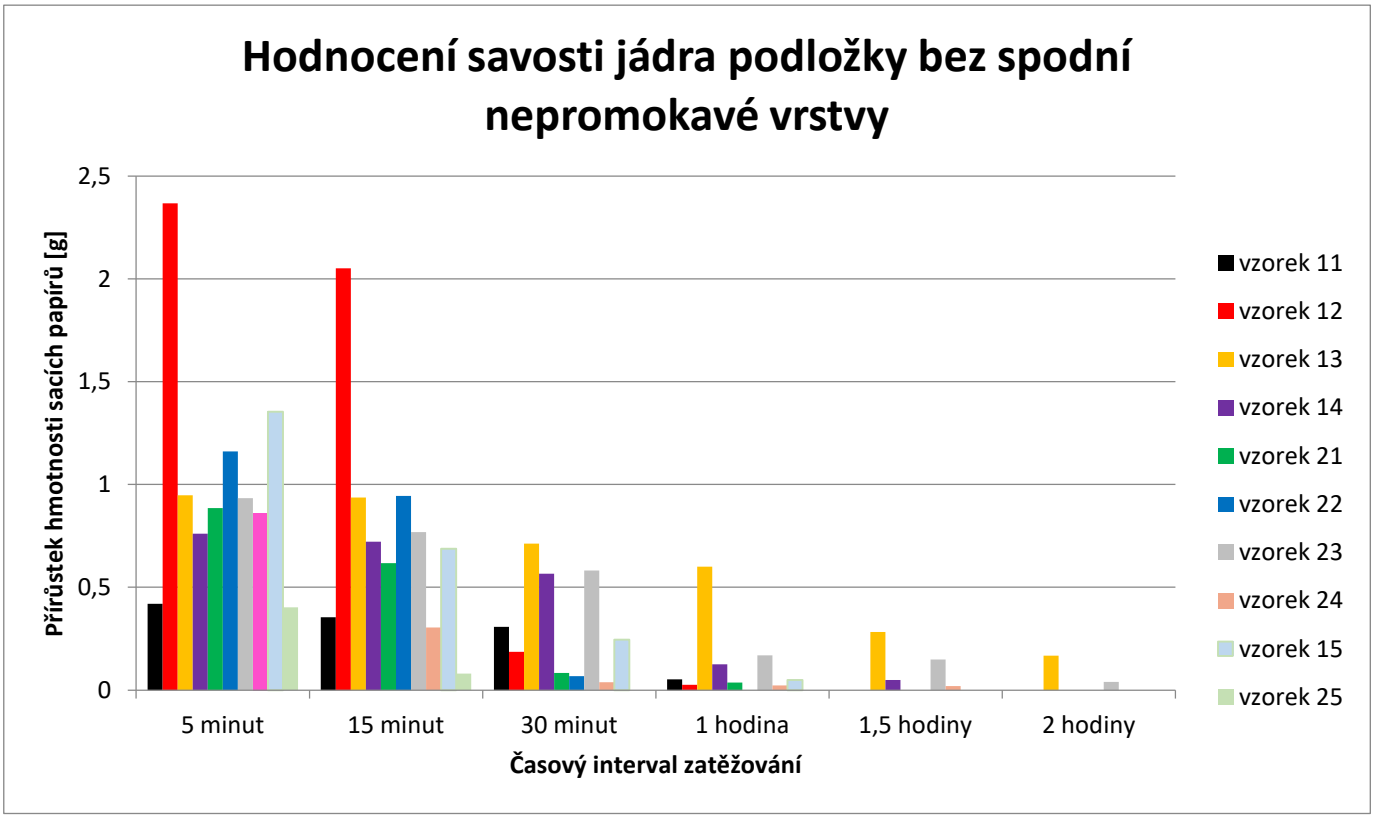


Obrázek 30: Graf přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech původních a nových podložek se spodní nepromokavou vrstvou.

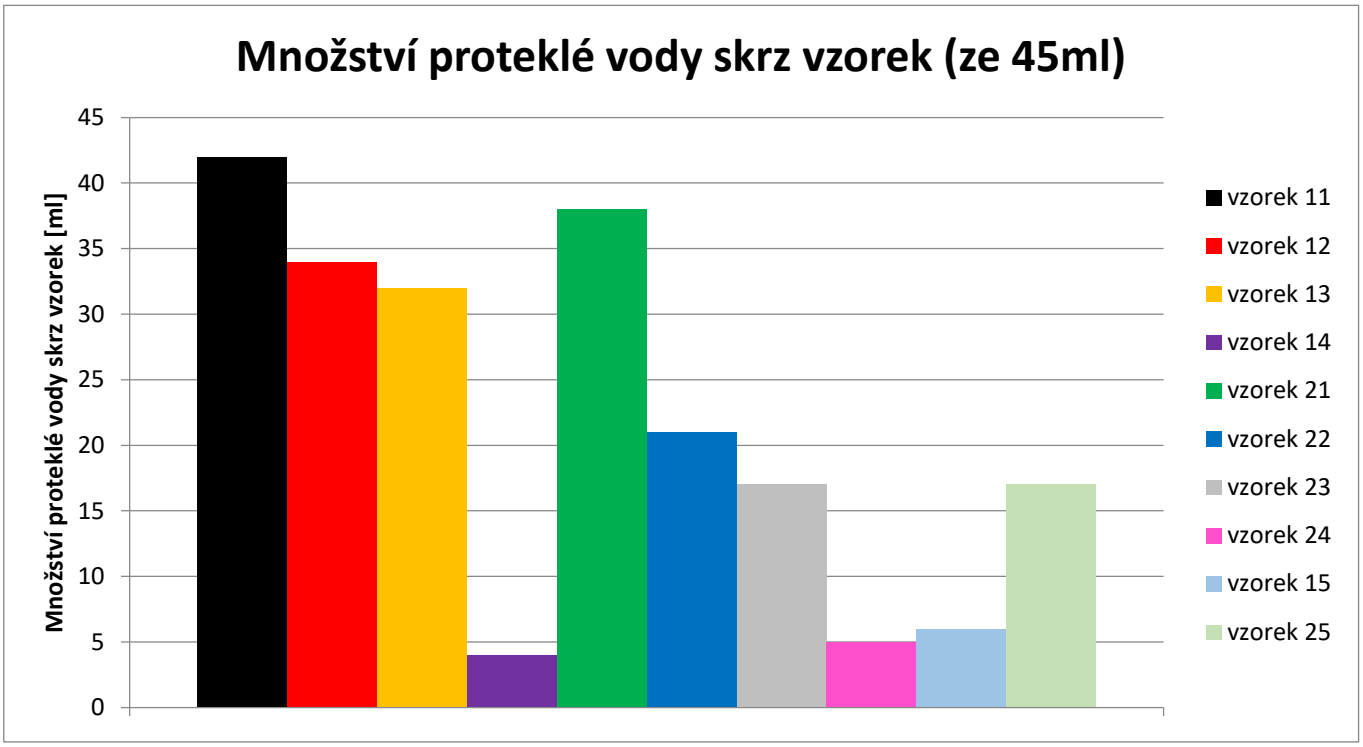
Dále také proběhl experiment se stejným složením podložek, ale bez spodní nepromokavé vrstvy, kde bylo sledováno množství proteklé vody skrz vzorek. Výsledky experimentu jsou uvedeny v Tabulce 11 a 12.

Dílčí závěr:

V grafu na Obrázku 31 je vidět, že kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15) měl ze všech typů podložek již po 15 minutách nejmenší přírůstky hmotnosti sacích papírů a již po 30 minutách od polití byl povrch takovéto podložky suchý. A to, i když, jak je vidět v grafu na Obrázku 32 množství proteklé vody tímto vzorkem není oproti ostatním typům podložek příliš velké. Je tedy patrné, že tento typ sendvičové textilie dokáže ve své struktuře zadržet kapalinu a nepropustí ji zpět na povrch k tělu pacienta.



Obrázek 31: Graf přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech původních a nových podložek bez spodní nepromokavé vrstvy.



Obrázek 32: Graf množství proteklé vody skrz jednotlivé vzorky. (porovnání s novými podložkami).

7.3 Hodnocení transportu kapalné vlhkosti

Pro tento experiment byl využit přístroj Moisture management tester neboli MMT.

Měření probíhalo v laboratoři katedry hodnocení textilií Technické univerzity v Liberci. Teplota vzduchu v laboratoři při měření byla 22°C a relativní vlhkost 36 %. Před samotným měřením byly všechny vzorky vyprány v pračce při teplotě 60°C a s použitím pracího prostředku. Nejprve byly hodnoceny všechny vzorky jednotlivě a poté i sendvičové textilie, které byly složeny podle stejného schématu, které je uvedeno v kapitole 7.1.4. Velikost vzorků byla 8 x 8 cm a pro každý vzorek (samotné vrstvy nebo složené podložky) bylo provedeno 5 měření.

7.3.1 Měření jednotlivých vrstev

Při měření jednotlivých vrstev byly nejdříve hodnoceny vlastnosti materiálů pro první vrstvu podložek a poté materiálů, které se používají pro druhou vrstvu. Všechny vrstvy byly pokládány lícem nahoru. Obvykle se při hodnocení transportu kapalné vlhkosti na přístroji MMT vkládá textilie rubní stranou nahoru. To z toho důvodu, že rubní strana přiléhá na pokožku nositele a sleduje se transport vlhkosti skrz textilii. V případě inkontinenčních podložek je ovšem v kontaktu s pokožkou osoby/pacienta lícní strana textilie, která byla použita pro první vrstvu podložky a proto jsou použité textilie vkládány do přístroje lícní stranou nahoru. Jednotlivé vlastnosti použitých materiálů budou hodnoceny slovně a pomocí

stupně hodnocení (1 – 5). V Příloze 2 je uvedena tabulka, podle které se určuje stupeň každého ukazatele. V tabulkách 13 – 28 jsou uvedeny průměry naměřených hodnot a další statistická analýza.

7.4 První vrstvy

U první vrstvy inkontinenční podložky je potřeba, aby se kapalina co nejrychleji vsákla a byla odvedena do další, savé vrstvy podložky.

Funkční úplet

V Tabulce 13 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro vzorek funkčního úpletu. A jak je vidět z hodnocení v Tabulce 13, tak kapacita jednosměrného přenosu je vynikající, čas navlhčení je hodnocen pro vrchní stranu jako střední, pro spodní stranu je čas navlhčení rychlý a maximální rádius zvlhčení horní strany je rychlý. To znamená, že vlhkost bude rychle odvedena do druhé savé vrstvy přes co největší plochu. Tyto výsledky ukazují, že je tento materiál vhodný pro použití pro první vrstvu inkontinenční podložky.

Tabulka 13: Výsledky měření pro Funkční úplet.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	7,75	5,85	75,51	střední	3
	spodní	3,07	2,76	89,74	rychlý	4
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	11,15	5,14	28,32	pomalá	2
	spodní	20,3	5,75	24,85	pomalá	2
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	18	4,47	24,49	rychlý	4
	spodní	25	6,12	56,55	Velmi rychlý	5
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	2,09	1,18	37,29	Střední	3
	spodní	3,55	1,32	37,29	rychlý	4
Kapacita jednosměrného transportu [%]		401,68	62,56	15,57	vynikající	5
OMMC		0,69	0,12	17,18	Velmi dobrá	4

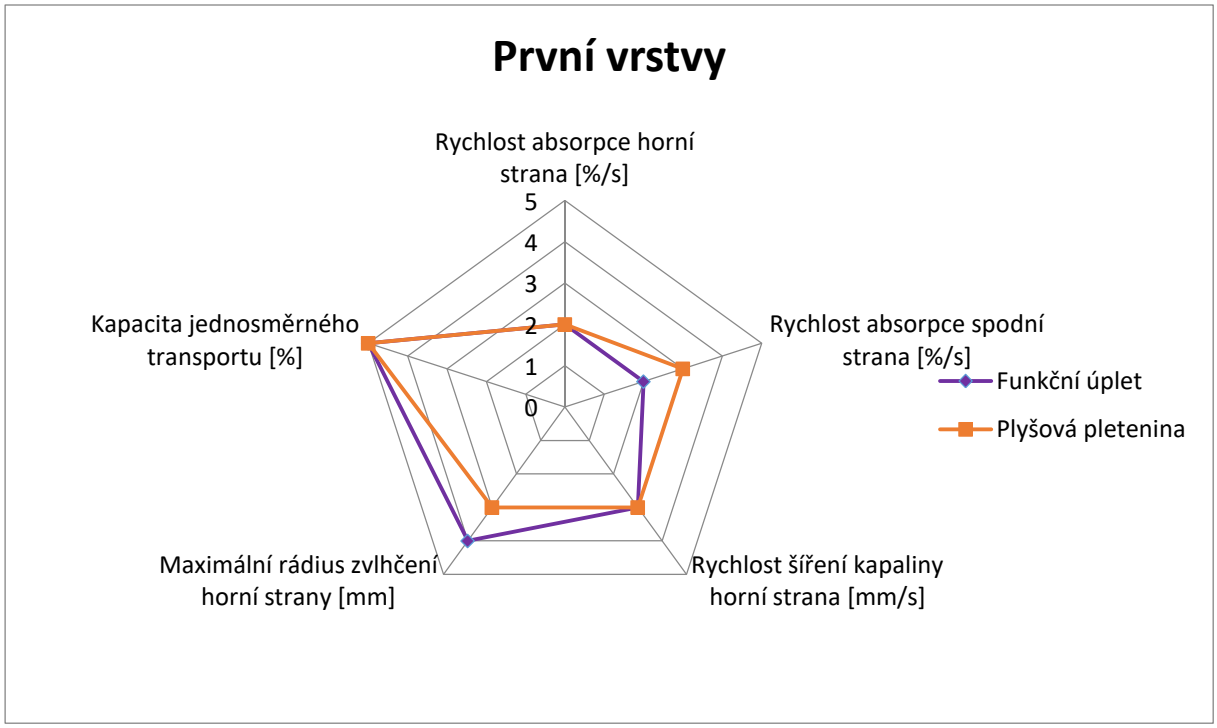
Plyšová pletenina

Tabulka 14 ukazuje hodnoty naměřené pro vzorek plyšové pleteniny. Tento materiál má stejně jako funkční úplet vynikající kapacitu jednosměrného přenosu, čas zvlhčení obou stran rychlý a rychlost šíření kapaliny na spodní straně má také vyhodnocenou jako velmi rychlou. Maximální rádius zvlhčení horní strany je vyhodnocen jako střední. To znamená, že vlhkost nebude do další vrstvy převedena přes tak velkou plochu, jako u vzorku funkčního úpletu. Výsledky opět ukazují, že je tento materiál vhodný pro první vrstvu inkontinenční podložky, ale oproti funkčnímu úpletu by povrch podložky, která má použitu tuto první vrstvu byl nejspíš déle vlhký.

Tabulka 14: Výsledky měření pro vzorek plyšové pleteniny.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	4,72	0,62	12,98	rychlý	4
	spodní	3,69	0,25	6,86	rychlý	4
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	26,03	4,14	15,91	pomalá	2
	spodní	44,54	1,01	2,28	střední	3
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	14	2,24	15,97	střední	3
	spodní	21	2,24	10,65	rychlý	4
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	2,88	0,49	17	střední	3
	spodní	4,2	0,1	2,43	Velmi rychlý	5
Kapacita jednosměrného transportu [%]		419,54	54,88	13,08	vynikající	5
OMMC		0,83	0,02	2,73	vynikající	5

Ve všech paprskových grafech na Obrázku 33 – 37 jsou uvedené hodnoty pro rychlost absorpce horní a spodní strany, dále rychlosti šíření kapaliny horní strany, maximální rádius zvlhčení horní strany a kapacita jednosměrného transportu. Pro porovnání hodnot byl využit stupeň hodnocení, který je možné nalézt v tabulkách (číslo 13 až 28) jednotlivých vzorků, protože naměřené hodnoty jsou někdy tak rozdílné, že by se výsledky v grafu nedaly porovnat.



Obrázek 33: Paprskový graf hodnocení prvních vrstev na přístroji MMT.

Dílčí závěr:

V grafu na Obrázku 33 můžeme vidět porovnání dvou materiálů používaných pro první vrstvu pratelné podložky. Rychlost absorpce horní strany, rychlost šíření kapaliny na horní straně a kapacitu jednosměrného transportu mají obě textilie hodnoceny stejně. Funkční úplet má oproti plyšové pletenině rychlost absorpce spodní strany hodnocenou jako pomalou. Maximální rádius zvlhčení horní strany má větší funkční úplet, což znamená, že se vlhkost rozšíří do větší plochy. To by mohlo přispět k tomu, že povrch tohoto úpletu bude rychleji suchý. Obě textilie byly také přístrojem vyhodnoceny, jako textilie s managementem vlhkosti, což je pro první vrstvu pratelné podložky velice dobrá vlastnost, protože je žádoucí, aby se vlhkost transportovala do dalších vrstev. Z těchto výsledků by se jako vhodnější první vrstva jevil funkční úplet.

7.5 Druhé vrstvy

U materiálů, které se používají jako druhé, savé vrstvy je potřeba, aby se kapalina rychle vsákla, tzn., aby byla rychlost šíření kapaliny alespoň dobrá, rychlost absorpce alespoň střední a pokud jsou použity v podložce další savé vrstvy, tak by bylo vhodné, aby kapacita jednosměrného transportu byla také dobře hodnocena. To z toho důvodu, aby se vsáklá kapalina odvedla do další vrstvy a byla tak dále od těla pacienta a neprosakovala zpět na

povrch podložky. Dále by bylo vhodné, aby byl maximální rádius zvlhčení horní strany alespoň jako střední, aby se kapalina transportovala do savé vrstvy přes co největší plochu.

Rouno

Výsledky pro rouno jsou uvedeny v Tabulce 15. Rouno se svou vynikající kapacitou jednosměrného transportu, jeví jako vhodné pro použití do podložek, ale podle dalších ukazatelů v Tabulce 15 je vidět, že rychlost absorpce horní strany je pomalá a rychlost šíření kapaliny horní strany je velmi pomalá. Maximální rádius zvlhčení horní strany je ohodnocen stupněm 1, což znamená, že je bez zvlhčení. To znamená, že i když je první vrstva v podložce vybrána správně a odvede kapalinu do druhé, savé vrstvy, tak v případě použitého rouna do něj kapalina nebude velice dobře vsáknuta a může prostupovat zpět na povrch podložky a tím pádem i k tělu pacienta, který na této podložce leží.

Tabulka 15: Výsledky měření pro rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	57,85	56,83	98,24	pomalý	2
	spodní	5,24	0,4	7,68	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	19,48	22,61	116,06	pomalá	2
	spodní	46,9	2,68	5,76	střední	3
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	5	7,07	141,42	Bez zvlhčení	1
	spodní	16	2,24	13,98	střední	3
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	0,341	0,47	137,05	Velmi pomalý	1
	spodní	2,82	0,39	13,87	střední	3
Kapacita jednosměrného transportu [%]		697,43	116,55	16,71	vynikající	5
OMMC		0,75	0,03	3,87	Velmi dobrá	4

3D pletenina

Výsledné hodnoty pro vzorek samotné 3D pleteniny je možné vidět v Tabulce 16. 3D pletenina má čas navlhčení horní strany rychlý maximální rádius zvlhčení horní strany velmi rychlý, což je vhodné při transportu kapaliny z první vrstvy podložky do druhé. Kapacita jednosměrného transportu je hodnocena jako velmi slabá a celková kapacita managementu vlhkosti (OMMC) také. Z tohoto hodnocení by se mohlo zdát, že 3D pletenina není příliš

vhodná pro použití do inkontinenčních podložek, protože má kapacitu jednosměrného transportu hodnocenou jako velmi slabou, ale předchozí experiment potvrdil pravý opak.

Tabulka 16: Výsledky měření pro 3D pleteninu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	3,39	1,32	39,02	rychlý	4
	spodní	76	60,24	79,26	pomalý	2
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	38,76	14,45	37,27	střední	3
	spodní	19,46	26,86	137,99	pomalá	2
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	28	2,74	9,78	Velmi rychlý	5
	spodní	7	9,75	139,24	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	7,07	2,91	41,23	Velmi rychlý	5
	spodní	0,72	0,98	138,41	Velmi pomalý	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-442,98	296,37	66,9	Velmi slabá	1
OMMC		0,07	0,09	136,99	Velmi slabá	1

Flís z bambusové viskózy a lnu

Naměřené hodnoty pro tento flís je možné nalézt v Tabulce 17. Ukazatele, jako je čas navlhčení, rychlost absorpce, rychlost šíření kapaliny a celková kapacita managementu vlhkosti (OMCC) ukazují, že tento materiál by mohl být dobře savý a že by tekutinu, která k němu doputuje od první vrstvy podložky, mohl v sobě zadržet. Tím pádem by pacient ležící na podložce mohl být ochráněn od tekutiny, která by prostupovala z podložky zpět na povrch.

Tabulka 17: Výsledky měření pro flís z bambusové viskózy a lnu.

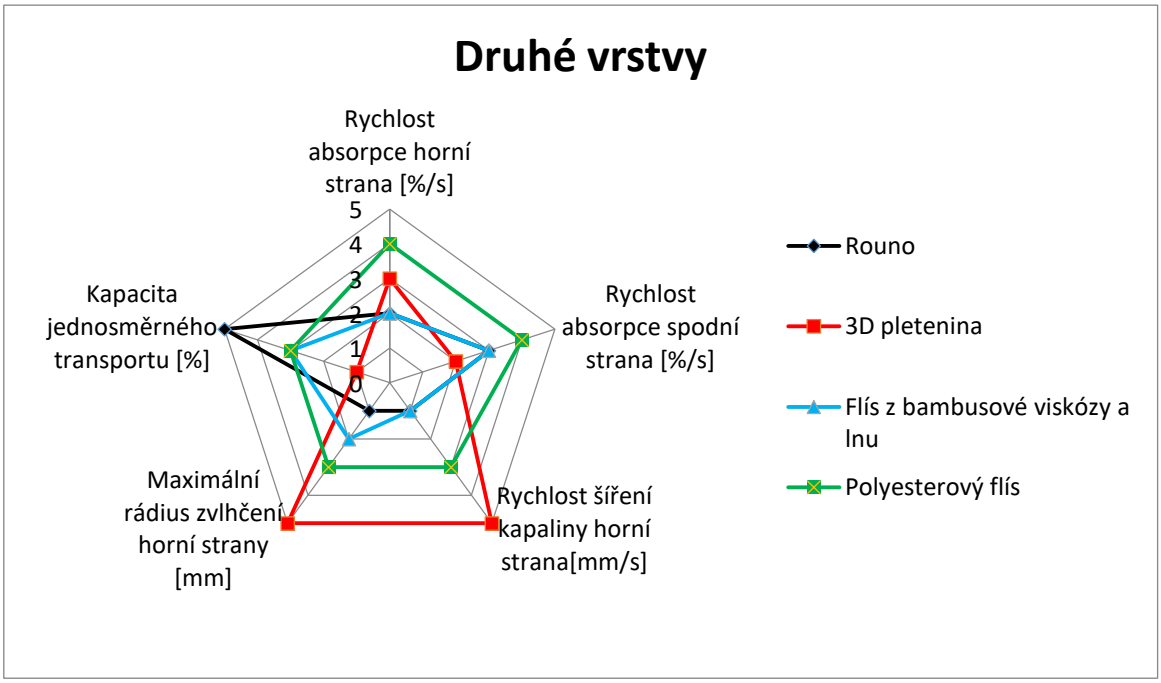
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	9,7	0,88	9,07	střední	3
	spodní	5,58	0,57	10,25	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	23,47	2,21	9,4	pomalá	2
	spodní	32,7	1,4	4,29	střední	3
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	8	2,74	34,23	malý	2
	spodní	10	0	0	malý	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	0,75	0,22	28,9	Velmi pomalý	1
	spodní	1,45	0,17	14,66	pomalý	2
Kapacita jednosměrného transportu [%]		191,78	20,09	10,47	dobrá	3
OMMC		0,37	0,02	5,51	slabá	2

Polyesterový flís

Výsledky měření jsou uvedeny v Tabulce 18 a jak je možné vidět, tak i když na pohled použité flísy (polyesterový i ten z bambusové viskózy a lnu) mají stejnou strukturu (na líci mají vlas, na rubu ne), jejich vlastnosti stejné nejsou. Polyesterový flís má rychlost absorpce horní i spodní strany hodnocenou jako rychlou, maximální rádius zvlhčení horní strany má hodnocen jako střední a celková kapacita managementu (OMCC) vlhkosti je dobrá. Polyesterový flís se podle přístroje MMT zdá být jako vhodný materiál pro savou vrstvu.

Tabulka 18: Výsledky měření pro polyesterový flís.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	5,8	1,05	18,14	střední	3
	spodní	5,24	1,2	22,83	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	50,04	4,86	9,72	rychlá	4
	spodní	57,17	2,52	4,41	rychlá	4
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	15	3,54	23,57	střední	3
	spodní	24	5,48	22,82	Velmi rychlý	5
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	2,16	0,59	27,16	střední	3
	spodní	3,23	1,39	42,96	rychlý	4
Kapacita jednosměrného transportu [%]		167,46	125,95	75,21	dobrá	3
OMMC		0,54	0,22	40,41	dobrá	3



Obrázek 34: Paprskový graf hodnocení druhých vrstev na přístroji MMT.

Dílčí závěr:

Jak je možné vidět v grafu na Obrázku 34, rychlou absorpci horní strany má pouze vzorek polyesterového flísu, jako střední ji má vyhodnocen vzorek 3D pleteniny a jako pomalou rouno a flís z bambusové viskózy a lnu. Podobné je to i s rychlostí absorpce na spodní straně, kde rychlou jí má opět jen polyesterový flís, střední rouno a flís z bambusové viskózy a lnu a jako pomalou ji má vyhodnocený vzorek 3D pleteniny. Nejrychlejší šíření kapaliny na horní straně má 3D pletenina a nejpomalejší flís z bambusové viskózy a lnu. 3D pletenina má nejhorší kapacitu jednosměrného transportu, což způsobeno tím, že se kapalina zachytila do struktury 3D pleteniny. Naopak rouno z netkané textilie, které má oproti ostatním materiálům malou tloušťku, má kapacitu jednosměrného transportu vyhodnocenou jako vynikající a jako jediné bylo vyhodnoceno jako textilie s managementem vlhkosti. Maximální rádius zvlhčení horní strany má jako rychlý vyhodnocený vzorek 3D pleteniny. To znamená, že kapalina se na povrchu „rozpije“ do velké plochy a tím pádem se přes větší plochu transportuje do jádra 3D pleteniny či do další vrstvy a tak povrch této pleteniny může být za kratší dobu suchý.

Z celkového hodnocení se tedy flís z bambusové viskózy a lnu jeví jako vhodný materiál pro použití pro druhou (savou) vrstvu inkontinenční podložky, protože se předpokládá jeho dobrá savost. Dále by pro savou vrstvu mohl být použit i polyesterový flís, ale ten v předchozím experimentu neměl příliš dobré hodnocení.

7.6 Měření sendvičových textilií

Funkční úplet + rouno (vzorek 11)

Tabulka 19 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří funkční úplet a druhou rouno z netkané textilie. Tento sendvič byl vyhodnocen jako vodu propouštějící textilie a to z toho důvodu, že rychlost absorpce horní strany je středí a spodní strany rychlá. Rychlost šíření kapaliny horní strany je rychlá a kapacita jednosměrného transportu tohoto sendviče je dobrá. Maximální rádius zvlhčení horní strany je vyhodnocen jako střední. Tato kombinace materiálů by tedy mohla být vhodná pro použití do podložek, které mají více savých vrstev.

Tabulka 19: Výsledky měření pro funkční úplet+rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	2,8	0,89	31,79	Velmi rychlý	5
	spodní	11,87	5,42	45,66	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	47,91	21,89	45,69	střední	3
	spodní	52,61	5,76	10,95	rychlá	4
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	14	4,18	29,88	střední	3
	spodní	9	5,48	60,86	malý	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	3,4	1,21	35,66	rychlý	4
	spodní	1,09	0,69	63,57	pomalý	2
Kapacita jednosměrného transportu [%]		102,79	279,55	266,13	dobrá	3
OMMC		0,38	0,2	53,19	slabá	2

Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)

Tabulka 20 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří funkční úplet a druhou 3D pletenina. Výsledky ukazují, že čas navlhčení a maximální rádius zvlhčení horní strany je rychlý. Rychlost šíření kapaliny na horní straně je velmi rychlá. Spodní strana tohoto sendviče má vždy „špatné“ výsledky. Tyto hodnoty ale nasvědčují tomu, že kapalina se rychle vsákne do první vrstvy a dále putuje do 3D pleteniny, která tvoří druhou, savou vrstvu. Tekutina skrz tuto pleteninu neprotéká dále, protože kapacita jednosměrného přenosu tohoto sendviče je velmi slabá. To ukazuje, že je tekutina zachycena ve struktuře 3D pleteniny, což je v případě inkontinenční podložky žádoucí,

Tabulka 20: Výsledky měření pro funkční úplet+3D pleteninu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	3,88	0,64	16,44	rychlý	4
	spodní	120	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	33,1	2,94	8,89	střední	3
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	22	2,74	12,45	rychlý	4
	spodní	0	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	4,18	1,27	30,31	Velmi rychlý	5
	spodní	0	0	0	Velmi pomalý	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-415,05	26,27	6,33	Velmi slabá	1
OMMC		0	0	0	Velmi slabá	1

Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)

Tabulka 21 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří funkční úplet a druhou polyesterový flís. Kapacita jednosměrného transportu tohoto sendvičového vzorku je vyhodnocena jako vynikající. Maximální rádius zvlhčení horní strany je vyhodnocen jako malý. To ukazuje, že se kapalina šíří velmi dobře oběma vrstvami a mohla by být následně dobře odváděna do další savé vrstvy.

Tabulka 21: Výsledky měření pro funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu.

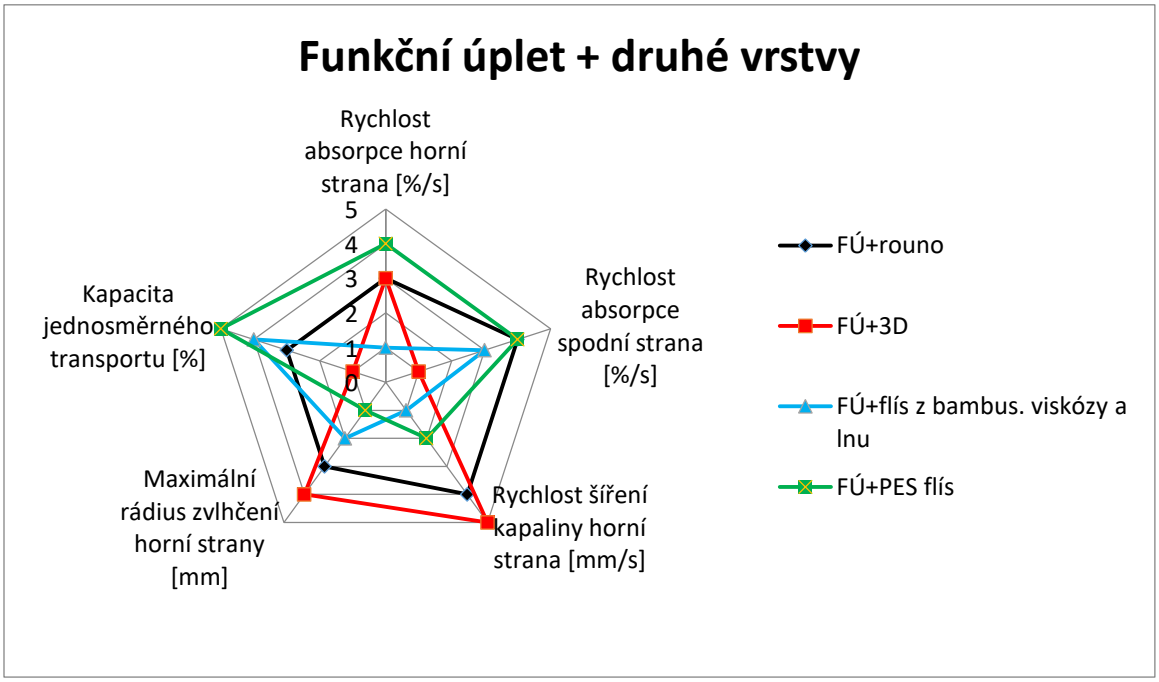
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	5,2	2,01	38,67	střední	3
	spodní	8,69	3,88	44,64	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	76,25	50,51	66,25	rychlá	4
	spodní	68,32	17,4	25,46	rychlá	4
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	11	2,24	20,33	malý	2
	spodní	24	8,22	34,23	Velmi rychlý	5
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	2	0,74	36,81	pomalý	2
	spodní	3,42	1,42	41,49	rychlý	4
Kapacita jednosměrného transportu [%]		547,98	135,25	24,68	vynikající	5
OMMC		0,84	0,11	13,24	vynikající	5

Funkční úplet + Flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)

Tabulka 22 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří funkční úplet a druhou flís z bambusové viskózy a lnu. Kapacita jednosměrného transportu tohoto sendvičového vzorku je hodnocena jako velmi dobrá a maximální rádius zvlhčení horní strany je hodnocen jako bez zvlhčení. To nasvědčuje tomu, že se kapalina velmi dobře vsákla do vzorku a nadále putovala do savé vrstvy, kterou tvořil flís z bambusové viskózy a lnu. Dále by pak mohla kapalina putovat díky velmi dobré kapacitě jednosměrného transportu tohoto flísu do další savé vrstvy.

Tabulka 22: Výsledky měření pro funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	14,04	3,29	23,46	střední	3
	spodní	5,45	0,51	9,37	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	8,71	3,35	38,49	Velmi pomalá	1
	spodní	30,45	1,16	3,8	střední	3
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	6	2,24	37,27	Bez zvlhčení	1
	spodní	11	2,24	20,33	malý	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	0,44	0,25	56,86	Velmi pomalý	1
	spodní	1,54	0,12	7,96	pomalý	2
Kapacita jednosměrného transportu [%]		282,89	28,7	10,14	Velmi dobrá	4
OMMC		0,47	0,04	8,92	dobrá	3



Obrázek 35: Paprskový graf hodnocení sendvičových vzorků, kde první vrstvu tvoří funkční úplet na přístroji MMT.

Dílčí závěr:

Jak je vidět v grafu na Obrázku 35, rychlost absorpce horní strany má nejmenší vzorek sendvičové textilie tvořené funkčním úpletem a flísem z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14), největší ji má vzorek 13, kde druhou vrstvu tvořil polyesterový flís. Rychlost absorpce na spodní straně má nejmenší vzorek 12, kde byla jako druhá vrstva použita 3D pletenina, což bylo způsobeno tím, že kapalina ulpěla ve struktuře této pleteniny. Nejvyšší rychlost absorpce na spodní straně měly vzorky funkční úplet + rouno (11) a funkční úplet + polyesterový flís (13). Velmi pomalou rychlost šíření kapaliny na horní straně má vzorek funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14), nejrychlejší vzorek 12 s 3D pleteninou. Maximální rádius zvlhčení horní strany má rychlý podložka tvořená funkčním úpletem a 3D pleteninou, vzorek (13) funkčního úpletu a polyesterového flísu ho má vyhodnocen jako bez zvlhčení. Pokud porovnáme kapacity jednosměrného transportu, tak zde je nejlépe, tedy jako vynikající hodnocen vzorek s polyesterovým flísem a velmi slabou kapacitu jednosměrného transportu má vzorek s 3D pleteninou. Z toho by se dalo usoudit, že se pro výrobu inkontinenčních podložek hodí kombinace funkční úplet a polyesterový flís (vzorek 13). Nejméně vhodné by pak bylo využít 3D pleteninu. Ale předchozí experiment opět ukázal opak, kdy podložka, která by měla mít na vrchu funkční úplet a jako druhá vrstva by měl být polyesterový flís, dopadla nejhůře, protože i po dvou hodinách od polití byl její povrch stále mokrý, což je

z hlediska prevence vzniku dekubitů nežádoucí. Nejlépe hodnocen byl vzorek 12, kde druhou vrstvu tvořila 3D pletenina. Tam se již brzy povrch podložky jevil jako suchý.

Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)

Tabulka 23 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina a druhou rouno z netkané textilie. Kapacita jednosměrného transportu sendvičové textilie složené z plyšové pleteniny a rouna je hodnocena jako velmi slabá. To ukazuje, že kapalina nedoputovala od první vrstvy až na spodní stranu rouna, což znamená, že povrch podložky by mohl být stále mokrý. Což je v případě inkontinenční podložky nevhodné, protože je potřeba, aby byla kapalina odvedena do dalších savých vrstev.

Tabulka 23 Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+rouno.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	5,73	1,1	19,24	střední	3
	spodní	120	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	26,79	4,89	18,25	pomalá	2
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	12	2,74	22,82	malý	2
	spodní	0	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	1,73	0,33	19,12	pomalý	2
	spodní	0	0	0	Velmi pomalý	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-335,13	64,47	19,24	Velmi slabá	1
OMMC		0	0	0	Velmi slabá	1

Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)

Tabulka 24 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina a druhou 3D pletenina. Zde je také, jako u vzorku 21 (plyšová pletenina+rouno), kapacita jednosměrného transportu slabá. Maximální rádius navlhčení spodní strany vzorku je ale vyhodnocen jako bez zvlhčení, což by mohlo nasvědčovat tomu, že se kapalina vsákla do vzorku a dále byla zachycena ve struktuře 3D pleteniny. Proto by tato kombinace vzorků mohla být dobrá pro použití do inkontinenčních podložek.

Tabulka 24: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+3D pleteninu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	7,28	0,85	11,73	střední	3
	spodní	120	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	25,67	8,58	33,43	pomalá	2
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	7	2,74	39,12	Bez zvlhčení	1
	spodní	0	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	0,88	0,32	36,73	Velmi pomalý	1
	spodní	0	0	0	Velmi pomalý	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-197,38	54,74	27,73	Velmi slabá	1
OMMC		0	0	0	Velmi slabá	1

Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)

Tabulka 25 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina a druhou polyesterový flís. Kapacita jednosměrného transportu tohoto vzorku je hodnocena jako slabá. Rychlost absorpce horní i spodní strany je pomalá. Z těchto výsledků lze hodnotit, že kapalina, která prostoupí první vrstvou, nebude putovat skrz druhou vrstvu, kterou tvoří polyesterový flís do další savé vrstvy. To by mohlo nasvědčovat tomu, že povrch podložky se bude zdát jako vlhký, což není v případě inkontinenčních podložek žádoucí.

Tabulka 25: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+polyesterový flís.

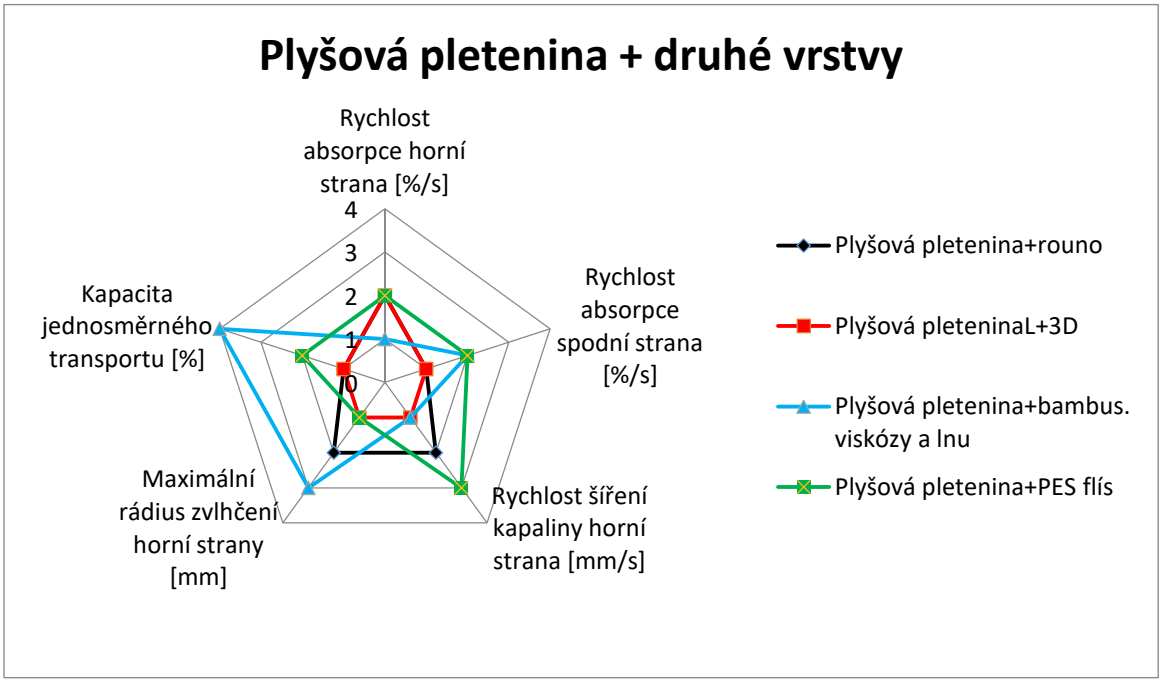
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	6,05	1,38	22,82	střední	3
	spodní	33,73	48,35	143,32	pomalý	2
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	24,13	3,42	14,19	pomalá	2
	spodní	25,77	17,39	67,51	pomalá	2
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	14	2,24	15,97	střední	3
	spodní	11	6,52	59,27	malý	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	2,27	0,85	37,39	střední	3
	spodní	1,54	0,95	61,67	pomalý	2
Kapacita jednosměrného transportu [%]		90,02	214,46	238,23	slabá	2
OMMC		0,32	0,21	61,16	slabá	2

Plyšová pletenina + Flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)

Tabulka 26 obsahuje naměřené hodnoty sendvičového vzorku, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina a druhou flís z bambusové viskózy a lnu. Tento vzorek má kapacitu jednosměrného transportu velmi dobrou, maximální rádius zvlhčení horní strany je vyhodnocen jako bez zvlhčení. To ukazuje, že se kapalina dobře vsákne do vzorku a dále putuje do savé vrstvy, kterou tvoří flís z bambusové viskózy a lnu. Ten ji pak dále může odvést do další savé vrstvy podložky.

Tabulka 26: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+flís z bambusové viskózy a lnu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	120	0	0	Bez zvlhčení	1
	spodní	6,74	0,91	13,47	střední	3
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	0	0	0	Velmi pomalá	1
	spodní	27,04	2,69	9,95	pomalá	2
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	0	0	0	Bez zvlhčení	1
	spodní	10	0	0	malý	2
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	0	0	0	Velmi pomalý	1
	spodní	1,35	0,22	16,69	pomalý	2
Kapacita jednosměrného transportu [%]		289,63	27,18	9,39	Velmi dobrá	4
OMMC		0,45	0,05	11,94	dobrá	3



Obrázek 36: Paprskový graf hodnocení sendvičových vzorků na přístroji MMT, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina.

Dílčí závěr:

V grafu na obrázku 35 a 36 můžeme vidět, že pokud se použije jiná první vrstva, jsou jiné i výsledky, i když jsou druhé, savé vrstvy stejné. Zde na Obrázku 36 můžeme vidět, že téměř na všech ukazatelích měla nejhorší výsledky ta sendvičová textilie, která měla jako druhou vrstvu 3D pleteninu nebo rouno. Z hlediska kapacity jednosměrného transportu je jako vynikající hodnocená kombinace plyšové pleteniny a flísu z bambusové viskózy a lnu. To tedy nasvědčuje tomu, že tato kombinace materiálů by byla vhodná pro výrobu opakovatelně použitelné inkontinenční podložky. Zde je také poprvé shoda s předchozím experimentem, kdy i ten ukázal, že tato kombinace materiálů je vhodná pro výrobu těchto podložek.

7.7 Měření třívrstvých podložek

Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)

Vzorek podložky složené ze tří vrstev, konkrétně z funkčního úpletu tvořícího první vrstvu a 3D pleteniny a flísu z bambusové viskózy a lnu tvořící savé vrstvy měl kapacitu celkového managementu vlhkosti velmi slabou (viz Tabulka 27). Což nasvědčuje tomu, že kapalina, která se vsákla do této podložky, zůstala zachycena v jejím savém jádře. Maximální rádius zvlhčení je u tohoto vzorku vyhodnocen jako velmi rychlý a to znamená, že první vrstva co nejrychleji odvádí tekutinu do dalších vrstev.

Tabulka 27: Výsledky měření pro funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu.

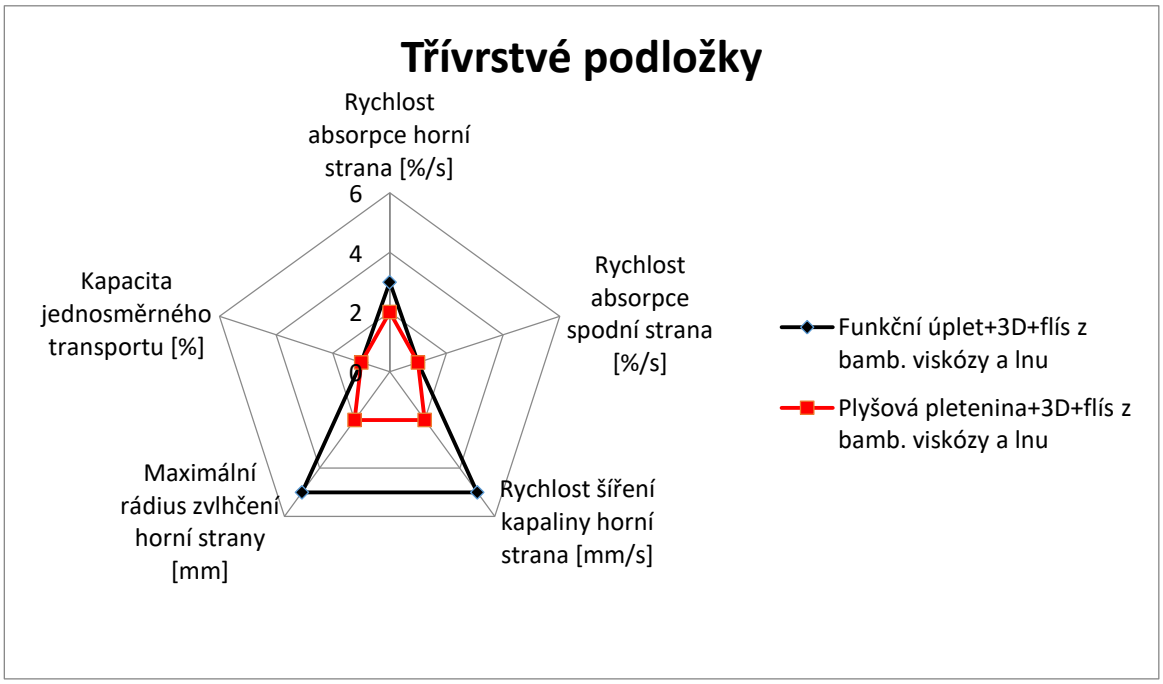
Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	4,17	1,07	26,64	Střední	3
	spodní	120	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	35,59	6,1	17,42	Střední	3
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	28	2,74	9,78	Velmi rychlý	5
	spodní	0	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	5,99	1,11	18,6	Velmi rychlá	5
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-504,39	128,9	25,56	Velmi slabá	1
OMMC		0	0	0	Velmi slabá	1

Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)

Další typ třívrstvé podložky měl stejné savé vrstvy (3D pletenina a flís z bambusové viskózy a lnu), jako předchozí vzorek, ale tato podložka se lišila první vrstvou. Zde byla použita jako první vrstva plyšová pletenina. Ve výsledkách v Tabulce 28 je možné vidět, že i tento typ podložky měl velmi slabou kapacitu jednosměrného transportu, jako tomu bylo u vzorku 15 (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu). To opět dokazuje to, že kapalina zůstala zachycena v savém jádře podložky.

Tabulka 28:Výsledky měření pro první vrstvu z podložky plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu.

Parametr	Strana	Průměr	Směr. odch.	Var. koef. [%]	Slovní hodnocení	Stupeň hodnocení
Čas navlhčení [s]	**horní**	7,09	1,37	19,29	Střední	3
	spodní	120	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost absorpce [%/s]	**horní**	20,56	4,88	23,72	Pomalá	2
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Maximální rádius zvlhčení [mm]	**horní**	9	2,23	24,85	Malý	2
	spodní	0	0	0	Bez zvlhčení	1
Rychlost šíření kapaliny [mm/s]	**horní**	1,09	0,35	31,94	Pomalá	2
	spodní	0	0	0	Velmi pomalá	1
Kapacita jednosměrného transportu [%]		-163,86	29,7	18,13	Velmi slabá	1
OMMC		0	0	0	Velmi slabá	1



Obrázek 37: Paprskový graf hodnocení třívrstvých sendvičových vzorků na přístroji MMT.

Dílčí závěr

Podle výsledků v Tabulce 27 a Tabulce 28 a v grafu na Obrázku 37 lze vidět, že kapacity jednosměrného transportu jsou u obou vzorků (15 – funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu a vzorku 25 – plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu) velmi slabé. To znamená, že savé jádro složené z 3D pleteniny a flísu z bambusové viskózy a lnu plní svou funkci a zadrží v sobě přijatou kapalinu. Výsledky se ale liší u rychlostí absorpcí horních stran. Vzorek 15 (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu), jehož první vrstvu tvoří funkční úplet má absorpci horní strany vyhodnocenou jako střední, kdežto vzorek 25, který má první vrstvu tvořenou plyšovou pleteninou ji má hodnocenou jako pomalou. Obdobné je to i u maximálního rádiusu navlhčení horní strany. Vzorek 15 ho má hodnocený jako velmi rychlý a vzorek 25 jako malý. To znamená, že pokud na podložku nalijeme kapalinu, u vzorku 15 se rozpije více do plochy a tím pádem je i skrz větší plochu odváděna do další, savé vrstvy.

8. Vícekriteriální hodnocení variant

Tato diplomová práce byla zaměřena na hodnocení transportu vlhkosti textilií a také na hodnocení savosti těchto textilií pomocí vlastního experimentu, které by se mohly využít pro výrobu opakovatelně použitelných inkontinenčních podložek. Materiál nejvhodnější pro výrobu takovéto podložky by mohl být vybrán dle výsledných hodnot obou experimentů. Bylo by dobré vybrat takový materiál či kombinaci materiálů, který by ve vlastním experimentu měly nejmenší přírůstky hmotností sacích papírů a na přístroji MMT by měly největší maximální rádius zvlhčení horní strany. Vybrané materiály jsou různé a jejich vlastnosti se od sebe liší a tím pádem jsou i výsledky hodnotících parametrů různorodé. Výběr vhodného materiálu musí tedy odpovídat více kritériím. Pro nalezení optimální kombinace materiálu bude použita metoda vícekriteriálního hodnocení variant.

8.1 Základní informace o vícekriteriálním hodnocení variant

8.1.1 Typy modelů

Toto hodnocení variant má dva typy modelů, které se od sebe liší množinou přípustných řešení.

- **Vícekriteriální optimalizační model**, který má množinu přístupných řešení nekonečnou.
- **Model vícekriteriální analýzy variant**, kde množina přípustných řešení je konečná a každá varianta je hodnocena podle několika kritérií.

8.1.2 Základní pojmy

- **Rozhodnutí** – je výběr jedné nebo více variant z množiny všech přípustných variant.
- **Varianty** – jsou konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou realizovatelné. Značí se A_i (i = 1, 2, …, m).
- **Kritéria** – jsou hlediska, ze kterých jsou posuzovány varianty. Značí se K_j (j = 1, 2, …, n).
- **Preference kritéria** – stanovuje důležitost kritéria, kterého má být dosaženo a je vyjádřena několika způsoby:
    - Aspirační úrovní – tzn. hodnota kritéria, které má být dosaženo.
    - Pořadím kritérií – je stanovena posloupnost kritérií (od nejdůležitějšího po nejméně důležité).

- Váhami kritérií – kardinální informace kritérií, kdy jejich váha je hodnota z intervalu ⟨0;1⟩ a vyjadřuje relativní důležitost kritéria v porovnání s ostatními kritérii.
- Kompenzací kriteriálních hodnot – které jsou vyjádřeny mírou substituce mezi těmito hodnotami.

- Klasifikace kritérií – před samotným hodnocením je potřeba převést všechna kritéria na jeden typ. Podle typu to jsou:
  - Kritéria maximalizační – nejlepší hodnoty mají nejvyšší hodnoty (např. výše mzdy)
  - Kritéria minimalizační - nejlepší hodnoty mají nejnižší hodnoty (např. nejkratší vzdálenost z bytu do centra města)
- **Ideální a bazální varianta** – ideální řešení je hypotetické nebo reálné řešení. Toto řešení je reprezentováno ve všech kritériích současně nelepšími možnými hodnotami. (varianta H s hodnocením $h_1,\ldots,h_k$). Bazální řešení je také hypotetické nebo reálné řešení, ale je reprezentované nejhorším hodnocením podle všech kritérií (varianta D s hodnocením $d_1,\ldots,d_k$).
- **Dominance řešení** – zde se předpokládá, že jsou všechna kritéria maximalizační. Pokud jsou minimalizační, převedou se na maximalizační.
- **Paretivské řešení** – varianta, která není dominována žádnou jinou variantou, je nedominovaná varianta. Tato varianta se nazývá též efektivní nebo paretovská.
- **Kompromisní řešení** – Kompromisní varianta má od ideální varianty nejmenší vzdálenost podle vhodné metriky. Kompromisem může být i zanedbání některých kritérií. Pokud se ale žádné kritérium nezanedbá, kompromisní varianta bude jedna z paretovských.

8.2 Metody pro stanovování vah kritérií

Je potřeba nějakým způsobem od sebe odlišit jednotlivá kritéria vzhledem k jejich významnosti. K tomu lze využít takzvané váhy, které číselně vyjádří významnost daného kritéria. Váha kritéria K_j se označuje písmeny v_j (j = 1, 2, …, n), kde n je počet všech uvažovaných kritérií.

Váhy se mohou stanovovat různými metodami, ale aby byly srovnatelné, jsou vyjadřovány v normovaných hodnotách w_j, které se vypočítají dle následujícího vztahu:

$$w_j = \frac{v_j}{\sum_{k=1}^{n} v_k}, kde\ j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Je potřeba dodat, že váhy w_j jsou nezáporná čísla a jejich součet je roven jedné.

8.2.1 Druhy metod

Metoda pořadí

Tato jednoduchá metoda spočívá v seřazení kritérií podle preferencí, kdy se každému kritériu přiřadí b_j bodů podle vztahu:

$$b_j = n + 1 - j \quad (6)$$

Kde:

n je počet kritérií

j = 1, 2, …, n a

Váha *j*-tého kritéria se vypočte dle následujícího vzorce:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^{n} b_j} \quad (7)$$

Fullerova metoda

Tato metoda spočívá v párovém porovnání jednotlivých kritérií. Při n počtu kritérií se počet srovnání rovná $\binom{n}{2}$ a při každém srovnání se nejdůležitějšímu kritériu přiřazuje jeden bod. Váha *j*-tého kritéria se vypočte následovně:

$$v_j = \frac{f_j}{\frac{n*(n-1)}{2}} \quad (8)$$

Kde:

f_j je součet bodů přiřazených *j*-tému kritériu při párových srovnáních

j = 1, 2, …, *n*

Pro přehlednost srovnání se vytváří tzv. Fullerův trojúhelník.

Bodovací metoda

Toto je nejjednodušší model, který ovšem vyžaduje kardinální informaci. V této metodě se přiřazují body z určené stupnice každému kritériu a tato stupnice může mít jakýkoliv rozsah. Běžně se ale používá například stupnice 1 – 10. Kritérium je tím více preferované, čím více má bodů. Výhodou je to, že je možné přiřadit více kritériím stejný

počet bodů a tuto metodu lze použít i v případě, pokud kritéria hodnotí více rozhodovatelů. Váhy kritérií se vypočtou stejně, jako u metody pořadí:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^{n} b_j} \tag{9}$$

Kde:

b_j je počet přiřazených bodů j-tému kritériu

n je počet kritérií

$j = 1, 2, \ldots, n$

Saatyho metoda

Jinak také metoda kvantitativního párového srovnání kromě výběru preferovaného kritéria se také pro každou dvojici kritérií určuje velikost preference. K tomu je doporučována bodová stupnice.

8.2.2 Metody pro stanovení pořadí variant

Je potřeba stanovit pořadí výhodnosti jednotlivých variant z hlediska vybraných kritérií. Varianta, která se umístila nejlépe, nabízí nejlepší kompromisní variantu. Výsledky se získávají různými metodami a tak mají subjektivní charakter a proto se mohou od sebe lišit. Metody pro stanovení pořadí variant se dělí do skupin, podle toho, jaký typ informací vyžadují:

- **Metody, které vyžadují znalost aspirační úrovně kriteriálních hodnot** – konjunktivní, disjunktivní metoda a metoda PRIAM.
- **Metody, které vyžadují ordinální informace o variantách** – permutační nebo lexikografická metoda, popřípadě metoda pořadí.
- Metody, které vyžadují kardinální informace o variantách, které se nadále dělí podle principu hodnocení na:
  - Maximalizaci užitku - metoda váženého součtu, bazické varianty, AHP, nebo bodovací metoda.
  - Minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty – TOPSIS metoda.
  - Preference relace – Promethe nebo Electre metoda.
  - Metody, které jsou založené na mezní míře substituce – metoda postupné substituce.

8.2.3 Metoda váženého součtu

Pro hledání ideálních materiálů je vhodné použít právě tuto metodu. Metoda váženého součtu nazývaná také metoda WSA (Weighted Sum Approach) je založená na výpočtu hodnot lineární funkce užitku, kdy nejhorší variantě podle *j*-tého kritéria je přiřazená hodnota 0 a nejlepší variantě hodnota 1. Bazální varianta D je vektor nejhorších hodnot (d_1,…,d_n) a ideální varianta H nabývá nejlepších hodnot (h_1,…,h_n).

Při tomto hodnocení variant je možné každé hodnotě kritéria K_j přiřadit její užitek, čím se vytvoří dílčí užitková funkce $u_{ij,}$ která pro variantu A_i nabývá hodnot:

$$u_j(A_i) = u_{ji} \tag{10}$$

Kde:

i = 1, 2, …, m

j = 1, 2, …, n

Ve většině případech se jedná a o fiktivní varianty a hodnota dílčího užitku *i*-té varianty podle *j*-tého kritéria se vypočte následovně:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \tag{11}$$

Kde:

i = 1, 2, …, m

j = 1, 2, …, n

Pro jednotlivé varianty se vypočte agregovaná funkce užitku následujícím způsobem:

$$u(A_i) = \sum_{j=1}^{n} w_j u_{ij} \tag{12}$$

Kde:

w_j jsou normované váhy jednotlivých kritérii.

Varianty se poté seřadí podle hodnot $u\ (A_i)$ a nejvyšší hodnotu má nejlepší varianta.

8.3 Výpočet

Nejvhodnější kombinaci materiálů pro výrobu opakovatelně použitelné inkontinenční podložky může být vybrán podle výsledků nejlepšího odvodu vlhkosti, podle nejmenšího přírůstku hmotnosti sacích papírů u vzorků s nepromokavou vrstvou (po 30 minutách a 2 hodinách), nebo podle jejich kombinací. A právě s použitím metody vícekriteriálního

hodnocení variant lze spočítat, která kombinace materiálů by výše uvedeným požadavkům vyhovovala nejvíce.

Hodnoty naměřené na přístroji MMT jsou maximalizační, což znamená, že nejvyšší hodnota je nejlepší. Hodnoty z vlastního experimentu jsou naopak minimalizační, tzn. nejmenší hodnota je nejlepší. Aby bylo možné s hodnotami počítat současně, je potřeba převést minimalizační hodnoty na maximalizační. To se provede tak, že od nejvyšší hodnoty ve sloupci se odečtou ostatní hodnoty. Výsledkem je pak lineární vzdálenost skutečné hodnoty od nejhorší hodnoty. Čím je vzdálenost větší, tím je to lepší, protože se jedná o maximalizační kritérium. Přepočty minimalizačních hodnot na maximalizační jsou uvedeny v Tabulce 29.

Tabulka 29: Převod minimalizačních hodnot na maximalizační.

Vzorek	**Naměřené hodnoty [g] – minimalizační**		**Převedené hodnoty [g] – maximalizační**	
	Po 30 minutách	**Po 2 hodinách**	**Po 30 minutách**	**Po 2 hodinách**
11	0,308	0	0,404	0,282
12	0,186	0	0,526	0,282
13	0,712	0,282	0	0
14	0,566	0,049	0,146	0,233
21	0,083	0	0,629	0,282
22	0,067	0	0,645	0,282
23	0,582	0,039	0,13	0,243
24	0,037	0	0,675	0,282
15	0,246	0	0,466	0,282
25	0	0	0,712	0,282

Dále se tedy bude počítat s hodnotami převedené na maximalizační hodnoty.

Nyní je potřeba vybrat z průměrných naměřených hodnot na přístroji MMT nejlepší (h_j) a nejhorší (d_j) hodnoty. Dále se z těchto hodnot vypočte rozdíl (h_j - d_j). Tyto hodnoty budou uvedeny v Tabulce 30 a budou sloužit pro výpočty kriteriálních hodnot podle vztahu (11), pro výpočet agregované funkce užitku bude použit vztah (12).

Tabulka 30: Výběr nejlepších (h_j) a nejhorších (d_j) hodnot.

Vzorek	Přírůstek hm. sacího papíru po 30 min	Přírůstek hm. sacího papíru po 2h	Kapacita jednosm. transportu [%]	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Rychlost absorpce spodní str. [%/s]	Rychlost šíření kapaliny horní str. [mm/s]	Rychlost šíření kapaliny spodní str. [mm/s]	Maximální rádius navlhčení horní strany [mm]
11	0,404	0,282	102,79	47,91	52,61	3,4	1,09	14
12	0,526	0,282	-415,05	33,1	0	4,18	0	22
13	0,146	0,233	547,98	76,25	68,32	2	3,42	11
14	0	0	282,89	8,71	30,45	0,44	1,54	6
21	0,629	0,282	-335,13	26,79	0	1,73	0	12
22	0,645	0,282	-197,38	25,67	0	0,88	0	7
23	0,675	0,282	90,02	24,13	25,77	2,27	1,54	14
24	0,13	0,243	289,63	0	27,04	0	1,35	0
15	0,466	0,282	-504,39	35,59	0	5,99	0	28
25	0,712	0,282	-163,86	20,56	0	1,09	0	9
h_j	0,712	0,282	547,98	76,25	68,32	4,18	3,42	28
d_j	0	0	-504,39	0	0	0	0	0
$h_j - d_j$	0,712	0,282	1052,37	76,25	68,32	4,18	3,42	28

Nejprve bylo provedeno vícekriteriální hodnocení variant, kde se velká váha přikládala kapacitě jednosměrného transportu a dalším výsledkům z přístroje MMT (možno nalézt v Příloze 3). To se ale ukázalo, jako nevhodná volba, protože výsledné pořadí materiálů vhodných pro výrobu absorpční zdravotnické podložky neodpovídalo experimentu, který simuluje reálné používání podložky.

Proto bylo provedeno nové hodnocení, kde byla použita pouze čtyři kritéria. Kapacita jednosměrného transportu byla nahrazena maximálním rádiusem zvlhčení horní strany, protože bylo zjištěno, že je potřeba, aby se vlhkost „rozpila“ do co největší plochy. To z toho důvodu, že čím je maximální rádius zvlhčení horní strany větší, tím může být přes větší plochu kapalina transportována do druhé vrstvy a také, dochází k rychlejšímu usychání navlhčené textilie.

8.3.1 Výběr varianty podle nejmenších přírůstků hmotnosti sacích papírů

Výběr této varianty ukáže, který ze vzorků nejlépe odpovídá zadaným parametrům. Zde byl jako hlavní hodnotící kritérium vybrán přírůstek hmotnosti sacích papírů po 30 minutách, dále přírůstek hmotnosti sacích papírů po 2 hodinách, maximální rádius zvlhčení horní strany a nakonec rychlost absorpce horní strany. V Tabulce 31 je možné nalézt pořadí všech kritérií, jejich přiřazené důležitosti a váhy. Váhy byly vypočteny metodou pořadí (viz kapitola 8.2.1) a při stanovování vah byla použita metoda váženého součtu nacházející se v kapitole 8.2.3.

Tabulka 31: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotností sacích papírů po 30 minutách.

Kritérium	**Pořadí**	**Body**	**Váha**
Přírůstek hmotnosti sacích papírů po 30 min	1.	4	0,4
Přírůstek hmotnosti sacích papírů po 2 hodinách	2.	3	0,3
Maximální rádius zvlhčení horní strany	3.	2	0,2
Rychlost absorpce horní strany	4.	1	0,1
	Součet	10	1

V Tabulce 32 je možné nalézt přepočítané kriteriální hodnoty dle vztahu (11), výpočet agregované funkce užitku dle vztahu (12), podle které bylo možné následně určit výsledné pořadí variant.

Tabulka 32: Výpočet agreg. fce. užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hm. sacích pap. po 30 minutách.

Vzorek	Přírůstek hm. sacích papírů po 30 min	Přírůstek hm. sacích papírů po 2h	Maximální rádius zvlhčení horní strany	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,567	1	0,5	0,628	0,69	7.
12	0,739	1	0,786	0,434	0,796	3.
13	0,205	0,826	0,393	1	0,508	8.
14	0	0	0,214	0,114	0,054	10.
21	0,883	1	0,429	0,351	0,774	5.
22	0,906	1	0,25	0,337	0,746	6.
23	0,948	1	0,5	0,316	0,811	1.
24	0,183	0,862	0	0	0,332	9.
15	0,654	1	1	0,467	0,808	2.
25	1	1	0,321	0,27	0,792	4.
Váhy	0,4	0,3	0,2	0,1		

V Tabulce 33 je vidět výsledné pořadí jednotlivých vzorků. Z hlediska nejmenšího přírůstku hmotnosti sacích papírů po 30 minutách od politi podložky se jako nejlepší varianta jeví kombinace materiálů plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23). Druhá nejvhodnější kombinace materiálů je funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15). Nejméně vhodná je pak podle tohoto hodnocení kombinace materiálů funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14). Ale pokud výsledky porovnáme s experimentem simulujícím reálné používání podložky, je možné pozorovat, že plyšová pletenina a polyesterový flís (vzorek 23) nemají tak dobré hodnocení, jak podle výsledků zde vypadá. Naopak funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14) jsou vhodné pro výrobu těchto podložek.

Tabulka 33: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30minutách od politi.

Výsledné pořadí	Vzorek
1.	Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)
2.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
3.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
4.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
5.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)
6.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
7.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
8.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)
9.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
10.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)

8.3.2 Výběr varianty podle maximálního rádiusu zvlhčení horní strany

Zde byl jako hlavní hodnotící kritérium vybrán maximální rádius zvlhčení horní strany, dále přírůstek hmotnosti sacích papírů po 30 minutách, přírůstek hmotnosti sacích papírů po 2 hodinách, a nakonec rychlost absorpce horní strany. V Tabulce 34 je možné nalézt pořadí všech kritérií, jejich přiřazené důležitosti a váhy. Váhy byly vypočteny metodou pořadí (viz kapitola 8.2.1) a při stanovování vah byla použita metoda váženého součtu nacházející se v kapitole 8.2.3.

Tabulka 34: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium maximální rádius zvlhčení horní strany podložky.

Kritérium	**Pořadí**	**Body**	**Váha**
Maximální rádius zvlhčení horní strany	1.	4	0,4
Přírůstek hmotnosti po 30 min	2.	3	0,3
Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách	3.	2	0,2
Rychlost absorpce horní strany	4.	1	0,1
	Součet	10	1

V Tabulce 35 je možné nalézt přepočítané kriteriální hodnoty dle vztahu (11), výpočet agregované funkce užitku dle vztahu (12), podle které bylo možné následně určit výsledné pořadí variant.

Tabulka 35: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium je maximální rádius zvlhčení horní strany podložky.

Vzorek	Maximální rádius zvlhčení horní strany	Přírůstek hm. sacích papírů po 30 min	Přírůstek hm. sacích papírů po 2h	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,5	0,567	1	0,628	0,633	6.
12	0,786	0,739	1	0,434	0,78	2.
13	0,393	0,205	0,826	1	0,484	8.
14	0,214	0	0	0,114	0,097	10.
21	0,429	0,883	1	0,351	0,672	4.
22	0,25	0,906	1	0,337	0,606	7.
23	0,5	0,948	1	0,316	0,716	3.
24	0	0,183	0,862	0	0,227	9.
15	1	0,654	1	0,467	0,843	1.
25	0,321	1	1	0,27	0,655	5.
Váhy	0,4	0,3	0,2	0,1		

V Tabulce 36 je vidět výsledné pořadí jednotlivých vzorků. Z hlediska maximálního rádiusu navlhčení horní strany podložky se jako nejlepší varianta jeví kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15). Druhá nejlepší možná varianta z hlediska maximálního rádiusu zvlhčení horní strany je kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12). Nejméně vhodná je pak podle tohoto hodnocení kombinace materiálů funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14). Při tomto výběru variant se již výsledky blíží experimentu, který simuluje reálné používání podložky. I

zde se jevila jako nejvhodnější pro výrobu absorpční zdravotnické podložky kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15).

Tabulka 36: výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kritérium je maximální rádius zvlhčené horní strany podložky.

Výsledné pořadí	Vzorek
1.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
2.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
3.	Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)
4.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)
5.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
6.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
7.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
8.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)
9.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
10.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)

8.3.3 Hledání optimální varianty

Je vhodné, aby inkontinenční podložka, která se běžně používá v praxi, měla co nejmenší přírůstky hmotností sacích papírů již po 30 minutách od polití a zároveň, aby měla co největší maximální rádius zvlhčení horní strany. Proto byly jako hlavní kritéria zvoleny přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30 minutách a maximální rádius zvlhčení horní strany. Z toho důvodu byly zvoleny stejné váhy pro tato dvě kritéria. Pořadí a váhy jednotlivých parametrů jsou uvedeny v Tabulce 37.

Tabulka 37: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotností sacích papírů po 30 minutách a maximální rádius zvlhčení horní strany podložky.

Kritérium	Pořadí	Body	Váha
Přírůstek hmotnosti po 30 min	1.-2.	3,5	0,35
Maximální rádius zvlhčení horní strany	1.-2.	3,5	0,35
Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách	3.	2	0,2
Rychlost absorpce horní strany	4.	1	0,1
	Součet	10	1

V Tabulce 38 je možné nalézt vypočtené výpočet agregované funkce užitku a následné určené pořadí variant.

Tabulka 38: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí při hledání optimální kombinace.

Vzorek	Přírůstek hm. sacích papírů po 30 min	Maximální radius zvlhčení horní strany	Přírůstek hm. sacích papírů po 2h	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,567	0,5	1	0,628	0,636	7.
12	0,739	0,786	1	0,434	0,777	2.
13	0,205	0,393	0,826	1	0,475	8.
14	0	0,214	0	0,114	0,086	10.
21	0,883	0,429	1	0,351	0,694	4.
22	0,906	0,25	1	0,337	0,638	6.
23	0,948	0,5	1	0,316	0,738	3.
24	0,183	0	0,862	0	0,236	9.
15	0,654	1	1	0,467	0,826	1.
25	1	0,321	1	0,27	0,689	5.
Váhy	0,35	0,35	0,2	0,1		

Tabulka 39: Výsledné pořadí vzorků při hledání optimální kombinace.

Výsledné pořadí	**Vzorek**
1.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
2.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
3.	Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)
4.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)
5.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
6.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
7.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
8.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)
9.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
10.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)

V Tabulce 39 jsou uvedena výsledná pořadí, pokud jako hlavní kritérium byl zvolen přírůstek hmotnosti sacího papíru po 30 minutách a maximální rádius navlhčení horní strany. Zde je výsledek shodný s vlastním experimentem, kde také nejlepší hodnocení měla kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina + flís z viskózy a lnu (vzorek 15). Na druhém místě je vzorek, kde první vrstvu tvořil funkční úplet a druhou 3D pletenina (12), což také odpovídá dobrým výsledkům této kombinace materiálů v prvním experimentu. Ještě je

zde možné pozorovat, že jsou výsledky hodnocení shodné s variantou, kde byla největší váha přikládána maximálnímu rádiusu zvlhčení horní strany podložky.

Dílčí závěr

Cílem vícekriteriálního hodnocení bylo shrnout a sjednotit výsledky vlastního experimentu a hodnocení materiálů provedeném na přístroji MMT. U sendvičových vzorků byly zjišťovány přírůstky hmotností sacích papírů po určitých časových intervalech a na přístroji MMT byl zjišťován jejich management vlhkosti. V této kapitole tedy bylo provedeno vícekriteriální hodnocení varianty, aby bylo možné vzájemně porovnat vzorky podle výsledků v předchozích experimentech.

Vzorek, který by byl nejvhodnější pro výrobu opakovatelně použitelné inkontinenční podložky byl nejprve vybírán podle tří požadovaných variant (viz Příloha 3). První až čtvrté místo měly u všech variant stejné vzorky. Vzorek 13 (funkční úplet + polyesterový flís) byl ve všech variantách na prvním místě vzorek 11 (funkční úplet + rouno) na druhém místě, vzorek 23 (plyšová pletenina + polyesterový flís) byl na třetím místě a vzorek 15 (funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu) se nacházel na čtvrtém místě. Poslední místo ve dvou variantách obsadil vzorek 21 (plyšová pletenina + rouno) a v kombinaci předešlých variant měl nejhorší hodnocení vzorek 14 (funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu).

Tyto výsledky ale neodpovídaly předchozímu experimentu, který simuluje reálné používání podložky, proto bylo ještě zvoleno hodnocení, kde byla velká váha přikládána přírůstku hmotnosti sacího papíru po 30 minutách a maximálnímu rádiusu zvlhčení horní strany. První byla hodnocena varianta, kde se hledala podložka s nejmenším přírůstkem hmotnosti sacích papírů po 30 minutách od polití. Ve druhé variantě byla hledána podložka, kde byl maximální rádius zvlhčení horní strany podložky největší. Nakonec byla zvolena varianta, která byla kombinací předešlých variant. A při tomto hodnocení se již výsledky téměř shodovaly s experimentem, který má simulovat reálné používání podložky. Jako nejlepší se zde jeví kombinace materiálů funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15). Druhá nejlepší kombinace materiálů byla funkční úplet na povrchu a 3D pletenina ve druhé vrstvě (vzorek 12).

Je tedy potřeba vybrat parametry, které jsou pro zdravotnické podložky velice důležité a nezapočítávat do hodnocení nedůležité parametry. Jak se ukázalo, volbou nevhodných parametrů může dojít ke zkreslení výsledků.

Závěr

Cílem této práce bylo provést rešerši, která se týkala hodnocení nasákavosti a transportu kapalné vlhkosti textilií. Také bylo potřeba se zaměřit na možné komplikace, které mohou nastat při kontaktu pokožky s vlhkým textilním materiálem. Následně byly vybrány plošné textilie jako zástupci jednotlivých vrstev opakovatelně použitelných zdravotnických absorpčních podložek, které by právě snižovaly riziko vzniku defektů kůže, jako jsou například dekubity či opruzeniny. Tato opakovatelně použitelná inkontinenční podložka je v těsném kontaktu s lidskou pokožkou a tak se díky svému materiálovému složení a struktuře významně podílí na odvodu vlhkosti od těla.

První experiment byl zaměřen na schopnost absorpční podložky nasát do svého jádra tekutinu, která simulovala únik moči a nepropustit ji zpět na povrch. To bylo provedeno tak, že se povrch podložky polil daným množstvím vody, která se nechala 5 minut vsáknout. Po zvolených časových intervalech, které jsou voleny podle toho, jak zdravotnický personál polohuje imobilní pacienty, se sledovaly hmotnostní přírůstky sacích papírů, které se na polité místo přikládaly a zatěžovaly závažím s definovanými parametry. Byla provedena dvě měření. První měření bylo to, kde podložka složená z vybraných materiálů měla i spodní nepromokavou vrstvu. Toto měření simulovalo použití podložky v praxi. Druhé měření bylo prováděno bez spodní nepromokavé vrstvy a s přírůstky hmotnosti sacích papírů se zároveň sledovalo množství proteklé vody skrz vzorek. To bylo prováděno z důvodu zjištění, zda se tekutina zachytí v savém jádře, či putuje do potencionálně dalších vrstev podložky. Na tento experiment navazuje experiment, který byl proveden pomocí přístroje MMT.

Na přístroji MMT se u jednotlivých vzorků hodnotily jejich vlastnosti managementu vlhkosti. Cílem toho experimentu bylo najít vzorek, který nejlépe odvádí vlhkost ze svého povrchu. Hodnotily se zde vlastnosti jak samotných vrstev, tak vlastnosti sendvičových struktur. Byl zde předpoklad, že druhá vrstva ovlivní vlastnosti managementu vlhkosti první vrstvy, což se potvrdilo. To ukázalo, že je potřeba se zaměřit na hodnocení spíše sendvičového vzorku, než se jen spoléhat na naměřené hodnoty jednotlivých vrstev. To z toho důvodu, že i když mají jednotlivé vrstvy sebelepší výsledky, v sendvičové struktuře takto dobré hodnocení mít nemusí a mohou například přispět ke vzniku dekubitů.

Nakonec bylo využito vícekriteriální hodnocení variant pro závěrečné vyhodnocení naměřených hodnot z předchozích dvou experimentů a následné vybrání vhodných materiálů pro výrobu opakovatelně použitelné inkontinenční podložky. Pomocí této metody byl vybrán

vzorek sendviče, který měl nejlepší kapacitu jednosměrného transportu a zároveň nejmenší přírůstek hmotnosti sacího papíru. Zde překvapivě ve všech variantách měl nejlepší hodnocení vzorek, jehož první vrstvu tvořil funkční úplet a druhou vrstvu polyesterový flís (vzorek 13) a druhý nejlepší výsledek měl funkční úplet s rounem (vzorek 12). Tyto výsledky ale neodpovídají experimentu, který simuluje reálné používání podložky. Výsledky tohoto hodnocení byly ale takové, protože se velká váha přikládala kapacitě jednosměrného transportu vlhkosti. Což se neukázalo jako vhodné, protože kapacita jednosměrného transportu není pro zdravotnickou podložku příliš důležitý parametr. Jelikož byla tloušťka některých podložek příliš velká, nedokázala kapalina dávkovaná přístrojem MMT „doputovat“ až na její rubní stranu a proto měl takovýto vzorek podložky kapacitu jednosměrného transportu hodnocenou jako slabou. To ale neukazuje to, že by se kapalina vsákla do jejího jádra a nebyla pak propuštěna zpět na povrch. Proto jsem se rozhodla se více zaměřit na maximální rádius zvlhčení horní strany podložky, protože čím je větší plocha, do které se kapalina „rozpije“, tím může být přes větší plochu odváděna do druhé savé vrstvy. A také, čím je větší maximální rádius zvlhčení horní strany podložky, tím rychleji může být po namočení povrch této podložky suchý.

Proto tedy bylo ještě zvoleno vícekriteriální hodnocení variant, kde bylo použito méně ukazatelů z přístroje MMT. V tomto hodnocení vystupovaly pouze 4 parametry a to přírůstek hmotnosti sacích papírů po 30 minutách od polití podložky, dále přírůstky hmotností sacích papírů po 2 hodinách od polití, maximální rádius zvlhčení horní strany a rychlost absorpce horní strany podložky. Ukázalo se, že maximální rádius zvlhčení horní strany je mnohem důležitější parametr pro zdravotnickou absorpční podložku, než kapacita jednosměrného transportu. Když byly zvoleny tyto 4 parametry, výsledky se již shodovaly s experimentem simulujícím reálné používání podložky. Jako nejlepší kombinace materiálů pro výrobu zdravotnické absorpční podložky vyšla kombinace funkčního úpletu + 3D pleteniny + flísu z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15). Druhá nejlepší kombinace materiálů byla funkční úplet na povrchu a 3D pletenina ve druhé vrstvě (vzorek 12).

Je tedy dobré nalézt materiály, které mají dobrý odvod vlhkosti, ale pro výrobu podložek je potřeba se zaměřit na více vlastností daných materiálů. Proto není vhodné vybírat materiály pro výrobu pouze podle výsledků z jednoho experimentu, ale je potřeba vzorky podrobit dalšímu testování.

Experimenty ukázaly, že se pro první vrstvu podložky více hodí funkční úplet, než běžně používaná plyšová pletenina, což se potvrdilo i při hodnocení vlastností prvních vrstev

na přístroji MMT. Kapacitu jednosměrného transportu, rychlost absorpce horní strany i rychlost šíření spodní strany mají sice funkční úplet i plyšová pletenina stejnou, ale funkční úplet má lépe hodnocený maximální rádius zvlhčení horní strany, což se ukázalo jako velice důležitá vlastnost první vrstvy. Dále se ukázalo, že použitím 3D pleteniny jako savé vrstvy se docílí velice dobrého odvodu vlhkosti od povrchu podložky a tím dojde i k jeho rychlejšímu uschnutí a tím pádem se sníží riziko vzniku kožních defektů. 3D pletenina tedy velice dobře funguje jako transportní vrstva. Dále je vhodné použít ještě třetí savou vrstvu, kterou tvoří například flís z bambusové viskózy a lnu, který má velice dobrou savost.

Níže budou uvedeny materiály, které bych podle výsledků experimentů doporučila pro výrobu opakovatelně použitelné zdravotnické absorpční podložky:

1. **(vrchní) vrstva** – funkční úplet (100 % PES, funkce Quick dry)
2. **(transportní) vrstva –** 3D pletenina (100 % PES)
3. **(savá) vrstva** – flís z bambusové viskózy a lnu (30 % LI, 45 % CV, 25 % CO)
4. **(spodní nepromokavá) vrstva** – (100 % PES + PUR membrána)

Dále bych ráda dodala, že by nejspíš bylo možné použít místo flísu z bambusové viskózy a lnu polyesterový flís, u kterého by se provedla úprava, aby měl porovnatelné savé schopnosti jako flís z bambusové viskózy a lnu. Tím by se daly popřípadě snížit náklady na výrobu inkontinenční podložky, protože polyesterový flís má nižší pořizovací cenu.

Zdroje

[1] STANĚK, Jaroslav. *Nauka o textilních materiálech. sv. 1., Část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988.

[2] ČSN 80 0828 (800828) : *Plošné textilie. Stanovení savosti vůči vodě. Postup vzlínáním*

[3] VLASATÁ, Monika. *Analýza šíření kapalné vlhkosti materiálem vzhledem ke struktuře textilního materiálu: Analysis of liquid moisture transport through materials considering the textile material structure*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2016. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Antonín Havelka.

[4] PECHOČIÁKOVÁ, Miroslava. *Sorpční vlastnosti vláken* [online prezentace]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://elearning.tul.cz/mod/resource/view.php?id=181600

[5] DAS, Brojeswari, et al. Moisture transmission through textiles: Part I: processes involved in monture transmission and the factorsat play. *AUTEX Research Journal*, 2007, s. 11-111.

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

[7] Wetting. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Wetting

[8] Relationship Between Various Surface Properties of Wool Fibers: Part IV: Wettability. *Textile Research Journal*, 1953, s. 585-588, Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/004051755302300808

[9] HOLUB, Jiří. *Smáčivost povrchu vůči kapalinám a druhá viskozita kapalin*. Brno, 2010. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29171. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Simona Fialová.

[10] *Úhel smáčení* [online]. In: . [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_es-001/hesla/uhel_smaceni.html

[11] *12.1 Fázová rozhraní* [online]. In: . [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://old.vscht.cz/fch/prikladnik/prikladnik/p.12.1.html

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

[13] ČSN 80 0831 (800831) : *Savost plošných textilií. Stanovení nasákavosti*

[14] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví. Díl II*. Liberec. ISBN ISBN 80-7083-825-6.

[15] ČSN EN ISO 4920: *Plošné textilie – stanovení odolnosti vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda).* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2013

[16] Přístroj pro sledování a měření vlhkosti. Moisture management tester. *Návod k použití.*

[17] Moisture Management Tester M290: Brochures. In: *SDLATLAS: MMT: (Moisture Management Tester)* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://admin.sdlatlas.com/public/content/product_brochures/eng_MMT-ENG.pdf

[18] FENYE M., SAU F. F. N., CHI L. P. H., Y L., JY H., An objective method to characterize moisture management properties of disposable diapers. *Textile Research Journal*, 2011, s. 1647-1654, Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517511407375

[19] MIJOVIĆ B., ČUBRIĆ I. S., SKENDERI Z., REISCHL U., Thermographic Assessment of Sweat Evaporation inside Clothing Systems. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2012; 20, 5(94): 81-86. Dostupné z: http://www.fibtex.lodz.pl/article787.html

[20] SUNGANTHI T., SENTHIKUMAR P., Moisture-management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear. *Journal od Industrial Textiles*, 2017, s. 1447-1463. Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1528083717692594

[21] POUCHOVÁ, Tereza. *Alternativní metoda měření transportu kapalné vlhkosti u funkčních materiálů: Alternative method of moisture measuring in a functional materials*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Antonín Havelka

[22] HASALÍKOVÁ, Veronika. *Hodnocení zdravotnických podložek: Evaluation of medical pads*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Renáta Nemčoková.

[23] MIKULA, Jan a Nina MÜLLEROVÁ. *Prevence dekubitů*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2043-2.

[24] Opruzeniny. In: *Moje zdraví* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://www.mojezdravi.cz/nemoci/opruzeniny-2314.html

[25] KEISER C., BECKER C., ROSSI R. M., Moisture Transport and Absorption in Multilayer Protective Clothing Fabrics. *Texile Research Journal*, 2008, s. 604-613. Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517507081309

[26] Staněk J., Kubíčková M.: *Oděvní materiály*, skriptum VŠST Liberec, 1986

[27] *Abena: Textilní podložky* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: http://www.abena.cz/abri-softtextilni-podlozka-75x85-cm.htm

[28] Jak plenka Pampers® funguje a z čeho je vyrobená? In: *Pampers* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://www.pampers.cz/bezpecnost-a-zavazky/kvalita-a-bezpecnost/clanek/z-ceho-jsou-vyrobeny-plenky-pampers

[29] Naty Ekoplenky pro novorozence 1 (2 - 5 kg) (25 ks). In: *Econea* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://www.econea.cz/naty-ekoplenky-pro-novorozence-2-5-kg-26-ks/

[30] Aksamit. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Aksamit

[31] Biobavlněná plenka Megerka. In: *Sijemdetem.cz* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: http://sijemdetem.cz/produkt/biobavln%C4%9Bn%C3%A1-plenka-megerka

[32] Majab Kalhotková plenka velur Oranžová suchý zip. In: *Pulz s.r.o.* [online]. [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: https://www.pulzsro.cz/kat-kalhotkove-pleny-jednovelikostni-zapinani-na-suchy-zip/majab-kalhotkova-plenka-velur-oranzova-suchy-zip/

[33] Produkty: Exsikátor s tubusem, kohoutem NZ 24/29, bez desky, typ 150. In: *Fisher scientific*[online]. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: http://ose.zshk.cz/vyuka/osetrovatelske-diagnozy.aspx?id=40

[34] Decubitus. In: Huidziekten [online]. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: https://www.huidziekten.nl/zakboek/dermatosen/dtxt/Decubitus.htm

[35] BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2014 dotisk. ISBN 978-80-213-1019-3.

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

[37] ČSN EN ISO 9073-6 Textilie - Zkušební metody pro netkané textilie - Část 6: Absorpce

[38] ISO 20158:2018 Textiles — Determination of water absorption time and water absorption capacity of textile fabrics

[39] ŠTOROVÁ, R. Vazby a vzorování pletenin. In: *Dentimedshop* [online]. [cit. 2020-08-25]. Dostupné z: https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-01-02/15-34-43.pdf

[40] DAŇKOVÁ, Šárka. *Výběrové šetření o zdravotním stavu české populace (HIS CR 2002) - Index tělesné hmotnosti (III. díl)* [online]. In: . Česká Republika, 2002, 1. 10. 2002, s. 4 [cit. 2020-08-25]. Dostupné z: http://www.uzis.cz/rychle-informace/vyberove-setreni-zdravotnim-stavu-ceske-populace-his-cr-2002-index-telesne-hmotnosti-iii-dil

[41] *FYZIKA: Příklad na tlak těla a chodidla* [online]. In: . [cit. 2020-08-25]. Dostupné z: https://www.blek.cz/Grant/Sources/FYZ/TLAK4.pdf

[42] Inkontinence moči a její léčba. In: *Urogynekologie-otcenasek* [online]. [cit. 2020-08-25]. Dostupné z: http://www.urogynekologie-otcenasek.cz/inkontinence/

Seznam obrázků

Obrázek 1: Sorpce vodních par. [4] 15
Obrázek 2: Kapka kapaliny na tuhém povrchu [10] 17
Obrázek 3: Vlevo - kapalina povrch smáčí, vpravo - kapalina povrch nesmáčí.[11] 18
Obrázek 4: Exsikátor [33] 20
Obrázek 5: Přístroj Moisture Management tester[17] 23
Obrázek 6: Dekubitus prvního stupně.[34] 31
Obrázek 7: Dekubitus druhého stupně.[34] 31
Obrázek 8: Dekubitus třetího stupně.[34] 32
Obrázek 9: Dekubitus čtvrtého stupně.[34] 32
Obrázek 10: Opakovatelně použitelná podložka.[27] 37
Obrázek 11: Vazba vlevo - dvojitý plyš, vazba vpravo - jednoduchý plyš.[39] 38
Obrázek 12: Jednotlivé části plenky Pampers®[28] 39
Obrázek 13: Jednorázová ekoplenka Naty 1 – absorpční jádro s buničinou, 2 – vrchní potah, 3 – vnější vrstva, 4 – připevňovací poutka, 5 – vrstva zabraňující prosakování, 6 – tkanina obalující absorpční jádro, 7 – potisk[29] 40
Obrázek 14: Látková plena Megerka od Šijemdětem.[31] 41
Obrázek 15: Látková plena Majab od Pulz s.r.o.[32] 42
Obrázek 16: Funkční úplet. 43
Obrázek 18: 3D pletenina 44
Obrázek 17: Plyšová pletenina. 44
Obrázek 19: Rouno 45
Obrázek 20: Polyesterový flís. 45
Obrázek 21: Flís z bambusové viskózy a lnu. 46
Obrázek 22: Spodní nepromokavá vrstva. 46
Obrázek 23: Způsob seskládání absorpční podložky a označení daného vzorku. 47
Obrázek 24: Schéma měření přírůstků hmotnosti sacího papíru se spodní nepromokavou vrstvou. 49
Obrázek 25: Schéma měření přírůstků hmotnosti sacího papíru bez spodní nepromokavé vrstvy. 49
Obrázek 26: Graf přírůstků hmotností sacího papíru v gramech u vzorků s nepromokavou spodní vrstvou. 52
Obrázek 27: Graf přírůstků hmotnosti sacích papírů v gramech bez průběžného zatěžování. 53

Obrázek 28: Graf přírůstků hmotnosti sacích papírů v gramech u vzorků bez spodní nepromokavé vrstvy. 55
Obrázek 29: Graf množství proteklé vody v mililitrech skrz jednotlivé vzorky. 55
Obrázek 30: Graf přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech původních a nových podložek se spodní nepromokavou vrstvou. 57
Obrázek 31: Graf přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech původních a nových podložek bez spodní nepromokavé vrstvy. 58
Obrázek 32: Graf množství proteklé vody skrz jednotlivé vzorky. (porovnání s novými podložkami). 59
Obrázek 33: Paprskový graf hodnocení prvních vrstev na přístroji MMT. 62
Obrázek 34: Paprskový graf hodnocení druhých vrstev na přístroji MMT. 66
Obrázek 35: Paprskový graf hodnocení sendvičových vzorků, kde první vrstvu tvoří funkční úplet na přístroji MMT. 70
Obrázek 36: Paprskový graf hodnocení sendvičových vzorků na přístroji MMT, kde první vrstvu tvoří plyšová pletenina. 75
Obrázek 37: Paprskový graf hodnocení třívrstvých sendvičových vzorků na přístroji MMT. 77
Obrázek 38: Hadový graf pro vzorek funkčního úpletu. 130
Obrázek 39: Hadový graf pro vzorek plyšové pleteniny. 131
Obrázek 40: Hadový graf pro vzorek rouna z netkané textilie. 131
Obrázek 42: Hadový graf pro vzorek polyesterového flísu. 132
Obrázek 41: Hadový graf pro vzorek 3D pleteniny. 132
Obrázek 43: Hadový graf pro vzorek flísu z bambusové viskózy a lnu. 133
Obrázek 44:Hadový graf pro vzorek 11 (funkční úplet+rouno) 133
Obrázek 45: Hadový graf pro vzorek 12 (funkční úplet+3D pletenina). 134
Obrázek 46: Hadový graf pro vzorek 13 (funkční úplet+polyesterový flís). 134
Obrázek 47: Hadový graf pro vzorek 14 (funkční úplet+ flís z bambusové viskózy a lnu). . 135
Obrázek 48: Hadový graf pro vzorek 21 (plyšová pletenina+rouno). 135
Obrázek 49: Hadový graf pro vzorek 21 (plyšová pletenina+3D pletenina). 136
Obrázek 50: Hadový graf pro vzorek 23 (plyšová pletenina+polyesterový flís). 136
Obrázek 52: Hadový graf pro vzorekc25 (plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu). 137
Obrázek 51: hadový graf pro vzorek 24 (plyšová pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu). 137

Obrázek 53: Hadový graf pro vzorek 15 (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu). 138

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výhody a nevýhody jednotlivých druhů plen a inkontinenčních podložek. 42
Tabulka 2: Funkční úplet. 43
Tabulka 3: Plyšová pletenina. 43
Tabulka 4: 3D pletenina. 44
Tabulka 5: Rouno 44
Tabulka 6: Polyesterový flís. 45
Tabulka 7: Flís z bambusové viskózy a lnu. 45
Tabulka 8: Spodní nepromokavá vrstva. 46
Tabulka 9: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech se spodní nepromokavou vrstvou. 50
Tabulka 10: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v procentech se spodní nepromokavou vrstvou. 51
Tabulka 11: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech bez spodní nepromokavé vrstvy. 54
Tabulka 12: Výsledky měření přírůstků hmotnosti sacího papíru v gramech bez spodní nepromokavé vrstvy. 54
Tabulka 13: Výsledky měření pro Funkční úplet. 60
Tabulka 14: Výsledky měření pro vzorek plyšové pleteniny. 61
Tabulka 15: Výsledky měření pro rouno. 63
Tabulka 16: Výsledky měření pro 3D pleteninu. 64
Tabulka 17: Výsledky měření pro flís z bambusové viskózy a lnu. 65
Tabulka 18: Výsledky měření pro polyesterový flís. 65
Tabulka 19: Výsledky měření pro funkční úplet+rouno. 67
Tabulka 20: Výsledky měření pro funkční úplet+3D pleteninu. 68
Tabulka 21: Výsledky měření pro funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu. 68
Tabulka 22: Výsledky měření pro funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu. 69
Tabulka 23 Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+rouno. 71
Tabulka 24: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+3D pleteninu. 72
Tabulka 25: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+polyesterový flís. 73
Tabulka 26: Výsledky měření pro plyšovou pleteninu+flís z bambusové viskózy a lnu. 74
Tabulka 27: Výsledky měření pro funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu. 76

Tabulka 28:Výsledky měření pro první vrstvu z podložky plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu. 77
Tabulka 29: Převod minimalizačních hodnot na maximalizační. 84
Tabulka 30: Výběr nejlepších (h_j) a nejhorších (d_j) hodnot. 85
Tabulka 31: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotností sacích papírů po 30 minutách. 86
Tabulka 32: Výpočet agreg. fce. užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hm. sacích pap. po 30 minutách. 86
Tabulka 33: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30minutách od polití. 87
Tabulka 34: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium maximální rádius zvlhčení horní strany podložky. 88
Tabulka 35: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium je maximální rádius zvlhčení horní strany podložky. 88
Tabulka 36: výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kritérium je maximální rádius zvlhčené horní strany podložky. 89
Tabulka 37: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotností sacích papírů po 30 minutách a maximální rádius zvlhčení horní strany podložky. 89
Tabulka 38: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí při hledání optimální kombinace. 90
Tabulka 39: Výsledné pořadí vzorků při hledání optimální kombinace. 90
Tabulka 40: Výpočet průměrné hmotnosti sacího papíru, se kterou se bude následně počítat. 109
Tabulka 41: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 11. 110
Tabulka 42: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku11. 110
Tabulka 43: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 12. 111
Tabulka 44: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 12. 111
Tabulka 45: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 13. 112
Tabulka 46: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 13. 112
Tabulka 47: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 14. 113
Tabulka 48: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 14. 113
Tabulka 49: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 21. 114
Tabulka 50: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 21. 114
Tabulka 51: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 22. 115

Tabulka 52: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 22. 115
Tabulka 53: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 23. 116
Tabulka 54: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 23. 116
Tabulka 55: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 24. 117
Tabulka 56: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 24. 117
Tabulka 57: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 11 bez spodní nepromokavé vrstvy. 118
Tabulka 58: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 11 bez spodní nepromokavé vrstvy. 118
Tabulka 59: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 12 bez spodní nepromokavé vrstvy. 119
Tabulka 60: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 12 bez spodní nepromokavé vrstvy. 119
Tabulka 61: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 13 bez spodní nepromokavé vrstvy. 120
Tabulka 62: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 13 bez spodní nepromokavé vrstvy. 120
Tabulka 63: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 14 bez spodní nepromokavé vrstvy. 121
Tabulka 64: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 14 bez spodní nepromokavé vrstvy. 121
Tabulka 65: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 21 bez spodní nepromokavé vrstvy. 122
Tabulka 66: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 21 bez spodní nepromokavé vrstvy. 122
Tabulka 67: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 22 bez spodní nepromokavé vrstvy. 123
Tabulka 68: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 22 bez spodní nepromokavé vrstvy. 123
Tabulka 69: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 23 bez spodní nepromokavé vrstvy. 124
Tabulka 70: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 23 bez spodní nepromokavé vrstvy. 124

Tabulka 71: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 24 bez spodní nepromokavé vrstvy. 125
Tabulka 72: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 24 bez spodní nepromokavé vrstvy. 125
Tabulka 73: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 15. 126
Tabulka 74: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 15. 126
Tabulka 75: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 25. 127
Tabulka 76: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 25. 127
Tabulka 77: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 15 bez spodní nepromokavé vrstvy. 128
Tabulka 78: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 15 bez spodní nepromokavé vrstvy. 128
Tabulka 79: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 25 bez spodní nepromokavé vrstvy. 129
Tabulka 80: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 25 bez spodní nepromokavé vrstvy. 129
Tabulka 81: Stupnice hodnocení pro ukazatele hodnocené na přístroji MMT. 130
Tabulka 82: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium kapacita jednosměrného transportu. 139
Tabulka 83: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium je kapacita jednosměrného transportu. 139
Tabulka 84: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium je kapacita jednosměrného transportu. 140
Tabulka 85: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotnosti sacích papírů. 141
Tabulka 86: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů. 141
Tabulka 87: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů. 142
Tabulka 88:Pořadí, body a váhy pro hledání optimální varianty. 142
Tabulka 89: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí při hledání optimální kombinace. 143
Tabulka 90: Výsledné pořadí vzorků při hledání optimální kombinace. 143

Přílohy

Příloha 1

Informace k návrhu experimentu měření schopnosti absorpce textilie

Průměrná hmotnost dospělého člověka

Dle výběrového šetření o zdravotním stavu české populace (HIS CR 2002) - Index tělesné hmotnosti (III. díl) z roku 2002 Ústavu zdravotnických informací a statistik České Republiky [40] je průměrná hmotnost ženy 68,4 Kg (průměrná výška je 164,9 cm). A průměrná hmotnost muže je 82,1 Kg (průměrná výška je 177,8 cm). Z toho je vyvozena průměrná hmotnost dospělé osoby, která činí 75,3 Kg ($\frac{68,4\ Kg+82,1\ Kg}{2}$).

Výpočet parametrů závaží

Tíha člověka – tíha vyjadřuje působení tělesa (člověka) v tíhovém poli Země na jiná tělesa (např. na matraci, vodorovnou podložku atd.). Tíha je vektor, který míří do středu Země a stanoví se: $G = \mathrm{m} \cdot \mathrm{g}$ = 75,3Kg·9,81$\frac{m}{s^2}$ = 738,7N

Kde:

G…tíha

m…hmotnost tělesa/člověka

g…tíhové zrychlení

Když si člověk lehne na vodorovnou podložku, je plocha, kterou se tělo dotýká podložky asi 20 dm^2.[41] Z toho:

$\mathrm{p} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{S}} = \frac{738,7N}{20dm^2}$= 36,9$\frac{N}{dm^2}$ => Je potřeba závaží, které má základnu o velikosti 1dm^2 a váží 3,69 Kg.

Zjištění, kolik vody se bude nalévat na vzorky

Kapacita močového měchýře je 500-700ml. Nucení močit se dostavuje při náplni 250-300ml u mužů a 150-200ml u žen. Při inkontinenci se uvolní necelých 50 ml moči. Proto se bude na podložku nalévat 45 ml vody. [42]

Výsledky měření

Výpočty:

Průměr:

$$\tilde{x} = \frac{1}{\mathrm{n}} \sum_{1}^{\mathrm{n}} \mathrm{x_i} \tag{13}$$

Výběrový rozptyl:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2$$

Směrodatná odchylka (výběrová)

$$\mathrm{s} = \sqrt{\mathrm{s}^2} \tag{14}$$

Variační koeficient

$$\mathrm{v} = \frac{\mathrm{s}}{\overline{\mathrm{x}}} \cdot 100 \qquad [\%] \tag{15}$$

Průměrná hmotnost sacího papíru o velikosti 10x10cm

Tabulka 40: Výpočet průměrné hmotnosti sacího papíru, se kterou se bude následně počítat.

Vzorek	Hmotnost [g]
1	0,801
2	0,798
3	0,822
4	0,818
5	0,809
6	0,813
7	0,817
8	0,814
9	0,820
10	0,824
11	0,808
12	0,826
13	0,821
14	0,829
15	0,819
$\bar{x}$	0,816
Rozptyl	0,000073
Směrodatná odchylka	0,0089
Variační koeficient [%]	1,09

V tabulkách 41 – 80 je uveden přírůstek hmotnosti sacího papíru nasáklého vodou pro každý vzorek, který byl 10 sekund zatížen závažím na politém místě, po daných časových intervalech.

Vzorek 11 (funkční úplet+rouno)

Tabulka 41: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 11.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,498	1,353	1,105	1,124	0,515	0,518	1,395
2	1,520	1,433	1,158	0,980	0,724	0,324	1,373
3	1,477	1,444	1,307	0,982	0,571	0,462	1,380
$\bar{x}$	1,498	1,41	1,19	1,0287	0,6033	0,4347	1,383
Rozptyl	0,0031	0,0016	0,0073	0,0045	0,0078	0,0066	0,00008
Směrodatná odchylka	0,0215	0,0497	0,1047	0,0826	0,1082	0,0998	0,0112
Variační koeficient [%]	1,44	3,52	8,80	8,03	17,93	22,97	0,83

Tabulka 42: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku11.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	183,58	165,81	135,42	137,75	63,11	63,48	170,96
2	186,27	175,61	141,91	120,1	88,73	39,71	168,26
3	181	176,96	160,17	120,34	69,98	56,62	169,12
$\bar{x}$	183,62	172,79	145,83	126,06	73,94	53,27	169,45
Rozptyl	4,6295	24,6872	109,79	68,2987	117,2382	99,78	1,2684
Směrodatná odchylka	2,6352	6,0853	12,833	10,1217	13,2611	12,234	1,3793
Variační koeficient [%]	1,44	3,52	8,80	8,03	17,93	22,97	0,83

Vzorek 12 (funkční úplet+3D pletenina)

Tabulka 43: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 12.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	0,808	0,673	0,229	0,104	0,034	0,010	0,014
2	0,795	0,701	0,284	0,047	0,053	0,008	0,025
3	0,816	0,765	0,146	0,022	0,041	0,023	0,012
$\bar{x}$	0,806	0,713	0,2197	0,0577	0,0467	0,0137	0,017
Rozptyl	0,00007	0,0015	0,0032	0,0012	0,00006	0,00005	0,00003
Směrodatná odchylka	0,0106	0,0476	0,0695	0,042	0,0096	0,0081	0,007
Variační koeficient [%]	1,31	6,61	31,63	72,88	22,52	59,59	41,18

Tabulka 44: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 12.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	99,02	82,48	28,06	12,75	4,17	1,23	1,72
2	97,43	85,91	34,8	5,76	6,5	0,98	3,06
3	100	93,75	17,89	2,7	5,02	2,82	1,47
$\bar{x}$	98,82	87,38	26,92	7,07	5,23	1,68	2,08
Rozptyl	1,1215	22,2493	48,3116	17,6918	0,9269	0,6640	0,4874
Směrodatná odchylka	1,297	5,777	8,5128	5,1515	1,1791	0,998	0,855
Variační koeficient [%]	1,31	6,61	31,63	72,88	22,52	59,59	41,18

Vzorek 13 (funkční úplet+polyesterový flís)

Tabulka 45: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 13.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,600	1,505	1,346	1,314	1,175	1,120	1,312
2	1,584	1,559	1,348	1,375	1,105	1,104	1,246
3	1,610	1,582	1,294	1,322	1,333	1,116	1,299
$\bar{x}$	1,598	1,5487	1,3293	1,337	1,2043	1,1133	1,229
Rozptyl	0,0001	0,0010	0,0006	0,0007	0,0091	0,00004	0,0008
Směrodatná odchylka	0,0131	0,0395	0,0306	0,0332	0,1168	0,0083	0,035
Variační koeficient [%]	0,82	2,55	2,30	2,48	9,7	0,75	2,72

Tabulka 46: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 13.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	196,08	184,44	164,95	161,03	143,99	137,25	160,78
2	194,12	191,05	165,2	168,5	135,42	135,29	152,7
3	197,3	193,87	158,58	162,01	163,36	136,76	159,19
$\bar{x}$	1,6	1,55	1,33	1,34	1,2	1,11	1,29
Rozptyl	0,0001	0,001	0,0006	0,0007	0,0091	4,62E-05	0,0008
Směrodatná odchylka	0,0131	0,0395	0,0306	0,0332	0,1168	0,0083	0,035
Variační koeficient [%]	0,82	2,55	2,30	2,48	9,7	0,75	2,72

Vzorek 14 (funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu)

Tabulka 47: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 14.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,326	1,274	1,356	0,945	1,210	0,821	0,188
2	1,480	1,357	1,254	1,294	1,143	0,994	0,389
3	1,401	1,361	1,233	1,214	0,818	0,919	0,251
$\bar{x}$	1,402	1,3307	1,281	1,151	1,057	0,9113	0,276
Rozptyl	0,004	0,0016	0,0029	0,0223	0,0293	0,0050	0,0071
Směrodatná odchylka	0,077	0,0491	0,0658	0,1828	0,2097	0,0868	0,1028
Variační koeficient [%]	5,49	3,69	5,14	15,88	19,84	9,52	37,25

Tabulka 48: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 14.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	162,5	156,13	166,18	115,81	148,28	100,61	23,04
2	181,37	166,3	153,68	158,58	140,07	121,81	47,67
3	171,69	166,79	151,1	148,77	100,25	112,62	30,76
$\bar{x}$	171,85	163,07	156,99	141,05	129,53	111,68	33,82
Rozptyl	59,3595	24,145	43,36809	334,6523	439,9908	75,3485	105,7982
Směrodatná odchylka	9,4361	6,0181	8,0655	22,4049	25,6902	10,6312	12,5975
Variační koeficient [%]	5,49	3,69	5,14	15,88	19,84	9,52	37,25

Vzorek 21 (plyšová pletenina+rouno)

Tabulka 49: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 21.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,315	1,298	1,184	1,175	1,191	1,200	1,241
2	1,330	1,265	1,147	1,198	1,157	1,174	1,133
3	1,282	1,281	1,175	1,171	1,154	1,216	1,196
$\bar{x}$	1,309	1,2813	1,1687	1,1813	1,1673	1,1065	1,19
Rozptyl	0,0004	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0,002
Směrodatná odchylka	0,0246	0,0165	0,0193	0,0146	0,0206	0,0133	0,054
Variační koeficient [%]	1,876	1,29	1,65	1,23	1,76	1,20	4,56

Tabulka 50: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 21.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	161,15	159,07	145,1	143,99	145,96	147,06	152,08
2	162,99	155,02	140,56	146,81	141,79	143,87	138,85
3	157,11	156,99	143,99	143,5	141,42	149,02	146,57
$\bar{x}$	160,42	157,03	143,22	144,77	143,06	146,65	145,83
Rozptyl	6,0313	2,7344	3,7343	2,1276	4,2375	4,50447	29,4435
Směrodatná odchylka	3,0078	2,0252	2,3667	1,7865	2,5212	2,5994	6,6457
Variační koeficient [%]	1,876	1,29	1,65	1,23	1,76	1,20	4,56

Vzorek 22 (plyšová pletenina+3D pletenina)

Tabulka 51: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 22.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,065	0,884	0,905	0,164	0,057	0	1,241
2	1,093	0,978	0,978	0,037	0,099	0,071	1,146
3	1,000	0,759	0,869	0,081	0,060	0,022	1,122
$\bar{x}$	1,0527	0,8737	0,9173	0,094	0,072	0,031	1,17
Rozptyl	0,0015	0,0080	0,0021	0,0028	0,0004	0,0009	0,0026
Směrodatná odchylka	0,0477	0,1099	0,0555	0,0645	0,0234	0,0364	0,063
Variační koeficient [%]	4,53	12,58	6,05	68,61	32,54	117,24	5,38

Tabulka 52: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 22.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	130,51	108,33	110,91	20,1	6,99	0	152,08
2	133,95	119,85	119,85	4,53	12,13	8,7	140,44
3	122,55	93,01	106,5	9,93	7,35	2,69	137,5
$\bar{x}$	129	107,06	112,42	11,52	8,82	3,8	143,34
Rozptyl	22,795	120,8665	30,8438	41,6682	5,4886	13,2274	39,6344
Směrodatná odchylka	5,8474	13,4648	6,8019	7,9058	2,8693	4,4543	7,7105
Variační koeficient [%]	4,53	12,58	6,05	68,61	32,54	117,24	5,38

Vzorek 23 (plyšová pletenina+polyesterový flís)

Tabulka 53: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 23.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,299	1,268	1,147	1,184	1,114	0,905	1,186
2	1,332	1,237	1,117	1,167	0,996	1,112	1,239
3	1,257	1,271	1,183	1,092	1,055	1,007	1,260
$\bar{x}$	1,296	1,2587	1,149	1,1477	1,055	1,008	1,228
Rozptyl	0,0009	0,0002	0,0007	0,0016	0,0023	0,0071	0,00097
Směrodatná odchylka	0,0376	0,0188	0,0330	0,049	0,059	0,1035	0,038
Variační koeficient [%]	2,90	1,5	2,88	4,27	5,59	10,27	3,10

Tabulka 54: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 23.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	159,19	155,39	140,56	145,1	136,52	110,91	145,34
2	163,24	151,53	136,89	143,01	122,06	136,27	151,84
3	154,04	155,76	144,98	133,82	129,29	123,41	154,41
$\bar{x}$	158,82	154,23	140,81	140,6433	129,29	123,53	150,53
Rozptyl	14,173´9	3,6588	10,9393	24,0069	34,8486	107,1955	14,5689
Směrodatná odchylka	4,6109	2,3427	4,0508	6,0009	7,23	12,6804	4,6748
Variační koeficient [%]	2,90	1,5	2,88	4,27	5,59	10,27	3,10

Vzorek 24 (plyšová pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu)

Tabulka 55: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 24.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,285	1,111	0,675	0,754	0,262	0,151	0
2	1,134	0,996	0,629	0,700	0,081	0,124	0
3	1,226	1,019	0,874	0,498	0,114	0,087	0
$\bar{x}$	1,215	1,042	0,726	0,6507	0,1523	0,1207	0
Rozptyl	0,0039	0,0025	0,0113	0,0121	0,0062	0,0007	0
Směrodatná odchylka	0,0761	0,0609	0,1302	0,1349	0,0964	0,0321	0
Variační koeficient [%]	6,26	5,84	17,94	20,74	63,28	26,63	-

Tabulka 56: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 24.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	157,48	136,15	82,72	92,4	32,11	18,5	0
2	138,97	122,06	77,08	85,78	9,93	15,2	0
3	15025	124,88	107,11	61,03	13,97	10,66	0
$\bar{x}$	150,16	137,99	101,59	104	57,11	52,37	51,47
Rozptyl	64,6176	190,9745	946,503	451,9203	2686,968	2525,156	5298,322
Směrodatná odchylka	9,8451	16,9252	37,6796	26,0361	63,4858	61,5446	89,1486
Variační koeficient [%]	6,26	5,84	17,94	20,74	63,28	26,63	-

Vzorek 11 bez (funkční úplet+rouno bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 57: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 11 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,401	0,345	0,321	0,048	0	0
2	0,418	0,368	0,294	0,057	0	0
3	0,439	0,351	0,308	0,051	0	0
$\bar{x}$	0,4193	0,3547	0,3077	0,052	0	0
Rozptyl	0,0002	0,00009	0,00012	0,00001	0	0
Směrodatná odchylka	0,0190	0,0119	0,0135	0,0046	0	0
Variační koeficient [%]	4,54	3,36	4,39	8,81	-	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 42 ml

Tabulka 58: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 11 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	49,14	42,28	39,34	5,88	0	0
2	51,23	45,1	36,03	6,99	0	0
3	53,8	43,01	37,75	6,25	0	0
$\bar{x}$	51,39	43,46	37,71	6,37	0	0
Rozptyl	3,6321	1,4282	1,827	0,213	0	0
Směrodatná odchylka	2,3341	1,4636	1,6554	0,56518	0	0
Variační koeficient [%]	4,54	3,36	4,39	8,81	-	-

Vzorek 12 bez (funkční úplet+3D pletenina bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 59: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 12 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	2,348	2,142	0,210	0,020	0	0
2	2,452	1,967	0,195	0,036	0	0
3	2,305	2,044	0,154	0,018	0	0
$\bar{x}$	2,3683	2,051	0,1863	0,0247	0	0
Rozptyl	0,0038	0,0051	0,0006	0,00006	0	0
Směrodatná odchylka	0,0756	0,0877	0,0289	0,0099	0	0
Variační koeficient [%]	3,19	4,28	15,56	39,99	-	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 34 ml

Tabulka 60: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 12 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	287,75	262,5	25,74	2,45	0	0
2	300,49	241,05	23,9	4,41	0	0
3	282,48	250,49	18,87	2,21	0	0
$\bar{x}$	290,24	251,35	22,84	3,02	0	0
Rozptyl	57,16	77,0507	8,4315	0,971	0	0
Směrodatná odchylka	9,2596	10,7506	3,5563	1,2069	0	0
Variační koeficient [%]	3,19	4,28	15,56	39,99	-	-

Vzorek 13 bez (funkční úplet+polyesterový flís bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 61: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 13 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,910	0,966	0,866	0,555	0,199	0,138
2	0,994	0,897	0,573	0,637	0,392	0,200
3	0,938	0,945	0,697	0,610	0,254	0,165
$\bar{x}$	0,9473	0,936	0,712	0,6007	0,282	0,168
Rozptyl	0,0012	0,0008	0,01442	0,0012	0,0066	0,0006
Směrodatná odchylka	0,0427	0,0354	0,1471	0,0418	0,0994	0,0311
Variační koeficient [%]	4,51	3,78	20,66	6,96	35,30	18,54

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 32ml

Tabulka 62: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 13 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	111,52	118,38	106,13	68,01	24,38	16,91
2	121,81	109,93	70,22	78,06	48,04	24,51
3	114,95	115,81	85,42	74,75	31,13	20,22
$\bar{x}$	116,09	114,71	87,26	73,61	34,52	20,55
Rozptyl	18,301	12,5091	216,608	17,4874	99,034	9,68
Směrodatná odchylka	5,2394	4,3317	18,0253	5,1216	12,1882	3,8105
Variační koeficient [%]	4,51	3,78	20,66	6,96	35,30	18,54

Vzorek 14 bez (funkční úplet+flís z bambusové viskózy a lnu bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 63: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 14 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,732	0,743	0,614	0,129	0,054	0
2	0,752	0,697	0,532	0,134	0,049	0
3	0,796	0,723	0,551	0,115	0,045	0
$\bar{x}$	0,760	0,721	0,566	0,126	0,049	0
Rozptyl	0,0072	0,0004	0,0012	0,00006	0,00001	0
Směrodatná odchylka	0,0327	0,0231	0,0429	0,0098	0,0045	0
Variační koeficient [%]	4,31	3,2	7,59	7,82	9,14	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 3,5ml

Tabulka 64: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 14 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	89,71	31,05	75,25	15,81	6,62	0
2	92,16	85,42	65,2	16,42	6	0
3	97,55	88,6	67,52	14,09	5,51	0
$\bar{x}$	93,14	68,36	69,32	15,44	6,04	0
Rozptyl	10,7245	697,5791	18,4598	0,9733	0,2063	0
Směrodatná odchylka	4,0108	32,3476	5,2621	1,2083	0,5562	0
Variační koeficient [%]	4,31	3,2	7,59	7,82	9,14	-

Vzorek 21 bez (plyšová pletenina+rouno bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 65: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 21 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,896	0,593	0,076	0,038	0	0
2	0,864	0,636	0,083	0,042	0	0
3	0,895	0,622	0,090	0,029	0	0
$\bar{x}$	0,885	0,617	0,083	0,036	0	0
Rozptyl	0,0002	0,0003	0,00003	0,00003	0	0
Směrodatná odchylka	0,0182	0,0219	0,007	0,0067	0	0
Variační koeficient [%]	2,06	3,55	8,43	18,33	-	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 38ml

Tabulka 66: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 21 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	109,8	72,67	9,31	4,66	0	0
2	105,88	77,94	10,17	5,15	0	0
3	109,68	76,23	11,03	3,55	0	0
$\bar{x}$	108,45	75,61	10,17	4,45	0	0
Rozptyl	3,3134	4,819	0,4931	0,448	0	0
Směrodatná odchylka	2,2294	2,6886	0,86	0,82	0	0
Variační koeficient [%]	2,06	3,55	8,43	18,33	-	-

Vzorek 22 bez (plyšová pletenina+polyesterový flís+3D pletenina bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 67: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 22 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	1,256	0,973	0,012	0	0	0
2	1,183	0,911	0,131	0	0	0
3	1,041	0,951	0,057	0	0	0
$\bar{x}$	1,16	0,945	0,067	0	0	0
Rozptyl	0,008	0,0007	0,0024	0	0	0
Směrodatná odchylka	0,1093	0,0314	0,0601	0	0	0
Variační koeficient [%]	9,43	3,33	90,13	-	-	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 21ml

Tabulka 68: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 22 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	153,92	119,24	1,47	0	0	0
2	144,98	111,64	16,05	0	0	0
3	127,57	116,54	6,99	0	0	0
$\bar{x}$	142,16	115,81	8,17	0	0	0
Rozptyl	119,706	9,8956	36,1256	0	0	0
Směrodatná odchylka	13,4	3,8527	7,3613	0	0	0
Variační koeficient [%]	9,43	3,33	90,13	-	-	-

Vzorek 23 bez (plyšová pletenina+polyesterový flís bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 69: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 23 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,925	0,805	0,628	0,176	0,166	0,046
2	0,846	0,717	0,529	0,163	0,154	0,032
3	1,029	0,784	0,588	0,170	0,125	0,039
$\bar{x}$	0,933	0,769	0,582	0,169	0,148	0,039
Rozptyl	0,0056	0,0014	0,0017	0,00003	0,0003	0,00003
Směrodatná odchylka	0,0918	0,046	0,0498	0,0065	0,0211	0,007
Variační koeficient [%]	9,83	5,98	7,82	3,83	14,21	17,95

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 17 ml

Tabulka 70: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 23 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	113,36	98,65	76,96	21,57	20,34	5,64
2	103,68	87,87	64,83	19,98	18,87	3,92
3	126,1	96,08	72,06	20,83	15,32	4,78
$\bar{x}$	114,38	94,2	71,28	20,79	18,18	4,78
Rozptyl	84,2963	21,1353	24,8244	0,422	4,44	0,4931
Směrodatná odchylka	11,2448	5,6305	6,1022	0,7956	2,5808	0,86
Variační koeficient [%]	9,83	5,98	7,82	3,83	14,21	17,95

Vzorek 24 bez (plyšová pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 71: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 24 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,946	0,243	0,016	0,023	0,026	0
2	0,824	0,359	0,055	0,017	0,011	0
3	0,803	0,314	0,041	0,029	0,020	0
$\bar{x}$	0,858	0,305	0,037	0,023	0,019	0
Rozptyl	0,004	0,0023	0,00026	0,00002	0,00004	0
Směrodatná odchylka	0,0772	0,0585	0,0198	0,006	0,0076	0
Variační koeficient [%]	9,003	19,15	52,92	26,09	39,74	-

Množství proteklé vody – ze 45 ml po nalití proteklo 5 ml

Tabulka 72: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 24 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	115,93	29,78	1,96	2,82	3,19	0
2	100,98	43,99	6,74	2,08	1,35	0
3	98,41	38,48	5,02	3,55	2,45	0
$\bar{x}$	105,11	37,42	4,57	2,82	2,33	0
Rozptyl	59,6731	34,2194	3,9078	0,3602	0,5715	0
Směrodatná odchylka	9,461	7,1644	2,4211	0,7351	0,9259	0
Variační koeficient [%]	9,003	19,15	52,92	26,09	39,74	-

Vzorek 15 (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu)

Tabulka 73: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 15.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,354	0,103	0,044	0	0	0	0
2	0,979	0,096	0,058	0	0	0	0
3	1,248	0,159	0,069	0	0	0	0
$\bar{x}$	1,194	0,119	0,057	0	0	0	0
Rozptyl	0,0249	0,0008	0,0001	0	0	0	0
Směrodatná odchylka	0,1933	0,0345	0,0125	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	16,19	28,94	21,98	-	-	-	-

Tabulka 74: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 15.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	165,93	12,62	5,39	0	0	0	0
2	119,98	11,76	7,11	0	0	0	0
3	152,94	19,49	8,46	0	0	0	0
$\bar{x}$	146,28	14,62	6,99	0	0	0	0
Rozptyl	374,056	11,9655	1,5784	0	0	0	0
Směrodatná odchylka	23,6872	4,2365	1,5387	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	16,19	28,94	21,98	-	-	-	-

Vzorek 25 (plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu)

Tabulka 75: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 25.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [g]
1	1,104	0,722	0,538	0,086	0,073	0,011	0
2	1,236	0,806	0,731	0,057	0,056	0,019	0
3	1,193	0,711	0,566	0,065	0,039	0	0
$\bar{x}$	1,178	0,746	0,612	0,069	0,056	0,01	0
Rozptyl	0,003	0,0018	0,0073	0,0002	0,0002	0,00006	0
Směrodatná odchylka	0,0673	0,052	0,1043	0,015	0,017	0,0095	0
Variační koeficient [%]	5,72	6,96	17,05	21,6	30,36	95,39	-

Tabulka 76: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 25.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách bez průběžného zatěžování [%]
1	135,29	88,48	65,93	10,54	8,95	1,35	0
2	151,47	98,77	89,58	6,99	6,86	2,33	0
3	146,2	87,13	69,36	7,97	4,78	0	0
$\bar{x}$	144,32	91,46	74,96	8,5	6,86	1,23	0
Rozptyl	45,3993	27,0218	108,8818	2,2409	2,8982	0,9124	0
Směrodatná odchylka	8,2522	6,3665	12,78	1,8334	2,085	1,1699	0
Variační koeficient [%]	5,72	6,96	17,05	21,6	30,36	95,39	-

Vzorek 15 bez (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 77: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 15 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	1,474	0,639	0,273	0,055	0	0
2	1,339	0,725	0,266	0,068	0	0
3	1,247	0,699	0,198	0,023	0	0
$\bar{x}$	1,353	0,688	0,246	0,049	0	0
Rozptyl	0,0087	0,00023	0,0011	0,0004	0	0
Směrodatná odchylka	0,1142	0,0441	0,0414	0,0232	0	0
Variační koeficient [%]	8,44	6,41	16,86	47,59	-	-

Množství proteklé vody 6 ml

Tabulka 78: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 15 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	180,64	78,31	33,46	6,74	0	0
2	164,1	88,85	32,6	8,33	0	0
3	152,82	85,66	24,26	2,82	0	0
$\bar{x}$	165,85	84,27	30,11	5,96	0	0
Rozptyl	130,5292	19,4767	17,215	5,3616	0	0
Směrodatná odchylka	13,9926	5,4051	5,0816	2,8359	0	0
Variační koeficient [%]	8,44	6,41	16,86	47,59	-	-

Vzorek 25 bez (plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu bez spodní nepromokavé vrstvy)

Tabulka 79: Přírůstky hmotností sacích papírů v gramech u vzorku 25 bez spodní nepromokavé vrstvy.

Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [g]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [g]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [g]
1	0,343	0,066	0	0	0	0
2	0,458	0,095	0	0	0	0
3	0,405	0,081	0	0	0	0
$\bar{x}$	0,402	0,081	0	0	0	0
Rozptyl	0,0022	0,0001	0	0	0	0
Směrodatná odchylka	0,0576	0,0145	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	14,32	17,98	-	-	-	-

Množství proteklé vody 17 ml

Tabulka 80: Přírůstky hmotností sacích papírů v procentech u vzorku 25 bez spodní nepromokavé vrstvy.

.Číslo vzorku sacího papíru	Přírůstek hmotnosti po 5 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 15 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 30 minutách [%]	Přírůstek hmotnosti po 1 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 1,5 hodině [%]	Přírůstek hmotnosti po 2 hodinách [%]
1	42,03	8,09	0	0	0	0
2	56,13	11,64	0	0	0	0
3	49,63	9,93	0	0	0	0
$\bar{x}$	49,26	9,89	0	0	0	0
Rozptyl	33,2022	2,1014	0	0	0	0
Směrodatná odchylka	7,0572	1,7754	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	14,32	17,98	-	-	-	-

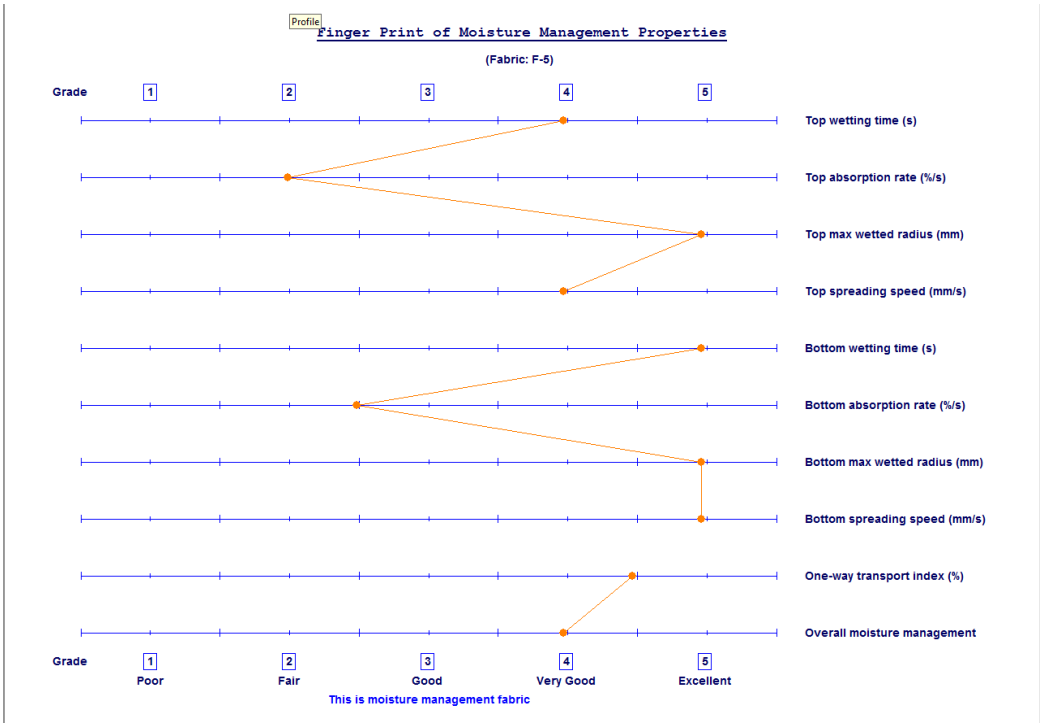
Příloha 2

Tabulka 81 obsahuje stupnici hodnocení pro ukazatele, kterými se zabývám při vyhodnocování výsledků měření na přístroji MMT.

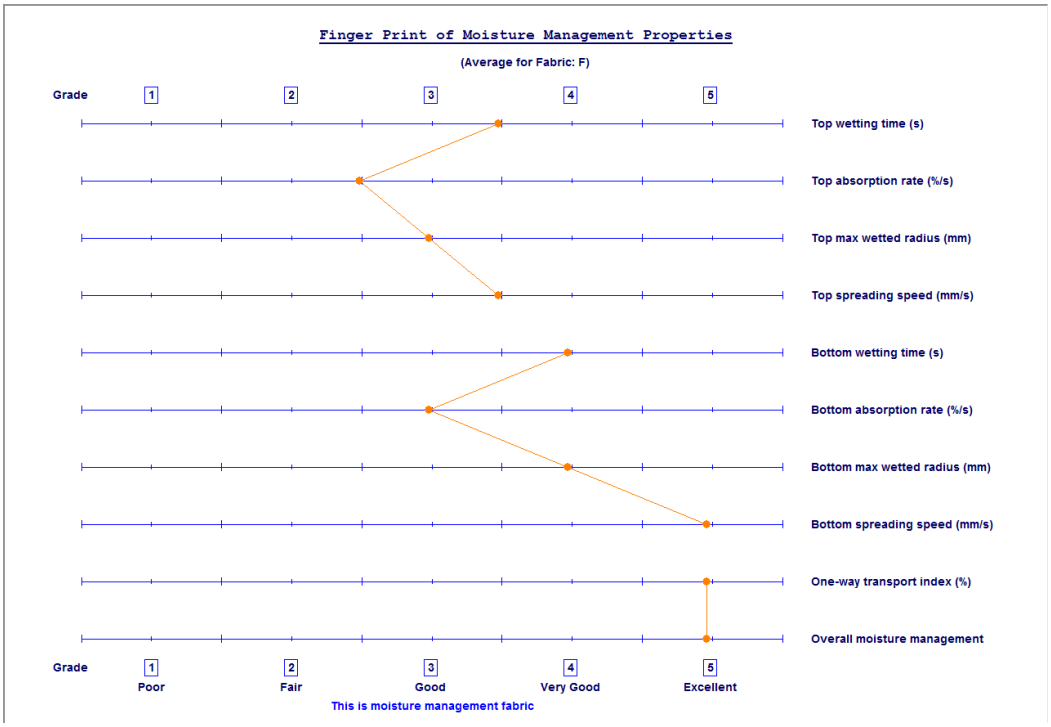
Tabulka 81: Stupnice hodnocení pro ukazatele hodnocené na přístroji MMT.

Index \ Stupeň		1	2	3	4	5
Čas zvlhčení (sek.)	Vrch	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Bez zvlhčení	Pomalý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
	Spodek	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Bez zvlhčení	Pomalý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
Rychlost absorpce (%/sek.)	Vrch	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodek	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Max zvlhčení radius	Vrch	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Bez zvlhčení	Malý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
	Spodek	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Bez zvlhčení	Malý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
Rychlost šíření (mm/sek.)	Vrch	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalý	Pomalý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
	Spodek	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalý	Pomalý	Střední	Rychlý	Velmi rychlý
Kapacita jednosm. transportu		<-50	-50~100	100~200	200~400	>400
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Vynikající
OMMC		0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	>0.8
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Vynikající

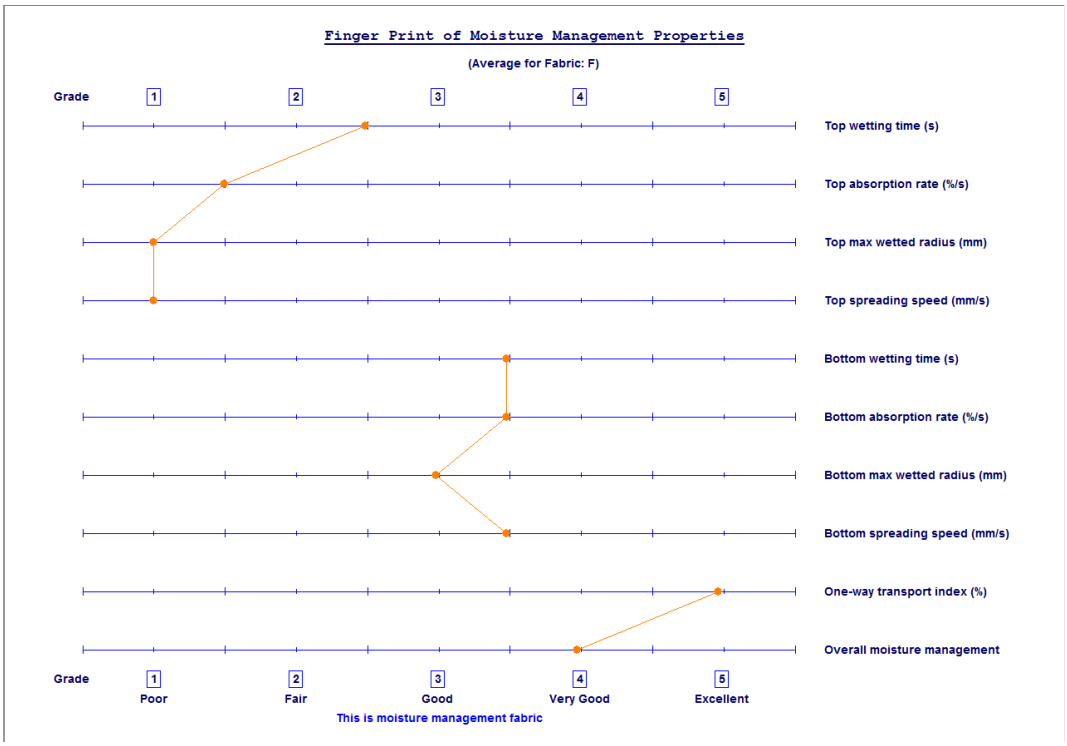
Grafy z přístroje MMT



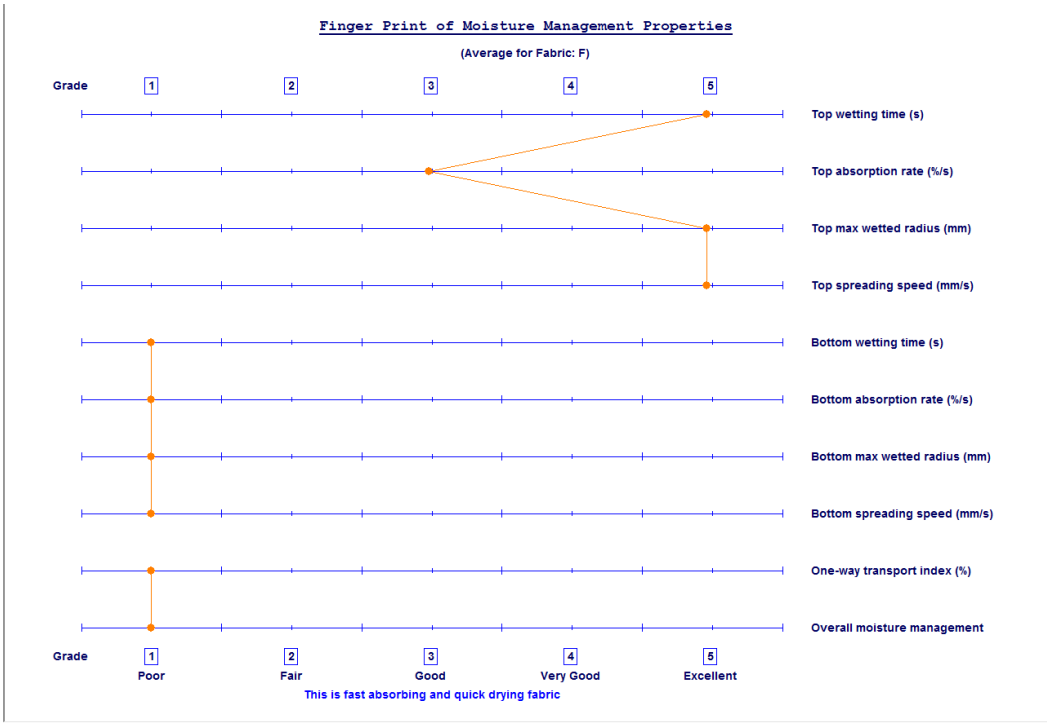
Obrázek 38: Hadový graf pro vzorek funkčního úpletu.



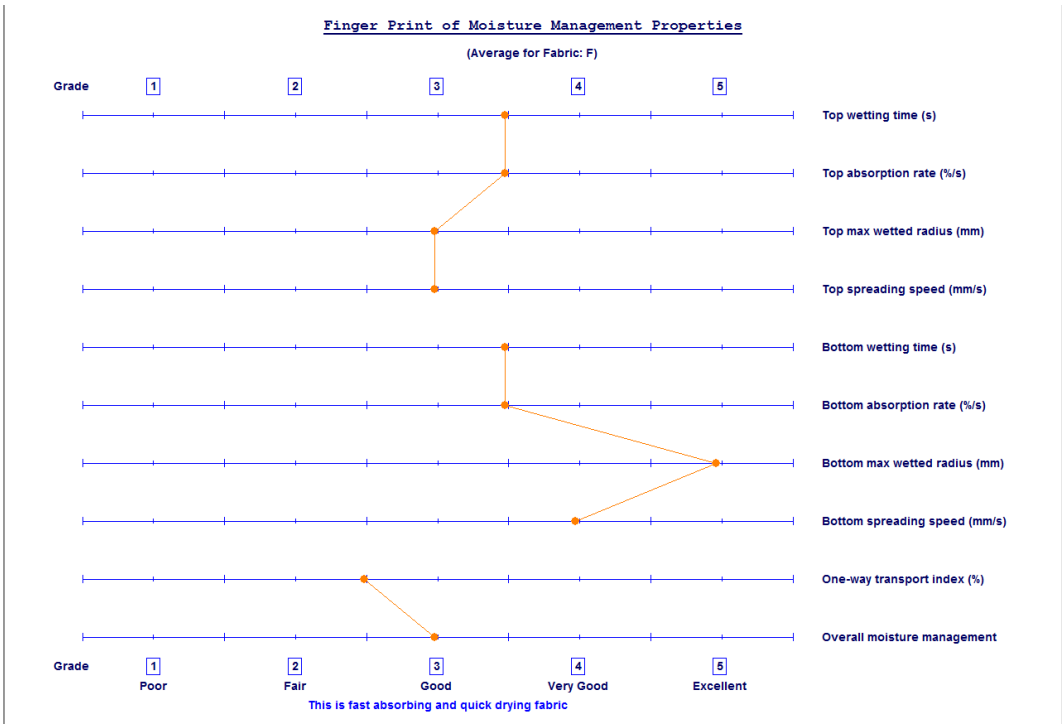
Obrázek 39: Hadový graf pro vzorek plyšové pleteniny.



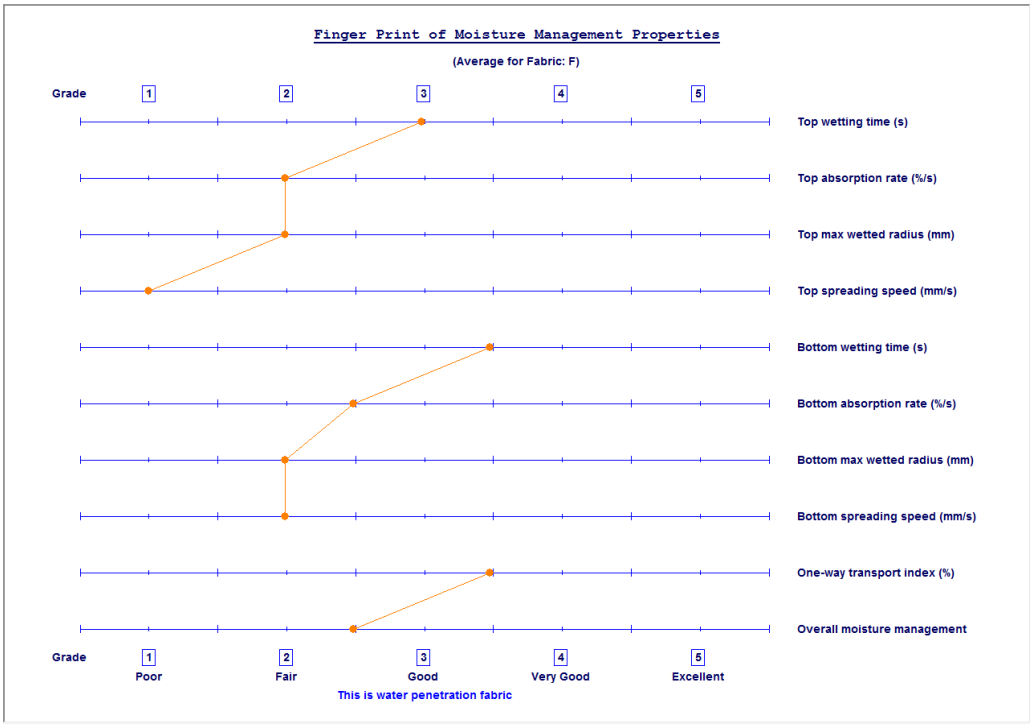
Obrázek 40: Hadový graf pro vzorek rouna z netkané textilie.



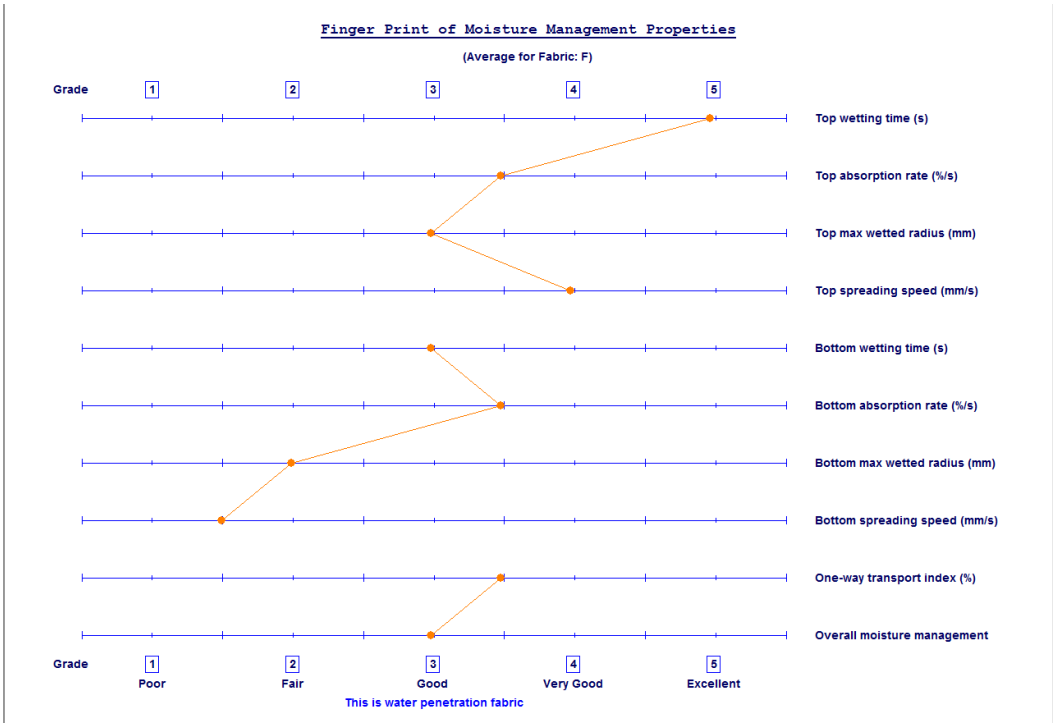
Obrázek 41: Hadový graf pro vzorek 3D pleteniny.



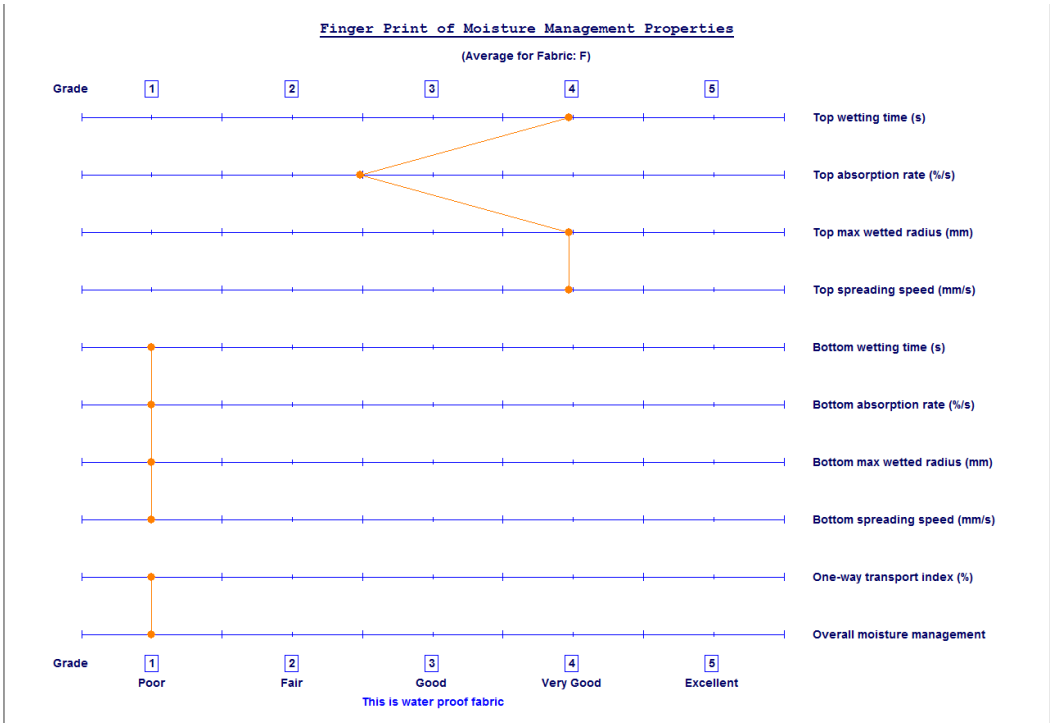
Obrázek 42: Hadový graf pro vzorek polyesterového flísu.



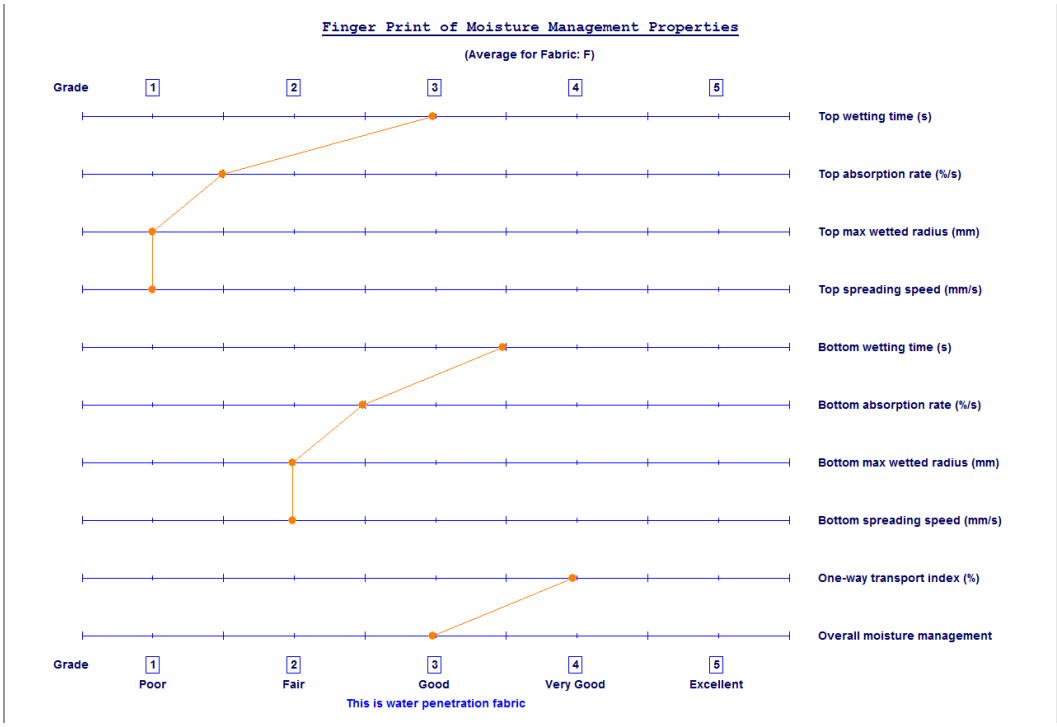
Obrázek 43: Hadový graf pro vzorek flísu z bambusové viskózy a lnu.



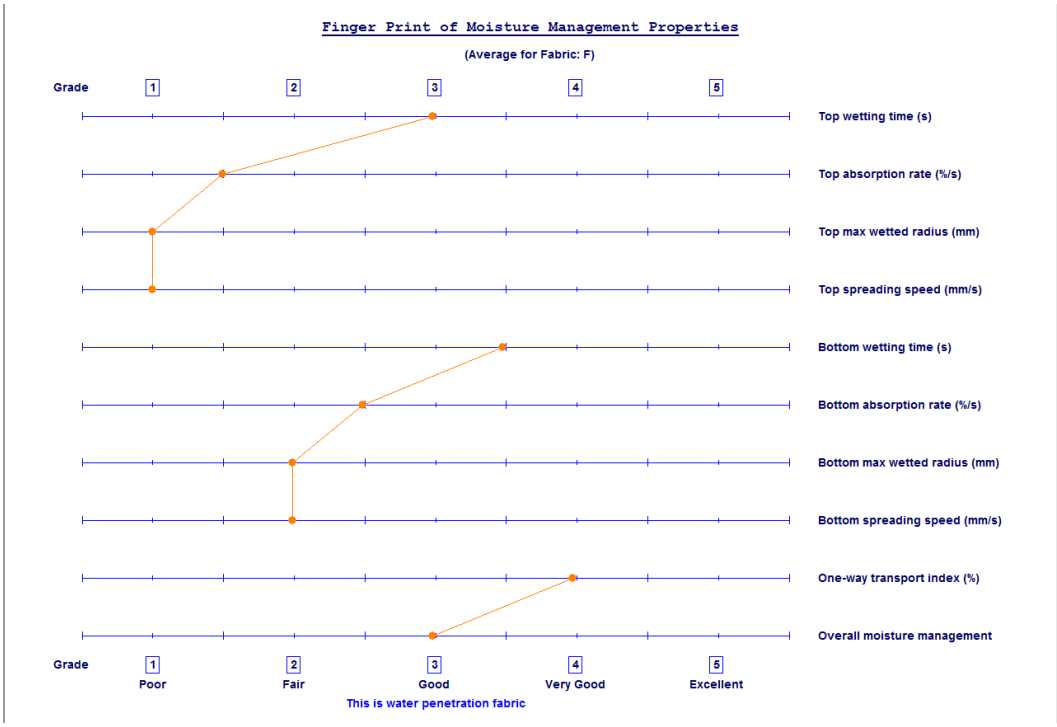
Obrázek 44:Hadový graf pro vzorek 11 (funkční úplet+rouno)



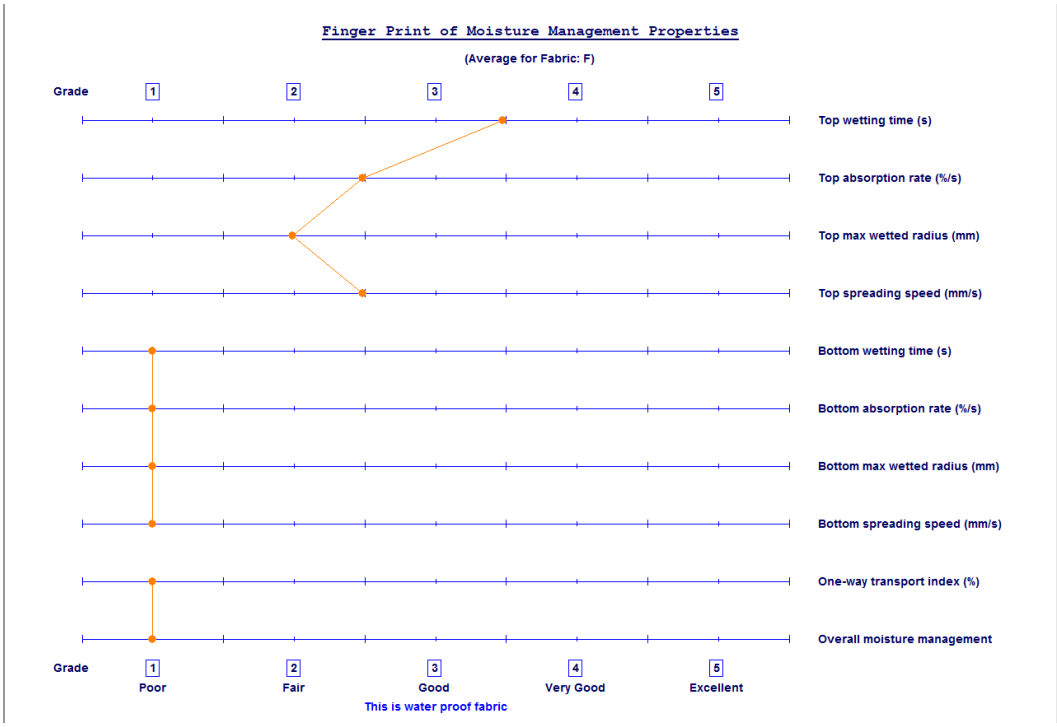
Obrázek 45: Hadový graf pro vzorek 12 (funkční úplet+3D pletenina).



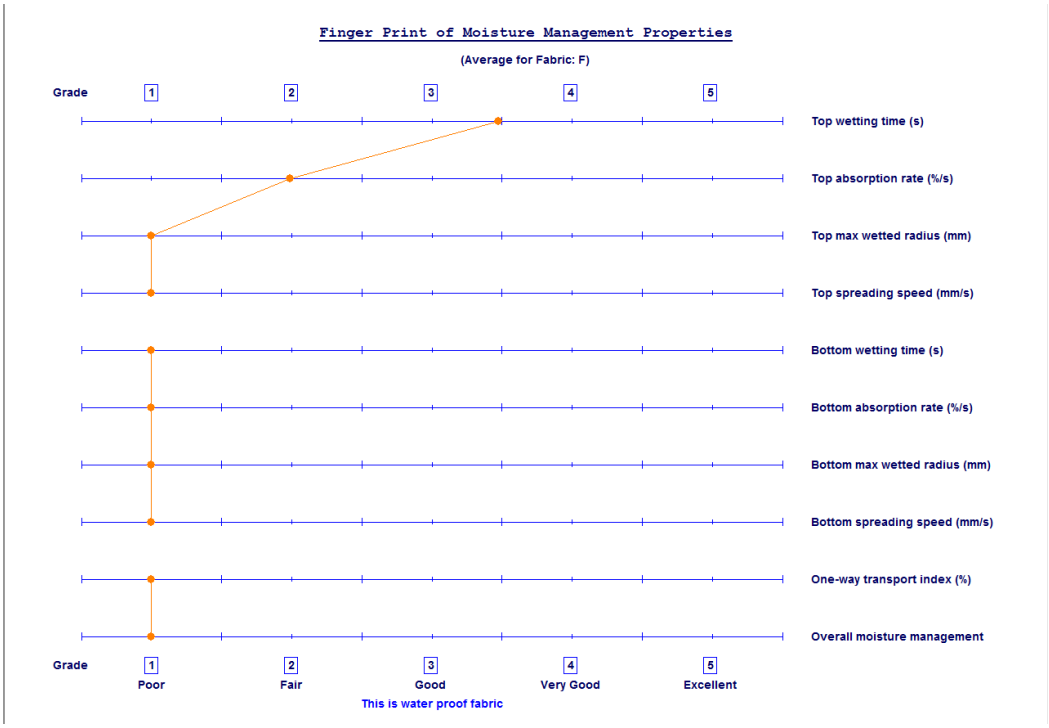
Obrázek 46: Hadový graf pro vzorek 13 (funkční úplet+polyesterový flís).



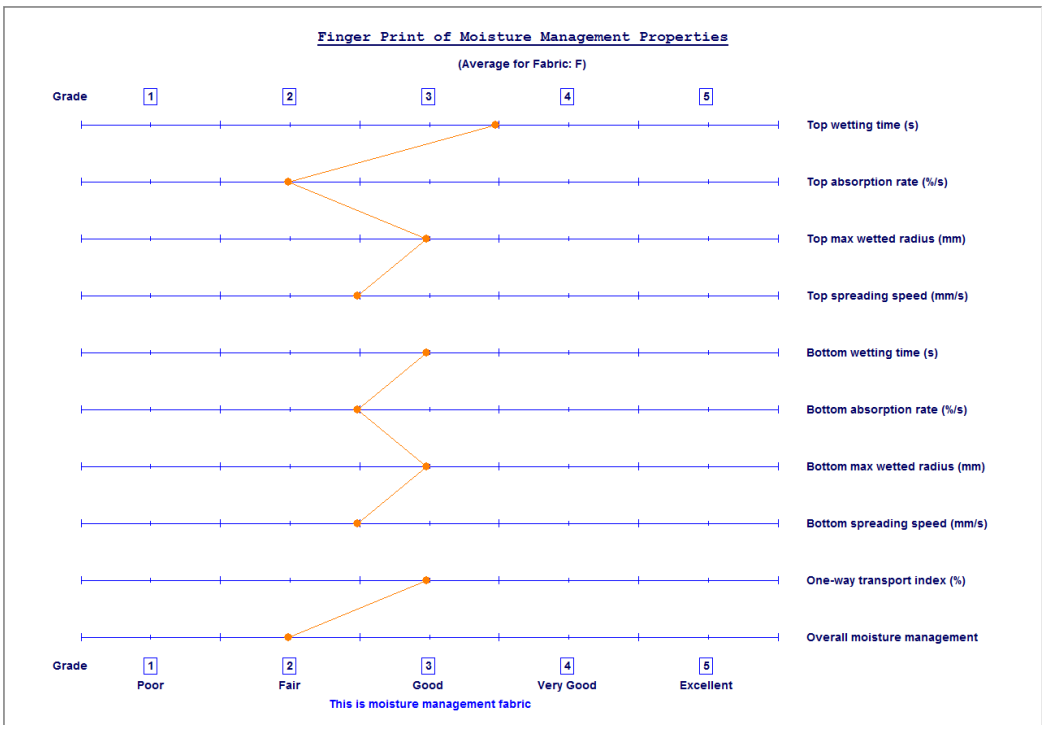
Obrázek 47: Hadový graf pro vzorek 14 (funkční úplet+ flís z bambusové viskózy a lnu).



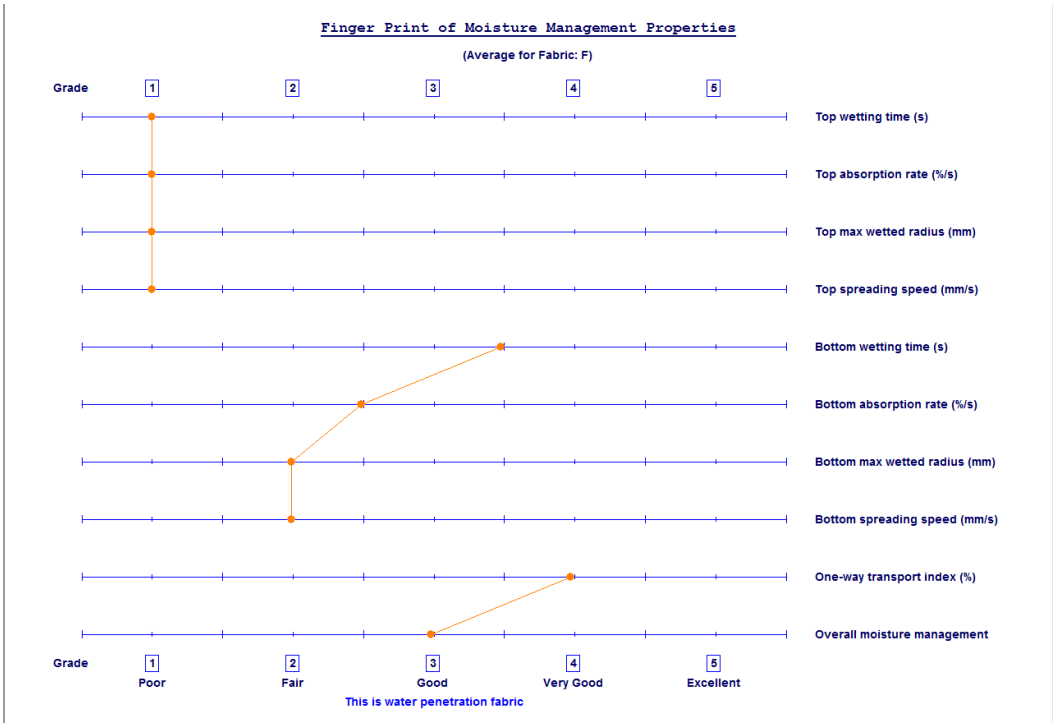
Obrázek 48: Hadový graf pro vzorek 21 (plyšová pletenina+rouno).



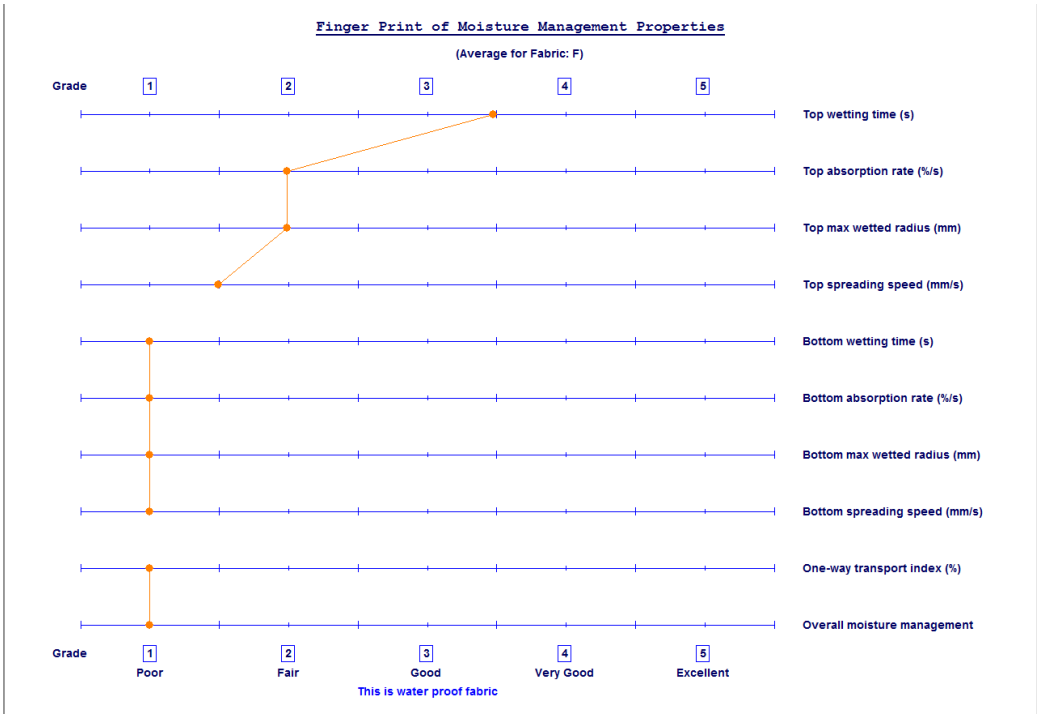
Obrázek 49: Hadový graf pro vzorek 21 (plyšová pletenina+3D pletenina).



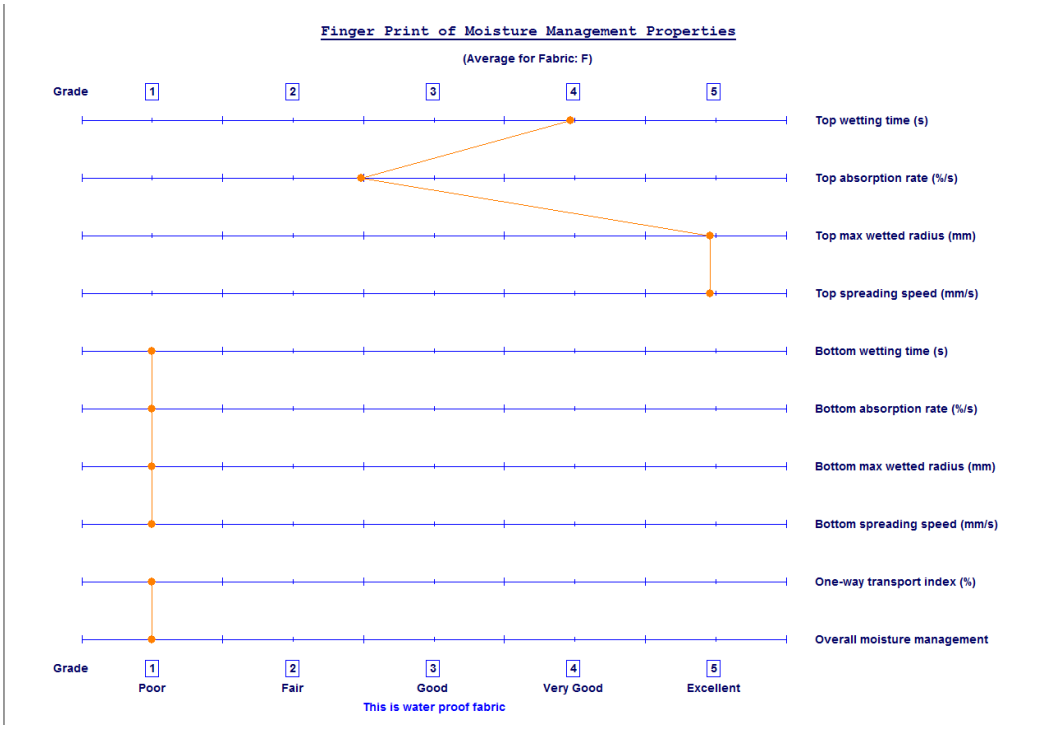
Obrázek 50: Hadový graf pro vzorek 23 (plyšová pletenina+polyesterový flís).



Obrázek 51: hadový graf pro vzorek 24 (plyšová pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu).



Obrázek 52: Hadový graf pro vzorekc25 (plyšová pletenina+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu).



Obrázek 53: Hadový graf pro vzorek 15 (funkční úplet+3D pletenina+flís z bambusové viskózy a lnu).

Příloha 3

Výběr varianty podle kapacity jednosměrného transportu

Výběr této varianty ukáže, který ze vzorků nejlépe odpovídá zadaným parametrům. Zde byla jako hlavní hodnotící kritérium vybrána kapacita jednosměrného transportu, dále absorpce horní a spodní strany. V Tabulce 82 je možné nalézt pořadí všech kritérií, jejich přiřazené důležitosti a váhy. Váhy byly vypočteny metodou pořadí (viz kapitola 8.2.1) a při stanovování pořadí variant byla využita metoda váženého součtu (kapitola 8.2.3).

Tabulka 82: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium kapacita jednosměrného transportu.

Kritérium	**Pořadí**	**Body**	**Váha**
Kapacita jednosměrného transportu [%]	1.	7	0,25
Rychlost absorpce horní strana [%/s]	2.	6	0,21
Rychlost absorpce spodní strana [%/s]	3.	5	0,18
Rychlost šíření kapaliny horní strana [mm/s]	4.	4	0,14
Rychlost šíření kapaliny spodní strana [mm/s]	5.	3	0,11
Přírůstek hmotnosti po 30 min	6.	2	0,07
Přírůstek hmotnosti po 2h	7.	1	0,04
	Součet	28	1

V Tabulce 83 je možné nalézt výpočet agregované funkce užitku, podle které bylo možné následně určit výsledné pořadí variant.

Tabulka 83: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium je kapacita jednosměrného transportu.

Vzorek	Kapacita jednosměrného transp. [%]	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Rychlost absorpce spodní str. [%/s]	Rychlost šíření kapaliny horní str. [mm/s]	Rychlost šíření kapaliny spodní str. [mm/s]	Přírůstek hm. po 30 min	Přírůstek hm. po 2h	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,577	0,628	0,77	0,813	0,319	0,567	1	0,643	2.
12	0,08	0,434	0	1	0	0,739	1	0,343	7.
13	1	1	1	0,478	1	0,205	0,826	0,864	1.
14	0,748	0,114	0,446	0,105	0,45	0	0	0,355	5.
21	0,161	0,351	0	0,414	0	0,883	1	0,273	10.
22	0,292	0,337	0	0,211	0	0,906	1	0,277	9.
23	0,565	0,316	0,377	0,543	0,45	0,948	1	0,504	3.
24	0,755	0	0,396	0	0,395	0,183	0,862	0,350	6.
15	0	0,467	0	1,433	0	0,654	1	0,384	4.

25	0,324	0,27	0	0,261	0	1	1	0,282	8.
Váhy	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

V Tabulce 84 je vidět výsledné pořadí jednotlivých vzorků. Z hlediska kapacity jednosměrného transportu kapaliny se jako nejlepší jeví kombinace materiálů funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13). Na druhém místě se také nachází vzorek, který má první vrstvu tvořenou funkčním úpletem a druhou vrstvu tvoří rouno (vzorek 11). Na posledním, tedy 10. místě se nachází vzorek 21 (plyšová pletenina + rouno).

Tabulka 84: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium je kapacita jednosměrného transportu.

Výsledné pořadí	Vzorek
1.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)
2.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
3.	Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)
4.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
5.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)
6.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
7.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
8.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
9.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
10.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)

Hodnocení podle přírůstku hmotnosti sacích papírů.

Jako druhá možnost pro výběr materiálů pro inkontinenční podložku se nabízí sledovat přírůstky hmotností sacích papírů. To z toho důvodů, že je možné sledovat, jak rychle uschne povrch podložky, který byl například pomočen. Proto byly jako nejdůležitější kritérium pro tuto variantu vybrány přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30 minutách, dále po 2 hodinách. Důležitosti a pořadí kritérií pro tuto variantu jsou uvedeny v tabulce 85.

Tabulka 85: Pořadí, body a váhy pro hlavní hodnotící kritérium přírůstky hmotnosti sacích papírů.

Kritérium	**Pořadí**	**Body**	**Váha**
Přírůstek hmotnosti po 30 min	1.	7	0,25
Přírůstek hmotnosti po 2h	2.	6	0,21
Rychlost absorpce horní strana [%/s]	3.	5	0,18
Rychlost absorpce spodní strana [%/s]	4.	4	0,14
Rychlost šíření kapaliny horní strana [mm/s]	5.	3	0,11
Rychlost šíření kapaliny spodní strana [mm/s]	6.	2	0,07
Kapacita jednosměrného transportu [%]	7.	1	0,04
	Součet	28	1

V Tabulce 86 je možné nalézt výpočet agregované funkce užitku, podle které bylo možné následně určit výsledné pořadí variant.

Tabulka 86: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů.

Vzorek	Přírůstek hm. po 30 min	Přírůstek hm. po 2h	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Rychlost absorpce spodní str. [%/s]	Rychlost šíření kapaliny horní str. [mm/s]	Rychlost šíření kapaliny spodní str. [mm/s]	Kapacita jednosměrného transp. [%]	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,567	1	0,628	0,77	0,813	0,319	0,577	0,701	1.
12	0,739	1	0,434	0	1	0	0,08	0,531	5.
13	0,205	0,826	1	1	0,478	1	1	0,683	2.
14	0	0	0,114	0,446	0,105	0,45	0,748	0,231	10.
21	0,883	1	0,351	0	0,414	0	0,161	0,467	7.
22	0,906	1	0,337	0	0,211	0	0,292	0,450	8.
23	0,948	1	0,316	0,377	0,543	0,45	0,565	0,660	3.
24	0,183	0,862	0	0,396	0	0,395	0,755	0,360	9.
15	0,654	1	0,467	0	1,433	0	0	0,580	4.
25	1	1	0,27	0	0,261	0	0,324	0,483	6.
Váhy	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

Tabulka 87 ukazuje výsledné pořadí jednotlivých vzorků, kdy hlavní hodnotící kritérium byly přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30 minutách.. I zde se jako nejlepší kombinace materiálů jevil vzorek 13 (funkční úplet + polyesterový flís) a nejhůře vzorek 21 (plyšová pletenina + rouno).

Tabulka 87: Výsledné pořadí vzorků, kdy hlavní kriterium jsou přírůstky hmotnosti sacích papírů.

Výsledné pořadí	Vzorek
1.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 14)
2.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
3.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 23)
4.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
5.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 13)
6.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
7.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
8.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
9.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
10.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)

Hledání optimální varianty

Je vhodné, aby inkontinenční podložka, která se běžně používá v praxi, měla co nejmenší přírůstky hmotností sacích papírů a zároveň, aby měla dobrou kapacitu jednosměrného přenosu. Proto byly jako hlavní kritéria zvoleny přírůstky hmotnosti sacích papírů po 30 minutách a kapacita jednosměrného transportu. Proto byly zvoleny stejné váhy pro tyto dvě kritéria. Pořadí a váhy jednotlivých parametrů jsou uvedeny v Tabulce 88.

Tabulka 88:Pořadí, body a váhy pro hledání optimální varianty.

Kritérium	Pořadí	Body	Váha
Přírůstek hmotnosti po 30 min	1.-2.	6,5	0,23
Kapacita jednosměrného transportu [%]	1.-2.	6,5	0,23
Přírůstek hmotnosti po 2h	3.	5	0,18
Rychlost absorpce horní strana [%/s]	4.	4	0,14
Rychlost absorpce spodní strana [%/s]	5.	3	0,11
Rychlost šíření kapaliny horní strana [mm/s]	6.	2	0,07
Rychlost šíření kapaliny spodní strana [mm/s]	7.	1	0,04
	Součet	28	1

V Tabulce 89 je možné nalézt vypočtené výpočet agregované funkce užitku a následné určené pořadí variant.

Tabulka 89: Výpočet agregované funkce užitku a určení pořadí při hledání optimální kombinace.

Vzorek	Přírůstek hm. po 30 min	Kapacita jednosměrného transp. [%]	Přírůstek hm. po 2h	Rychlost absorpce horní str. [%/s]	Rychlost absorpce spodní str. [%/s]	Rychlost šíření kapaliny horní str. [mm/s]	Rychlost šíření kapaliny spodní str. [mm/s]	Agregovaná funkce užitku $u(A_i)$	Výsledné pořadí
11	0,567	0,577	1	0,628	0,77	0,813	0,319	0,626	2.
12	0,739	0,08	1	0,434	0	1	0	0,391	6.
13	0,205	1	0,826	1	1	0,478	1	0,774	1.
14	0	0,748	0	0,114	0,446	0,105	0,45	0,268	10.
21	0,883	0,161	1	0,351	0	0,414	0	0,375	8.
22	0,906	0,292	1	0,337	0	0,211	0	0,382	7.
23	0,948	0,565	1	0,316	0,377	0,543	0,45	0,565	3.
24	0,183	0,755	0,862	0	0,396	0	0,395	0,297	9.
15	0,654	0	1	0,467	0	1,433	0	0,398	4.
25	1	0,324	1	0,27	0	0,261	0	0,396	5.
Váhy	0,23	0,23	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04		

Tabulka 90: Výsledné pořadí vzorků při hledání optimální kombinace.

Výsledné pořadí	**Vzorek**
1.	Funkční úplet + polyesterový flís (vzorek 13)
2.	Funkční úplet + rouno (vzorek 11)
3.	Plyšová pletenina + polyesterový flís (vzorek 23)
4.	Funkční úplet + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 15)
5.	Plyšová pletenina + 3D pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 25)
6.	Funkční úplet + 3D pletenina (vzorek 12)
7.	Plyšová pletenina + 3D pletenina (vzorek 22)
8.	Plyšová pletenina + rouno (vzorek 21)
9.	Plyšová pletenina + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 24)
10.	Funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14)

Jak je vidět ve výsledkách v Tabulce 90 tak se jako optimální kombinace materiálů pro výrobu opakovatelně použitelné podložky jeví funkční úplet a polyesterový flís (vzorek 13). Dále pak funkční úplet a rouno (vzorek 11). Nejméně vhodná by pak pro tuto podložku byla kombinace materiálů funkční úplet + flís z bambusové viskózy a lnu (vzorek 14).