



Bakalářská práce

Hodnocení termofyziologického komfortu pletenin použitých pro první vrstvu oblečení (sportovní seamless výrobky)

Studijní program:

B0723A270003 Výroba oděvů a technické kon-
fekce

Autor práce:

Ing. Jana Ševčíková

Vedoucí práce:

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Hodnocení termofyziologického komfortu pletenin použitých pro první vrstvu oblečení (sportovní seamless výrobky)

<i>Jméno a příjmení:</i>	Ing. Jana Ševčíková
<i>Osobní číslo:</i>	T19000302
<i>Studijní program:</i>	B0723A270003 Výroba oděvů a technické konfekce
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra oděvnictví
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte literární rešerši zaměřenou na hodnocení termofyziologického komfortu pletenin použitých u seamless sportovních výrobků.
2. Proveďte analýzu stávajících seamless sportovních výrobků z hlediska materiálového složení, konstrukce vazeb, konstrukce a zón výrobků jak z hlediska funkčnosti, tak i z hlediska designu.
3. Na základě poznatků získaných v rešerši navrhnete a realizujete experiment pro hodnocení vybraných fyziologických vlastností a termofyziologického komfortu vytipovaných pletenin.
4. Diskutujte dosažené výsledky a formulujte doporučení pro materiálové složení, konstrukci vazeb pletenin použitých v konstrukci a umístění funkčních zón sportovních seamless výrobků.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: Čeština

Seznam odborné literatury:

- YANG, Y., YU, X., CHEN, L., ZHANG, P. Effect of knitting structure and yarn composition on thermal comfort properties of bilayer knitted fabrics. *Textile Research Journal*. 2021, 91(1-2), 3-17.
- BALTUŠNIKAITE, J. ABRAITIENE, A., STYGIENE, L., KRAULEDAS, S., RUBEŽIENE, V., VARNAITE-ŽURAVLIOVA, S. Investigation of Moisture Transport Properties of Knitted Materials Intended for Warm Underwear. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2014, 22, 4 (106), 93-100.
- SAKTHI, P., SANGEETHA, K., BHUVANESHWARI, M. Development of double layer knitted fabric for sportswear using Tencel/Polypropylefibres. *Int J Cur Res Rev*, 2016, 8 (6), 30-34.
- TEYEME, Y., MALENGIER, B., TEFAYE, T., VASILE, S., VAN LANGENHOVE, L. Comparative Analysis of Thermophysiological Comfort-Related Properties of Elastic Knitted Fabrics for Cycling Sportswear. *Materials*, 2020, 13, 4024.
- BIVAINYTE, A., MIKUČIONIENE, D., KERPAUSKAS, P. Investigation on Thermal Properties of Double-Layered Weft Knitted Fabrics. *Materials Science (MEDŽIAGOTYRA)*, 2012, 18 (2), 167-171.

Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce: 16. listopadu 2021
Předpokládaný termín odevzdání: 5. ledna 2023

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

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci dne 28. listopadu 2022

Prohlášení

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

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

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

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si 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 bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

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

Poděkování:

Děkuji Ing. Kataríně Zelové, Ph.D., vedoucí bakalářské práce, za pomoc při tvorbě bakalářské práce, cenné rady, připomínky a vstřícný přístup během jejího zpracování.

Mé poděkování za cenné konzultace z oboru pletářství patří též Ing. Janě Ornstové z katedry technologií a struktur a za odborné rady z oblasti zpracování dat Mgr. Martinovi Schindlerovi, Ph.D. z katedry aplikované matematiky.

Za spolupráci při laboratorním testování děkuji Ing. Oksaně Vojtenko, Ph.D. a Ing. Michalovi Chotěborovi z katedry oděvnictví.

Společnosti PUMAX, spol. s r. o. a Ing. Jiřímu Šmardovi patří velké díky za vstřícnou a profesionální spolupráci, poskytnutí informací a testovacích vzorků pletenin.

Anotace:

Tato práce shrnuje teoretické poznatky o složkách a řízení termofyziologického komfortu se zaměřením na dvousložkové jednolící zátěžné pleteniny kryté používané pro první vrstvu seamless sportovních oděvů a jejich design. Experimentálně bylo vyhodnoceno šest vzorků pletenin zkombinovaných ze dvou materiálů a tří různých vazeb pomocí pěti měřitelných vlastností termofyziologického komfortu. Na základě tohoto výzkumu byla provedena analýza vztahu mezi vazbou, materiálem a funkční vlastností pletenin. Dále byl proveden návrh na použití analyzovaných vzorků pro jednotlivé funkční zóny seamless sportovního trika určeného do chladného podnebí.

Klíčová slova:

jednolící zátěžná pletenina krytá, termofyziologický komfort, funkční zóny oděvu, první vrstva oblečení, funkční sportovní prádlo, seamless, bezešvý, tepelný odpor, výparný odpor, propustnost vodních par, prodyšnost, OMMC, PUMAX

Annotation:

This thesis summarises theoretical knowledge on components and control of thermophysiological comfort with focus on two-layer weft knitted fabrics used for seamless sport garments of first layer and its design. Evaluation of six knitted samples of two materials and three knitted structures has been made using five measurable properties of thermophysiological comfort. Based on this research, there has been made an analysis of relationship between knitted structures and materials and functional properties of knitted fabrics. Further, there was formulated a proposal for use of analysed samples for individual functional zones of seamless sport jersey designed for use in cold climate.

Keywords:

weft knitted fabrics, thermophysiological comfort, functional zones of garment, garments of first layer, functional sportswear, seamless, thermal resistance, vapour resistance, water vapour permeability, air permeability, OMMC, PUMAX

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol, zkratka	Název	Jednotka
A	Zkoušená plocha textilie	[cm^2]
ANOVA	Analýza rozptylu (variance)	
CO	Bavlna	
EL	Elastan	
IS	Interval spolehlivosti	
n.p.i.	Jehel na palec	
OMMC	Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie	[-]
PA	Polyamid	
PES	Polyester	
PP	Polypropylen	
\bar{q}_v	Aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu	[$dm^3 \cdot min^{-1}$] / [$l \cdot min^{-1}$]
R	Prodyšnost	[$m \cdot s^{-1}$]
R_{ct}	Tepelný odpor	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_{et}	Výparný odpor	[$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]
T_t	Jemnost	[tex]
WARP	Osnovní	
WEFT	Zátažná	
WO	Vlna	
WVTR	Propustnost vodních par	[$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]

OBSAH

ÚVOD	11
1	TECHNOLOGIE ZÁTAŽNÉHO PLETENÍ PRO SEAMLESS ODĚVY..... 13
1.1	Okrouhlé pletací stroje pro výrobu seamless sportovního oblečení..... 14
1.2	Výhody technologie seamless pletení..... 16
1.3	Nevýhody technologie seamless pletení..... 17
2	MATERIÁLY A VAZBY PLETENIN POUŽÍVANÉ PRO PRVNÍ VRSTVU SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ..... 19
2.1	Charakteristika materiálového složení dvousložkových pletenin pro seamless sportovní oděvy v chladném prostředí..... 21
2.1.1	Merino vlna 21
2.1.2	Polyester 21
2.1.3	Polyamid..... 22
2.1.4	Elastan 22
2.2	Typy vazeb zátažných pletenin u seamless oděvů..... 24
3	TERMOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT..... 26
4	DESIGN A KONSTRUKCE SEAMLESS SPORTOVNÍCH ODĚVŮ..... 29
4.1	Nastavení funkčních požadavků..... 31
4.1.1	Složky termofyziologického komfortu a jeho funkční požadavky 32
4.1.2	Biomechanické funkční požadavky a anatomické zónování..... 33
4.1.3	Požadavky na funkční vlastnosti oděvu při dynamickém namáhání..... 34
4.1.4	Materiál a struktura pleteniny..... 36
4.1.5	Tepelné zóny lidského organismu (Thermal Mapping) 38
4.2	Vývoj stříhu pleteniny (Knitting Pattern) 42
5	PŘEHLED SEAMLESS SPORTOVNÍCH ODĚVŮ NA ČESKÉM A SLOVENSKÉM TRHU..... 43
5.1.1	Lasting Sport s.r.o. 44
5.1.2	MOIRA CZ, a.s. 46

5.1.3	XTECH Sport Design.....	47
6	ZÁVĚR REŠERŠNÍ ČÁSTI.....	49
7	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	50
7.1	Charakteristika a analýza použitých materiálů testovaných pletenin.....	51
7.2	Použité metody hodnocení.....	56
7.2.1	Měření odolnosti vůči teplu a vodním parám pomocí přístroje Sweating Guarded Hot Plate.....	58
7.2.2	Měření propustnosti vodních par pomocí přístroje Textest FX 3180 Cup Master	59
7.2.3	Měření prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S	60
7.2.4	Měření odvodu kapalné vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290.....	62
7.2.5	Měření odolnosti vůči teplu a vodním parám pomocí tepelného manekýna.....	63
7.3	Výsledky a analýza měření.....	65
7.3.1	Výsledky měření tepelného odporu (Rct) na přístroji Sweating Guarded Hot Plate	67
7.3.2	Výsledky měření výparného odporu (Ret) na přístroji Sweating Guarded Hot Plate	69
7.3.3	Výsledky měření propustnosti vodních par na přístroji Water Vapour Transmission Tester	70
7.3.4	Výsledky měření prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S	74
7.3.5	Výsledky měření odvodu kapalné vlhkosti na přístroji SDL Atlas – MMT, model M290	76
7.3.6	Výsledky měření tepelného odporu Rct na přístroji tepelný manekýn	79
7.3.7	Výsledky měření výparného odporu Ret na přístroji tepelný manekýn.....	82
7.3.8	Porovnání výsledků měření pomocí korelační analýzy.....	85
8	DISKUZE VÝSLEDKŮ	87
8.1	Anatomické funkční zóny trika	89
8.2	Návrh trika	90
9	ZÁVĚR	94

Použitá literatura	96
Seznam obrázků	101
Seznam tabulek	102
Seznam příloh.....	104

ÚVOD

Funkcí oděvu není jen ochrana lidského těla před nepříznivým okolním prostředím, ale musí také umožňovat člověku jistou míru pohodlí, pokud v těchto nepříznivých podmínkách vykovává různé lidské aktivity.

Teplo, vytvářené lidským tělem v teplém klimatu nebo při vysoké fyzické zátěži, je potřeba nějakým způsobem uvolnit do okolního prostředí. Zrovna tak v chladném prostředí musí oděv poskytnout ochranu před pocitem chladu.

Termofyziologický komfort pak k tepelněizolačním vlastnostem a schopnostem teplo odvádět od těla přidává schopnost oděvu odvádět od těla také vlhkost.

Dobrý oděv pomáhá tělu udržovat stabilní teplotu při různých úrovních fyzické aktivity a při měnících se okolních podmínkách. Takovýto požadavek přináší nové nároky na funkční vlastnosti oblečení.

Termofyziologické vlastnosti oděvu hrají velmi zásadní roli v míře člověkem vnímaného komfortu oděvu.

Moderní technologie výroby oděvů pletením umožňují strukturovat pleteninu tak, aby rubová i lícová strana pleteniny poskytovaly různé funkce oděvu. Speciálně u první vrstvy oděvu, tzv. základní, která přímo doléhá na pokožku, je hlavním úkolem odvádět vlhkost směrem od pokožky a současně zabraňovat tělesnému přehřívání nebo ochlazování. Toho je dosaženo použitím různých materiálů s rozdílnými vlastnostmi vhodně aplikovanými do struktury dvousložkové pleteniny. Termofyziologické vlastnosti dvousložkových pletenin tak mohou být významně ovlivněny mimo jiné i vhodnou kombinací použitých vláken a jejich strukturou. [1]

Současně je u pleteniny kladen důraz na další funkční vlastnosti jako je přiléhavost, komprese a minimalizace podráždění pokožky.

Dvousložkové a vícesložkové pleteniny nacházejí své uplatnění ve sportovních oděvech díky svým unikátním schopnostem propouštět vzduch a vodní páry a řídit přenos tepla a vlhkosti. [2]

Tato relativně nová aplikace známé technologie pletení na výrobu vysoce funkčních textilií má potenciál pro další inovace a v této práci se proto snažím popsat jak technologii samotnou, tak její teoretickou i praktickou aplikaci na seamless sportovních výrobcích.

Teoretická část této práce je věnována představení technologie zátažného pletení pro seamless oděvy se zaměřením na okrouhlé pletací stroje a jejich přednosti i nedostatky.

Další část pojednává o hlavních materiálech používaných pro pleteniny první vrstvy sportovního oblečení (next-to-skin) a dále o konstrukcích vazeb pletenin a jejich strukturách.

Třetí oblastí, které se tato práce v teoretické části věnuje, jsou konstrukce a design seamless sportovních výrobků, jejich unikátnost vzhledem k použité výrobní technologii a omezení daná funkčními požadavky na jednotlivé zóny oděvu.

Následující kapitola se zaměřuje na nejzásadnější funkční požadavek sportovního oděvu první vrstvy oblečení – termofyziologický komfort včetně základních faktorů, které ho ovlivňují. Dále jsou rozebrány jednotlivé složky termofyziologického komfortu, způsoby jejich hodnocení, kvantifikace a testování.

Experimentální část se zaměří na analýzu vlivu struktury a složení vzorků dvousložkových zátěžných pletenin na míru termofyziologického komfortu seamless výrobků sportovního oblečení společnosti PUMAX.

Zkoumané výrobky jsou určeno do chladného prostředí a mají plnit funkci první vrstvy oblečení.

Měření byla provedena za použití přístrojů v laboratořích Technické univerzity v Liberci. Použité vzorky byly poskytnuty společností PUMAX a pochází z aktuálně vyráběného sortimentu.

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit termofyziologický komfort použitých vzorků dvousložkových seamless pletenin a vhodnost jejich použití pro jednotlivé zóny sportovního oděvu včetně případného doporučení pro možnosti zvýšení termofyziologického komfortu změnou struktury pleteniny nebo materiálového mixu.

1 TECHNOLOGIE ZÁTAŽNÉHO PLETENÍ PRO SEAMLESS ODĚVY

Bezešvá technologie pletení, původně použitá k výrobě ponožek a punčochového zboží, zaznamenává v posledních dekáдах silný nárůst a rozšíření oblíbenosti výrobků vyrobených tímto postupem. Dochází při ní k vytvoření obdobné tubulární struktury jako u punčochového zboží, která je pletena bez bočních švů, jen svojí velikostí odpovídá velikosti trupu, rukou / paží nebo nohou. Anglické slovo „seamless“ v názvu této technologie znamená „bezešvý“.

Nejde pouze o módní trend, ale především o kvalitativní změnu v komfortu poskytovaným oděvem, který k subjektivně vnímanému pohodlí přidává další užité vlastnosti jako je nemačkovost, elasticita a snadná údržba.

Jak Šmarda [3] výstižně zmiňuje podstatu výroby bezešvých oděvů: *„Seamlessová technologie výroby prádla je přirozeným výsledkem propojení velkopřůměrového a malopřůměrového pletení. Zatímco ze strojů o velkém průměru byly použity technologie a postupy zajišťující pohyb velkých pletacích ústrojí a zařízení pro zajištění rovnoměrnosti pleteniny, z malých průměrů pak přichází technologie vzorování, řízení jehelních voleb a softwarové řízení celé technologie.“*

Díky uvedeným charakteristikám se seamless technologii daří spojovat specifická očekávání a požadavky různých skupin spotřebitelů od vrcholového sportovce přes různé profese až po běžné potřeby maloobchodních zákazníků.

Výstupem cirkulárního pletení je tradiční tubus pleteniny, který je běžně používán k výrobě punčochového zboží. Dříve používané sešívání jednotlivých dílů bylo nahrazeno částečně vytvarovanými díly, kdy se tubulární struktura stane „tělem a rukávy“ a vytvoří tak oděv s podstatně méně švy. [4]

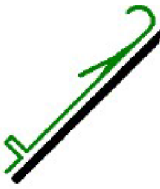

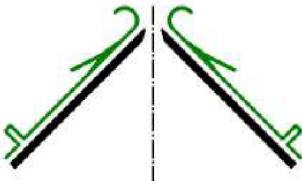
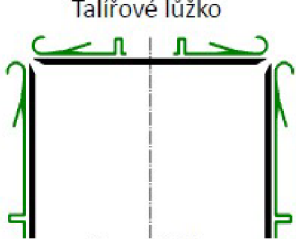
Seamless výrobky tak v 1. vrstvě oblečení vytváří pocitově „druhou kůži“, která musí být nejen dokonale padnoucí díky své elasticitě, kvalitně vyrobená, zdravotně nezávadná, ale musí být i schopná dokonale odvádět přebytečné teplo, pot a páry od těla. Kromě empiricky měřitelných užitečných vlastností je třeba zmínit i důležitou stránku přínosů iracionálních, jako je reprezentační funkce, pocit sebejistoty, bezpečí a intimity, a to především díky nejčastějším oblastem použití, jako je spodní prádlo, plavky, fitness a sportovní oblečení, domácí oblečení apod.

Právě zmíněná aplikace v oblasti sportovního oblečení je tématem této práce. Sportovní oděvy s kompresní funkcí přímo vyžadují výrobu seamless technologií, protože neexistuje

alternativní technologie pro jejich výrobu poskytující stejný efekt [5]. Tyto oděvy velmi pevně obepínají tělo a absence švů je činí významně komfortnějšími a nositelnějšími. Seamless technologie tak poskytuje sportovnímu oblečení další unikátní výhody – zónovitě proměnlivou pórovitost a míru komprese, proměnlivou strukturu a texturu povrchu a v neposlední řadě i možnost vpletení různých grafických prvků.

1.1 Okrouhlé pletací stroje pro výrobu seamless sportovního oblečení

Seamless technologie se dle principu pletení dělí na zátažné (WEFT) nebo osnovní (WARP). Na současném trhu jsou dále k dispozici dva typy seamless zátažných pletacích strojů a to okrouhlé (circular) a ploché tzv. flat bed.

	Ploché pletací stroje	Okrouhlé pletací stroje	
Jednolůžkové		Válcové lůžko 	<ul style="list-style-type: none"> • Maloprůměrové • Středoprůměrové • Velkoprůměrové
Dvoulůžkové	 (tzv. V-bed)	Talířové lůžko  Válcové lůžko	

Obr. 1 Obecné dělení pletacích strojů, [6]

Pro potřeby této bakalářské práce zaměřené na seamless sportovní oblečení bude v následujícím textu věnována pozornost pouze jednolůžkovým okrouhlým zátažným pletacím strojům typu Single Jersey (jednolícni) (viz Obr. 1 a Obr. 2).



Obr. 2 Pletací stroj SANTI SM8-EVO4J Single Jersey, [7]

Podle průměru jehelního lůžka se okrouhlé pletací stroje kategorizují na:

- a) Maloprůměrové pletací stroje – vyrábí vzorované ponožky, punčocháče
- b) Středoprůměrové pletací stroje – průměr tzv. „tělový“ (14” až 22” angl., tj. 360 až 560 mm) – výroba seamless výrobků jako je sportovního oblečení (trika, trička, tílka, spodní košilky), další vrchní ošacení nebo základní díly termoprádla
- c) Velkopřůměrové pletací stroje

Dalším možným dělením je rozlišování těchto strojů podle tvaru lůžka na stroje s válcovým lůžkem, s válcovým a talířovým lůžkem nebo se dvěma válcovými lůžky nad sebou, kde jsou použity oboustranné jehly. [8]

JEDNOLÍČNÍ PLETENINA	OBOULÍČNÍ PLETENINA
Pletené jednou sadou jehel	Pletené dvěma sadami jehel naklopenými v úhlu 90° proti sobě
Lícni a rubová strana je jiná	Lícni a rubová strana je stejná
Je více roztažná do šířky	Vytváří harmonikovou strukturu
Stáčí se	Nestáčí se
Nestabilní struktura	Stabilní vyvážená struktura
Více ekonomické pro výrobu	Dražší na výrobu nežli Single Jersey
Méně stabilní	Více stabilní
Méně elastické vlastnosti (je méně tažná po směru řádků)	Lepší elastické vlastnosti

Obr. 3 Srovnání výroby na strojích Single a Double Jersey, [9]

Seamlessová technologie je založena na použití válcových lůžek tělových průměrů. [3] Díky tomu, že je seamless výrobek pleten ve formě tubusu a výsledný výrobek je elastický, je třeba při výrobě dodržovat následující principy [10]:

- stanovit správný průměr použitého pletacího stroje, který zajistí požadovanou velikost obvodu hrudníku. (velikosti průměru jsou většinou následující: 12", 13", 14", 15", 16", 17", 18", 19" a 20")
- stanovit hustotu jehel v lůžku pletacího stroje – 16, 22, 24, 26, 28 a 32 npi (jehel na palec). Nejběžnější bývá 28 jehel. [10] Jde o tzv. dělení stroje, které vyjadřuje počet jehel v jednom lůžku na 1 palec (25,4 mm se rovná 1" E - inch). [8]

Výsledná velikost je pak kombinací průměru stroje, hustoty jehel, konstrukce výrobku (stříhu) a použité příze. [10]

I když jsou obecně dané výše uvedené základní principy seamless výroby, konečná velikost vyráběného oděvu stojí především na zkouškách a zkušenostech včetně omylů a chyb při tvorbě prototypu. Protože se průměr stroje vždy zvětšuje o 1 palec (2,54 cm), musí výrobce počítat s tím, že se o tuto hodnotu automaticky zvětší i obvod hrudníku. [10]

Společnost SANTONI poukazuje také na fakt, že nákupci požadují velikostní sortiment od S po XXL, což pro výrobce může znamenat potřebu až pěti různých pletacích strojů s různými průměry. Další komplikací při výrobě seamless výrobků je, že velikostní sortiment pro americký trh je oproti evropskému odlišný co do tělesných rozměrů při zachování stejného označení výrobků (např. velikost S pro americký trh je větší než pro evropský). [10] Pokud chce výrobce působit na mezinárodním trhu, činí toto technické omezení výběr strojového parku složitějším a finančně náročnějším.

Další komplikací zhotovení seamless výrobků je podle SANTONI zachování stejné velikosti obvodu hrudníku při použití různých přízí u stejného výrobku. Pletenina z jemnější světlé příze totiž vyžaduje použití většího průměru pletacího stroje. SANTONI [10] zmiňuje vliv barvení a jemnosti příze na velikost výrobku, a tedy i výběr stroje.

1.2 Výhody technologie seamless pletení

Lau a Yu [11] se na výhody technologie seamless pletení dívají ze tří úhlů pohledu.

První skupinou jsou výhody plynoucí pro designéra. Zásadním přínosem je digitální podoba designu, kterou může designer sdílet s výrobcem v nezměněné podobě bez komunikačních bariér, nedorozumění a potenciální chybovosti vyplývající z lidských zásahů do designu. To také přináší zrychlení komunikace a odezvy v případě potřeby změn ve velikosti nebo vzoru oděvu. Designérovi se díky pletení otevírají nové možnosti kombinací barevností a vzorů. Velmi zásadním benefitem je možnost zónování oděvu tak, aby bylo dosaženo specifické podpory určité části těla, zlepšení ventilace oděvu nebo jeho tvarování.

Druhou skupinu výhod tvoří výhody pro výrobce seamless oblečení. Při nižším počtu strojů ve výrobě dokáže díky vyšší míře automatizace a uplatnění JUST-IN-TIME principu snížit hodnotu zásob přízí a textilií, náklady na energie i náklady na lidskou práci. Kromě těchto efektů s přímým pozitivním dopadem do ziskovosti je také nezanedbatelným přínosem rychlejší tvorba vzorků.

Třetí a nejpočetnější skupinou benefitující ze seamless technologií jsou zákazníci, kteří jsou klíčovým elementem při rozhodování o koupi výrobku. Spotřebitelé kladou důraz na přirozený vzhled a dobře padnoucí oděv při zachování vysokého komfortu. Seamless oděv díky své lehkosti a měkkému omaku přináší pocit „druhé kůže“, která nezanechává na těle nepříjemné otisky od švů. Bezešvý oděv má minimum švů a spojů, které by mohly snižovat komfort vnímaný zákazníkem. Díky této technologii se také nevyskytují problémy s barevnými odlišnostmi nebo nekonzistencí mezi různými díly oděvu.

Brownbridge [4] vyzdvihuje u komfortu seamless oděvů především benefity pro zákazníka (u sportovního oblečení s cílem zvýšení výkonnosti sportovce):

- **zvýšený senzorický komfort.** Díky absenci švů, která eliminuje nepříjemné dření švů v kontaktu s citlivými částmi pokožky. Tato vlastnost je velmi důležitá především u sportovního oblečení, které je v přímém kontaktu s tělem (1. vrstva oblečení – termoprádlo, plavky).
- **zvýšený ergonomický komfort.** Bezešvé pleteniny se lépe přizpůsobují roztahování a tvarování povrchu těla při pohybu než pleteniny se švy.
- **termofyziologický komfort.** Možnost zacílení termofyziologického komfortu na jednotlivé části oděvu díky schopnosti využít různých vlastností materiálů v různých pletených strukturách.
- **fyziologický komfort.** Pletenina díky možnosti zónování a schopnosti elasticity a komprese dokáže působit „proti gravitaci“ a tvarovat tak tělo v požadovaných partiích. Vlastnosti seamless tak sebou přináší i schopnost podpořit dobrý pocit z jeho nošení, zvýšení vnímaného komfortu a psychologickou podporu sebevědomí nositele.

1.3 Nevýhody technologie seamless pletení

Protože je seamless pletení historicky relativně novou technologií výroby oděvů s vysokým podílem automatizace, v praxi to sebou přináší vysoké nároky na technickou odbornost pracovníků podílejících se na výrobním procesu. Nezbytnou podmínkou takové odbornosti je

přesah odborných znalostí do jednotlivých oblastí výroby. Je důležitá technická znalost jak vstupních materiálů, konstrukce oděvu, použitých vazeb a struktur pletenin, tak i praktické znalosti a zkušenosti s vlastním výrobním procesem a prací na pletacích strojích.

Společnost SANTONI [10], výrobce seamless pletacích strojů, vidí jako hlavní nevýhody seamless technologie pletení skutečnost, že výrobní proces seamless oděvů může být spojen s nadměrným množstvím odpadu, které může být dokonce i významně vyšší, než je vytvářeno při klasickém způsobu šití a stříhání (např. seamless kalhotky tanga mají odpad až 54 %, klasické kalhotky 25 %, košilka 9 %, tričko 5 %). Dále v situaci, kdy má pletená textilie jakýkoliv defekt, je automaticky celý výrobek vyřazen (zamítnut). Nezanedbatelnou nevýhodou je také schopnost komerční prezentace výrobků. Seamless výrobky vypadají za běžných okolností menší, než ve skutečnosti jsou (než je jejich skutečná velikost). Z tohoto důvodu je nutné, aby byly výrobky na prodejnách prezentovány na figurínách – manekýnech tak, aby zákazník mohl posoudit skutečný vzhled výrobků při jeho použití.

Během výrobního procesu, kdy se k sobě sešívají jednotlivé části seamless výrobku, může dojít také ke komplikacím. Jak poukazuje Lau a Yu [11], během šití pleteniny mohou jehly způsobit díry na již hotových krajích, a tak zeslabit šev oděvu. To následně povede ke zkrácení živostnosti výrobku.

[4] dále doplňuje seznam omezení technologie seamless o komplikované vytváření sofistikovaných tvarů a stříhů, složitost měnit průměr pleteného tubusu cirkulárního pletení a s tím spojená omezení designu a přizpůsobení tvaru oděvu.

Šmarda [3] seznam nevýhod rozšiřuje o komplikace spojené s prototypováním nových výrobků. Tento proces často vyžaduje opakovanou výrobu prototypů díky neschopnosti předem empiricky spočítat výsledné parametry výrobku na základě předběžných konstrukcí nebo předem před vysrážením tubusu.

2 MATERIÁLY A VAZBY PLETENIN POUŽÍVANÉ PRO PRVNÍ VRSTVU SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ

Základní funkcí oděvu je izolovat, chránit a odvádět vlhkost. K tomuto účelu slouží jednotlivé vrstvy oblečení, které můžeme dělit následovně:

1. vrstva oblečení SACÍ VRSTVA
2. vrstva oblečení IZOLAČNÍ VRSTVA
3. vrstva oblečení OCHRANNÁ / SVRCHNÍ VRSTVA

V následujících částech bakalářské práce bude pojednáno pouze o první vrstvě oblečení, kterou odborná literatura označuje dle kontextu několika termíny, a to za vrstvu základní, transportní, sací, komfortní i výrazy jako spodní prádlo, funkční prádlo či termoprádlo.

Na 1. vrstvu oděvu jsou kladeny dva základní požadavky. Jako jediná z uvedených tří vrstev je v přímém kontaktu s lidskou pokožkou, musí co nejlépe a nejrychleji odvádět pot a přebytečnou vlhkost produkovanou tělem od pokožky směrem do dalších vrstev oblečení při současně velice rychlém čase schnutí. Tím tělo udržuje co nejvíce v tepelném komfortu a v suchu. Zabraňuje tepelným ztrátám (ochlazování) nebo přehřívání v důsledku fyzické aktivity. Čas schnutí je důležitý z toho důvodu, že vlhká textilie má výrazně omezené izolační vlastnosti.

Druhým požadavkem je nutnost, aby textilie byla příjemná na omak, aby pokožku nedráždila a neškrtila. Oděv první vrstvy oblečení nesmí být ani příliš volný, má volně přiléhat na tělo, aby optimálně plnil svoji funkci. Protože se jedná o hygienickou vrstvu mezi tělem a vrstvami oděvu, musí být i nealergická a splňovat antimikrobiální vlastnosti.

Schopnosti první vrstvy oděvu musí být zachovány i v extrémních klimatických podmínkách a při náročných fyzických výkonech. Kvůli častému praní by měla být současně snadno udržovatelná.

Seamless oděvy určené pro 1. vrstvu oblečení můžeme zařadit do skupiny nepodšitých oděvů, podle střihu do oděvů přiléhavých, které také plní funkci hygienickou. Spolu s vrchním oblečením zabezpečují fyziologické (pružnost, savost, vzdušnost, měkkost, tepelněizolační vlastnosti) i estetické požadavky zahrnující design.

Je vyráběna především ze syntetických materiálů nebo ze směsových materiálů v kombinaci přírodní materiál a syntetický materiál. [2], [4], [11], [12], [13], [14], [15]

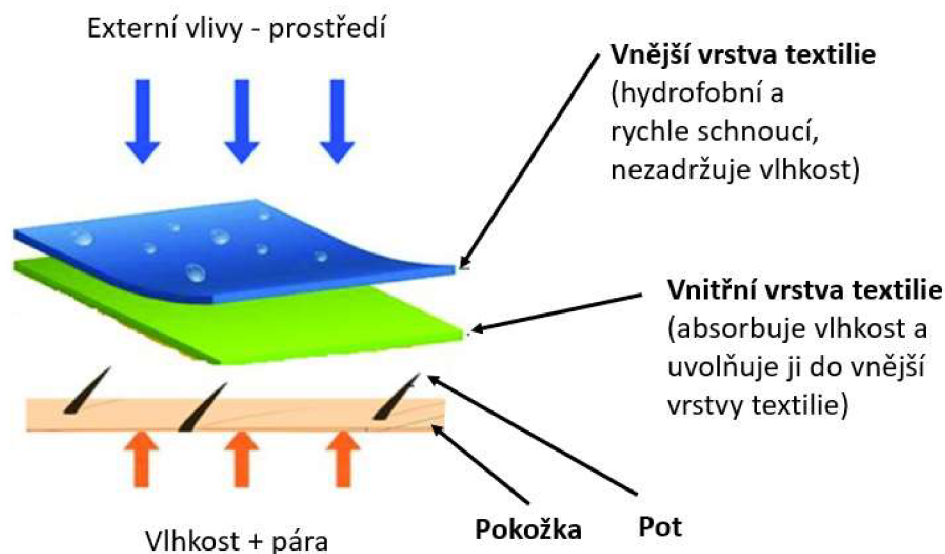
Jak uvádí Beránková [16], nejvhodnější materiály pro první vrstvu oděvu jsou jednosložkové pleteniny (jednovrstvé) a dvousložkové pleteniny (integrované).

Jednosložkové pleteniny jsou vyráběny z polyesteru nebo polypropylenu (nízká hmotnost, antialergický tvarovaný profil, odvod vlhkosti) ve strukturách s „otevřenou“ vazbou s malou hustotou řádků a sloupků, s velkou porozitou podporující prostupnost vzduchu.

Dvousložkové pleteniny, které jsou tématem této práce, se skládají ze dvou vrstev.

Vnitřní (spodní) vrstvu pleteniny tvoří hydrofobní vlákno. Tato vrstva s hladkou vazbou přímo přiléhá k tělu. Má za úkol vlhkost neabsorbovat, ale transportovat a okamžitě ji uvolnit dále do vnější vrstvy textilie, a navodit tak pocit sucha. Má nízkou smáčitelnost. [16], [2]

Druhá, vnější, vrstva je naopak hydrofilní, tzn. že dobře absorbuje vlhkost. Jedná se o vrstvu, která vlhkost přebírá od vnitřní vrstvy a díky sorpčnímu charakteru ji rozprostírá do plochy, kde dochází k odpařování. Materiály používané pro vnější vrstvu bývají na bázi přírodních vláken, popřípadě ve směsi se syntetickými vlákny nebo plně syntetické. Od vnější vrstvy se také očekávají vysoké termo-izolační schopnosti a tvarová stálost při zvlhčení oděvu. [16], [2]



Obr. 4 Konstrukce dvousložkové pleteniny, [17]

Lee [18] doplňuje, že pro sportovní oblečení jsou před přírodními vlákny přednostně používána syntetická vlákna (např. polyester) a to díky jejich nižší schopnosti absorbovat vlhkost a transportovat pot. Nicméně několik studií ukázalo, že příze a struktura textilie, které určují tloušťku a porozitu textilie, mohou hrát důležitější roli ve vlastnostech termofyziologického komfortu než samotný materiál vlákna.

2.1 Charakteristika materiálového složení dvousložkových pletenin pro seamless sportovní oděvy v chladném prostředí

Pro teoretickou část práce byli vybráni zástupci nejčastěji zmiňovaných materiálů používaných pro výrobu seamless sportovních oděvů první vrstvy oblečení vhodných pro chladné počasí.

Pro výrobu seamless pletených oděvů je možné použít široké spektrum přírodních i syntetických vláken. Jejich výběr závisí na požadavcích na konečný vzhled a kvalitu, vlastnosti textilie, designu a konstrukci oděvu, ale také na typu pletacího stroje, jehelním lůžku i na chování materiálu během pletení. [11]

2.1.1 Merino vlna

Vlna je přírodní vlákno z ovcí, je jemné, neškrábe a díky tomu se i příjemně nosí na těle. Vydrží dlouho bez zápachu (neutralizuje tělesný pach), má dobrou tažnost, vynikající pružnost a ohebnost (nemačkovost), dobré izolační vlastnosti. Je odolné vůči UV záření a ohni. Má termoizolační vlastnosti – vlákna udržují stálou tělesnou teplotu a chrání tak svého nositele před okolním mrazem či horkem. Díky své vysoké navlhavosti je merino vlna schopná absorbovat vlhkou páru až do 35 % své suché hmotnosti. I když je textilie následně již vlhká, příjemně hřeje.

Vlákna merino vlny díky obsahu lanolinu mají tendenci k regeneraci, což oděvu napomáhá se udržet odolné vůči nečistotám a jiným organismům. Je také antibakteriální a antialergenní.

Mezi nevýhody patří nízká pevnost za mokra (ztrácí 10 – 20 % své pevnosti) a kousavý omak. Merino vlna se standardně směsuje. Nejčastěji ve směsích s 35 % polyesteru. V první vrstvě oděvu je schopná regulovat tělesnou teplotu za každých podmínek. V chladném prostředí izoluje, v teplém naopak chladí. [4], [12], [19]

2.1.2 Polyester

Jedná se o syntetické vlákno, které je používané a preferované nejen pro své nízké výrobní náklady, ale i pro svoji lehkost (nízkou hmotnost), tvarovou stabilitu, prodyšnost, nízkou navlhavost (díky hydrofobitě je schopný dobře odvádět vlhkost od pokožky), rychlou barvitelnost, dobrou odolnost vůči oděru i odolnost na světle (stálobarevnost), snadnou údržbu a rychlé schnutí. Dále je odolný vůči mikroorganismům, povětrnostním podmínkám. Navíc přízím z polyesterových vláken může být poskytnut hydrofilní povrch. (Polyesterové jádro je hydrofobní, ale povrch je v tomto případě hydrofilní).

Polyester je často směšován s dalšími přírodními vlákny (bavlna, vlna) hlavně pro zlepšení schopnosti odvodu vlhkosti (Moisture Management) a odolnosti a zlepšení užitných vlastností. Směsi s polyesterem jsou lehčí, pevnější a méně se mačkají.

Mezi nevýhody polyesterových vláken patří špatné sorpční vlastnosti (hydrofobnost), zadržování statického náboje a vysoká žmolkovitost.

Navlhavost polyesterových vláken je v rozmezí 0,3 – 0,4 %, tažnost 50 – 70 % a elastické zotavení 85 – 90 %.

Dnešním trendem v oblasti vlivu na životní prostředí jsou vlákna z recyklovaného polyesteru, která mají široký rozsah aplikací v textilním průmyslu. [4], [14], [20]

2.1.3 Polyamid

Syntetické vlákno, které je vyráběné v mnoha profilech. Polyamidová mikrovlákna patří mezi nejvíce populární vlákna, která se používají v seamless technologii pletení.

Při výrobě sportovních oděvů, plavek a elastického prádla nahrazuje přírodní hedvábi. Má vysokou pružnost, dobrou pevnost v tahu, odolnost v oděru. Polyamidové mikrovlákno je jemné a hladké s jednotným a pravidelným vzhledem. Dále má nízkou navlhavost (rychle schne), je tvarově stabilní a má dobré mechanické vlastnosti – dobře odolává opakovanému namáhání. Snadno se udržuje a pere. Finální vlastnosti polyamidových vláken se získávají konečným dloužením.

Mezi nevýhody patří vznik statického náboje, nízká odolnost vůči zvýšeným teplotám a nízká odolnost vůči slunečnímu záření. Na slunci žloutne.

Navlhavost PA 6 je 4,5 %, PA 6.6 3,8 %. Tažnost za sucha se u PA 6 pohybuje v rozmezí 23 – 55 %, u PA 6.6 je 18 – 25 %.

Pro zvýšení elasticity se do pleteniny kromě polyamidu přidává i elastan. Tato materiálová kombinace přispívá tomu, aby finální oděv dokonale obepínal tělo. [11], [14], [20], [21]

2.1.4 Elastan


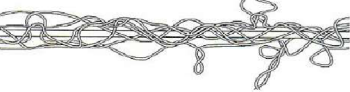


Elastan (Spandex, Lycra, Dorlastan) je syntetické elastické polyuretanové vlákno, které je široce preferované z důvodu své elasticity, tj. především díky výborným parametrům: roztažnost (stretch) a zotavení (recovery). Používá se ve výrobcích první vrstvy oblečení (plavky, sportovní oblečení, spodní prádlo, kompresní punčocháče atd.).

Sportovnímu oblečení dodává pružnost, dokáže dlouhodobě držet tvar a má snížený sklon k mačkavosti. Elastan je odolný vůči mořské vodě, není navlhavý a je odolný vůči působení UV záření. Přidáním elastanu do pleteniny se nezmění základní vlastnosti materiálu, ale zvýší

se schopnost oděvu přilnout k tělu. Pokud je obsah elastanu v materiálu okolo 2 %, je vhodný např. pro kalhoty, jimž ponechá tvar. Díky nízkému odporu elastanu při roztažení minimalizují sportovní oděvy omezení přirozených pohybů těla. Naopak pro oblečení obepínající tělo a k získání vysoké pružnosti materiálu, jako jsou plavky, korzety nebo sportovní oblečení, je nutné zvýšit obsah elastanu až na 15 – 40 %. Výborné elasticity vláken elastanu se u sportovního oblečení používá i ke kompresi vybraných svalových partií. [4], [12]

Existuje nepřímá závislost mezi podílem elastanu a velikostí obvodu hrudníku a pasu pro daný průměr pletacího stroje. Vyšší podíl elastanu způsobí menší výsledný rozměr přes hrudník a zkrátí celkovou délku výrobku při stejném počtu pletených řádků. [10]

Na seamless pletacích strojích SANTONI se používají následující čtyři typy elastických vláken. Od prostého elastanu s kruhovým průměrem po vlákna krytá nylonem [10], která lze vidět na Obr. 5.

a)		Čistý hladký elastan	
b)		Air covered yarn (ACY)	Jedno vlákno nylonu je přiloženo kolem vlákna spandexového jádra
c)		Single covered yarn (SCY)	Jedno vlákno nylonu je obtočeno kolem vlákna spandexového jádra
d)		Double covered yarn (DCY)	Dvě vlákna nylonu obtočena kolem vlákna spandexového jádra

Obr. 5 Typy elastanu používaných na pletacích strojích Santoni, [10]

Elastan tvoří základ struktury pletenin sportovního oblečení, protože poskytuje oděvům potřebnou elasticitu. Polyester podobně jako polyamid se používá pro obě vrstvy dvousložkových pletenin. Pro vrchní vrstvu pletenin se využívá vynikajících tepelněizolačních vlastností a prodyšnosti merino vlny, často ve směsích. Tab. 1 srovnává hlavní vlastnosti výše zmiňovaných materiálů.

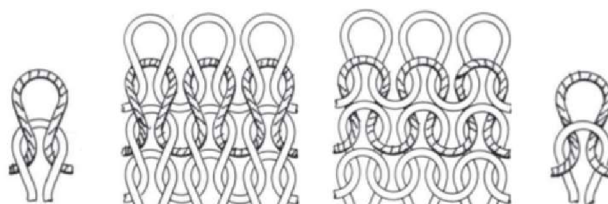
Tab. 1 Srovnání vlastností jednotlivých materiálů z pohledu vlivu na komfort, [22], [23], [24]

	VLNA - MERINO	POLYESTER	POLYAMID	ELASTAN
Prodyšnost	Vynikající	Horší	Špatná	Špatná
Nasákavost	Horší (dokáže absorbovat vodu až do 33 % vlastní hmotnosti)	Vynikající (dokáže absorbovat vodu až do 0,4 % vlastní hmotnosti)	Vynikající	Vynikající (absorbuje více než polyester, ale méně než voda)
Odolnost	Horší	Dobrá	Vynikající	Vynikající
Odvod vlhkosti	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající
Doba schnutí	Horší	Vynikající	Vynikající	Vynikající
Hmotnost	Horší	Vynikající	Vynikající	Vynikající
Omak	Hladký	Syntetický	Hladký a příjemný	Syntetický
Hřeje za mokra	Vynikající	Špatná	Špatná	Špatná
Odolnost vůči pachům	Vynikající	Špatná	Dobrá	Špatná
Nealergický	Ano	Ne	Ne	Ne
Cena	Horší	Vynikající	Vynikající	Vynikající

2.2 Typy vazeb zátažných pletenin u seamless oděvů

Vedle správně zvolené technologie a materiálu pro výrobu seamless sportovního oblečení je dalším důležitým krokem volba vazby pleteniny. Mix těchto tří technologických rozhodnutí zásadně ovlivní výsledné vlastnosti výrobku včetně termofyziologického komfortu.

Zátažné pleteniny (viz Obr. 6) jsou Kočím [25] definovány jako pleteniny, jejichž řádek je tvořen nití, která probíhá v příčném směru (řádkem) mezi okraji pleteniny. Modernější zdroje dodávají k této definici ještě slovo „nebo v kruhu“. U všech zátažných pletenin je možné, aby v řádku pletlo více nití (až 6), přičemž všechny nemusí probíhat až do okrajů. [25]



Obr. 6 Zátažná jednolící pletenina, [27]

Zátažné jednolící pleteniny (vazby, ve kterých jsou všechna oka provlékána stejným směrem, tj. na lícni stranu) se dělí dle ČSN 80 00 18 a ČSN 80 00 19 na [26]:

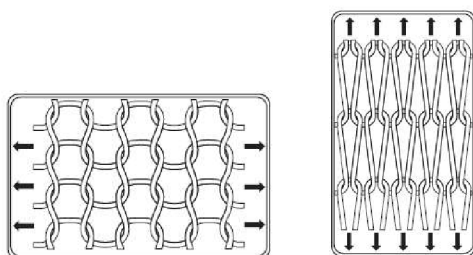
- ZJ-1 vazby s plným počtem oček
- ZJ-2 vazby s chybějícími očky
- ZJ-3 vazby s chytovými kličkami
- ZJ-4 vazby s doplňkovými nitěmi
- ZJ-5 vazby se změnou polohy nebo struktury vazebních prvků

Mezi hlavní geometrické (strukturální) parametry pletenin patří délka nitě, průměr nitě, rozteč sloupků a řádků, tloušťka pleteniny, hustota pleteniny (celková), plošná hmotnost. Mezi mechanické vlastnosti pletenin patří pevnost, tažnost, zátrhovost, stáčivost, paratelnost.

Správná volba materiálu a vazby má následně vliv na transportní vlastnosti pletenin mezi něž patří transport tepla, vzduchu a vody v kapalně i plynné podobě.

Přední světový výrobce pletacích strojů, společnost SANTONI, vyrábí pletací stroje speciálně konstruované pro seamless oděvy. V experimentální části bakalářské práce bude použita seamless technologie jednolůžkového okrouhlého pletacího stroje, která vytváří zátažné jednolící struktury označované výrobcem jako PLAIN JERSEY (hladký úplet) a JACQUARD (žakár).

V současnosti je většina seamless oděvů vyráběna touto technologií. Pletenina díky ní získá vynikající roztažnost a zotavení (stretch and recovery properties) – viz Obr. 7.



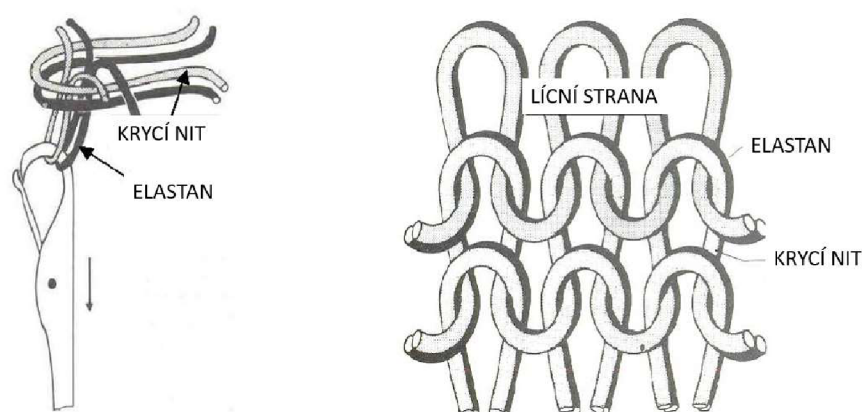
Obr. 7 Deformace struktur zátažného pletení v horizontálním a vertikálním směru, [12]

Pro potřeby bakalářské práce bude dále pojednáno o zátažné jednolící pletenině hladké a zátažné jednolící pletenině s doplňkovými nitěmi, kterou budou reprezentovat vazby kryté.

Kočí [29] definuje hladkou jednolící pleteninu jako pleteninu vázanou na jednu soustavu jehel jednoho lůžka mající na každé straně pouze jeden typ oček (viz Obr. 6).

Kočí [25] definuje kryté pleteniny vytvářejí každé očko ze dvou, resp. několika stejně provázaných nití, které se navzájem kryjí (viz Obr. 8). Krycí nit leží na lící straně, druhá (krytá) na rubní straně pleteniny. Výměnou krycí a kryté nitě je možné i vzorovat. Potom se

bude jednat o přesmykované krytí, kterým lze vytvořit dvoubarevně vzorovanou pleteninu. [25], [29]



Obr. 8 Ukázka zátažné jednolící pleteniny s vazbou krytou, [10]

S použitím různé konstrukce pleteniny (jejich vazeb) lze pomocí seamless technologie vytvářet na oděvu konkrétní zóny a získat tak nejen podporu dané svalové partie, ale i dodat pletenině kompresi, ventilaci či tvarování. [11]

3 TERMOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT

Hes a Sluka [30] dělí oděvní komfort na dvě skupiny – komfort psychologický (stav mysli, kulturní a sociální vlivy) a komfort funkční. Druhá skupina v sobě dále obsahuje komfort sensorický (vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky s textilií), komfort termofyziologický (stav lidského organismu vnímaný jako pocit tepelného pohodlí) a komfort patofyziologický (vlivy produkované působením mikroorganismů, bakterií a plísní).

Termofyziologický komfort je těmito autory definován jako „stav organismu, kdy jsou termofyziologické funkce lidského organismu na optimální úrovni. Člověk tento stav vnímá jako pocit pohodlí“. Technicky definují podmínky takového stavu následovně: teplota pokožky $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$, rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10\text{ cm. s}^{-1}$, obsah CO_2 $0,07\%$ a na pokožce není přítomna voda.

Jednou z nejdůležitějších funkcí oděvů je vytvoření stabilního mikroklimatu na povrchu pokožky, který vyrovnává termoregulační systém těla s vlastnostmi okolního prostředí a změnou fyzické aktivity. Tepelný komfort oděvu závisí na několika faktorech – schopnosti přenosu tepla a vodních par, absorpci potu a schopnosti schnutí. Celková tepelná ztráta na

povrchu lidské pokožky je tvořena tepelnou ztrátou vyvolanou odpařováním a tepelnou ztrátou odvedenou prouděním, vedením a sáláním. [31]

Při lidskému tělu přijemných okolních podmínkách dochází k celkové tepelné ztrátě vyvolané odpařováním prostřednictvím nepocitovaného pocení, které má za následek zhruba 15 % tepelné ztráty z povrchu pokožky. V případě vysoké tělesné zátěže nebo v tropických podmínkách je tepelná ztráta vyvolaná odpařováním doprovázena významným pocením, při kterém je pokožka pokryta vrstvou vody (potu). Pro zajištění tělesného komfortu musí být pot odveden od povrchu pokožky ve formě páry nebo kapaliny tak, aby textilie v přímém styku s pokožkou vyvolávala pocit sucha. Takovýto odvod potu z povrchu pokožky ve formě páry nebo kapaliny je souhrnně označován jako transport vlhkosti nebo Moisture Management. [31]

Pokožka má teplotní a mechanické senzory, ale nikoliv senzory vlhkosti. Proto je sensorický komfort základní vrstvy oděvu vytvářen prostřednictvím vnímání mechanických a teplotních projevů textilie pokožkou. Oba tyto parametry jsou silně závislé na přítomnosti vlhkosti v rozhraní mezi kůží a textilií. Vnímání vlhkosti na pokožce je směsicí vjemů teploty a mechanických dotekových vjemů. [12]

Vlastnost komfortu	Popis vlastnosti
Prodyšnost	Schopnost textilie umožnit proudění vzduchu za specifických rozdílů tlaků a za určitý čas
Propustnost pro vodní páry	Schopnost textilie propouštět vodní páry přes svou strukturu
Tepelná vodivost	Schopnost vést teplo ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) určuje množství tepla které projde za časový úsek přes určitou plochu a tloušťku textilie
Voděodolnost	Odolnost nasáknutí vodou
Protažení a zotavení	Schopnost textilie se roztáhnout při působení deformační síly a jejím ukončení nabýt původního tvaru a rozměrů

Obr. 9 Složky termofyziologického komfortu

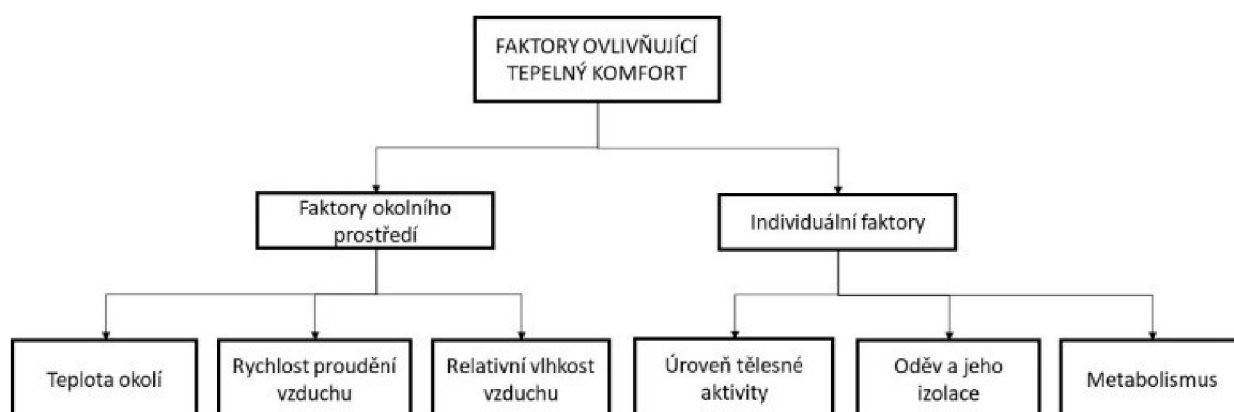
Interakce mezi člověkem a prostředím je velmi komplexní, protože lidské vnímání tepelného komfortu je ovlivňováno několika parametry jako jsou teplota vzduchu, rychlost proudění vzduchu, vlhkost, oděv, úroveň fyzické aktivity, teplota vyzařovaná okolím. [32]

Faktory okolního prostředí ovlivňující tepelný komfort

1. Teplota okolí – teplota okolí má přímý vliv na tepelnou izolaci oděvu. Se snižující se teplotou okolí klesá i izolační schopnost textilie.
2. Rychlost proudění vzduchu – rychlost proudění vzduchu má nepřímo úměrný vztah k izolačním schopnostem oděvu, a to především díky narušení vzduchové izolační vrstvy oděvu (air layer).
3. Relativní vlhkost okolního vzduchu – s rostoucí relativní vlhkostí okolí vzrůstá i tepelněizolační schopnost textilie.

Faktory individuální ovlivňující tepelný komfort

1. Úroveň tělesné aktivity - se vzrůstající tělesnou aktivitou klesá tepelněizolační schopnost oděvu.
2. Metabolismus
3. Oděv a jeho izolace – oděv je zařízení regulující nebo zabraňující transferu tepelné energie od těla směrem do okolního prostředí. Oděvy s vysokou tepelněizolační schopností pomáhají minimalizovat ztráty tepla způsobené vedením a sáláním.



Obr. 10 Faktory ovlivňující tělesný tepelný komfort, [12], [33]

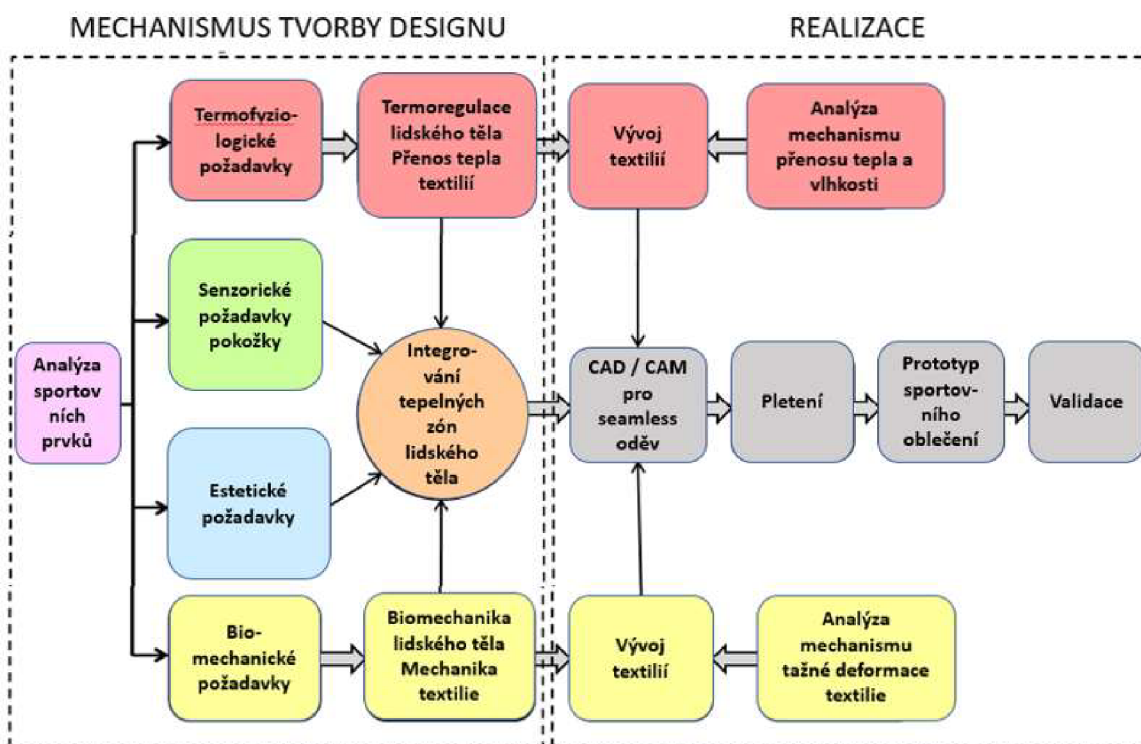
Termofyziologické procesy jsou určeny schopností látky transportovat teplo a vlhkost přes textílii směrem od těla do okolního prostředí. Tyto vlastnosti jsou funkcí mnoha faktorů jako struktura textilie, její tloušťky nebo složení příze. [1]

4 DESIGN A KONSTRUKCE SEAMLESS SPORTOVNÍCH ODĚVŮ

Oděv při jakékoliv aktivitě, včetně té sportovní, hraje zásadní roli. Pomáhá sportovci zlepšovat výkon, chrání před okolním prostředím a dokáže i urychlit regeneraci svalů po sportovním výkonu. Pro to, aby oděv tyto parametry splňoval, je třeba ho také správně navrhnout a zkonstruovat. Každý typ sportu klade odlišné požadavky na funkční vlastnosti oděvu, jejichž unikátnost je předmětem samostatných výzkumů. Fáze návrhu (designu) oděvu tak vychází z požadavků termofyziologických, biomechanických, estetických a v neposlední řadě i z požadavků na omak (viz Obr. 11).

Hlavním biomechanickým kritériem pro seamless sportovní oděv je z hlediska konstrukce dosažení maximálního komfortu pro nositele s minimálním pohybovým omezením charakteristickým pro konkrétní sportovní činnost. Toho je dosaženo především díky elasticitě oděvu, který se díky této vlastnosti maximálně přizpůsobí fyziognomii postavy a pohybu, aniž by došlo k výraznější deformaci struktury pleteniny. Oděv pak dokonale obepíná tělo a díky vhodně použitému materiálu a struktuře pleteniny dokáže při fyzické zátěži zajistit nutný předpoklad pro termofyziologický komfort, tj. rychlý odvod tepla, potu a páry od těla směrem do okolního prostředí.

V konstrukci seamless pletených oděvů pro sportovní využití je možné využít poznatky z předešlých kapitol a cíleně je aplikovat na jednotlivé části oděvů odpovídající požadavkům dané části lidského těla, které v klidu a při zátěži vykazují jiné charakteristiky. Sportovní výkon klade v porovnání s běžným použitím vysoké a často extrémní požadavky na dosažení tepelného komfortu a schopnost odvodu vlhkosti v různých částech těla a vrstvě oděvu. Proto by sportovní oděv měl být těmto rozdílným požadavkům přizpůsoben tak, aby jako celek přinesl svému uživateli očekávaný komfort včetně komfortu termofyziologického.



Obr. 11 Multidisciplinárni rámec návrhu a konstrukce pletených seamless sportovních oděvů, zdroj: [42]

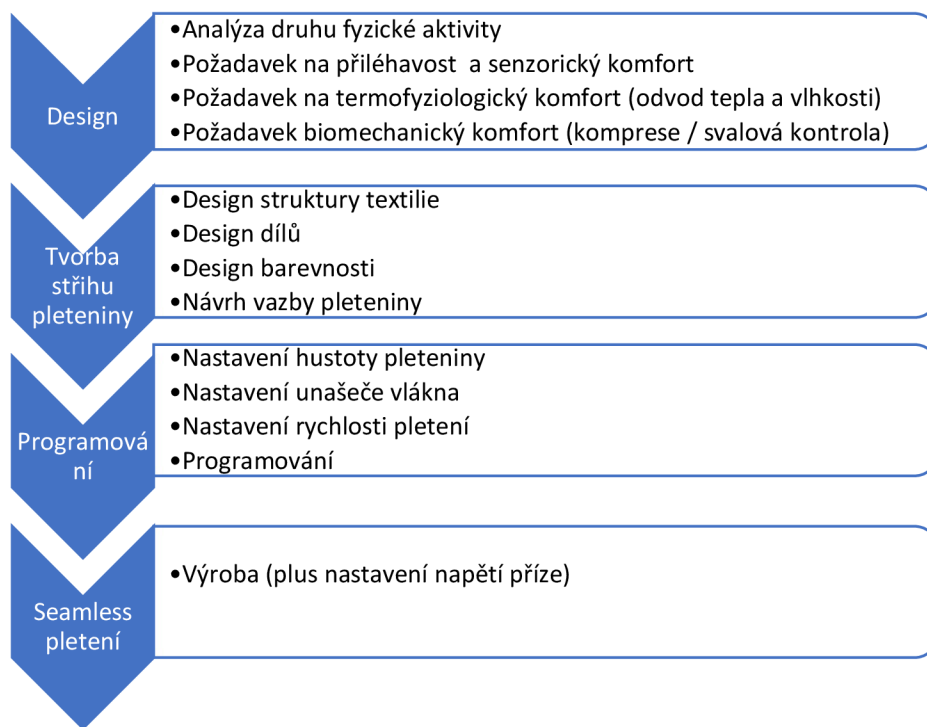
Yun [42] popisuje proces designu a konstrukce seamless sportovních pletenin s odvoláním na jeho multidisciplinárni kontext (Obr. 11) následovně:

Nastavení funkčních požadavků podle typu aktivity, charakteru oděvu a tvarových požadavků na přiléhavost.

Vývoj stříhu pleteniny (Knitting Pattern) založený na zmapování těla s přiřazením různých vazebných struktur k jednotlivým částem těla tak, aby splňovaly požadavky na odvod tepla a vlhkosti a dále na kompresi jednotlivých svalových partií. Nastavení vazebných struktur a jejich optimalizace je stěžejním krokem procesu.

Programování. V další fázi dochází k naprogramování pletacího programu tak, aby splňoval konstrukční zadání, které je doplněno dalšími technickými nastaveními pletení jako je hustota pleteniny a uspořádání příze.

Výroba. Poslední fází je výroba prototypu.



Obr. 12 Proces designu a konstrukce seamless sportovních oděvů, [34]

4.1 Nastavení funkčních požadavků

Oděvy designované pro specifické potřeby jednotlivých druhů sportů vytváří unikátní soubor požadavků na mechanické, biomechanické, fyziologické a termofyziologické požadavky. Tyto požadavky jsou předmětem řady výzkumů a analýz jednotlivých aktivit, jejich intenzity a interakce oděvů s lidským tělem, které jsou následovány vývojem oděvních technologií schopných tyto specifické požadavky splnit.

[12] názorně zobrazuje (viz Obr. 13) hlavní oblasti lidského těla zodpovědné za produkci tepla a oblasti citlivé na chlad.



Obr. 13 Oblasti těla citlivé na chlad a produkující teplo, [12]

4.1.1 Složky termofyziologického komfortu a jeho funkční požadavky

Tepelný komfort a ztráty tepla mezi člověkem a okolím

Ztráty tepla ve směru od těla do okolního prostředí mohou probíhat kondukcí (vedením), konvekcí (prouděním), radiací (sáláním), respirací (dýcháním) a evaporací (pocením, odpařováním potu). [16]

Příčemž přímá tepelná ztráta organismu probíhá kondukcí, konvekcí, radiací. Nepřímá tepelná ztráta naopak evaporací a respirací.

Přenos tepla prouděním, vedením a sáláním

Jak zmiňuje Kovář [26], propustnost tepla je komplikovanější vzhledem k různým formám přenosu tepla. Vedení tepla je ovlivněno především vzduchovými póry, neboť samotná vláknenná hmota vede teplo lépe nežli vzduch. Tento izolační efekt ale může být znehodnocen prouděním vzduchu. Víme například, že objemná pletená textilie hřeje, není-li vítr, ale při větrném počasí je vhodné ji doplnit vnější méně prodyšnou vrstvou. [26]

Transport vlhkosti (Moisture Management)

Lidské tělo produkuje vlhkost ve formě potu. Pro zachování komfortu vnímaného člověkem je potřeba ho odvádět do první vrstvy oblečení. Textilie by proto měla umožňovat potu, aby se odpařoval a ochlazoval tak tělo. [2]

Kovář [26] uvádí, že lze vyrobit textilii, která propouští vodní páru (např. odpařený pot) do okolí, a přitom je nepropustná pro kapalnou vodu. Dokáží to např. textilie z mikrovláken s tak malými póry, že jimi vodní kapičky, držené povrchovým napětím v přibližně kulovém tvaru, neprojdou. Speciální dvou a vícevrstvé textilie dokáží vnitřní nenavlhavou vrstvou propustit vodu do vnější vrstvy, která ji absorbuje a případně postupně odpaří, takže pokožka zůstává v suchém prostředí. Příčemž syntetická vlákna vykazují zvláštní schopnost při kontaktu s pokožkou rychle odvádět pot přes textilii směrem od těla. [11]

Schopnost transportu vlhkosti oděvem má významný vliv na subjektivní vnímání vlhkosti. Vlhkost je považována za jeden ze základních faktorů ovlivňujících pocit diskomfortu oděvu. [11]

Pokud tělo vytváří více potu, než je oděv schopen propustit, dochází k hromadění vlhkosti, což je typické pro určité anatomické zóny, které produkují násobně více potu než jiné části povrchu lidského těla (např. podpaží). V těchto částech oděvu se často využívají speciální pórovité / perforované struktury umožňující jejich dostatečné odvětrání.

Odpařování potu je důležitým faktorem v termoregulaci organismu. Odpařením 1 litru potu se uvolní cca 2,4 MJ tepla. [16] Maximální množství produkce potu je udáváno $1,7 \text{ l.hod}^{-1}$, což reprezentuje kolem $40\,000 \text{ g.m}^{-2}$ za 24 hodin. [35] Přibližné hodnoty produkce potu podle

intenzity zátěže jsou uvedeny v Tab. 2. Množství odpařené vlhkosti vytváří kvantifikovaný požadavek na schopnost textilie odvádět vlhkost.

Tab. 2 Přibližné hodnoty produkce tělesných výparů podle intenzity zátěže, [14]

AKTIVITA	PRODUKCE TĚLESNÝCH VÝPARŮ [g. m ⁻² za 24 hod.]
Klidový stav	1 200 – 1 500
Chůze (dle podmínek a fyziologie)	5 000 – 10 000
Běh	20 000 – 28 000
Extrémní fyzická aktivita	nad 35 000

V Tab. 3 je uveden souhrn teoretických poznatků o termofyziologickém komfortu a jeho složkách vztažený k charakteristikám textilií, které mají vliv na jednotlivé složky komfortu.

Tab. 3 Složky termofyziologického komfortu a jejich vztah k parametrům oděvu

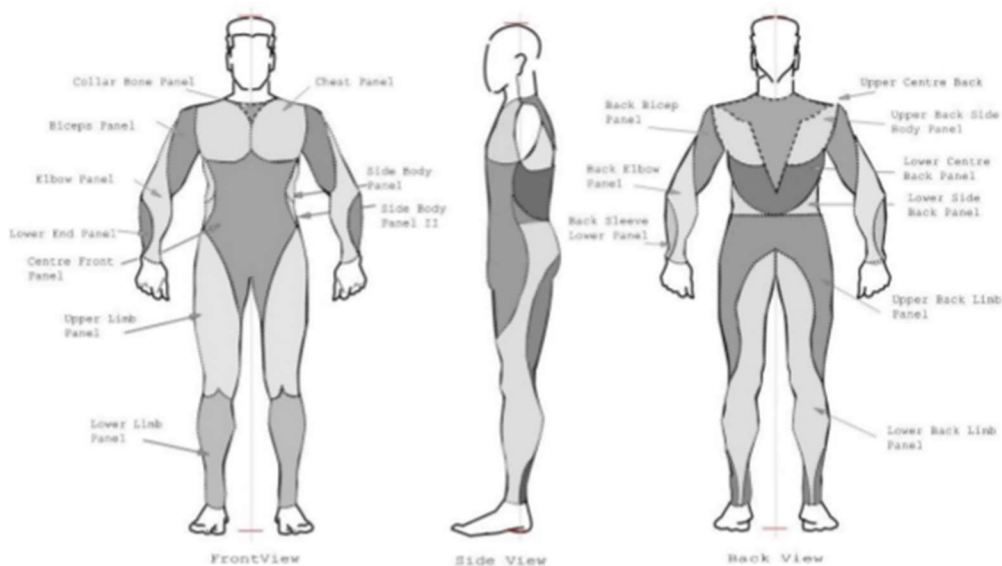
	Odvod tepla vedením (Heat Transmission)	Odvod kapalných vlhkosti (Moisture Transmission)	Odvod tepla a vodních par prouděním (Air Permeability)
Měřené veličiny	Tepelný odpor (R_{ct})	Nasákavost	Výparný odpor (R_{et})
	Měrná tepelná vodivost (λ)	Vysýchavost	Prodyšnost
	Tepelná jímavost (b)		Paropropustnost
Parametry ovlivňující měřené veličiny	Tloušťka textilie	Hydrofobicita / hydrofilita materiálu	Porozita
	Měrná tepelná vodivost	Struktura pleteniny	Struktura pleteniny
	Hustota textilie	Jemnost a tvar vláken v přízi	Hustota a tloušťka textilie

4.1.2 Biomechanické funkční požadavky a anatomické zónování

Jak bylo zmíněno, jedním z požadavků ovlivňujících design seamless sportovních výrobků první vrstvy oděvu je proměnlivá komprese podporující fyziologické procesy v těle sportovce. V této souvislosti Venkatraman a Tyler [4] zmiňují americký patent rozdělující lidské tělo na devatenáct anatomicky rozdílných zón pokrývajících přední i zadní část těla tak, aby tlak v těchto oblastech podporoval různé svalové skupiny a zlepšoval cirkulaci krve v těle. (viz Obr. 14)

Venkatraman a Tyler [4] dále zmiňují jeden ze závěrů studie Allsop (2012), podle kterého s vyšším počtem k sobě sešitých dílů klesá rovnoměrnost tlaku vyvinutého na specifické

svalové skupiny. Tím pádem, čím menší je počet vzájemně sešitých dílů, tím lepší je distribuce tlaku vytvářeného na danou svalovou partii.



Obr. 14 Zóny oděvů anatomicky podporující specifické svalové partie lidského těla, [4]

Tento konkrétní požadavek první vrstvy sportovních oděvů je záměrně zmíněn proto, že v kapitole 4.1.5 uvádím rozdílné požadavky na termofyziologický komfort v různých anatomických zónách lidského těla. Design oděvu pak musí tyto požadavky skloubit v jeden funkční celek.

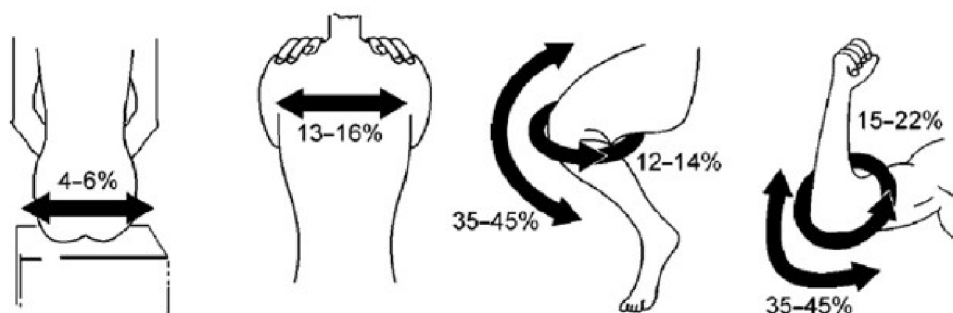
4.1.3 Požadavky na funkční vlastnosti oděvu při dynamickém namáhání

Voyce, Dafniotis a Towlson [4] konstatovali, že lidská pokožka se výrazně roztahuje (viz Obr. 15), konkrétně v oblasti kolen a loktů v rozmezí 35 – 45 % (viz Obr. 16). Z těchto důvodů je požadavek na elasticitu oděvu nezbytnou podmínkou pro zajištění komfortu sportovních oděvů předpokládajících vyšší míru intenzivního tělesného pohybu v celém rozsahu pohyblivosti lidského těla.



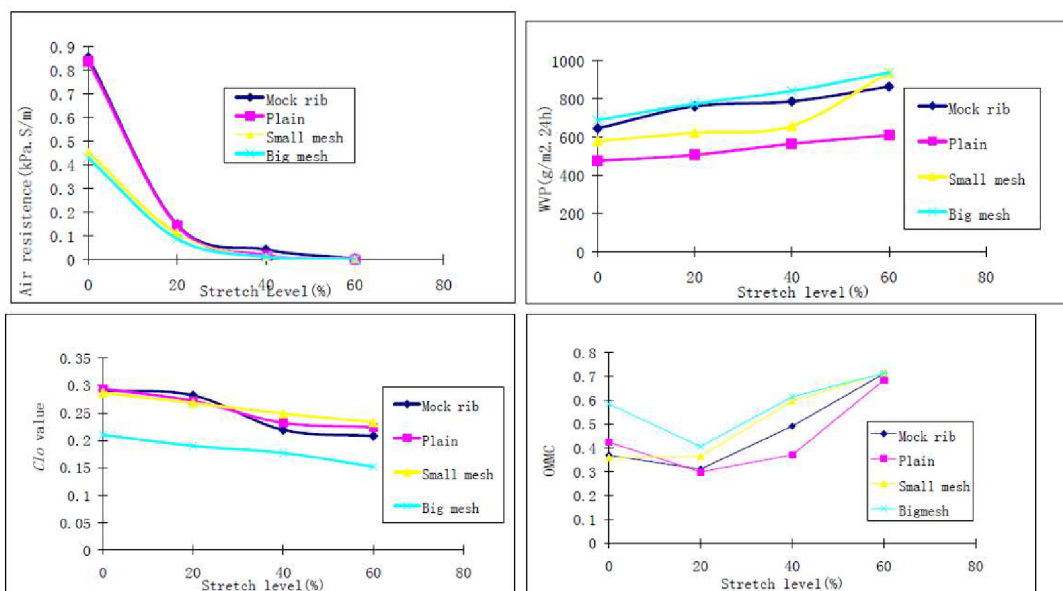
Obr. 15 Různé typy tělesného protažení, [4]

Sportovní oděv musí klást pohybům během sportovní aktivity co nejmenší odpor a zajišťovat schopnost zotavení pleteniny do původního tvaru. [4] Právě tento požadavek je v případě pletenin dobře splnitelný, a to ve všech směrech bez výraznějších změn struktury textilie.



Obr. 16 Části lidského těla s největší roztažností, [4]

[34] analyzuje vliv míry roztažení pleteniny na změnu funkčních vlastností ovlivňujících transport vlhkosti. Regresní analýzou prokázal, že existuje silná závislost na míře roztažení tak, že s jejím růstem prudce klesá výparný odpor, zvyšuje se prodyšnost, klesá tepelněizolační schopnost. Celkový ukazatel odvodu vlhkosti napřed klesl a od 20 % roztažení opět vzrůstal. (viz Obr. 17)



Obr. 17 Závislost celkového ukazatele odvodu vlhkosti a jeho parametrů na míře roztahení pleteniny, zdroj: [34]

4.1.4 Materiál a struktura pleteniny

Zatímco vlastnosti vláknenných materiálů a jejich použití ve dvousložkových pleteninách pro seamless sportovní oblečení byly představeny v kapitole 2, velmi důležitou úlohu hraje i vazebná struktura pleteniny.

Vliv vazebné struktury na termofyziologické vlastnosti pletenin je předmětem mnoha výzkumů, z nichž uvádím několik příkladů tématicky blízkých této práci. Vzhledem k tomu, že většina dostupných výzkumů pochází ze středního až dálného východu, jsou často přírodní vlákna zastoupena bavlnou, bambusem nebo modalem vhodnými spíše pro mírné či teplé klima a nikoli merino vlnou.

Zmiňované studie často poukazují na to, že teplotní komfort je pevně svázan s transportem vlhkosti a její akumulací uvnitř oděvu. Transportní vlastnosti základní vrstvy záleží hlavně na kapilární struktuře textilie (struktuře pórů), stejně jako na absorpční kapacitě vlhkosti a vlastnostech povrchových vláken. Smáčivost a nasákavost textilií mohou proto být významně vylepšené změnou vazebné struktury přízi, která díky výraznější textuře vrchní vrstvy přispěje ke zvětšení povrchu při zachování hmotnosti textilie a současném použití hydrofilních vláken.

Závěry experimentálního výzkumu (Yun [34]) poukazují na významnou závislost mezi vazebnou strukturou pleteniny (Mock Rib, Plain, Big Mesh and Small Mash) a jednotlivých složek termofyziologického komfortu. Tento výzkum se zaměřil na výparný odpor,

prodyšnost, tepelný odpor za sucha a celkový ukazatel řízení odvodu vlhkosti OMMC (Overall Moisture Management Capacity). Tab. 4 poskytuje přehled výsledků závislosti termofyziologických ukazatelů na struktuře pleteniny. Míra závislosti je zde vyjádřena škálou A – D, kde A reprezentuje vysokou závislost a D velmi nízkou.

Tab. 4 Výsledky závislosti termofyziologických ukazatelů na struktuře pleteniny, [34]

		Thermal/Moisture performance			
		AR	WVP	TID	OMMC
Fabric Type	Mock Rib	A	B	B	C
	Plain	B	D	A	B
	Big Mesh	D	A	D	A
	Small Mesh	C	C	C	D

Suganthi et al [36], který zkoumal vlastnosti dvousložkových pletenin určených pro volejbal, ve svém výzkumu mimo jiné poukazuje na významné zlepšení termofyziologických vlastností pleteniny díky změně její struktury a vhodné kombinaci hydrofobního polyesteru ve vnitřní vrstvě pleteniny s přírodním vláknem vnější vrstvy. Tab. 5 ukazuje změnu vlastností jednosložkových pletenin (100 % Modal resp. 100 % Polyester) ve struktuře jedolící pletenina hladká ve srovnání s jejich směsí ve dvousložkové pletenině. Dochází ke statisticky významnému zlepšení všech sledovaných vlastností.

Tab. 5 Vlastnosti tepelného komfortu u vybraných vzorků pletenin, [36]

VLASTNOST	100 % Modal Jedolící pletenina hladká	100 % Micro Denier Polyester Jedolící pletenina hladká	40 % Modal + 60 % Micro Denier Polyester Dvousložková pletenina (bi-layer)
Hustota (ř. x sl. / palec)	2264	1760	2444
Plošná hustota [$g \cdot m^{-2}$]	112	85	126
Délka oka [mm]	2,9	3,3	2,9
Tloušťka [mm]	0,58	0,53	0,72
Propustnost vzduchu – za sucha [$cm^3 \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2}$]	182	242	1210
Propustnost vzduchu – za vlhka [$cm^3 \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2}$]	122	161	851
Propustnost vodních par [$g \cdot m^{-2} \cdot 24 \text{ hod.}$]	1224	1325	2116
Koeficient tepelné vodivosti [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	0,024	0,019	0,045
Vzlinavost [cm]	4,5	4,3	9,2
Nasákavost [%]	55,6	61,8	82,2
Vysýchavost [min]	14,3	13,8	11,2

Niedermann a Rossi [12] ve své studii poukazují na to, že rozdíly v obsahu vlhkosti mohou být rozeznávány v bavlně ale nikoliv v polyesteru nebo ve směsi syntetických vláken. Vlhké materiály mají vyšší koeficient tření a s tím spojenou změnu v dotykovém vjemu a negativně vnímaným komfortem.

Ze závěrů práce Yang et al [1] vyplývá, že termofyziologické vlastnosti dvousložkových pletenin jsou funkcí mnoha proměnných jako je struktura pleteniny, tloušťka a kompozice příze. Výzkumníci zaznamenali statisticky vysoce významný rozdíl v tepelném odporu a výparném odporu mezi vzorky s různými strukturami. Je nutné podotknout, že v tomto výzkumu byly porovnávány struktury hladké vazby s dvěma strukturami sítí malých a velkých otvorů, které výrazně zvyšují porozitu materiálu. Proto i výsledky poukazují na vysoké rozdíly mezi skupinami zkoumaných vzorků v propustnosti tepla a vodních par. Zajímavým poznatkem je fakt, že pleteniny vyrobené z přízí z jemných vláken zlepšovaly vlastnosti transportu tepla a vlhkosti. Vysvětlují to tím, že zvyšující se jemnost zvyšuje kontaktní plochu mezi vlákny, což podporuje vedení tepla přes vlákna a zároveň se vytváří více pórů pro prostup vodních par.

Abreu et al 2011 [32] porovnávali tepelněizolační vlastnosti vzorků Single Jersey 100 % CO první vrstvy oděvu - bavlněných triček s třemi různými typy pletených struktur směsi 60 % PA, 35 % PES, 5 % EL a třemi různými typy pletených struktur směsi 60 % PA, 35 % PP, 5 % EL. Pro testování byl použit tepelný manekýn „Maria“. Dospěli k závěru, že nelze prokázat statisticky významný vliv struktury anebo hmotnosti na tepelněizolační vlastnosti pleteniny.

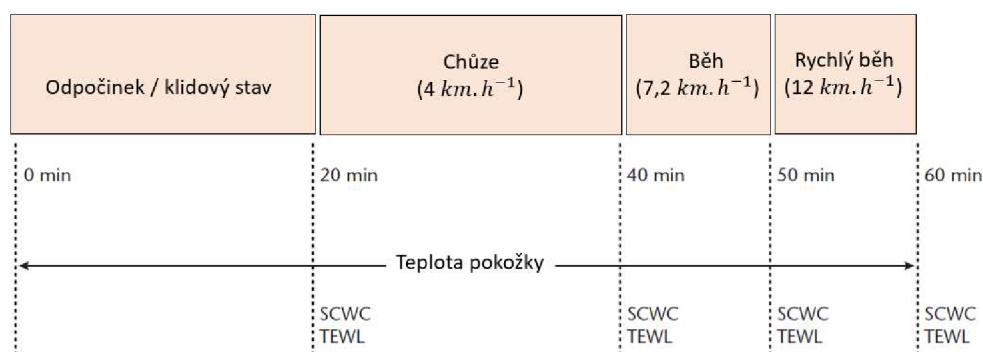
4.1.5 Tepelné zóny lidského organismu (Thermal Mapping)

K dosažení ideálního termofyziologického komfortu sportovního oblečení je důležité nejen vhodně použít správné materiály a struktury, ale tyto vhodně zkombinovat na jednotlivých částech oděvu tak, aby maximalizovaly funkční vlastnosti očekávané od dané části lidského těla.

Cao et al [38] se ve své studii zaměřili na objektivní měření a identifikaci různých termofyziologických parametrů na jednotlivých zónách lidského těla za pomoci senzorů.

Při pokusu trvajícím 60 minut (podmínky viz Obr. 18), probíhajícím v klimatizované místnosti s teplotou 27 – 28 °C a relativní vlhkostí 50 ± 3 % byly na deseti zdravých mužských dobrovolnících během třech různě intenzivních tělesných aktivitách (odpočinek / klidový stav, chůze, rychlý běh) sledovány a vyhodnocovány následující hodnoty – teplota

pokožky, obsah vody vrchní části epidermis (Stratum Corneum Water Content, SCWC) a odpařování vody (vlhkosti) z povrchu lidského těla (Transepidermal Water Loss, TEWL).

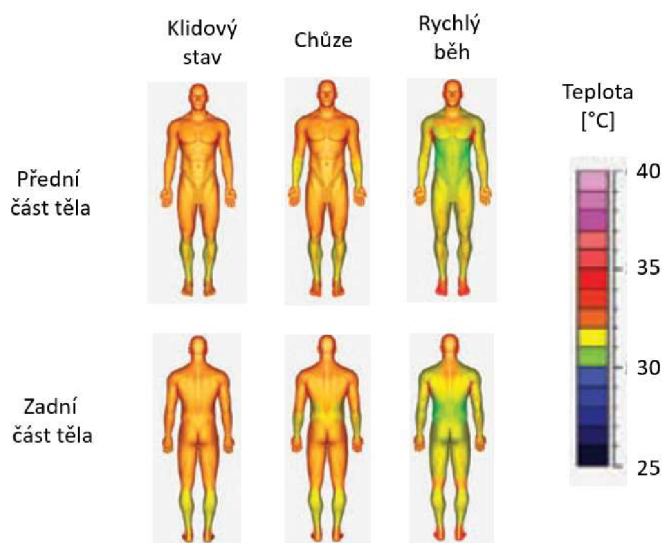


Obr. 18 Podmínky pokusu, [38]

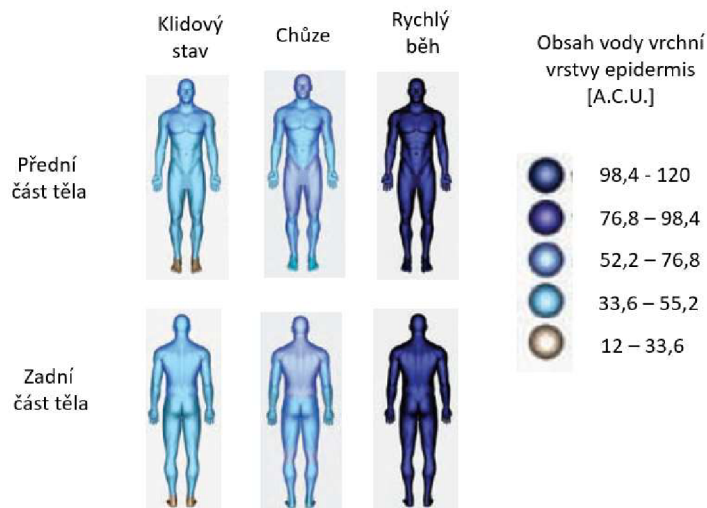
Výsledky měřených hodnot byly následně graficky znázorněny na přehledných tělesných figurínách. Vytvořené barevné stupnice tak přiřazují hodnotu konkrétní veličiny při konkrétní tělesné aktivitě dané části lidského těla. Hodnoty teploty pokožky lze vidět na Obr. 19, obsah vody vrchní části epidermis (SCWC) na Obr. 20 a odpařování vody z povrchu lidského těla (TEWL) na Obr. 21.

Z Obr. 19 je patrný pokles povrchové teploty těla v oblastech ramen, trupu a stehen, tedy míst s největší produkcí potu a jeho odpařování. To také koresponduje s poznatky [36], který uvádí, že největší uvolňování tepla probíhá přes záda, podpaží, ramena, boky a rozkrok.

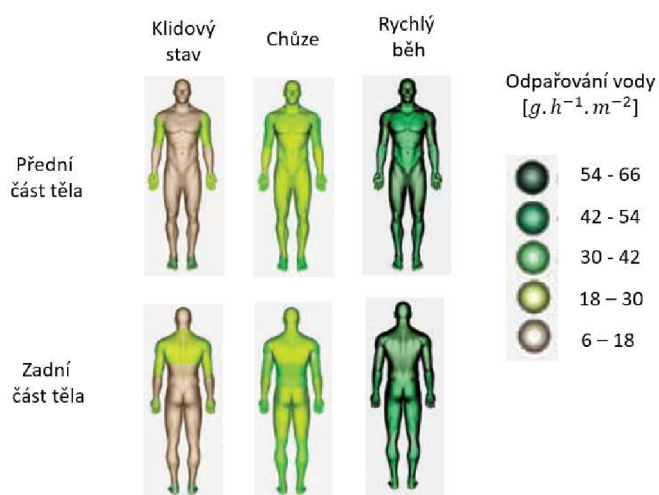
Obr. 20 znázorňuje až trojnásobné zvýšení tvorby vlhkosti při vzrůstající fyzické aktivitě.



Obr. 19 Povrchová teplota pokožky po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]



Obr. 20 Obsah vody ve vrchní vrstvě epidermis po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]



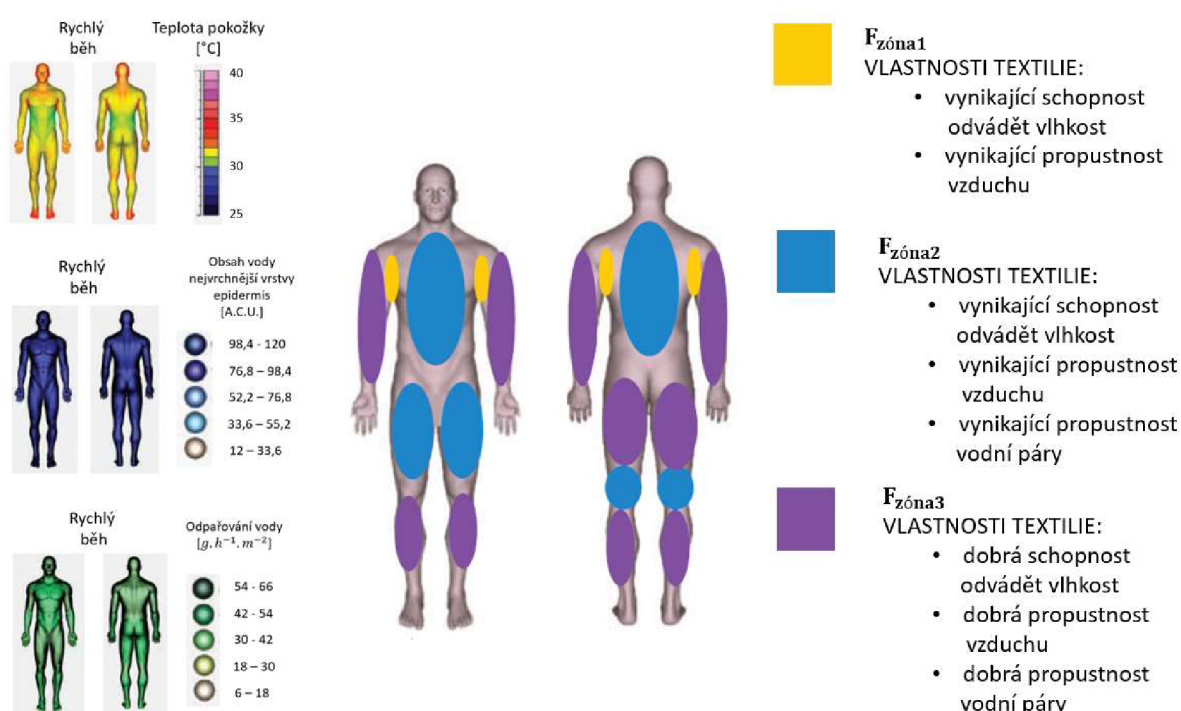
Obr. 21 Odpařování vody pokožkou po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]

Výstupem výzkumu byla identifikace tří různých funkčních zón F_{zon} , F_{zone2} , F_{zone3} , které představují oblasti lidského těla, pro které je vhodné, vzhledem k odlišné fyziologické odezvě na fyzickou aktivitu, zvolit odlišné vlastnosti textilií. Tyto funkční požadavky jsou graficky zobrazeny na Obr. 22.

Všechny tři zóny mají stejný funkční požadavek na transport vlhkosti. To je také základní požadavek, který mají splňovat textilie určené ke sportovním účelům – redukovat obsah vody na pokožce pomocí rychlého transportu přes oděv a schnutí. [38]

V případě rychlého běhu a na základě měření tělesné teploty je u zóny F_{zone1} (oblast podpaží) kromě vynikající schopnosti odvádět vlhkost požadována i vynikající propustnost vzduchu. [38]

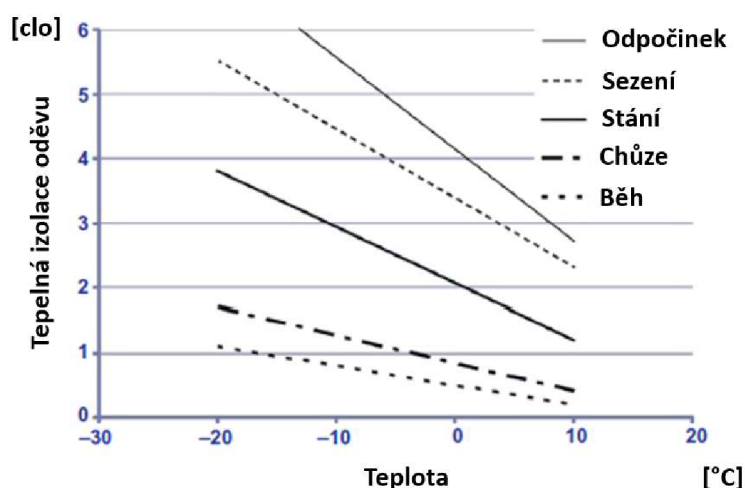
Při mapování obsahu potu při chůzi se v zóně F_{zone2} vyžaduje vynikající propustnost vodní páry oproti F_{zon} , kde je postačující dobrá propustnost vodní páry. S ohledem na výrobní náklady může být posouzena nezbytnost použití zóny F_{zone2} pro daný účel tělesné aktivity a zda není výhodnější akceptovat pouze dobrou propustnost vzduchu a dobrou propustnost vodní páry výměnou za nižší strukturovanost a nižší náklady. [38]



Obr. 22 Anatomické funkční zóny termofyziologického komfortu, [38]

Propojení znalostí o fyziologickém chování lidského těla během lidské činnosti potažmo fyzické zátěži se znalostmi o textilním materiálu a technologii jeho výroby může při tvorbě a konstrukci sportovního oblečení ve svém důsledku přinést podstatné zvýšení termofyziologického komfortu jeho nositeli.

Na Obr. 23 lze vidět závislost mezi teplotou okolí a požadavkem na izolační schopnost oděvu při různých úrovních tělesné aktivity. Tento vzájemný vztah a provázanost je důležité vzít v úvahu při tvorbě a konstrukci seamless sportovního oblečení pro konkrétní sportovní aktivitu v daném teplotním prostředí.



Obr. 23 Poměr mezi teplotou okolí a požadavkem na izolační schopnost oděvu při různých úrovních aktivity, [12]

4.2 Vývoj střihu pleteniny (Knitting Pattern)

Poslední oblastí, která má nezanedbatelný vliv na termofyziologický komfort sportovních oděvů, je vývoj designu, stanovení rozměrových parametrů výrobku spolu s tvorbou střihu.

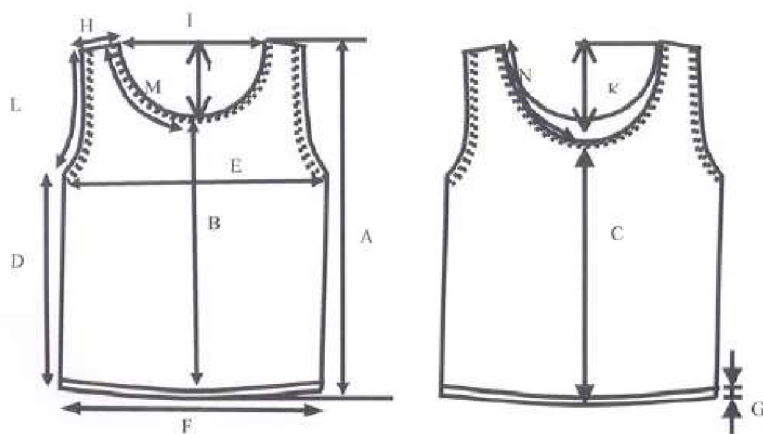
Jelikož seamless oděv, mající tvar tubusu, nemá žádné boční, středové ani členící švy, musí být v rámci konstrukce na tento fakt brán zřetel. Z tohoto důvodu je konstrukce seamless oděvu jiná než u tradičních způsobů výroby, jelikož výhody a unikátní vlastnosti seamless pletenin jsou do jisté míry vyváženy technologickým omezením jejich výroby na okrouhlých pletacích strojích.

Největší rozdíly tvorby střihu seamless oděvu lze najít i ve způsobu stanovení požadované velikosti. Obvod hrudníku v tomto případě úzce koresponduje s velikostí použitého průměru pletacího stroje. Zvětšování nebo zmenšování obvodu hrudníku lze proto dosáhnout pomocí změny příze, změny krycí nebo kryté nitě nebo změnou struktury pleteniny. Především však změnou hustoty pleteniny (délky nitě v očku).

Tolerance obvodu hrudníku jsou přiloženy v Tolerance průměru obvodu hrudníku u seamless oděvů, zdroj: [2] (viz Příloha č. 1).

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1, výrobce pletacích strojů SANTONI uvádí, že originální nebarvený oděv může mít rozměry 10 – 35 % větší než finální výrobek. Tuto skutečnost musí vzít v potaz i designér / programátor, který tvoří konstrukci. Způsob tvorby je tak opačný. Designér musí vycházet z finálních rozměrů pleteniny, který má finální výrobek mít. [10]

Na Obr. 24 a v Příloha č. 2 jsou na konkrétním příkladu seamless výrobku tyto rozměrové změny uvedeny.



Obr. 24 Rozměrové parametry seamless výrobku - triko, [10]

Výrobci oblečení čelí při tvorbě seamless oblečení problému týkajícího se rozměrové tolerance hotových výrobků, kterou jsou zákazníci ochotni při nošení akceptovat, a s ním spojeným komfortem oděvu.

Výrobce seamless pletacích strojů, společnost SANTONI, provedl výzkum rozměrových tolerancí seamless výrobků u dvanácti hlavních zákazníků působících na americkém trhu s následujícími závěry [10]:

- Mezi zákazníky je navzájem velký rozdíl
- Nejvyšší tolerance obvodu hrudníku byla 6,3 %, nejnižší 1,5 % (průměr: 3,4 %)
- Nejvyšší tolerance délky byla 4,9 %, nejnižší 1,1 % (průměr: 2,6 %)

5 PŘEHLED SEAMLESS SPORTOVNÍCH ODĚVŮ NA ČESKÉM A SLOVENSKÉM TRHU

Segment pletenin zahrnuje na evropském trhu většinou oděvy pro chladnější část roku především díky dobrým tepelněizolačním vlastnostem. Ze statistik Eurostatu vyplývá jasný trend (přes 5 % ročně) zvyšující se oblíbenosti pletenin v posledních letech vysvětlovaný vysokou úrovní komfortu, jednoduchostí údržby, všestranností použití a módními trendy. Zhruba polovina produkce spotřebované v Evropě je evropského původu, druhou polovinu tvoří dovozy. Evropská výroba ale vyváží pletenin za více než 15 mld. EUR. Zhruba 73 % této produkce připadá na Itálii, Německo, Španělsko, Francii, Holandsko a Belgie. [39]

Z veřejných zdrojů jsou dostupné informace o čtyřech místních společnostech vyrábějících seamless sportovní pleteniny (sportovní trika) pro chladné podnebí. Kromě společnosti PUMAX, jejíž produkci bude věnována experimentální část této práce, jde o Lasting Sport s.r.o., Moira CZ a.s. a slovenská společnost XTECH Sport Design.

5.1.1 Lasting Sport s.r.o.

Výrobky (viz Tab. 6), které jsou uvedeny jako zástupci této značky, jsou určeny pro podzimní a zimní sporty jako je lyžování, snowboard, běh na lyžích, jízdu na kole, hokej a zimní turistiku.

Tab. 6 Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti Lasting Sport s.r.o., [40]

MODEL	PLOŠNÁ HMOTNOST	MATERIALOVÉ SLOŽENÍ
Werolo 90/70	300 $g \cdot m^{-2}$	80 % Vlna Merino 17 % Polypropylen 3 % Elastan
Angel	320 $g \cdot m^{-2}$	70 % Polyester 24 % Polyamid 6 % Elastan
Stem	260 $g \cdot m^{-2}$	60 % Polyamid 35 % Polypropylen 5 % Elastan
Tolo 8990	200 $g \cdot m^{-2}$	35 % Polypropylen + ionty stříbra 31 % Polyester 25 % Polyamid 9 % Elastan
Tolo 8960	200 $g \cdot m^{-2}$	35 % Polypropylen + ionty stříbra 31 % Polyester 25 % Polyamid 9 % Elastan
Angelina 9080	320 $g \cdot m^{-2}$	70 % Polyester 24 % Polyamid 6 % Elastan

WEROLO 9070 pánské seamless vlněné triko (viz Obr. 25), které odvádí pot od pokožky a obsahuje speciálně upravenou přírodní 16-ti mikronovou vlnu merino pro lepší omak a zvýšení tepelného komfortu v chladném počasí.



Obr. 25 Seamless triko WEROLO 9070 společnosti Lasting Sport s.r.o., [40]

ANGEL, pánské funkční seamless triko s dlouhým rukávem, lehce kompresní, s anatomicky umístěnými zónami zajišťuje vysokou prodyšnost v partiích se zvýšenou potivostí, a naopak v zatěžovaných oblastech jsou umístěny kompresní zóny, které prokrví svalovou hmotu. (fotografie výrobku viz Příloha č. 3). [40]

Pánské kompresní seamless sportovní triko **STEM** s obsahem polypropylenových mikrovláken s antibakteriální nevypratelnou úpravou (ionty stříbra) odvádí pot od pokožky na povrch oděvu nebo do dalších vrstev oblečení a snižuje tak vznik nepříjemného zápachu při sportovní aktivitě. Pletenina je současně upravena pro snadný ohyb paže, v oblasti břicha má pletenina kompresní podporu. Oblast ramen, předloktí a zápěstí je chráněna proti otlakům tvarovanou vrstvenou pleteninou. Navíc v oblasti ledvin je kvůli akumulaci vlastního tepla znásobené množství vzduchových kanálků z polypropylenových mikrovláken. (fotografie výrobku viz Příloha č. 3). [40]

TOLO 8990 a TOLO 8960, vysoce antibakteriální seamless triko (stejně jako seamless triko STEM mikrovlákno obsahuje ionty stříbra) má ochranné zesilující zóny v ramenou a na loktech, na rukávech zóny podporující snadný ohyb. Podpůrné zóny v bocích mají za úkol estetické zúžení a podporu vzpřímeného držení těla. (fotografie výrobku viz Příloha č. 3) [40]

Seamless dámské triko **ANGELINA 9080** anatomického tvaru má kompresní zóny podporující funkčnost oděvu i termoregulaci těla. Stojací límeček zároveň chrání proti prochladnutí. (fotografie výrobku viz Příloha č. 3). [40]

5.1.2 MOIRA CZ, a.s.

MOIRA CZ, a.s. se věnuje vývoji a výrobě funkčních vláken (např. patentované vlákno Moira TG 900), funkčního ošacení, ponožek a doplňků (šály, čepice, šátky a čepice, rukavice) do různých klimatických podmínek.

Ve svém sortimentu nabízí i seamless sportovní oblečení první vrstvy oděvu určené pro chladné počasí. V Tab. 7 jsou představeny výrobky určené právě pro tyto klimatické podmínky.

Tab. 7 Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti MOIRA, [41]

MODEL	PLOŠNÁ HMOTNOST	MATERIALOVÉ SLOŽENÍ	AKTIVITA
CO-MW/DR	150 g.m ⁻²	60 % Polypropylen MOIRA 37 % Vlna Merino 3 % Elastan	Pro všechny venkovní aktivity v chladném prostředí: army, běh na lyžích, cyklistika, golf, sjezdové lyžování, snowboard, jízda na motocyklu, zateplení termo
CO-MW/DR1	150 g.m ⁻²	60 % Polypropylen MOIRA 37 % Vlna Merino 3 % Elastan	Pro všechny venkovní aktivity v chladném prostředí: army, běh na lyžích, cyklistika, golf, sjezdové lyžování, snowboard, jízda na motocyklu, zateplení termo
CO/DR3	170 g.m ⁻²	97 % Polypropylen MOIRA 3 % Elastan	Atletika, běh, sjezdové lyžování, snowboard, běh na lyžích, jízda na motocyklu, zimní turistika, venkovní míčové hry, aerobik, halové sporty
AR/DR	140 g.m ⁻²	96 % polypropylen MOIRA 4 % Elastan	Atletika, běh, běh na lyžích, cyklistika, golf, sjezdové lyžování, snowboard, zimní turistika, zimní horolezectví, jachting, kanoistika, jezdeckví, jízda na motocyklu, myslivost, rybaření, městská móda

Seamless pánské triko **CO-MW/DR** (viz Obr. 26) a **CO-MW/DR1** (fotografie výrobku viz Příloha č. 4) díky kombinaci nejjemnější vlny merino super fine o tloušťce 16,5 mikronů, které neutralizuje pachy, a polypropylenového vlákna MOIRA udrží tělo v teple i při dlouhodobém pobytu v chladném počasí. [42]



Obr. 26 Seamless triko CO-MW/DR společnosti MOIRA CZ, a.s., [41]

Seamless triko **CO/DR3**, které v sobě kombinuje vlákno Moira a lycru, se nelepí na pokožku. Hodí se jako první i druhá vrstva oblečení. Díky různým zónám kopíruje výrobek pohyby těla a při aktivitě zajišťuje ideální přiléhavost. Jednotlivé funkční zóny napomáhají odvodu vlhkosti a prodyšnosti. (fotografie výrobku viz Příloha č. 4). [42]

AR/DR je seamless triko upletené tak, aby lokálně kombinovalo efekt zateplení či ochlazení různých anatomických částí těla. Například ochlazuje lopatky a podpaží, ale na ledvinách udržuje konstantní teplotu. (fotografie výrobku viz Příloha č. 4). [42]

5.1.3 XTECH Sport Design

Slovenská společnost XTECH Sport Design se zaměřuje i na výrobu funkčních oděvů (trika, kalhoty, cyklistické kalhoty) a doplňků včetně seamless sortimentu.

V Tab. 8 jsou představeny výrobky určené pro chladné klimatické podmínky.

Tab. 8 Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti XTECH, [42]

MODEL	INTERVALY TEPLOT PRO NOŠENÍ	MATERIALOVÉ SLOŽENÍ
Merino Tech	-30 °C až +15 °C	72 % Vlna Merino 23 % X-Dry (polypropylen) 5 % Elastan
Titanium	-25 °C až +15 °C	68 % Dryarn (polypropylen) 24 % X-Pro (polyamid) 8 % Elastan

Premium	-30 °C až +10 °C	70 % Q Skin (bakteriostatické vlákno) 25 % Dryarn (polypropylen) 5 % Elastan
Dolomiti	-25 °C až +15 °C	68 % Dryarn (polypropylen) 24 % X-Pro (polyamid) 8 % Elastan
Evolution	-30 °C až +10 °C	70 % Q-Skin 25 % Dryarn (polypropylen) 5 % Elastan
Race 3	-25 °C až +5 °C	88 % X-Dry (polypropylen) 8 % Elastan (Lycra) 4 % Resistex® CARBON (uhlíkové vlákno)
Predator 3	-20 °C až +5 °C	88 % X-Dry (polypropylen) 8 % Elastan 4 % Resistex® CARBON (uhlíkové vlákno)

Seamless funkční triko **TITANIUM** (viz Obr. 27) má zvýšené izolační schopnosti. Je určeno pro outdoorové aktivity v chladném podnebí. Vlákno Dryarn®, které je v tomto výrobku použito, je polypropylenové mikrovlákno, které zaručuje vysokou úroveň výkonu i v extrémních podmínkách použití. Je to technologický a inovativní produkt, který je odolný, lehký, izolační a prodyšný. Je také hygienické, příjemné na nošení a šetrné k životnímu prostředí. [42]

Při provádění laboratorních testů vlákna Dryarn® bylo zjištěno, že je schopno odvést pot od povrchu pokožky 167-krát rychleji a účinněji než tradiční bavlna. Tím toto vlákno vytváří i prodyšnou bariéru, která zároveň působí jako izolátor. Pokožka tak může zůstat v chladném i teplém klimatu suchá a teplá. Izolační kapacita Dryarn® je dokonce vyšší než u vlny. To umožňuje snížit počet vrstev oděvů na sobě a umožnit tak snadnější a volnější pohyb. Jak výrobce poznamenává, zajištění suchosti pokožky také neumožní tvorbu bakterií, které způsobují zápach. Tím následně odstraní riziko podráždění, alergií a dermatitid. [42]



Obr. 27 Seamless triko TITANIUM společnosti XTECH Sport Design, [42]

Jak je z přehledu výrobků seamless trik určených pro chladné podnebí patrné, výrobci využívají širokou škálu kombinací vláken syntetických včetně jejich kombinace s merino vlnou. Výrobky standardně obsahují 3 – 9 % elastanu. Zónování trika je designově zapracováno do konstrukce trika.

6 ZÁVĚR REŠERŠNÍ ČÁSTI

Rešeršní část této práce si kladla za cíl vytvořit teoretický základ praktického výzkumu zaměřeného na termofyziologický komfort první vrstvy oděvu seamless sportovního oblečení. Představením seamless technologie pletení dvousložkových zátažných pletenin, vhodných materiálů a vazebných struktur, teoretického rozboru jednotlivých složek fyziologického komfortu a postupu designu a konstrukce byl tento záměr naplněn.

Uvedené závěry čerpané z odborné literatury a výzkumných prací vytváří přehled praktických poznatků soudobé úrovně znalosti o zvoleném tématu. Potvrdilo se, že téma termofyziologického komfortu je velmi široké a zvolené zaměření na seamless dvousložkové pleteniny zaciluje technologii oděvů, která v současné době představuje špičku v přidané hodnotě funkčních vlastností sportovního oděvu.

Právě přesah problematiky přes výrobní technologii do dalších vědních oborů jako je mechanika, fyzika, chemie, termodynamika a fyziologie člověka vytváří multidisciplinární rámec této problematiky zmiňovaný mnoha výzkumníky.

Paradoxem zůstává, že i přes všechny teoretické a vědecké poznatky praktická tvorba designu, vzorů a konstrukce seamless dvousložkových pletenin vyžaduje vysokou míru zkušenosti s technologií výroby na konkrétních pletacích strojích, tj. požadavku na vysoce kvalifikovaný personál tak, aby byla zajištěna požadovaná a konzistentní úroveň kvality při zachování akceptovatelných výrobních nákladů.

7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části bylo ověření vlivu vybraným výrobcem používaných vazeb pletenin a materiálů na termofyziologický komfort seamless sportovních oděvů první vrstvy oblečení pro chladné klima. Metodika byla založena na objektivním měření veličin termofyziologického komfortu pomocí standardizovaných metod. K těmto metodám byl navíc zahrnut experiment provedený na tepelném manekýnovi.

Experimentální část se skládá z provedení testů vzorků pletenin, jejich vyhodnocení, diskuze a formulace doporučení založených na výsledcích.

Pro empirické testování bylo použito šest vzorků pletenin laskavě poskytnutých společností PUMAX spol. s r.o. (dále jen PUMAX), která vyrábí seamless sportovní funkční oblečení pomocí okrouhlých středprůměrových pletacích strojů SANTONI.

Vzorky byly rozděleny do dvou různých materiálových skupin. V každé z nich byly pak použity tři rozdílné vazební struktury pletenin. Rozsah této práce neumožňoval zkoumání a návrh vlastních vazeb pletenin, ale pouze hodnotí v praxi používané vazby a materiálové směsi.

Subjektivně vnímaný termofyziologický komfort, jak již bylo uvedeno výše v rešeršní části této práce, je ovlivňován souborem objektivně měřitelných vlastností textílie. S ohledem na testovací metody použité v dostupné literatuře, výzkumech a po odborných konzultacích s vedoucí práce a pedagogy Technické univerzity v Liberci bylo k testování pěti vybraných ukazatelů termofyziologického komfortu (prodyšnost, tepelný odpor, výparný odpor, propustnost vodních par a souhrnného ukazatele OMMC (Overall Moisture Management Control) – odvod tepelné a kapalné vlhkosti) využito dostupné testovací vybavení fakulty textilní Technické univerzity v Liberci.

Detailní popis testovaných vzorků, použitých metod a výsledky jednotlivých laboratorních testů jsou obsahem následujících kapitol a příloh této práce.

7.1 Charakteristika a analýza použitých materiálů testovaných pletenin

Pro experiment bylo společností PUMAX upleteno na okrouhlém pletacím stroji „SANTONI SM8 – EVO4J Single Jersey“ standardně používaným způsobem šest vzorků pletenin (tubusů), které výrobce používá k výrobě funkčního prádla první vrstvy oblečení.

K výrobě vzorků pletenin byl použitý elektronicky řízený středopřůměrový okrouhlý jednolůžkový pletací stroj SANTONI SM8-EVO4J Single Jersey s osmi systémy s čtyřdráhovou volbou jehel, jehož systém je patentovaný společností SANTONI. [10]

Vzorky označené jako „A“ byly pleteny na stroji o průměru 17'' na 1 296 jehlách, s dělením 24E (hustota - 24 jehel na anglický palec (n.p.i.)). Vzorky označené jako „B“ byly pleteny na průměru pletacího stroje 15'', na 1 136 jehlách, s dělením 24E (hustota - 24 jehel na anglický palec (n.p.i)).



Obr. 28 Pletací stroj Santoni, SM8-EVO4J Single Jersey, [7]

Jednalo se o zátažné jednolící pleteniny kryté, zhotovené ve dvou materiálových složeních a třech vazebních strukturách. (viz Tab. 9).

První sadu vzorků A1 – A3 tvořily pleteniny složené z polyamidu (49 %) o jemnosti příze 4,4/1 tex, polyesteru (39 %) o jemnosti příze 7,8/1 tex, a elastanu (12 %) ve složení jádro 2,2 tex a polyamid 2,0/1 tex (1-ovin).

Druhou sadu vzorků B1 – B3 tvořily pleteniny složené z merino vlny (36 %) o jemnosti příze 12,5 tex, polyesteru (35 %) o jemnosti příze 7,8/1 tex, polyamidu (20 %) o jemnosti příze 4,4/1 tex a elastanu (9 %) ve složení jádro 2,2 tex a polyamid 4,4/1 tex (1-ovin).

Tab. 9 Charakteristika vyzorovaných pletenin

VZOREK	A1	A2	A3	B1	B2	B3
MATERIÁLOVÉ SLOŽENÍ [%]	PA/PES/ EL	PA/PES/ EL	PA/PES/ EL	WO/PES/ PA/EL	WO/PES/ PA/EL	WO/PES/ PA/EL
	49/39/12	49/39/12	49/39/12	36/35/20/9	36/35/20/9	36/35/20/9
DRUH PLETENINY	Zátažná jednolící	Zátažná jednolící	Zátažná jednolící	Zátažná jednolící	Zátažná jednolící	Zátažná jednolící
VAZBA PLETENINY	Krytá hladká	Krytá podkládaná “žakárová”	Krytá podkládaná “žebrovaná”	Krytá hladká	Krytá podkládaná “žakárová”	Krytá podkládaná “žebrovaná”
JEMNOST T_t [tex]	PA 4,4/1	PA 4,4/1	PA 4,4/1	WO 12,5	WO 12,5	WO 12,5
	PES 7,8/1	PES 7,8/1	PES 7,8/1	PES 7,8/1	PES 7,8/1	PES 7,8/1
				PA 4,4/1	PA 4,4/1	PA 4,4/1
	EL (jádro 2,2 + PA 2,0/1 (1-ovin))			EL (jádro 2,2 + PA 4,4/1 (1-ovin))		
TLOUŠŤKA [mm]	1,29	1,75	2,38	1,36	1,94	2,72
PLOŠNÁ HMOTNOST [g.m⁻²]	215,64	313,66	407,24	245,66	325,50	394,60

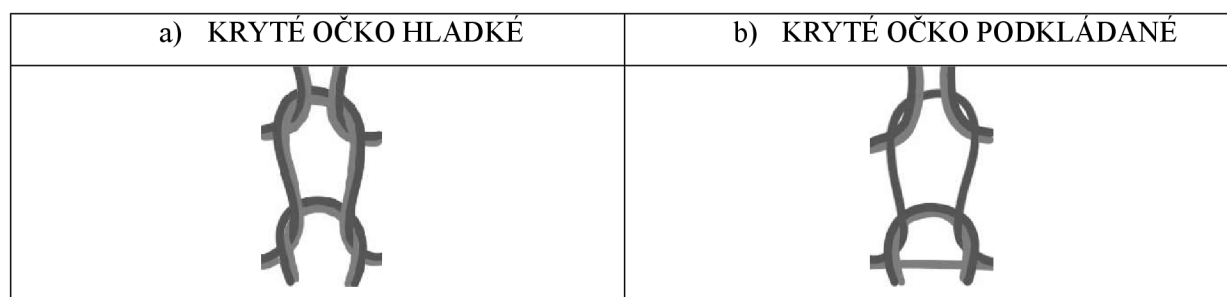
Snímky zkoumaných vazebních struktur vzorků pletenin byly nasnímány a digitalizovány pomocí makroskopu JENOPTIK Laser Optik, Systeme GmbH D-07739 Jena, typ ProgRes CT3 při zvětšení 1,0 a následně zpracovány pomocí softwaru NIS-Element Advanced Research v laboratoři katedry technologií a struktur Technické univerzity v Liberci.

Na Obr. 30 jsou vyobrazeny makroskopické snímky testovaných pletenin jak z lící, tak i z rubní strany. Detailnější náhled vzorků pletenin je k dispozici v Příloha č. 5 (vzorky A) a Příloha č. 6 (vzorky B).

U vzorků pletenin byly před vlastním testováním termofyziologického komfortu zjištěny následující strukturální parametry – tloušťka a plošná hmotnost.

Ve vzorcích pletenin A i B byly použity tři vazby zátažných jednolících pletenin krytých. Jejich grafický rozkres, způsob jejich provázání včetně systému patronování, je ukázán na Obr. 31.

Vzorky A1 a B1 byly zátažné jednolící pleteniny s vazbou krytá hladká. Vazba je tvořena standardně pouze z krytých oček hladkých (viz Obr. 29 a), nemá žádné vzorování. Každé oko kryté pleteniny hladké tvořily dvě nitě a to nit tzv. krycí (materiál: PES, PA, WO dle typu materiálu A nebo B) a nit tzv. krytá (materiál: obeskaná pružná nit elastanu). V dalším textu práce bude tento typ vazby označován jako vazba „**hladká**“ (viz Obr. 31, první řádek tabulky).



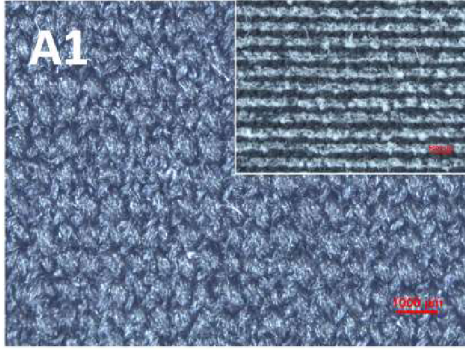
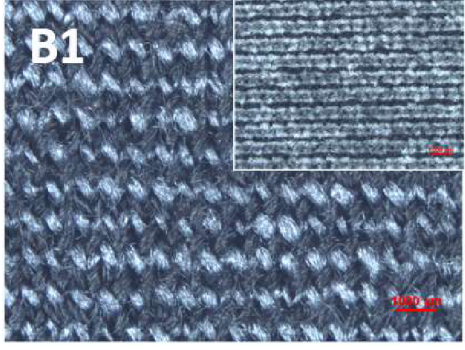

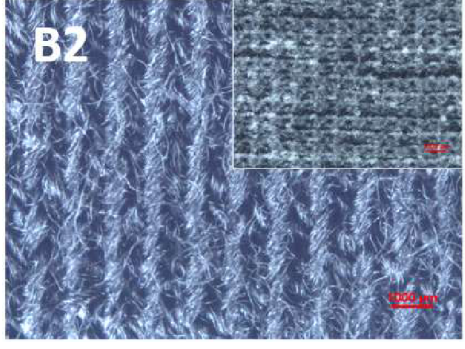
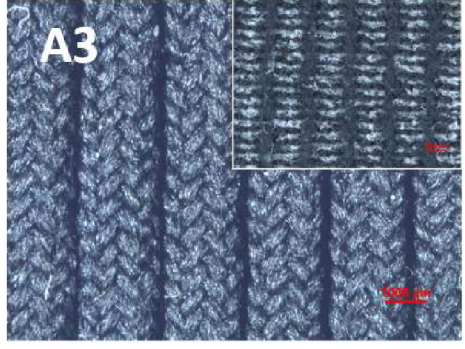
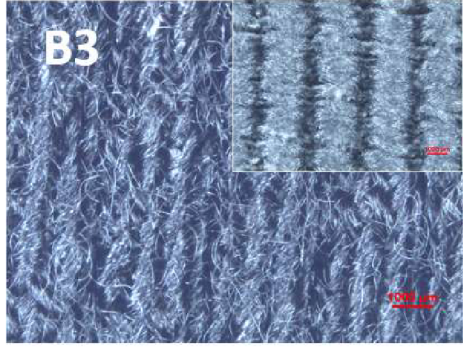
Legenda: černá čára – krycí nit

šedá čára – krytá nit

Obr. 29 Nákres krytých oček – hladké vs podkládané

Vzorky A2 a B2 byly zátažné jednolící pleteniny s vazbou krytá podkládaná výrobcem označovaná jako vazba „žakárová“. Vazba byla v tomto případě tvořena z kombinace lícních oček a podložených kliček. Konkrétně každý lichý řádek byl hladký, tzn. tvořen pouze z lícních oček krytých, kde byla jako krytá nit použita obeskaná nit elastanu. Krycí nitě byly dle typu materiálu A nebo B PES, PA nebo WO. Každý sudý řádek vazby byl pleten v kombinaci 1:1 – hladké oko kryté (viz Obr. 29 a) a oko tzv. kryté podkládané (viz Obr. 29 b). Hladká oka krytá byla tvořena obeskanou pružnou nití elastanu (nit krytá) a PES, PA nebo WO dle typu materiálu A nebo B (nit krycí). Očka krytá podkládaná byla tvořena z lícního oka krycí nitě z PES, PA nebo WO dle typu materiálu A nebo B a podložené kličky. Tu tvořila obeskaná pružná nit elastanu. 3D efektu žakárového vzhledu pleteniny je dosaženo tím, že sloupky sousedící s podloženou kličkou se k sobě vlivem pružnosti obeskané příze přiblíží a pleteninu prostorově zobjemní. Pro označení této vazby bude v další části textu používána terminologie vazba „**žakárová**“ (viz Obr. 31, druhý řádek tabulky).

Vzorky A3 a B3 byly zátažné jednolící pleteniny s vazbou krytá podkládaná „žebrovaná“. Jedná se o jednolící pleteninu, tzn. že žebrování nemůže vzniknout střídáním sloupek lícních a rubních oček. Efekt podélných „pruhů“ neboli žeber vzniká vlivem kombinace hladkých

	PLETENINA A (49 % PA, 39 % PES, 12 % EL)	PLETENINA B (36 % WO, 35 % PES, 20 % PA, 9 % EL)
Zátěžná jednolící pletovina krytá hladká		
Zátěžná jednolící pletovina krytá žakárová		
Zátěžná jednolící pletovina krytá žebrovaná		

Obr. 30 Makroskopické zobrazení testovaných pletenin – lící a rubní strana, měřítko 1 000 µm

	ANGLICKÝ SYSTÉM VZOROVÁNÍ	NÁKRES PROVÁZÁNÍ NITÍ
Zátažná jednolícní pletěnina krytá hladká		
Zátažná jednolícní pletěnina krytá žakárová		
Zátažná jednolícní pletěnina krytá žebrovaná		

Legenda: černá čára – krycí nit

 šedá čára – krytá nit

Pozn. Nejedná se o zakreslení střídavy vazby, ale o základní provázání nití, které se ve střídě vazby opakuje dle materiálového složení pleteniny.

Obr. 31 Konstrukce vazeb způsob provázání vyvzorovaných pletenin

krytých oček a několika krytých podkládaných oček vedle sebe (viz Obr. 31, třetí řádek tabulky). V tomto případě byl první řádek střídy pleten v kombinaci 4:2, čtyři oka krytá podkládaná v kombinaci materiálů (nit krycí - materiál: PES, PA nebo WO dle typu materiálu A nebo B) a podloženými kličkami (nit krytá - materiál: obeskaná nit elastanu) a dvě oka krytá hladká (nit krycí - materiál: PES, PA nebo WO dle typu materiálu A nebo B, nit krytá - materiál: obeskaná nit elastanu). Druhý až čtvrtý řádek byl pleten pouze z oček krytých hladkých (nit krycí - materiál: PES, PA nebo WO dle typu materiálu A nebo B, nit krytá - materiál: obeskaná nit elastanu). Efekt žebra je v tomto případě způsoben jen díky použití pružné obeskané niti elastanu, která se v pletenině stáhne (díky použití čtyř podložených kliček) a následně k sobě přitáhne sousedící lícni oka s krajní podloženou kličkou. To způsobí zprohýbání řádku pleteniny. Krytá oka jsou předsunuta na lícni stranu pleteniny a vytvoří 3D efekt nepravého žebra. V dalším textu práce bude tento typ vazby označován jako vazba „žebrovaná“.

Tloušťka pletenin byla měřena v laboratoři katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0944): Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků [43] na digitálním tloušťkoměru SDL M034 A [44]. Hodnota přítlaču byla nastavena na 1 000 Pa, velikost přítlačného kotouče 20 cm². Podmínky měření – teplota 22 °C, relativní vlhkost 43 % RH. Plošná hmotnost a tloušťka materiálu byly měřeny v laboratoři katedry oděvnictví TUL dle norem: ČSN EN 12127 (80 0849) Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků. [45] Měření plošné hmotnosti pletenin probíhalo na digitální váze HOKA WPS 60/C (ZPM RADWAG Radom). [46]

Naměřené hodnoty tloušťky a plošné hmotnosti jednotlivých vzorků pletenin, jejich statistické vyhodnocení a grafické vyjádření jsou k dispozici v Příloha č. 7 a Příloha č. 8.

Všechny vzorky pletenin (tubusy) byly dodány k testování již ve vysráženém stavu, tzn. že byly ve stavu po prvním praní, které proběhlo v rámci výrobního procesu ve společnosti PUMAX. Vzorky byly po vyprání vytaženy z pračky, volně položeny (bez natahování) na vodorovnou podložku, kde proběhlo vlastní sušení materiálu na vzduchu.

7.2 Použité metody hodnocení

Pro zkoumání požadovaných vlastností termofyziologického komfortu vybraných pletenin a pro následné doporučení při konstrukci a zónování seamless trika byly vybrány metody

shrnuté v Tab. 10. Tabulka obsahuje měřené veličiny termofyziologického komfortu, přístroje, na kterých byla daná veličina měřena a normy, podle kterých byl experiment prováděn.

Jelikož nebyly vzorky pletenin testovány na živých probandech, bylo, jako doplňkový experiment ke zkoumaným veličinám, zvoleno i testování pomocí přístroje tepelného manekýna, které lépe simuluje testování v reálných podmínkách.

K měření odolnosti vůči teplu a vodním parám byly zvoleny dvě metody hodnocení, a to měření pomocí přístroje Sweating Guarded Hot Plate (SGHP) a tepelného manekýna společnosti Thermetrics. Pro měření propustnosti vodních par byl použit přístroj TEXTTEST FX 3180 Cup Master. Měření prodyšnosti proběhlo na přístroji SDL M021S a měření odvodu kapalné vlhkosti se měřilo pomocí přístroje ADL Atlas - Moisture Management Tester M290.

Tab. 10 Přehled použitých metod hodnocení termofyziologického komfortu

Měřená veličina	Měřicí přístroj	Norma
Tepelný a výparný odpor	Sweating Guarded HotPlate	ČSN EN ISO 11092 (80 0819)
Propustnost vodních par	Textest FX 3180 Cup Master	JIS L 1099:2012, (JTETC/JSA)
Prodyšnost	SDL M021S	ČSN EN ISO 9237 (80 0817)
Odvod kapalné vlhkosti	SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290	AATCC 195 - 2017
Tepelný a výparný odpor	Tepelný manekýn společnosti Thermetrics	ČSN EN ISO 15831 (83 2741)

V následujících subkapitolách je věnována pozornost popisu podstaty příslušné zkoušky na konkrétním přístroji, byly definovány podmínky měření včetně popisu a specifikace zkušebních vzorků pletenin.

Všechna měření byla provedena v průběhu března a dubna 2022 v laboratořích katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci.

7.2.1 Měření odolnosti vůči teplu a vodním parám pomocí přístroje Sweating Guarded Hot Plate

Testování tepelného odporu (R_{ct}) a výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin zprostředkovávající odvod tepla vedením (u R_{ct}) a odvod tepla a vodních par prouděním (u R_{et}) bylo provedeno na přístroji **Sweating Guarded Hotplate** (SGHP) (viz Obr. 32) dle normy ČSN EN ISO 11092 (80 0819) „Textilie – Fyziologické účinky – Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující efekt pocení)“ [47].

Podstata zkoušky

Podstatou zkoušky je zjištění tepelného a výparného odporu textilie na zařízení, které funguje jako simulace „modelu lidské kůže“. Lidskou kůži v tomto případě simuluje chráněná vyhřívaná deska, přes níž probíhá přenos tepla a vlhkosti testovaným materiálem. Během testování je měřena rychlost přenosů.



Obr. 32 Přístroj Sweating Guarded Hotplate (SGHP), zdroj: [vlastní]

Popis a příprava zkušebního vzorku

Vzorky testovaných pletenin o velikosti 305 x 305 mm byly na krajích zpevněny textilní lepicí páskou šíře 20 mm, která zajistila zafixování rozměru vzorku a nestáčení krajů jednolící zátěžné pleteniny kryté. Každý vzorek pleteniny byl testován na třech individuálních vzorcích. [47]

Postup a podmínky zkoušky měření tepelného odporu (R_{ct})

Vzorek textilie o velikosti 305 x 305 mm byl upnut do rámečku na elektricky vyhřívanou desku, který byl umístěn v klimatické komoře, ve které probíhalo vlastní měření. Teplota měřící jednotky byla seřízena na 35 °C a teplota vzduchu na 20 °C s relativní vlhkostí R.H. 65 %. Rychlost vzduchu byla seřízena na 1 $m.s^{-1}$. [47]

Postup a podmínky zkoušky měření výparného odporu (R_{et})

Pro měření výparného odporu musela být na povrch měřící jednotky umístěna celofánová membrána propouštějící vodní páry, ale nepropouštějící vodu. Teplota měřící jednotky byla seřízena na 35 °C a teplota vzduchu na 20 °C s relativní vlhkostí R.H. 40 %. Rychlost vzduchu byla seřízena na 1 $m.s^{-1}$. Tyto izotermické podmínky tak zabránily kondenzaci vodních par uvnitř zkušební vzorku. [47]

Následně byla provedena měření každé kombinace materiálu a vazby pleteniny (každého vzorku). Obě zkoušky byly nedestruktivní.

7.2.2 Měření propustnosti vodních par pomocí přístroje Textest FX 3180 Cup Master

Testování propustnosti vodních par (Water Vapour Transmission Rate, WVTR) bylo provedeno dle normy JIS L 1099: 2012 (JTETC/JSA) „Testing methods for water vapour permeability of textiles“. [48] Testování proběhlo na přístroji TEXTEST FX 3180 Cup Master. [49]



Obr. 33 Přístroj na měření propustnosti vodních par TEXTEST FX 3180 Cup Master, zdroj: [vlastní]

Popis a příprava zkušební vzorku

K testování byly připraveny kruhové vzorky pletenin o velikosti 50 cm^2 . Každý vzorek pleteniny byl testován na čtyřech individuálních vzorcích.

Postup zkoušky měření propustnosti vodních par

Testování probíhalo v klimatizované laboratoři katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci odpovídající normě ISO 139 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení.

Kruhový vzorek pleteniny se umístil na hliníkovou misku lícem nahoru. Miska obsahovala 42 ml destilované vody, která byla nahřata na teplotu 40 °C . Vlhkost byla zajištěna na hodnotu 50 % RH, rychlost vzduchu byla $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Následně proběhla aklimatizace vzorku po dobu 30 minut. Poté následovalo dle normy vlastní měření propustnosti vodních par testovaných pletenin s velikostí zkušební plochy textilie 50 cm^2 v celkové délce 24 hodin. Během této doby docházelo každých 60 minut k průběžnému odečítání naměřených hodnot vážením, kdy se zjišťoval úbytek vody v misce překryté vzorkem a vystavené proudu vzduchu. Výstup měření byl evidován v programu TexTest. Naměřené hodnoty byly následně statisticky vyhodnoceny. Zkouška byla nedestruktivní.

7.2.3 Měření prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S

Testování prodyšnosti materiálu, které zjišťuje odvod tepla a vodních par prouděním, bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 9237 (80 0817) „Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií“ [50]. Testování proběhlo na přístroji SDL M021S – viz Obr. 34. [51]



Obr. 34 Přístroj na měření prodyšnosti SDL M021S, zdroj: [vlastní]

Podstata zkoušky

Podstatou zkoušky propustnosti je měření rychlosti vzduchu procházejícího kolmo danou plochou plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu.

Popis a příprava zkušební vzorku

K testování byly připraveny vzorky pletenin o velikosti 20 cm^2 . Každý vzorek pleteniny byl testován na pěti vzorcích každého typu materiálu.

Postup zkoušky měření prodyšnosti

Pro zkoušku byl stanoven tlakový spád o velikosti 50 Pa. Důvodem snížení standardního tlakového spádu ze 100 Pa na 50 Pa byla skutečnost, že předmětem testu byly pleteniny. Před vlastním měření vzorků pletenin proběhlo orientační měření prodyšnosti, pro které byla velikost tlakového spádu upravena na výše zmíněnou hodnotu.

Testovaná zkušební plocha textilie je vždy standardně o velikosti 20 cm^2 . Vzorky byly v čelistech upnuty lícem dolů. Při měření pro všechny textilie postačil k odečtům průtokoměr 1, který má rozsah od 0,1 do 1,0 [$\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}$]. Teplota vzduchu v laboratoři byla $22 \text{ }^\circ\text{C}$, relativní vlhkost RH 43 %.

Hodnocení statické prodyšnosti

Každá pletenina byla měřena na pěti vzorcích. Při srovnávacích zkouškách se prováděla zkouška při stejné zkušební ploše a stejném tlakovém spádu.

Výpočet a vyjádření výsledků

Velikost prodyšnosti (R) byla vypočtena dle vzorce:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} * 167 \quad (1)$$

R	prodyšnost	[$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
\bar{q}_v	aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu	[$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$] / [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$]
A	zkoušená plocha textilie	[cm^2]
167	přepočítávací faktor z decimetrů krychlových (nebo litrů) na minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu	

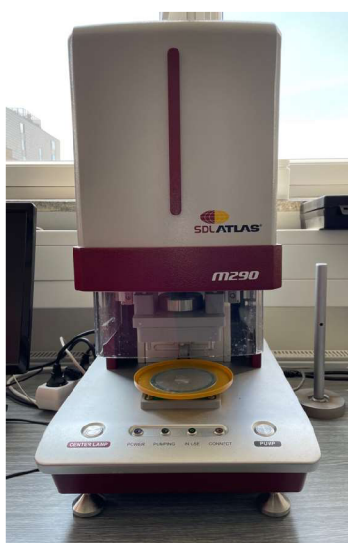
7.2.4 Měření odvodu kapalné vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290

Testování odvodu kapalné vlhkosti vzorků pletenin bylo provedeno na přístroji SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 (MMT) (viz Obr. 32) dle normy AATCC 195 - 2017 „Test Method for Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics“ [52], [53].

Podstata zkoušky

Jak uvádí [52], přístroj MMT je konstruován pro měření dynamických vlastností transportu vody v textilních jako pletených a tkaných látek ve třech rozměrech:

- a) Rychlost absorpce – čas absorpce vlhkosti na vnitřní a vnější straně textilie
- b) Jednosměrný transport vody – jednosměrný transport vlhkosti z vnitřní strany textilie na vnější stranu
- c) Rychlost šíření / schnutí – rychlost šíření vlhkosti na vnitřních a vnějších plochách



Obr. 35 Přístroj na měření odvodu kapalné vlhkosti ADL Atlas - Moisture Management Tester (MMT), model M290, zdroj: [vlastní]

Přístroj MMT byl vyvinut právě pro účely kvalifikace dynamiky chování tekutiny během jejího šíření v textilním materiálu, jako například úpletových a tkaných látek.

Popis a příprava zkušebního vzorku

Z pletenin byly nastříhány vzorky o velikost 8 x 8 cm. Jedná se o velikost, která je vhodná pro vkládání do přístroje MMT. Každá pletenina byla následně měřena na pěti vzorcích.

Postup zkoušky měření odvodu kapalné vlhkosti

Laboratorní podmínky při testování a přístroj SDL Atlas MMT, M290 byly dle zkušební normy následující: vodivost zkušebního roztoku 16,01 ms, teplota vzduchu 22,5 °C, relativní vlhkost 43 % RH, zatížení 960 g.

Vzorek pleteniny se umístil mezi horní a dolní soustředné čidlo vlhkosti lícni stranou směrem dolů. Na horní rubovou stranu se káplo předem definované množství 20 kapek syntetického potu. Vlhčení probíhalo po dobu 20 s. Následně proběhl vlastní odečet měřených hodnot, který trval 120 s. Přístroj MMT byl napojen na software, který vyhodnotil naměřená data.

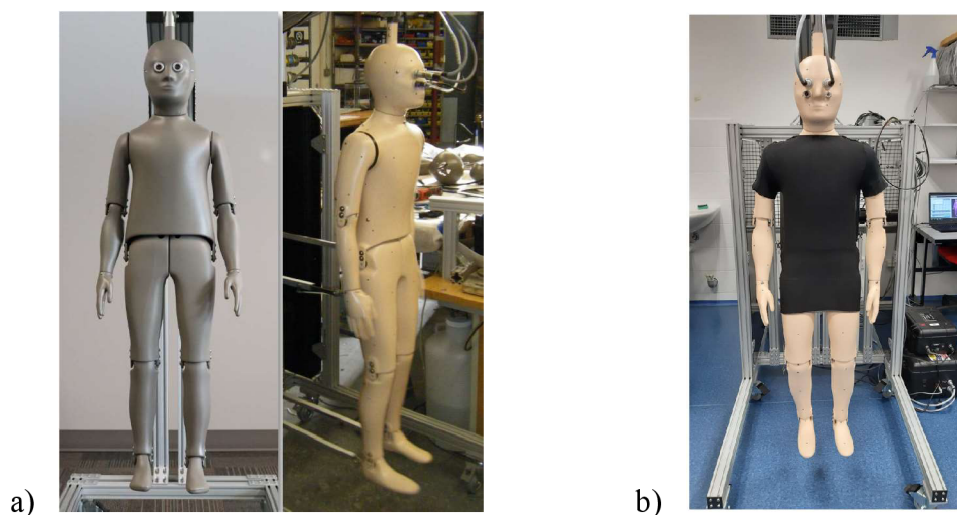
Výpočet a vyjádření výsledků

Ukazatele, které byly měřeny v rámci experimentu, byly: doba zvlhčení, savost, maximální rádius zvlhčení, rychlost šíření kapaliny, schopnost jednosměrného přenosu kapaliny a celkový ukazatel managementu vlhkosti (OMMC). Výsledky měření byly porovnány se stupnicí hodnocení vzorků (viz Příloha č. 22), která rozděluje textilie do několika typů na základě indexů a stupňů.

7.2.5 Měření odolnosti vůči teplu a vodním parám pomocí tepelného manekýna

Kvůli zajištění optimálních výsledků měření těchto veličin byly použity dvě metody měření tepelného (R_{ct}) a výparného (R_{et}) odporu, a to za pomoci přístrojů Sweating Guarded HotPlate (SGHP) a tepelného manekýna společnosti Thermetrics. I přes rozdílné testovací podmínky daných příslušnou normou a rozdílný způsob testování vzorků (horizontální vs vertikální poloha) bylo možné předpokládat srovnatelné hodnoty měřených veličin.

Testování tepelného odporu (R_{ct}) a výparného odporu (R_{et}) pleteniny bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 15831 (83 2741) „Oděvy – Fyziologické účinky – Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny“ [54]. Testování proběhlo na přístroji „Child Thermal Manikin“ (dětský tepelný manekýn) společnosti Thermetrics (viz Obr. 36). [55]



Obr. 36 Tepelný manekýn společnosti Thermetrics, zdroj: [54, Příloha č. 10]

Jedná se o vyhřívanou tepelnou figurínu „Timmy“ v dětské konfekční velikosti 140, která odpovídá velikosti desetiletého dítěte výšky 127 cm, která umožňuje přesné a opakovatelné měření dle zkušební normy. Tělo figuríny je rozděleno na 16 zón (viz Obr. 36). Testování může probíhat v konfiguraci suché či potíci se pokožky. Potící se mechanismus funguje následovně: na povrch pokožky manekýna je prostřednictvím trysek přiváděna voda, která simuluje pocení lidského těla, během něhož dochází k odpařování vlhkosti a k tepelným ztrátám. (Pozn. Tepelný manekýn měl v sobě zabudovaný i chodící mechanismu, který ale pro potřeby této bakalářské práce nebyl využit). Pro sběr a vyhodnocení dat během testování byl tepelný manekýn připojen na počítač s instalovaným softwarem. Technické parametry a vlastnosti tepelného manekýna jsou k dispozici v Příloha č. 9.

Popis a příprava zkušební vzorku, uspořádání oblečení na manekýnovi

Zkušební vzorky („zkušební oblečení“) byly zhotoveny z pletenin následovně: z každé ze šesti testovaných pletenin (A1 – B3) bylo vytvořeno / ušito triko. (náhled zkušební oblečení všech vzorků pletenin na tepelném manekýnovi – viz Příloha č. 10)

Zkušební oblečení muselo být na figuríně přiléhavé. Cílem bylo mít pleteninu na těle manekýna v klidovém stavu bez napětí, aby se dosáhlo maximální podobnosti se vzorky pletenin, které byly testovány na přístroji SGHP z důvodu toho, že zkoumání vlivu roztažnosti pleteniny na měřené ukazatele nebylo obsahem této bakalářské práce.

Rozměry pletenin měly v klidovém stavu stejnou šířku i délku testovaného zkušební oblečení. Z tohoto důvodu byly vzorky pletenin sešity na bočním švu. Dále byly na tubus přišity krátké rukávy, aby se zajistilo co nejpřesnější přilehnutí materiálu pleteniny na tělo manekýna při testování oblasti ramen a podpaží.

Zkušební oblečení před vlastním testováním muselo být kondicionováno nejméně 12 hodin při $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ a $(50 \pm 20) \%$ relativní vlhkosti vzduchu. [54]

Jelikož byl k dispozici pouze jeden vzorek daného materiálového složení a vazby pleteniny, musel být vzorek zkušebního oblečení mezi jednotlivými měřeními po zkoušení z figuríny vždy sejmut, kondicionován popř. vysušen, opět nasazen a použit k testování.

Postup zkoušky

Testování probíhalo v laboratoři s řízenou klimatizací katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci. Každý vzorek pleteniny byl měřen na jednom zkušebním oblečení, které bylo testováno ve dvou samostatných měřeních (viz Příloha č. 10). Při měření byly sledovány zóny přední a zadní strany trupu manekýna.

Teplota vzduchu v klimatizované komoře byla nastavena na $19 ^\circ\text{C}$. Relativní vlhkost vzduchu byla nastavena na hodnotu RH 47,1 %. Rychlost vzduchu byla nastavena na $0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Povrchová teplota pokožky manekýna byla během zkušební doby udržována na $(34 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$. Hodnoty tepelného odporu (R_{ct}) byly testovány v konfiguraci suché pokožky, kdy tepelný manekýn byl statický, tzn. bez pohybu, stojící na napřímených nohách, ruce svisle visící po stranách.

U měření výparného odporu byly podmínky testování nastaveny následovně: teplota vzduchu $19,5 ^\circ\text{C}$, relativní vlhkost vzduchu RH 53,3 %, rychlost vzduchu $0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, tok pocení $200 \text{ ml}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$. Hodnoty výparného odporu (R_{et}) byly testovány v konfiguraci mokré pokožky simulující pocení. Manekýn byl opět statický jako v předešlém případě.

Při testování obou veličin, tepelného i výparného odporu, byly snímány pouze hodnoty z oblasti trupu manekýna. Ostatní části manekýnova těla nebyly hodnoceny. Naměřené hodnoty byly následně statisticky vyhodnoceny.

7.3 Výsledky a analýza měření

Výstupy z měření uvedené v kapitolách 7.3.1 až 7.3.7 byly statisticky zpracovány s pomocí aplikace BlueSky Statistics a MS Excel. Byla vypočtena střední hodnota všech vzorků a také nahého tepelného manekýna u měření veličin tepelný odpor (R_{ct}) a výparný odpor (R_{et}), dále směrodatná odchylka, rozptyl, variační koeficient a odhad střední hodnoty na 95%-ním intervalu spolehlivosti.

TLOUŠŤKA A PLOŠNÁ HMOTNOST

Před vlastní prezentací výsledků měření ukazatelů termofyziologického komfortu je důležité na tomto místě zmínit výstupy měření tloušťky a plošné hmotnosti pletenin, které tvoří důležitou charakteristiku pleteniny.

Tabulka a graf v Příloha č. 7 znázorňuje střední hodnoty a ukazatele variability tloušťky vzorků pletenin. Žakárová vazba (A2, B2) vykazovala tloušťku o cca 40 % vyšší než vazba hladká (A1, B1). Vazba žebrovaná s vícenásobnými podloženými kličkami (A3, B3) vykazovala až dvojnásobnou tloušťku pleteniny než vazba hladká.

Mezi vzorky pletenin hladké vazby z různých materiálů (B1 vůči A1) je rozdíl v tloušťkách pletenin nejnižší (5,1 %), což pouze odráží rozdílnou jemnost nití materiálu. Významný rozdíl je patrný u vazby žakárové a žebrované (B2 vůči A2 = 10,6 % respektive B3 vůči A3 = 14,4 %), který je vysvětlitelný zvýšeným 3D efektem (plastickou strukturou) vazeb s použitými podloženými kličkami obesané nitě elastanu násobícím vliv změny jemnosti nití. Závěrem lze konstatovat, že kromě výběru délkového materiálu je velmi důležitým prvkem zásadně ovlivňujícím tloušťku pleteniny použitá vazba pleteniny. Statistická významnost tloušťky pleteniny bude testována níže.

Tabulka a graf v Příloha č. 8 znázorňuje střední hodnoty a ukazatele variability plošné hmotnosti vzorků pletenin. Největší plošnou hmotnost měly vzorky A3 a B3 s vazbou žebrovanou, kde byly použity vícenásobné podložené kličky. Naopak nejnižší plošnou hmotnost měly vzorky A1 a B1 s vazbou hladkou. Střední hodnoty a ukazatele variability plošné hmotnosti ukazují, podobně jako u tloušťky, téměř dvojnásobné hodnoty pletenin řady A vazby žebrované (A3) oproti hladké vazbě (A1) a cca o polovinu vyšší plošné hmotnosti u vazby žakárové (A2). U pletenin řady B je plošná hmotnost vazby žebrované (B3) o 60 % vyšší než B1, vazba žakárová (B2) o cca třetinu. Výsledné hodnoty plošné hmotnosti korespondují s výsledky materiálu, jen u směsi obsahující merino vlnu je tento efekt částečně omezený.

Mezi vzorky pletenin hladké vazby z různých materiálů (B1 vůči A1) je rozdíl v plošné hmotnosti pletenin nejvyšší (B1 o 13,9 % než A1). U vazby žakárové (B2 vůči A2) je rozdíl 3,8 %. Naopak vazba žebrovaná ve vzájemném srovnání (B3 vs A3) vykázala zápornou hodnotu rozdílu ve výši -3,9 % (tj. plně syntetický vzorek A2 měl vyšší plošnou hmotnost než B2). S přibývajícím 3D efektem pleteniny se více projevuje vliv lehčího materiálu s příměsí merino vlny oproti plně syntetickému materiálu.

Závěrem lze konstatovat, že čím více je pletenina hustší (tj. má v ploše více materiálu, zvýší se počet provázání), tím má vyšší i plošnou hmotnost. Statistická významnost plošné hmotnosti pleteniny bude testována níže.

7.3.1 Výsledky měření tepelného odporu (R_{ct}) na přístroji Sweating Guarded Hot Plate

Detailní přehled měření všech vzorků pletenin a statistické vyhodnocení je uveden v Příloha č. 11 a Tab. 11. Grafické zobrazení výstupů z měření na přístroji SGHP pak na Obr. 37.

Jak je z grafu na Obr. 37 patrné, vzorek B3 s žebrovanou vazbou vykazoval nejvyšší tepelný odpor o velikosti $0,068 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Současně všechny tři vzorky B1 – B3 s příměsí merino vlny měly téměř dvojnásobně vyšší hodnoty tepelného odporu než vzorky A1 – A3 z čistě syntetických vláken se srovnatelnými vazbami pletenin. Je to způsobeno unikátní vlastností merino vlny, která díky struktuře svého vlákna dokáže velmi dobře zadržovat vzduch a tím pádem zvyšovat tepelný odpor. Naopak nejnižší hodnoty tepelného odporu vykázaly vzorky A1 a A2 z plně syntetických materiálů, a to ve výši $0,028 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ resp. $0,035 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

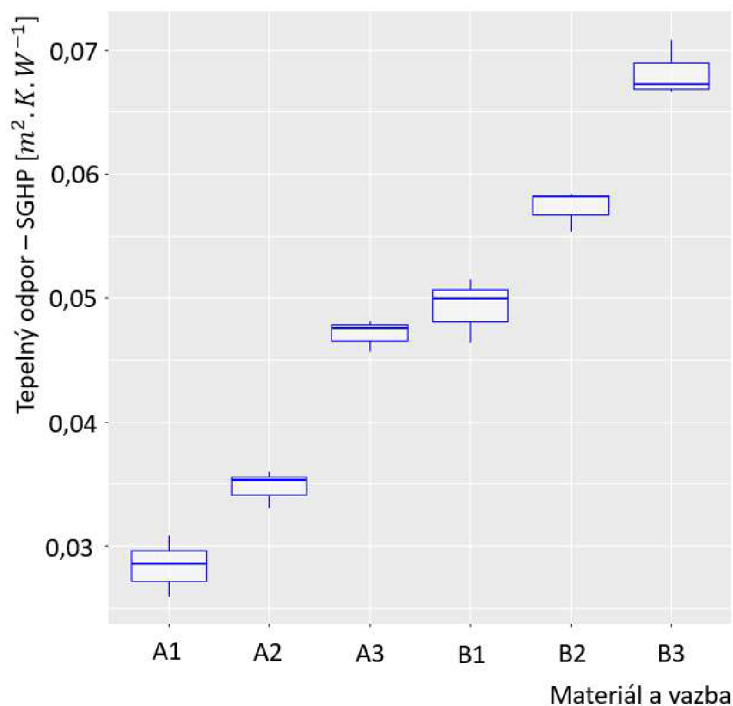
Hodnoty tepelného odporu dané kategorie materiálu (A i B) rostly s rostoucí tloušťkou vzorků pletenin v pořadí vazeb hladká, žakárová (nárůst o 22,2 % u A2 resp. o 16,2 % u B2 vůči hladké vazbě A1 resp. B1), žebrovaná (nárůst o 65,8 % u A3 resp. o 38,3 % u B3 vůči hladké vazbě A1 resp. B1).

Tab. 11 Statistické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct}) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP

	Tepelný odpor (R_{ct}) – střední hodnota [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]
A1	0,028	0,003	0,000	8,803	0,022	0,035
A2	0,035	0,002	0,000	4,323	0,031	0,038
A3	0,047	0,001	0,000	2,760	0,044	0,050
B1	0,049	0,003	0,000	5,274	0,043	0,056
B2	0,057	0,002	0,000	2,967	0,053	0,062
B3	0,068	0,002	0,000	3,372	0,062	0,074

Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na tepelný odpor. Bylo zjištěno, že společný vliv obou faktorů (materiál+vazba) byl velmi slabý (p -hodnota = $0,7428 > 0,05$).

Při testování vlivu samostatných faktorů „materiál“ a „vazba“ byly zjištěny statisticky významné (p -hodnota = $0,000 < 0,05$ v obou skupinách) rozdíly mezi vazbami 1 – 2, 1 – 3, 2 – 3 i mezi materiály A – B na hodnoty tepelného odporu.



Obr. 37 Grafické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct}) vzorků pletenin měřeného pomocí přístroje SGHP

Za zmínku stojí zjištění, že nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky B1 – A3 (p -hodnota = $0,7809 > 0,05$). To znamená, že ve vztahu k tepelnému odporu se vzorek B1 s příměsí vlny a vazbou hladkou neliší od vzorku A3 ze syntetických materiálů vazby žebrované. Efekt vazby tak zvýšil tepelný odpor syntetického materiálu na úroveň materiálu s příměsí vlny.

7.3.2 Výsledky měření výparného odporu (R_{et}) na přístroji Sweating Guarded Hot Plate

Detailní přehled měření všech vzorků pletenin a statistické vyhodnocení je uveden v Příloha č. 12. Souhrnné výstupy výparného odporu z přístroje SGHP jsou uvedeny v Tab. 12 a graficky zobrazeny na Obr. 38.

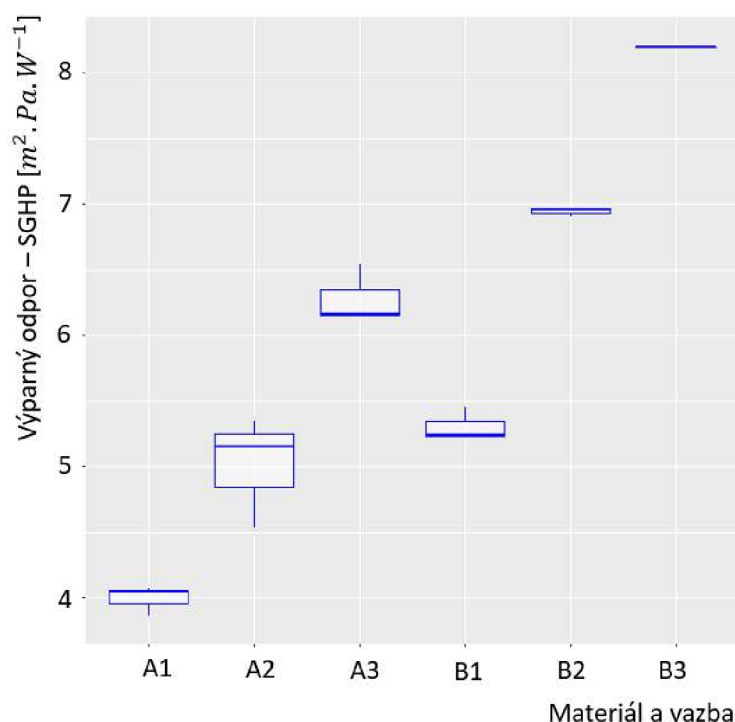
Z uvedeného grafu (Obr. 38) je patrné, že výparný odpor roste se změnou vazby pletenin v pořadí hladká, žakárová (A2 nárůst o 25 % proti A1 a B2 nárůst o 30 % proti B1), žebrovaná (A3 nárůst o 57 % proti A1 a B3 nárůst o 54 % proti B1).

U srovnatelných vazeb vzorky s příměsí merino vlny vykazovaly vůči vzorkům ze syntetických materiálů zhruba třetinový nárůst (30 – 38 %) výparného odporu.

Tab. 12 Statistické vyhodnocení výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP

	Výparný odpor (R_{et}) - střední hodnota [$m^2.Pa.W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$m^2.Pa.W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$m^2.Pa.W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$m^2.Pa.W^{-1}$]
A1	3,995	0,114	0,013	2,851	3,712	4,277
A2	5,012	0,424	0,180	8,458	3,959	6,065
A3	6,283	0,223	0,050	3,545	5,730	6,836
B1	5,309	0,130	0,017	2,449	4,986	5,632
B2	6,946	0,034	0,001	0,495	6,860	7,031
B3	8,199	0,007	0,000	0,089	8,181	8,217

Nejmenší odpor vůči vodním parám byl napozorovaný u vzorku ze syntetických vláken vazby hladké (A1) s hodnotou výparného odporu $3,995 m^2.Pa.W^{-1}$. Další nízké hodnoty výparného odporu (žádoucí vlastnost pleteniny – tzn. čím je výparný odpor nižší, tím je propustnost pro vodní páry vyšší) vykazoval vzorek A2 vazby žakárové a vzorek B1 s příměsí merino vlny vazby hladké. Nejvyšší odolnost vůči vodním parám vykázal vzorek B3 s příměsí merino vlny s vazbou žebrovanou ($8,199 m^2.K.W^{-1}$). Z grafu a znalosti tloušťky a plošné hmotnosti vzorků pletenin je také patrné, že čím měl materiál větší tloušťku, plošnou hmotnost a komplikovanější vazbu (strukturu), tím byl výparný odpor pleteniny vyšší.



Obr. 38 Grafické vyhodnocení výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin měřeného pomocí přístroje SGHP

Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na tepelný odpor. Bylo zjištěno, že společný vliv všech faktorů byl velmi významný (p -hodnota = $0,000 < 0,05$). Podobně jako u tepelného odporu byl i u výparného odporu zjištěn statisticky nevýznamný rozdíl (p -hodnota = $0,5293 > 0,05$) mezi dvěma vzorky z různých materiálů. Jednalo se o kombinaci B1 (vzorek s příměsí merino vlny, vazba hladká) a A2 (plně syntetický vzorek, vazba žakárová).

7.3.3 Výsledky měření propustnosti vodních par na přístroji Water Vapour Transmission Tester

Výsledky z měření propustnosti vodních par na přístroji Water Vapour Transmission Tester jsou uvedeny v detailním přehledu měřených hodnot včetně statistického vyhodnocení v Příloha č. 13 a Tab. 13. Grafické zobrazení výsledků je k dispozici na Obr. 39.

Naměřené hodnoty (viz Tab. 13) se pohybovaly v relativně úzkém rozmezí středních hodnot od 3138 do 3416 g.m².24 hod. Nejvyšší hodnoty propustnosti vodních par vykazovaly tenčí vzorky s hladkou vazbou pleteniny – tj. vzorky A1 a B1.

Naopak nižší propustnost vodních par měly vazby s podloženými kličkami. Speciálně nejnižší paropropustnost měla vazba žebrovaná (A3, B3) s několikanásobnými podloženými kličkami z obeskané pružné nitě vytvářející 3D efekt ve struktuře zátažné jedolící pleteniny kryté.

Výsledky měření vzorků ukazují hodnoty propustnosti vodních par v závislosti na typu vazby pleteniny seřazené obráceně než u výparného odporu. To je vysvětlitelné s ohledem na to, že se v zásadě jedná o veličinu obrácenou k výparnému odporu.

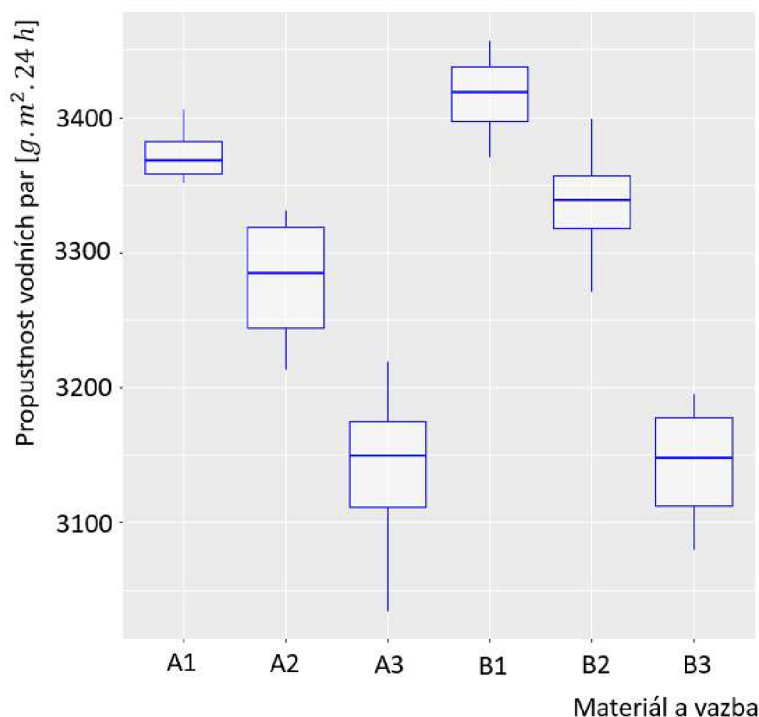
Sestupné pořadí napozorovaných hodnot propustnosti vodních par v závislosti na vazebné struktuře pleteniny bylo následující: žakárová A2 -2,8 %, žebrovaná A3 -7 % proti hladké vazbě A1, respektive žakárová B2 -2,3 %, žebrovaná B3 -8,0 % proti hladké vazbě B1. Jde však o poměry podstatně menší než 25 – 50 %-ní nárůsty výparného odporu vazby žakárové a žebrované proti hladké vazbě.

Tab. 13 Statistické vyhodnocení propustnosti vodních par vzorků pletenin měřených na přístroji WVTR

	Propustnost vodních par – střední hodnota [g.m ² .24hod]	Směrodatná odchylka [g.m ² .24hod]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [g.m ² .24hod]	95 % IS – horní mez [g.m ² .24hod]
A1	3 372,990	23,638	558,731	0,701	3 335,377	3 410,603
A2	3 278,354	54,559	2 976,728	1,664	3 191,538	3 365,170
A3	3 137,937	77,184	5 957,370	2,460	3 015,120	3 260,754
B1	3 416,042	36,640	1 342,497	1,073	3 357,739	3 474,345
B2	3 336,365	52,529	2 759,285	1,574	3 252,780	3 419,950
B3	3 142,427	51,530	2 655,372	1,640	3 060,431	3 224,423

Pořadí hodnot propustnosti vodních par je vysvětlitelné vlivem rozdílné vazební struktury pletenin. U hladké vazby, která je nejvíce propustná, tvoří vrstvu pleteniny pouze jedna řada hladkých oček. Druhý extrém tvoří vazba žebrovaná, která vlastním provázáním ok tvoří „komplikovanější“ 3D strukturu, kde oka nevytváří jednu souvislou rovnou / plochou vrstvu pleteniny.

Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na propustnost vodních par. Bylo zjištěno, že společný vliv obou faktorů (materiál+vazba) byl velmi slabý (p -hodnota = 0,5791 > 0,05).



Obr. 39 Grafické vyhodnocení propustnosti vodních par vzorků pletenin (WVTR)

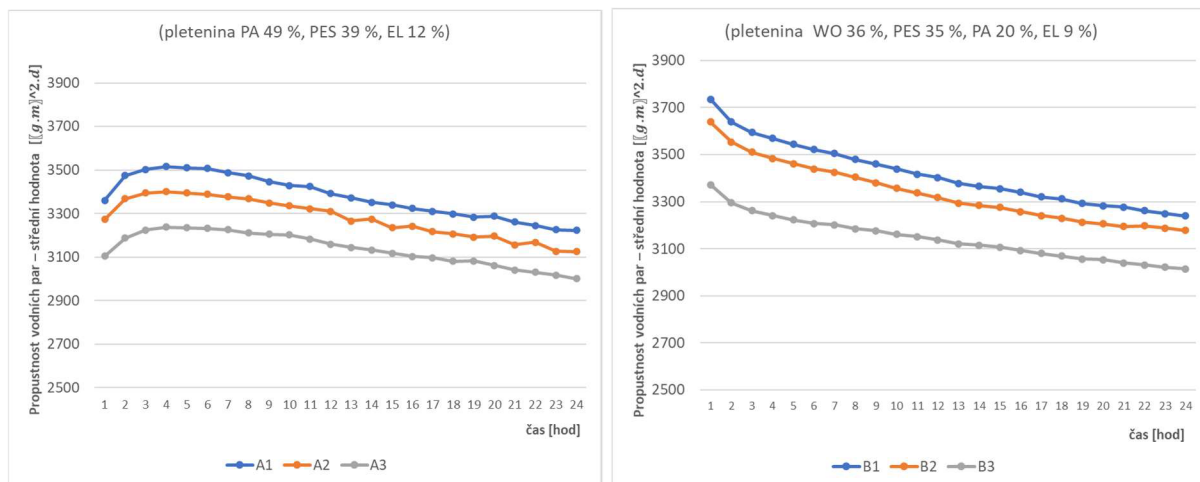
Při testování vlivu samostatných faktorů „materiál“ a „vazba“ byl zjištěn statisticky významný (p -hodnota = 0,000 < 0,05) rozdíl pouze mezi vazbami 1 – 2, 1 – 3, 2 – 3 na hodnoty propustnosti vodních par. Vliv materiálu nebyl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významný (p -hodnota = 0,10 > 0,05).

Obr. 40 také graficky ilustruje vývoj hodnot propustnosti vodních par v průběhu 24-hodinového testu. Průběh naměřených hodnot v čase vykazuje snižující se trend.

Zajímavý byl vývoj v prvních hodinách měření, který se zásadně lišil u plně syntetických vzorků pletenin (A) a vzorků s příměsí merino vlny (B).

U všech vzorků pletenin A1 – A3 propustnost vodních par v prvních čtyřech hodinách testování postupně stoupala (ve srovnání s první hodinou o cca 4 %). Ve čtvrté hodině testování dosáhla svých maximálních hodnot (A1 – 3 516,5 $g.m^2.24 hod.$, A2 – 3 400,75

$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod.}$, A3 – 3 236,75 $g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod.}$). Poté začaly hodnoty propustnosti postupně lineárně klesat.



a) vzorky A (syntetický materiál)

b) vzorky B (s příměsí merino vlny)

Legenda: Každý bod grafu představuje střední hodnotu propustnosti vodních par testovaného měření času

Obr. 40 Grafické vyhodnocení závislosti propustnosti vodních par na čase – střední hodnota, zdroj: vlastní

Oproti tomu vzorky pletenin s příměsí merino vlny (B1 – B3) vykazovaly po první hodině testování hodnoty propustnosti vodních par vyšší o cca 8,6 až 11 % vůči vzorkům A a dosáhly hodnot od 3 735,25 $g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod.}$ u B1, 3 639,5 $g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod.}$ u B2, po 3 371,75 $g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod.}$ u B3. Oproti vzorkům A ale začaly klesat hned od začátku. Po čtvrté hodině testování byl pokles propustnosti vodních par vzorků B oproti první hodině jejich testování nižší o cca 9,5 %. Zde se hodnoty vzorků A a vzorků B hodnotově nejvíce přiblížily, tj. vzorky B byly téměř stejné s hodnotami nejvyšších naměřených hodnot propustnosti vodních par vzorků A ze syntetických materiálů.

V dalších hodinách testování pokračoval kontinuální trvalý pokles. Po 24-hodinovém testování byly konečné hodnoty propustnosti vodních par z pohledu srovnání materiálového složení a vazeb u obou řad vzorků (A i B) téměř totožné. Vzorky pletenin s hladkou vazbou (A1 a B1) měly opět nejnižší propustnost vodních par, ale rozdíl mezi nimi byl pouze 0,53 % ve prospěch vzorku B1. Vazba žakárová (A2 a B2) vykázala rozdíl hodnot propustnosti 0,69 % ve prospěch vzorku B2. Obdobně tomu bylo i u vazby žebrované. Zde byl rozdíl dokonce nejnižší a to 0,44 % ve prospěch B3.

Tento jev je zřejmě způsoben příměsí merino vlny ve vzorcích řady B. Vlna je přírodní vlákno, které vlivem vlhkosti mění své vlastnosti (je sorpční, zvětšuje svůj objem, vlákno bobtná). Tak významný rozdíl v chování zkoumaných materiálů v prvních hodinách může být užitečný pro pleteniny se specifickým způsobem použití (sportovní oděvy apod.). Vysvětlení jsem nenašla popsané v dostupné literatuře a zřejmě může být předmětem dalšího zkoumání.

7.3.4 Výsledky měření prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S

Přehled měření prodyšnosti všech vzorků pletenin a statistické vyhodnocení je detailně uveden v Příloha č. 14 a Tab. 14. Souhrnné výstupy prodyšnosti z přístroje SDL M021S jsou graficky zobrazeny na Obr. 41.

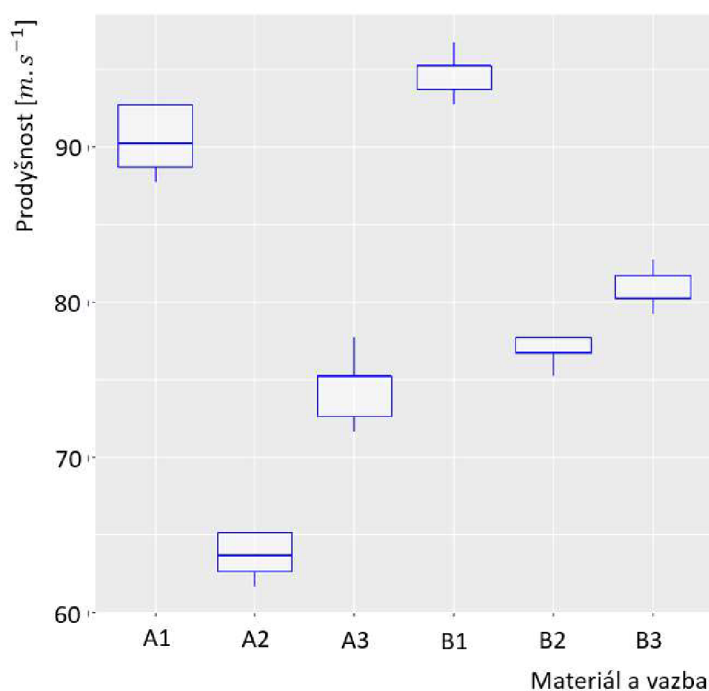
Obecně platí, že čím je naměřená hodnota vyšší, tím je prodyšnost textilie větší. Vzorky s hladkou vazbou (A1 a B1) vykazovaly nejvyšší prodyšnost ($90,380 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ resp. $94,689 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$) (viz Tab. 14). Na Obr. 41 je patrný až cca 30 %-ní pokles prodyšnosti mezi vazbou hladkou a vazbou žakárovou u plně syntetických vzorků A. U vzorků řady B s příměsí merino vlny byl mezi zmíněnými vazbami pokles jen o 18,9 %. Ten byl způsoben vlivem vyšší vrstvy merino vlny ve vazbě žakárové vůči vazbě hladké. Vazba žebrovaná vykazovala proti hladké vazbě nižší pokles prodyšnosti než vazba žakárová, a to pokles o 17,6 % (u A3) a 14,7 % (u B3). U této vazby díky několikanásobným podloženým kličkám vznikla struktura více otevřená s většími póry oproti vazbě žakárové, i když vazba žebrovaná měla větší tloušťku.

Tab. 14 Statistické vyhodnocení prodyšnosti vzorků pletenin

	Prodyšnost – střední hodnota [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]
A1	90,380	2,285	5,221	2,528	87,543	93,217
A2	63,627	1,544	2,385	2,427	61,710	65,544
A3	74,449	2,366	5,597	3,178	71,511	77,386
B1	94,689	1,544	2,385	1,631	92,772	96,606
B2	76,753	1,027	1,054	1,338	75,478	78,028
B3	80,761	1,390	1,933	1,721	79,035	82,487

Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na prodyšnost. Bylo zjištěno, že společný vliv všech faktorů byl velmi významný ($p\text{-hodnota} = 0,000 < 0,05$).

Podobně jako u tepelného odporu byl i u prodyšnosti zjištěn statisticky nevýznamný rozdíl ($p\text{-hodnota} = 0,3347 > 0,05$) mezi hodnotami dvou vzorků z různých materiálů. Jednalo se o kombinaci B2 (vzorek s příměsí merino vlny, vazba žakárová) a A3 (plně syntetický vzorek, vazba žebrovaná).



Obr. 41 Grafické vyhodnocení prodyšnosti vzorků pletenin

Hodnoty prodyšnosti pleteniny se v reálných podmínkách na těle nositele mohou začít výrazně lišit. Může a bude to způsobeno nejen vlivem tloušťky a struktury (vazby) pleteniny, ale i vlivem její roztažnosti na konkrétních částech lidského těla. Tím se změní i ostatní parametry jako je tloušťka a plošná hmotnost pleteniny na pokožce. Pletenina se přizpůsobí povrchu lidského těla, které má schopnost lokálně zvětšovat svoji plochu, a proto následně změnit i skutečné hodnoty prodyšnosti pleteniny. (Pozn. Vliv roztažnosti pleteniny na prodyšnost nebyl součástí experimentální části této bakalářské práce, ale je důležité ho vzhledem ke komplexitě pohledu na termofyziologický komfort na tomto místě zmínit.)

7.3.5 Výsledky měření odvodu kapalné vlhkosti na přístroji SDL Atlas – MMT, model M290

Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení odvodu kapalné vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 jsou k dispozici pro vzorky A se syntetickými vlákny v Příloha č. 15 a pro vzorky B s příměsí merino vlny v Příloha č. 16.

Vzhledem k velkému množství dat je finální vyhodnocení vzorků pletenin s celkovým přehledem vlhkostních parametrů včetně hodnotící pětistupňové škály součástí Tab. 16, popř. Příloha č. 20 a Příloha č. 21. Toto výsledné hodnocení bylo provedeno standardizovaným způsobem výpočtu daným normou přístroje MMT. Hodnocení je založeno na přiřazení dané škály v rozsahu 1 – nejhorší až 5 – nejlepší a jeho slovnímu hodnocení ke konkrétnímu testovanému parametru.

V Tab. 15 je uveden přehled rozdělení vzorků pletenin do skupin typů textilií přiřazených podle vyhodnocení MMT.

Do kategorie „textilie s managementem vlhkosti“ byly zařazeny vzorky s příměsí merino vlny, a to vzorky B2 a B3 (vazba žakárová a vazba žebrovaná). Tyto textilie jsou charakterizovány střední až rychlou dobou zvlhčení a savostí, velkým maximálním rádiem zvlhčení a dobrou až výbornou schopností jednosměrného přenosu kapaliny. Tyto vzorky vykazaly nejlepší parametry managementu vlhkosti ze všech měřených vzorků. V Příloha č. 18 je na vzorcích B2 a B3 vidět ideální předávání vlhkosti mezi spodní a horní stranou pleteniny. Nejdříve vlhkost pojme spodní (rubní) strana pleteniny, která až dosáhne svého maxima, začne vlhkost plynule předávat horní (lícni) straně pleteniny. Poté se obsah vlhkosti na obou stranách ustálí na hodnotě typické pro dané materiálové složení a vazbu. Tyto dvě pleteniny měly navíc jako jediné ze vzorků schopnost jednosměrného přenosu kapaliny hodnocenou jako „velmi dobrou“.

Do kategorie textilie „rychle absorbující a pomalu schnoucí“ byl přiřazen vzorek A1 z čistě syntetických vláken s vazbou hladkou. Tyto textilie se vyznačují střední až rychlou dobou zvlhčení, střední až rychlou savostí, malým rádiem zvlhčení, pomalou rychlostí šíření kapaliny a slabou schopností jednosměrného přenosu kapaliny.

Do kategorie textilie „pomalu absorbující a pomalu schnoucí“ patřily vzorky A2, A3 ze syntetických vláken s vazbami žakárová a žebrovaná a jeden vzorek s příměsí merino vlny vazby hladké a to B1. Tyto textilie charakterizují vlastnosti – pomalá savost, pomalá rychlost šíření kapaliny a slabá schopnost jednosměrného přenosu kapaliny. Vzorek A2, který v testu vykázal nejhorší vlastnosti managementu vlhkosti, potvrzuje svoje zařazení. Spodní strana pleteniny během testu, který trval 120 s, nebyla schopna se zvlhčit (viz Příloha č. 17), savost a šíření kapaliny bylo velmi pomalé a na textili se neobjevil žádný rádius zvlhčení (viz Příloha č. 19). Navíc schopnost jednosměrného přenosu kapaliny byla hodnocena jako „velmi slabá“.

Pro potřeby experimentu byl jako souhrnný ukazatel charakterizující odvod kapalně vlhkosti použit celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC), který v sobě zahrnuje všechny zkoumané vlastnosti managementu vlhkosti. Detail vyhodnocení ukazatele OMMC je uveden v Tab. 16 a na Obr. 42.

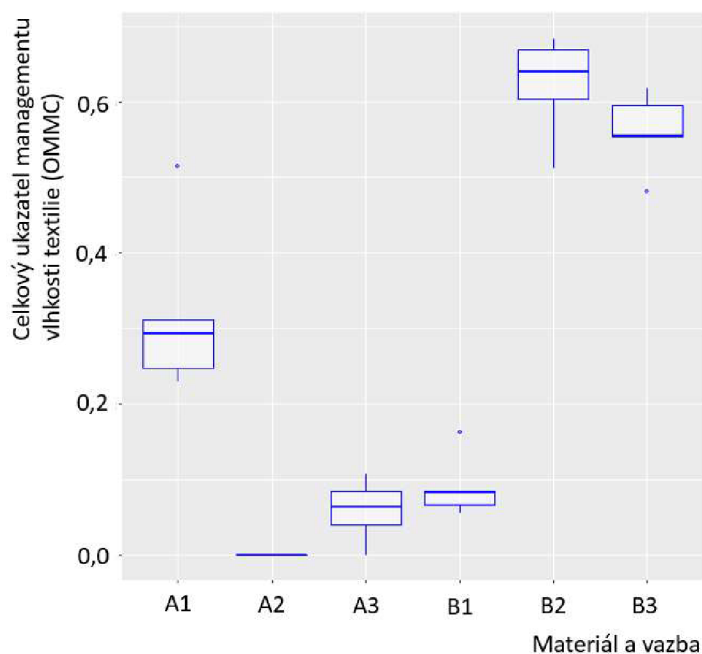
Tab. 15 Vyhodnocení typu textilie podle MMT

TYP TEXTILIE	
A1	Rychle absorbující a pomalu schnoucí
A2	Pomalu absorbující a pomalu schnoucí
A3	Pomalu absorbující a pomalu schnoucí
B1	Pomalu absorbující a pomalu schnoucí
B2	Textilie s managementem vlhkosti
B3	Textilie s managementem vlhkosti

Z vyhodnocení je zřejmé, že nejlepšími vzorky z pohledu managementu vlhkosti byly vzorky B2 a B3, textilie s managementem vlhkosti, s příměsí merino vlny vazby žakárové resp. žebrované. Z řady plně syntetických vláken dosáhl nejlepšího hodnocení vzorek A1 vazby hladké, rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie.

Tab. 16 Celkové vyhodnocení odvodu kapalně vlhkosti

	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%·s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm·s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY [%]	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana		
A1	6,769	7,162	54,125	46,138	14	13	4,985	1,996	82,081	0,319
	středni	středni	rychlá	pomalá	středni	středni	velmi rychlá	pomalá	slabá	slabá
Stupeň A1	3	3	4	2	3	3	5	2	2	2
A2	7,706	120,000	46,023	0,000	14	0	1,298	0,000	-524,995	0,000
	středni	žádné	středni	velmi pomalá	středni	žádné navlhčení	pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
Stupeň A2	3	1	3	1	3	1	2	1	1	1
A3	9,412	15,169	40,815	31,176	11	6	0,864	0,346	-202,327	0,059
	středni	středni	středni	středni	malé	žádné navlhčení	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
Stupeň A3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1
B1	8,512	11,662	55,245	37,906	15	15	1,208	1,083	-92,933	0,091
	středni	středni	rychlá	středni	středni	středni	pomalá	pomalá	velmi slabá	velmi slabá
Stupeň B1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	1
B2	23,591	11,681	34,984	123,135	10	10	0,383	0,542	295,346	0,621
	pomalé	středni	středni	velmi rychlá	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	velmi dobrá
Stupeň B2	2	3	3	5	2	2	1	1	4	4
B3	21,269	15,378	31,813	45,609	11,000	10	0,408	0,536	365,493	0,561
	pomalé	středni	středni	středni	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	dobrá
Stupeň B3	2	3	3	3	2	2	1	1	4	3



Obr. 42 Grafické vyhodnocení vlhkostních parametrů. Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).

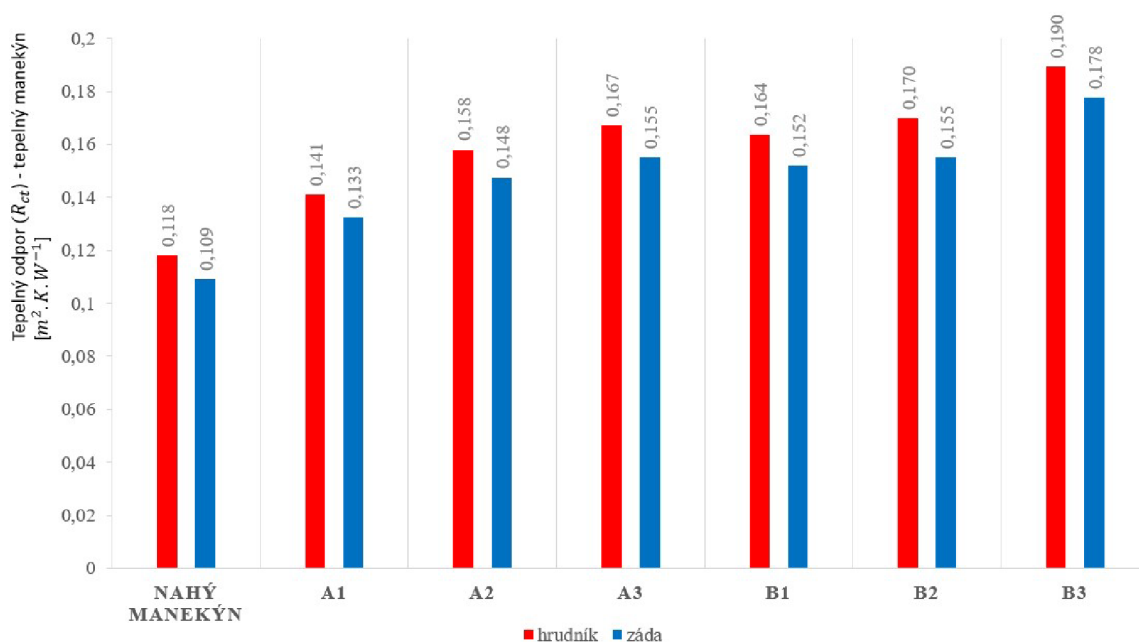
7.3.6 Výsledky měření tepelného odporu R_{ct} na přístroji tepelný manekýn

Kromě měření na přístroji SGHP bylo měření tepelného odporu provedeno i pomocí tepelného manekýna. Výhodou tepelného manekýna je především fakt, že zkoumaný materiál je testován v prostředí, které se blíží mnohem více reálným podmínkám – materiál je umístěn na zařízení tvarově a funkčně podobnému lidskému tělu, není umístěn ve vodorovné poloze (jako je tomu u přístroje SGHP) ale v poloze svislé. Materiál tak během experimentu volně přiléhá na povrch manekýnova těla.

Výsledky z měření tepelného odporu na tepelném manekýnovi jsou uvedeny v detailním přehledu měřených hodnot včetně statistického vyhodnocení v Příloha č. 23, Tab. 17 a Tab. 18. Grafické zobrazení výsledků je k dispozici na Obr. 43 a Obr. 44.

Tepelný manekýn poskytl data k vyhodnocení experimentu z přední a zadní části trupu (viz Obr. 43). V prvním sloupci grafu jsou hodnoty tepelného odporu nahého manekýna, tj. základní hodnoty tepelného odporu, které vykazoval povrch manekýna. Tepelný odpor v oblasti hrudníku se u plně syntetických vzorků navýšil oproti nahému manekýnovi v rozmezí od 19,4 % (A1) do 41,5 % (A3). Vzorky s příměsí merino vlny byly vyšší od 38,6 % (B1) do 60,6 % (B3). V oblasti zad se nárůst tepelného odporu pohyboval u plně syntetických vzorků v rozmezí od 21,6 % (A1) do 42,2 % (A3) a u vzorků s příměsí merino vlny od 39,5 % (B1) do 62,8 % (B3).

Z grafu na Obr. 43 je patrný rozdíl mezi přední a zadní částí trupu způsobený rozdílem tepelného odporu nahého manekýna. Měření vzorků pletenin neukazují žádný vliv na tento poměr.



Obr. 43 Grafické vyhodnocení tepelného odporu – hrudník / záda

Podobně jako u měření pomocí přístroje SGHP vykazoval nejvyšší tepelný odpor vzorek B3 s příměsí merino vlny s vazbou žebrovanou ($0,17 m^2.K.W^{-1}$) a nejnižší naměřenou hodnotu tepelného odporu vzorek A1 ze syntetických materiálů hladké vazby ($0,141 m^2.K.W^{-1}$). Dalšími vzorky pletenin s vyšším tepelným odporem patřily vzorky B2, A3 a B1 (viz Tab. 17).

Tab. 17 Hodnoty tepelného odporu – tepelný manekýn – srovnání přední a zadní části trupu

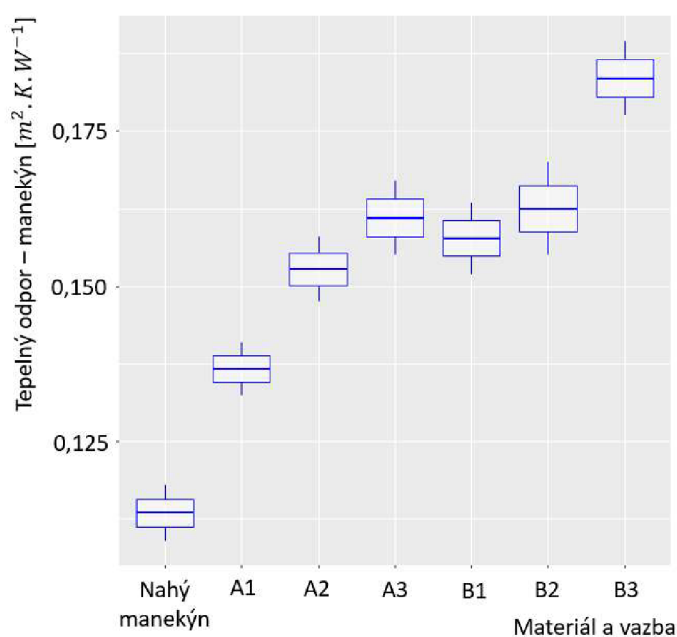
	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) $[m^2.K.W^{-1}]$			Procentuální rozdíl [%]
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Rozdíl (přední - zadní)	
Nahý manekýn	0,118	0,109	0,009	7,627
A1	0,141	0,133	0,009	6,415
A2	0,158	0,148	0,011	7,119
A3	0,167	0,155	0,012	7,742
B1	0,164	0,152	0,012	7,566
B2	0,170	0,155	0,015	9,677
B3	0,190	0,178	0,012	6,761

Pro účely statistického vyhodnocení a vzhledem ke konzistentnímu rozdílu přední a zadní části trupu tepelného manekýna (viz Tab. 17), byly pro statistické vyhodnocení vzorků pletenin hodnoty tepelného odporu z obou částí manekýnova těla zprůměrovány a statisticky vyhodnoceny (viz Tab. 18 a graf na Obr. 44).

Nejnižší hodnotu tepelného odporu vykazovaly hladké vazby (ve skupině A ze syntetických materiálů vzorek A1 ($0,137 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$) a ve skupině B s příměsí merino vlny vzorek B1 ($0,158 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)).

Tab. 18 Statistické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct}) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna

	Tepelný odpor (R_{ct}) – střední hodnota [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]
Nahý manekýn	0,114	0,006	0,000	5,639	0,056	0,171
A1	0,137	0,006	0,000	4,386	0,083	0,191
A2	0,153	0,007	0,000	4,843	0,086	0,219
A3	0,161	0,009	0,000	5,280	0,085	0,237
B1	0,158	0,008	0,000	5,133	0,085	0,231
B2	0,163	0,011	0,000	6,523	0,067	0,258
B3	0,184	0,009	0,000	4,632	0,107	0,260



Obr. 44 Grafické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct}) vzorků pletenin a nahého manekýna měřeného pomocí tepelného manekýna

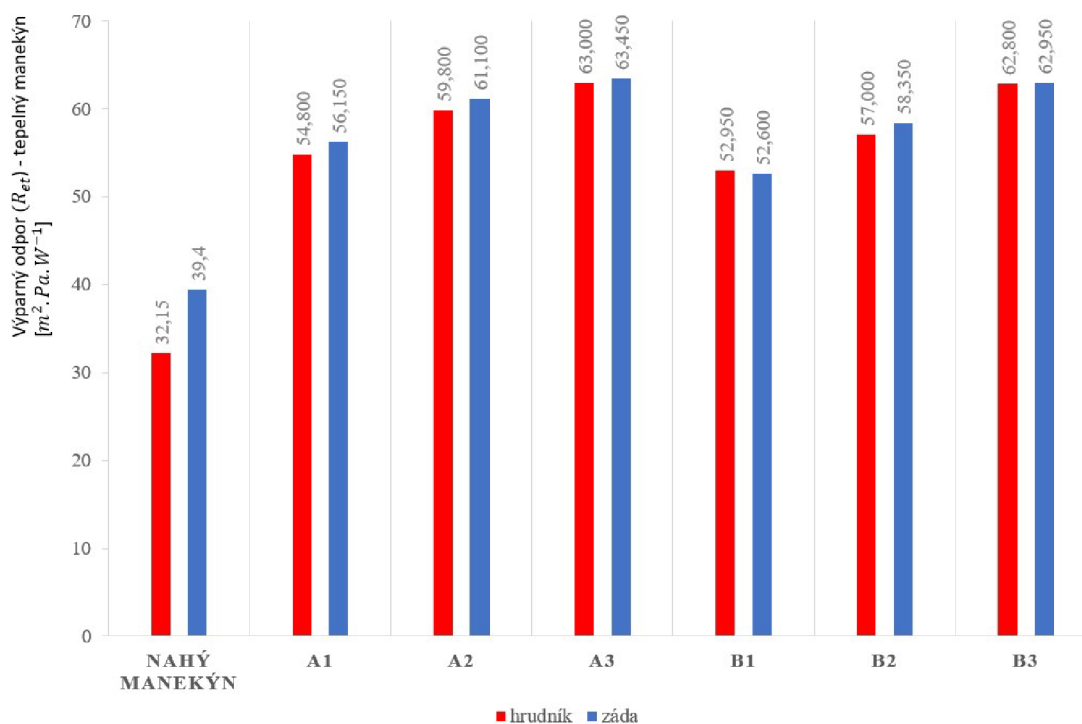
Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na tepelný odpor. Bylo zjištěno, že společný vliv obou faktorů (materiál+vazba) byl slabý (p -hodnota = 0,5313 > 0,05).

Při testování vlivu samostatných faktorů „materiál“ a „vazba“ byly zjištěny statisticky významné (p -hodnota = 0,000 < 0,05 v obou skupinách) rozdíly mezi vazbami 1 – 2, 1 – 3, 2 – 3 i mezi materiály A – B ve vztahu k tepelnému odporu.

7.3.7 Výsledky měření výparného odporu R_{et} na přístroji tepelný manekýn

Výsledky z měření výparného odporu na tepelném manekýnovi jsou uvedeny v detailním přehledu měřených hodnot včetně statistického vyhodnocení v Příloha č. 24, Tab. 19 a Tab. 20. Grafické zobrazení výsledků je k dispozici na Obr. 45 a Obr. 46.

Ze stejných důvodů jako u měření tepelného odporu bylo provedeno testování výparného odporu na přístrojích SGHP i na tepelném manekýnovi. Tepelný manekýn poskytl také data k vyhodnocení experimentu z přední a zadní části trupu (viz Tab. 19 a Obr. 45). V prvním sloupci grafu jsou hodnoty výparného odporu nahého manekýna, tj. základní hodnoty výparného odporu, které vykazoval povrch manekýna. Výparný odpor v oblasti hrudníku se u plně syntetických vzorků navýšil oproti nahému manekýnovi v rozmezí od 70,5 % (A1) do 95,96 % (A3). Vzorky s příměsí merino vlny byly vyšší od 64,7 % (B1) do 95,3 % (B3). V oblasti zad se nárůst výparného odporu pohyboval u plně syntetických vzorků v rozmezí od 42,5 % (A1) do 61 % (A3), a u vzorků s příměsí merino vlny od 33,5 % (B1) do 59,8 % (B3). Z grafu na Obr. 45 je oproti tepelnému odporu vidět výraznější rozdíl výparného odporu mezi přední a zadní částí trupu nahého manekýna. Nicméně výsledky měření výparného odporu vzorků pletenin obdobný rozdíl mezi přední a zadní částí trupu nezaznamenaly. Došlo dokonce až k téměř srovnání hodnot výparného odporu přední a zadní částí trupu manekýna.



Obr. 45 Grafické vyhodnocení výparného odporu – hrudník / záda

Tab. 19 Hodnoty výparného odporu – manekýn – srovnání přední a zadní části trupu

	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]			Procentuální rozdíl [%]
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Rozdíl (přední – zadní)	
Nahý manekýn	32,150	39,400	-7,250	-22,551
A1	54,800	56,150	-1,350	-2,404
A2	59,800	61,100	-1,300	-2,128
A3	63,000	63,450	-0,450	-0,709
B1	52,950	52,600	0,350	0,665
B2	57,000	58,350	-1,350	-2,314
B3	62,800	62,950	-0,150	-0,238

Vzhledem ke srovnatelným výsledkům přední a zadní části trupu tepelného manekýna (viz Tab. 19), byly pro statistické vyhodnocení vzorků pletenin hodnoty výparného odporu z obou částí manekýnova těla zprůměrovány (viz Tab. 20 a graf na Obr. 46).

Podobně jako u měření výparného odporu na přístroji SGHP je i u tepelného manekýna patrný vliv vazby na míru výparného odporu. Nejnižší hodnotu výparného odporu vykazovaly hladké vazby (ve skupině A vzorek A1 ($55,475 m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$) a ve skupině B vzorek B1 ($52,775 m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)). Naopak nejvyšší výparný odpor na tepelném manekýnovi měly vzorky A3 a

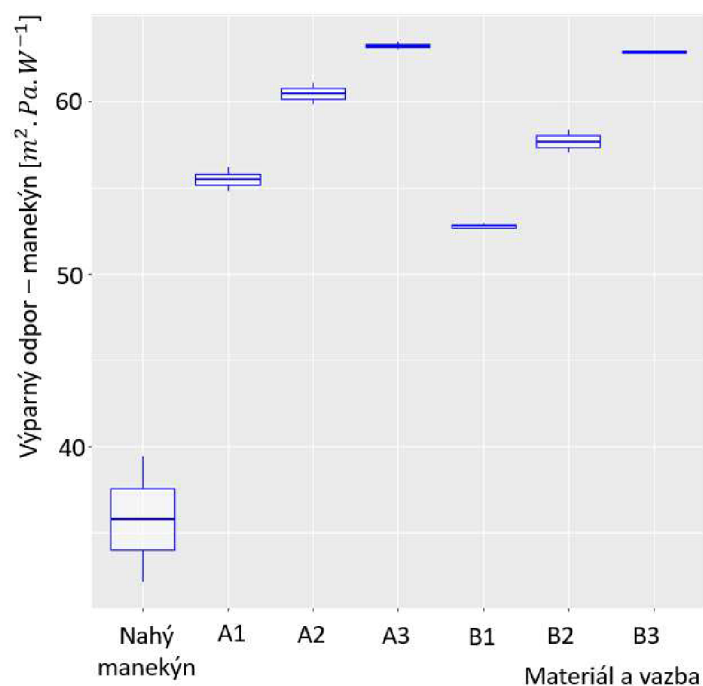
B3 vazby žebrované s vícenásobnými podloženými kličkami ve výši $63,225 \text{ m}^2.K.W^{-1}$ resp. $62,875 \text{ m}^2.K.W^{-1}$. Ty v sobě udrží velké množství tělesné vlhkosti (potu) a nejméně brání prostupu vodních par.

Tab. 20 Statistické vyhodnocení výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna

	Výparný odpor (R_{et}) – střední hodnota [$\text{m}^2.Pa.W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$\text{m}^2.Pa.W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$\text{m}^2.Pa.W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$\text{m}^2.Pa.W^{-1}$]
Nahý manekýn	35,775	5,127	26,281	14,330	-10,285	81,835
A1	55,475	0,955	0,911	1,721	46,898	64,052
A2	60,450	0,919	0,845	1,521	52,191	68,709
A3	63,225	0,318	0,101	0,503	60,366	66,084
B1	52,775	0,248	0,061	0,469	50,551	54,999
B2	57,675	0,955	0,911	1,655	49,098	66,252
B3	62,875	0,106	0,011	0,169	61,922	63,828

Ve srovnání vazeb pletenin měly vzorky A s vazbou žebrovanou o 14 % vyšší výparný odpor vůči hladké vazbě, u vzorků B vůči A o 19,1 %. Vazba žakárová byla oproti vazbě hladké ve výparném odporu vyšší u vzorků A o 9 % a u B o 9,3 %.

Pomocí analýzy rozptylu napozorovaných hodnot byla zjišťována statistická významnost vlivu typu materiálu, vazby a kombinací obou faktorů (materiál+vazba) na tepelný odpor. Bylo zjištěno, že společný vliv obou faktorů byl velmi významný (p-hodnota = 0,000 < 0,05). Podobně jako u tepelného odporu byl i u výparného odporu zjištěn statisticky nevýznamný rozdíl mezi vzorky pletenin. Mezi vzorky B3 (s příměsí merino vlny, vazba žebrovaná) – A3 (plně syntetický, vazba žebrovaná) byl rozdíl nevýznamný (p-hodnota = 0,99 > 0,05).



Obr. 46 Grafické vyhodnocení výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin měřeného pomocí tepelného manekýna

7.3.8 Porovnání výsledků měření pomocí korelační analýzy

V návaznosti na kapitoly 7.3.1 až 7.3.7, kde součástí výsledků měření zkoumaných ukazatelů termofyziologického komfortu bylo i jejich statistické vyhodnocení pomocí analýzy rozptylu (ANOVA), byla zjištěna silná závislost mezi tloušťkou materiálu, plošnou hmotností a materiálem a vazbou.

Pro získání uceleného pohledu byla provedena korelační analýza mezi ukazateli termofyziologického komfortu a tloušťkou a plošnou hmotností pletenin.

Celkový přehled naměřených hodnot je k dispozici v Tab. 21.

Tab. 21 Celkový přehled ukazatelů termofyziologického komfortu, tloušťky a plošné hmotnosti zkoumaných vzorků pletenin

	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) - SGHP [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) - SGHP [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	PROPUSTNOST VODNÍCH PAR [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	PRODYŠNOST [$mm \cdot s^{-1}$]	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI (OMMC) [-]
A1	0,028	3,995	3 372,990	90,380	2
A2	0,035	5,012	3 278,354	63,627	1
A3	0,047	6,283	3 137,937	74,449	1
B1	0,049	5,309	3 416,042	94,689	1
B2	0,057	6,946	3 336,365	76,753	4
B3	0,068	8,199	3 142,427	80,761	3

	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) - tepelný manekýn [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) - tepelný manekýn [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	TLOUŠŤKA [mm]	PLOŠNÁ HMOTNOST [$g \cdot m^{-2}$]
A1	0,137	55,475	1,290	215,640
A2	0,153	60,450	1,750	313,660
A3	0,161	63,225	2,382	407,240
B1	0,158	52,775	1,356	245,660
B2	0,163	57,675	1,936	325,500
B3	0,184	62,875	2,724	394,600

Korelační analýzou byl zjištěn korelační koeficient (r) mezi ukazateli termofyziologického komfortu a tloušťkou a plošnou hmotností. Tato hodnota vyjadřuje vzájemný vztah (těsnost) dvou spojitých proměnných. V Tab. 22 je k nahladu přehled vypočtených Pearsonových korelačních koeficientů.

Tab. 22 Výsledky korelační analýzy – Pearsonův korelační koeficient

	Tloušťka [mm]	Plošná hmotnost [$g \cdot m^{-2}$]
Tepelný odpor (R_{ct}) - SGHP [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,730	0,987
Výparný odpor (R_{et}) - SGHP [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	0,878	0,796
Propustnost vodních par [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	-0,9301	-0,9293
Prodyšnost [$mm \cdot s^{-1}$]	-0,4405	-0,5807
Celkový ukazatel mng. vlhkosti (OMMC) [-]	0,341	0,148
Tepelný odpor (R_{ct}) - manekýn [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,510	0,502
Výparný odpor (R_{et}) - manekýn [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	0,887	0,912

Byla zjištěna silná pozitivní korelace ($> 0,7$) mezi tloušťkou pleteniny a tepelným odporem (SGHP), výparným odporem (SGHP) a výparným odporem (manekýn). Naopak byla zjištěna silná negativní korelace ($< -0,7$) mezi tloušťkou a propustností vodních par.

Byla zjištěna silná pozitivní korelace ($>0,7$) mezi plošnou hmotností pleteniny a tepelným odporem (SGHP), výparným odporem (SGHP) a výparným odporem (manekýn). Naopak silná negativní korelace ($< -0,7$) byla zjištěna mezi plošnou hmotností a propustností vodních par.

8 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Tato práce se omezila na zhodnocení vlivu dvou materiálů a tří vazeb pletenin na ukazatele termofyziologického komfortu. Z použité literatury je zřejmé, že problematika je výrazně širší a zahrnuje více proměnných, nicméně bylo prokázáno, že materiál i vazba velmi zásadně ovlivňují přímo i nepřímo (prostřednictvím tloušťky i plošné hmotnosti) ukazatele termofyziologického komfortu.

V Tab. 23 jsou uvedeny kombinace všech zkoumaných parametrů a jejich vzájemné závislosti.

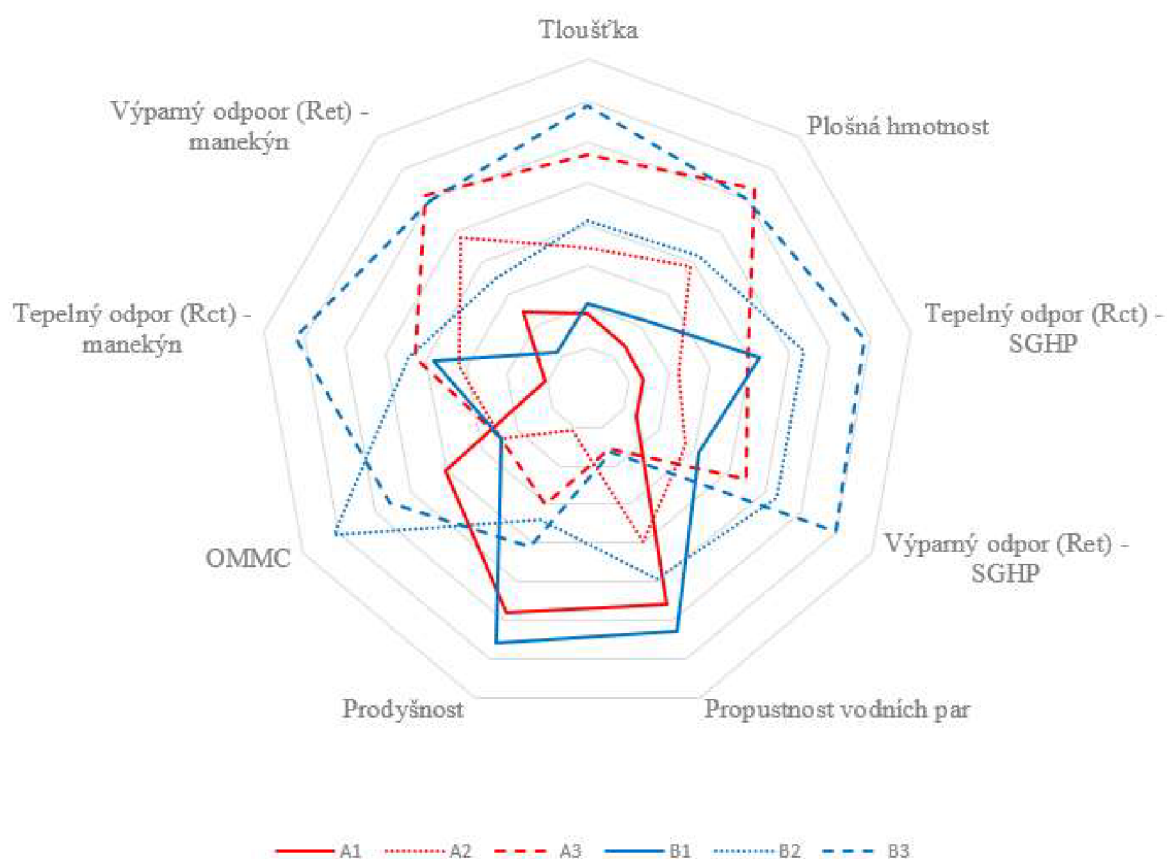
Tab. 23 Přehled výsledků statistické analýzy

	Významná závislost			Korelace	
	Materiál	Vazba	Materiál a vazba	Tloušťka [mm]	Plošná hmotnost [$g \cdot m^{-2}$]
Tloušťka [mm]	ano	ano	ano	--	--
Plošná hmotnost [$g \cdot m^{-2}$]	ano	ano	ano	--	--
Tepelný odpor (R_{ct}) - SGHP [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	ano	ano	ne	Silná pozitivní	Silná pozitivní
Výparný odpor (R_{et}) - SGHP [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	ano	ano	ano	Silná pozitivní	Silná pozitivní
Propustnost vodních par [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	ne	ano	ne	Silná negativní	Silná negativní
Prodyšnost [$mm \cdot s^{-1}$]	ano	ano	ano	Střední negativní	Střední negativní
Celkový ukazatel managementu vlhkosti (OMMC) [-]	ano	ano	ano	Střední pozitivní	Malá pozitivní
Tepelný odpor (R_{ct}) - tepelný manekýn [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	ano	ano	ne	Střední pozitivní	Střední pozitivní
Výparný odpor (R_{et}) - tepelný manekýn [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	ano	ano	ne	Silná pozitivní	Silná pozitivní

S výjimkou propustnosti vodních par je zřejmé, že kombinace materiálu a vazby má prostřednictvím vlivu na tloušťku a plošnou hmotnost vliv na všechny zkoumané ukazatele termofyziologického komfortu. Management vlhkosti je spíše ovlivňován materiálovým složením pleteniny (hydrofobicita vláken, jemnost aj.) a porozitou vazby.

Šest zkoumaných kombinací vazeb a materiálu vytváří z průměrných napozorovaných hodnot jednotlivých ukazatelů termofyziologického komfortu (včetně tloušťky a plošné hmotnosti) unikátní soubor vlastností, který je vyobrazený na paprskovém grafu na Obr. 47.

V grafu jsou červeně zobrazeny vzorky pletenin řady A z plně syntetických vláken. Modře označené vzorky jsou pleteniny řady B s příměsí merino vlny. Pro rozlišení vazeb pletenin byla pro vazbu hladkou použita plná čára. Žakárovou vazbu reprezentuje tečkovaná čára a žebrovanou vazbu čára čárkovaná. Napozorované hodnoty jednotlivých veličin byly standardizovány (přepočteny) tak, aby vhodně pokryly škálu jednotlivých os paprskového grafu.



Obr. 47 Vícekriteriální porovnání analyzovaných vzorků pletenin

Z uvedené vizualizace je patrná podobnost tvaru plochy tvořené plnými čarami hladkých vazeb s výbornými vlastnostmi prodyšnosti a propustnosti vodních par. Obě vazby žebrované

vykazovaly nejhorší výsledky propustnosti vodních par, a naopak nejvyšší hodnoty tepelného i výparného odporu na manekýnovi.

Zatímco plně syntetická hladká vazba měla nejnižší hodnoty tepelného i výparného odporu, příměs merino vlny výrazně zvýšila tepelný odpor na úkor zhoršení managementu vlhkosti a zvýšila výparný odpor. Přínos merino vlny ve směsi pleteniny je patrný u všech tří zkoumaných vazeb. Zatímco u zmíněné hladké vazby není přidaná hodnota tak žádoucí, u žakárové vazby vlna výrazně zlepšuje celkový ukazatel managementu vlhkosti OMMC a tepelný odpor. Příměs merino vlny v žebrované vazbě zvýšila hodnoty tepelného a výparného odporu ale i OMMC.

8.1 Anatomické funkční zóny trika

Jedním z cílů této práce bylo na základě poznatků z rešeršní části a vyhodnocení výsledků testovaných pletenin diskutovat a navrhnout doporučení pro kombinaci materiálů a vazeb pletenin použitých v konstrukci trika a jejich umístění do zón sportovního seamless výrobku. V tomto případě trika první vrstvy oblečení určeného do chladného prostředí.

Triko první vrstvy oblečení by mělo především zajišťovat příjemný omak, transport vlhkosti směrem od pokožky, rychlé schnutí případně transport vlhkosti do další vrstvy oděvu nebo do okolního prostředí, přiléhavost (případně určitou míru komprese), teplotní komfort, prodyšnost, nezapáchavost a estetický vzhled. Uvedené vlastnosti by měly být rozmístěny v různé míře v jednotlivých funkčních zónách oděvu.

Anatomicky lze na triku definovat následující zóny: hrudník a střední část břicha, dolní část břicha, boky, podpaží, ramena, horní část zad, dolní část zad, vnitřní strana rukávu, vnější strana rukávu, případně loketní jamky a pás podél páteře.

V Tab. 24 jsou navrženy vzorky pletenin nejlépe vyhovující potřebám jednotlivých anatomických zón.

Pro zjednodušení byly použity třístupňové škály pro vlastnosti zkoumaných vzorků. Škály byly vytvořeny v rozmezí minimální hodnota, střední hodnota minus směrodatná odchylka, střední hodnota plus směrodatná odchylka, maximální hodnota (viz Příloha č. 25)





Tab. 24 Přiřazení vzorků pletenin do jednotlivých anatomických zón trika dle termofyziologických požadavků

	Tepelný odpor	Prodyšnost	Odvod vlhkosti	Nezapáchavost	Nejlépe vyhovující vzorek
Hrudník a střední část břicha	Střední	Dobrá	Vynikající	Dobrá	B2
Dolní část břicha	Střední	Dobrá	Dobry	Dobrá	A3
Boky	Střední	Dobrá	Dobry	Dobrá	B2, B3
Podpaží	Nizký	Vynikající	Vynikající	Vynikající	B1
Ramena	Vysoký	Dobrá	Dobry	Dobrá	A3, B3
Horní část zad	Vysoký	Dobrá	Vynikající	Dobrá	B2
Dolní část zad	Střední	Dobrá	Dobry	Dobrá	A2, A3
Vnitřní strana rukávu	Střední	Vynikající	Vynikající	Dobrá	B1
Vnější strana rukávu	Vysoký	Dobrá	Dobry	Dobrá	A3, B3
Loketní jamky	Nizký	Vynikající	Vynikající	Dobrá	A1, B1

8.2 Návrh trika

Na základě návrhu vzorků pro jednotlivé anatomické zóny trika z 8.1 byly vytvořeny tři návrhy na zónování trika (viz Tab. 25).

Tab. 25 Návrhy tří variant trik

		Dvouzónová varianta	Třízónová varianta	Sofistikovaná varianta
Zóna trika	Hrudník a střední část břicha	Zóna 1	Zóna 1	Zóna 1
	Dolní část břicha	Zóna 1	Zóna 3	Zóna 3
	Boky	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 3
	Podpaží	Zóna 2	Zóna 2	Zóna 2
	Ramena	Zóna 1	Zóna 3	Zóna 4
	Horní část zad	Zóna 1	Zóna 1	Zóna 1
	Dolní část zad	Zóna 1	Zóna 1	Zóna 4
	Vnitřní strana rukávu	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 3
	Vnější strana rukávu	Zóna 1	Zóna 3	Zóna 4
	Loketní jamky	Zóna 1	Zóna 3	Zóna 2
Vzorek pleteniny	Zóna 1 	B2, B3	B2, B3	B2, B3
	Zóna 2 	B1, A1	B1	B1
	Zóna 3 		A3	A1, B1, A3
	Zóna 4 			A3, B3



Návrh dvouzónové varianty počítá s výbornými vlastnostmi odvodu vlhkosti (managementu vlhkosti) na celé přední i zadní části trika při zachování dobrých tepelněizolačních vlastností pro chladné podnebí. Druhá zóna s výbornou prodyšností zajišťuje, že v klidovém stavu k sobě vnitřní strany rukávů, podpaží a boky přiléhají a poskytují dostatečný tepelný komfort pro chladné podnebí. V případě fyzické aktivity, při pohybu rukou, začne působit jejich prodyšnost jako chladicí element (viz Obr. 48 a)).

Do zóny 1 je vhodné použít vzorky B2 (příměs merino vlny, vazba žakárová) nebo B3 (příměs merino vlny, vazba žebrovaná). Obě vazby s přispěním merino vlny vytváří sadu požadovaných vlastností. Zóně 2, která zahrnuje boky, podpaží a vnitřní stranu rukávu, byla přiřazena kombinace hladké vazby s příměsí merino vlny (B1) nebo plně syntetická varianta vzorku (A1). Přednostně by ale bylo vhodné použít vzorek B1 kvůli přirozené antibakteriální vlastnosti vlny.

Zatímco celé triko dvouzónové v zásadě počítá s použitím příměsí merino vlny a může tak navyšovat náklad výrobku, návrh třízónové varianty v zóně 3 nahrazuje směsí s merino vlnou plně syntetickou žebrovanou vazbou A3 na rukávech, ramenou, bocích a v dolní části břicha. Oblasti podpaží (zóna 2) byl ponechán vzorek B1 (s příměsí merino vlny, vazba hladká), který díky svým částečně antibakteriálním vlastnostem zde bude plnit svoji funkci (viz Obr. 48 b)).

Sofistikovaná varianta maximálně využívá silných stránek jednotlivých kombinací vazby a materiálu. Jedná se o variantu, která nejlépe splňuje specifické požadavky termofyziologických vlastností jednotlivých anatomických zón trika do chladného prostředí. Pro zónu 1, kterou v tomto případě reprezentuje hrudník a střední část břicha a horní část zad, byly vybrány vzorky B2 a B3. Jedná se o pleteniny s příměsí merino vlny vazby žakárové resp. žebrované vykazující nejlepší výsledky ukazatele OMMC.

Podpaží a loketní jamky vyžadující vynikající prodyšnost a propustnost vodních par včetně antibakteriální funkce u podpaží. Tyto požadavky nejlépe splňuje vzorek B1 (příměs merino vlny, hladká vazba). Zóna 3 umožňuje použití více kombinací vazeb a materiálu (A1, B1, A3) a při jejich výběru bude záležet na designu a předpokládanému použití trika. Poslední oblast tvořící zónu 4 (ramen a vnější strany rukávů) tvoří vazba žebrovaná. Ta přinese nositeli v klidovém režimu tepelnou izolaci díky struktuře vazby, a naopak při tělesné aktivitě se díky roztažení žebrování sníží tloušťka a aktivuje se prodyšnost.

	Čelní pohled	Zadní pohled
Dvouzónová varianta		
Třízónová varianta		
Sofistikovaná varianta		
Legenda:	 zóna 1  zóna 2  zóna 3  zóna 4	

Obr. 48 Návrhy zónování trika s raglánovým rukávem

Při navrhování umístění zón trika, které mají plnit svoji termofyziologickou funkci pomocí kombinace materiálu a vazby, je důležité vzít v potaz i umístění nití dvousložkové kryté pleteniny během vlastního procesu pletení. Kombinace použití materiálů u kryté vazby má svoji logiku a cíl. Speciálně se jedná o hydrofilitu a hydrofobicitu nití. Hydrofobní nitě umístěné blíže pokožce vlhkost odvedou do vnější hydrofilní vrstvy pleteniny.

Případná záměna krycí a kryté nitě v pletenině pro získání zajímavějšího designového efektu by neměla tvořit podstatnější část plochy zóny trika, aby triko neztratilo svoji funkční schopnost.

Uvedené návrhy nebyly testované na reálných vzorcích trik za použití probandů při zátěži a tělesné aktivitě, ale vychází pouze z teoretických předpokladů založených na výsledcích experimentu.

9 ZÁVĚR

Jak bylo zmíněno v úvodu, cílem bakalářské práce bylo zhodnotit termofyziologický komfort použitých vzorků dvousložkových seamless pletenin a vhodnost jejich použití pro jednotlivé zóny sportovního seamless oděvu včetně případného doporučení pro možnosti zvýšení termofyziologického komfortu změnou struktury pleteniny nebo materiálového mixu. V rámci omezeného rozsahu bakalářské práce byly tyto cíle dosaženy.

V této práci byly shrnuty současné teoretické poznatky týkající se zkoumaných materiálů a technologie jejich výroby spolu s poznatky o termofyziologickém komfortu oděvu, jeho složkách a měření.

Na základě získaných poznatků a praktického zadání společnosti PUMAX byla zformulována metodika výzkumu a provedena vlastní měření. Výsledky měření byly statisticky zpracovány. Dále byla provedena analýza závislosti jednotlivých ukazatelů termofyziologického komfortu na materiálu a vazbě pleteniny.

Výsledné vícekriteriální porovnání zkoumaných vzorků umožnilo navrhnout vhodné kombinace vazby a materiálu pro jednotlivé části trika tak, aby co nejlépe splňovaly požadavky různých anatomických zón.

Provedený výzkum byl založený na potřebě ověření termofyziologických vlastností plánovaných výrobků obchodní společnosti.

Jedním z výsledků výzkumu bylo, že očekávání kladená do vlastností plně syntetické žakárové vazby se především díky managementu vlhkosti nepotvrdila. Navrhovaný materiál tedy zachovává žakárovou vazbu ale s příměsí merino vlny. Toto doporučení ovšem může v praxi narážet na nákladovou stránku. Proto návrh třízónového trika počítá s levnější třetí zónou (plně syntetickou žebrovanou vazbou), která je použita na zóny nevyžadující vynikající úroveň odvodu vlhkosti.

Tento výzkum také podal výrobcí přehled vlastností jím poskytnutých vzorků pletenin, tj. kombinací vazby a materiálu. Tyto výsledky výzkumu také umožnily formulovat doporučení

použití testovaných vzorků pro jednotlivé funkční zóny trika. Bylo prokázáno, že příměs merino vlny výrazně zlepšila termofyziologické vlastnosti (především management vlhkosti) vazby žakárové i žebrované. Naopak prodyšnost hladkých vazeb, přestože byla nejvyšší ze zkoumaných vzorků, nebude zřejmě dostačující pro zóny s extrémním nárokem na propustnost pro vodní páry a prodyšnost a bude potřeba do vazby zapracovat prvky zvyšující porozitu.

V dostupné literatuře existuje velká řada výzkumů podobného charakteru, které jsou nicméně zaměřeny na úzkou skupinu materiálů a jejich použití, které neodpovídaly předmětu zkoumání této práce. Nebylo proto možné porovnávat výsledky tohoto výzkumu zaměřeného na první vrstvu oblečení z jednolící zátěžné kryté pleteniny určené pro chladné podnebí.

Tento výzkum v rozsahu bakalářské práce vyhodnocoval pouze šest zadaných vzorků pletenin a hledal jejich vhodné umístění s cílem dosáhnout ideální termofyziologický komfort jednotlivých anatomických zón trika. Velmi zajímavý by byl výzkum, který by na teoretické bázi navrhl pro zadané parametry termofyziologického komfortu ideální kombinaci spojující jemnost a materiál použitého vlákna, jeho ideální směs, použitou vazbu a délku oka pro sportovní oblečení vhodné do chladného podnebí.

Použitá literatura

- [1] YANG, Y. *Effect of knitting structure and yarn composition on thermal comfort properties of bi-layer knitted fabrics*. Textile Research Journal [online]. SAGE Publications, June 11, 2020, Vol 91, Issue 1-2, 2021 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517520932557>
- [2] KANAKARAJ, P. a RAMACHANDRAN, R. *Active Knit Fabrics – Functional Needs of Sportswear Application*. JTATM Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, Volume 9, Issue 2, Spring 2015 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/download/6785/3585>
- [3] ŠMARDA, Jiří, Ing. *Prádlo pro automobilové závodníky: UNDERWEAR CAR RACING*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2018. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Blažena Musilová, Ph.D.
- [4] HAYES, Steven George a VENKATRAMAN, Praburaj. *Materials and Technology for sportswear and performance apparel..* Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN-13: 978-1-4822-2050-6.
- [5] *Seamless*. Santoni.cn [online]. Shanghai, 2021 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <http://www.santoni.cn/en/seamless>
- [6] Ornstová, J. Ing. (2020). *Technologie zátažného pletení – části pracovního ústrojí plochých a okrouhlých pletacích strojů, rozdělení pletacích strojů*. Technická univerzita v Liberci, Česká republika
- [7] SEAMLESS SANTONI | SM8-EVO4J. <https://www.santoni.com/> [online]. Brescia, Italy [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.santoni.com/en-macchine-sheet.asp?idm=310>
- [8] PECKOVÁ, Jana. *Zátažná jednocitní krytá pletenina – konstrukce vazby: PLATED SINGLE-FACE FABRIC – KNITTED STRUCTURE*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2018. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Irena Lenfeldová, Ph.D.
- [9] *Presentation on Single Jersey Fabrics*. <https://www.slideshare.net/> [online]. SlideShare from Scribd, 2017 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/MusaKalimullah1/presentation-on-single-jersey-fabrics-83399891>
- [10] SANTONI, firemní materiály
- [11] YU, Winnie, ed. *Advances in women's intimate apparel technology*. Amsterdam: Woodhead Publishing, [2016]. Woodhead publishing series in textiles, number 182. ISBN 978-1-78242-369-0.

- [12] SHISHOO, Roshan. *Textiles for Sportswear*, Oxford: Elsevier/ Woodhead Publishing, 2015, ISBN 978-1-78242-229-7.
- [13] KREBSOVÁ, Milada. *Technologie*. Sv. 2., Oděvnictví. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990.
- [14] ŠVANCAROVÁ, Michaela Bc. Dis. *Analýza tepelných ztrát oděvů za podmínek proudění vzduchu*: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2021. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Eva Hercíková Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/160905/Diplomova_prace_Micahela_Svancarova_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [15] TOMEŠOVÁ, Hana. *Funkční oblečení pro sportovní lezení – průzkum trhu: FUNCTIONAL CLOTHES FOR SPORT CLIMB – MARKET RESEARCH*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Blanka Tomková, Ph.D. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/3694/bc_13006.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [17] ATALIE, Desalegn et al. *Thermo-Physiological Comfort Properties of Sportswear with Different Combination of Inner and Outer Layers*. ResearchGate. Proceedings 2018, 2, 229; doi:10.3390/proceedings2060229 [online]. Copyright © 2021 by the authors. [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/356192189_Thermo-Physiological_Comfort_Properties_of_Sportswear_with_Different_Combination_of_Inner_and_Outer_Layers
- [18] LEE, Khalil. *Design Implementation, Fabric Analysis and Physiological and Subjective Testing of a Sportswear Garment Prototype*. disertační práce, Auburn University, 2014 Dostupné z: <http://etd.auburn.edu/xmlui/handle/10415/4419>
- [19] FUNKCNI-PRADLO EU. *Základní vlastnosti Merino vlny - Funkční prádlo. Co je funkční prádlo? - Funkční prádlo* [online]. [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://www.funkcni-pradlo.eu/materialy-a-vlastnosti/merino-vlna/zakladni-vlastnosti-merino-vlny/>
- [20] ROMANOVÁ, Kateřina. *Analýza parametrů ovlivňujících spojování nadměrně pružných materiálů pro sport: ANALYSIS OF PARAMETERS AFFECTING SEWING STRETCH KNIT FABRICS FOR SPORT*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Katarína Zelová, Ph.D. Dostupné z: <https://knihovna-opac.tul.cz/records/a541b316-a2af-4a8f-86e2-e02fa887dd1f>

- [21] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083-644-X.
- [22] *Comparison of Base Layer Materials*. Best Hiking, [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://besthiking.net/comparison-of-base-layer-materials/>
- [23] ASSOUNE, A. *The Truth About Polyamide Fabric*. Panaprium, [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.panaprium.com/blogs/i/polyamide-fabric>
- [24] *Polyamid*. Top Army Shop, [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.top-armyshop.cz/slovník-pojmu/polyamid>
- [25] Kočí, Vladimír. *Teorie pletení*. Díl 1. Liberec: VŠST v Liberci, 1971
- [26] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. Vydání třetí. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních struktur, 2005. ISBN 80-7083-812-4.
- [27] CASSIDY, Tom a GOSWAMI, Parikshit. *Textile and Clothing Design Technology*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 978-1-4987-9639-2.
- [28] LUKÁŠOVÁ, Věra. *Vliv vazby a typu vlákenné suroviny na tepelný komfort pletenin používaných na funkční prádlo: INFLUENCE OF THE TYPE OF FIBER AND WEAVE FOR THERMAL COMFORT OF KNITTED FABRICS USED FOR FUNCTIONAL UNDERWEAR*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce Jana Špánková. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/18902/Diplomov%25C3%25A1%2Bpr%25C3%25A1ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [29] KOČÍ, Vladimír. *Vazby pletenin*. Praha: SNTL, 1980. ISBN 04-825-80
- [30] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [31] ONOFREI, E., A. M. ROCHA a A. CATARINO. The Influence of Knitted Fabrics' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* [online]. [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/155892501100600403>
- [32] Universidade do Minho: Effects of sportswear design on thermal comfort. Universidade do Minho: Página principal [online]. Copyright © [cit. 16.01.2022]. Dostupné z: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/15155>
- [33] Thermophysiological clothing comfort - MedCrave online. MedCrave online | Online Publishing Library | Online Journal Publishing Groups [online]. Copyright ©2021 Uttam, et al. This is an open access article distributed under the terms of the, [cit. 12.01.2022]. Dostupné z: <https://medcraveonline.com/JTEFT/thermophysiological-clothing-comfort.html>

- [34] PolyU Electronic Theses: Biofunctional engineering of seamless sportswear. PolyU Electronic Theses: Home [online]. Dostupné z: <https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/7357>
- [35] HOMOLOVÁ, Lenka. *Fyziologické vlastnosti vybraných sportovních oděvů: PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SELECTED SPORTS APPAREL*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. Bakalářské práce. Technická univerzita v Liberci, fakulta textilní. Vedoucí práce doc. Ing. Antonín Havelka, CSc. Dostupné z: <https://docplayer.cz/115346736-Technicka-univerzita-v-liberci-fakulta-textilni-katedra-odevnictvi-bakalarsky-studijni-program-textil-r004.html>
- [36] SUGANTHI, T., SENTHILKUMAR P., DIPIKA V. *Thermal Comfort Properties of a Bi-layer Knitted Fabric Structure for Volleyball Sportswear*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2017; 25,1(121):75-80. DOI: 10.5604/12303666.1227885. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/348900172_Thermal_Comfort_Properties_of_Bi-Layer_Knitted_Fabrics
- [37] MANSHAHIA, M. a DAS, A. *Comfort Characteristics of Knitted Active Sportswear: Heat and Mass Transfer*. *Journal of Textile and Apparel* 2013; 17(3):50-60. DOI: 10.1108/RJTA-17-03-2013-B006. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/312074041_Comfort_Characteristics_of_Knitted_Active_Sportswear_Heat_and_Mass_Transfer
- [38] Cao M., Li Y., Guo Y., Pan Z., *Customized Body Mapping to Facilitate the Ergonomic Design of Sportswear*, 2016, [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7750518>
- [39] *The European market potential for knitwear*. CBI Ministry of Foreign Affairs [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.cbi.eu/market-information/apparel/knitwear/market-potential>
- [40] Lasting Sport, lasting.ceu [online]. Sokolov, 2022 [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://web.lasting.eu/cs/>
- [41] MOIRA CZ, moira.cz [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://moira.cz/>
- [42] XTECH SPORT DESIGN, xtechsport.cz [online]. Ružomberok, 2020 [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.xtechsport.cz/>
- [43] ČSN EN ISO 5084 (80 0844): *Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Praha: Český normalizační institut. 1/1998.
- [44] Návod k obsluze přístroje Digitální tloušťkoměr SDL M034 A - interní zdroj TUL

- [45] ČSN EN 12127 (80 0849): *Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*. Praha: Český normalizační institut. 12/1998.
- [46] Návod k obsluze přístroje HOKA WPS 60/C (ZPM RADWAG Radom) – interní zdroj TUL
- [47] ČSN EN ISO 11092 (80 0819): *Textilie – Fyziologické účinky – Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující efekt pocení)*. Praha: Český normalizační institut. 4/2015.
- [48] JIS L 1099:2012, (JTETC/JSA): *Testing Methods For Water Vapour Permeability of Textiles*. Japanese Industrial Standards Association. 1/2012.
- [49] Návod k obsluze přístroje Textest FX 3180 Cup Master – interní zdroj TUL
- [50] ČSN EN ISO 9237 (80 0817): *Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií*. Praha: Český normalizační institut. 12/1996.
- [51] Návod k obsluze přístroje SDL M021S – interní zdroj TUL.
- [52] AATCC 195 – 2017: *Test Method for Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics*. American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC). 1/2020.
- [53] Návod k obsluze přístroje SDL ATLAS, MMT M290 Moisture Management Tester, přístroj pro zjišťování charakteristiky transportu vlhkosti v textiliích – interní zdroj TUL
- [54] ČSN EN ISO 15831 (83 2741): *Oděvy – Fyziologické účinky – Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny*. Praha: Český normalizační institut. 10/2004.
- [55] Child Thermal Manikin - Thermetrics. Advanced Thermal Measurement Technology | Thermetrics [online]. Copyright © 2022 Thermetrics. Site by [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://thermetrics.com/products/manikin/sonny/>

Seznam obrázků

Obr. 1	Obecné dělení pletacích strojů, [6]	14
Obr. 2	Pletací stroj SANTONI SM8-EVO4J Single Jersey, [7]	15
Obr. 3	Srovnání výroby na strojích Single a Double Jersey, [9]	15
Obr. 4	Konstrukce dvousložkové pleteniny, [17]	20
Obr. 5	Typy elastanu používaných na pletacích strojích Santoni, [10]	23
Obr. 6	Zátažná jedolící pletenina, [27]	24
Obr. 7	Deformace struktur zátažného pletení v horizontálním a vertikálním směru, [12]	25
Obr. 8	Ukázka zátažné jedolící pleteniny s vazbou krytou, [10]	26
Obr. 9	Složky termofyziologického komfortu	27
Obr. 10	Faktory ovlivňující tělesný tepelný komfort, [12], [33]	28
Obr. 11	Multidisciplinární rámec návrhu a konstrukce pletených seamless sportovních oděvů, zdroj: [42]	30
Obr. 12	Proces designu a konstrukce seamless sportovních oděvů, [34]	31
Obr. 13	Oblasti těla citlivé na chlad a produkující teplo, [12]	31
Obr. 14	Zóny oděvů anatomicky podporující specifické svalové partie lidského těla, [4]	34
Obr. 15	Různé typy tělesného protažení, [4]	35
Obr. 16	Části lidského těla s největší roztažností, [4]	35
Obr. 17	Závislost celkového ukazatele odvodu vlhkosti a jeho parametrů na míře roztažení pleteniny, zdroj: [34]	36
Obr. 18	Podmínky pokusu, [38]	39
Obr. 19	Povrchová teplota pokožky po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]	39
Obr. 20	Obsah vody ve vrchní vrstvě epidermis po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]	40
Obr. 21	Odpařování vody pokožkou po klidovém stavu, chůzi a rychlém běhu, [38]	40
Obr. 22	Anatomické funkční zóny termofyziologického komfortu, [38]	41
Obr. 23	Poměr mezi teplotou okolí a požadavkem na izolační schopnost oděvu při různých úrovních aktivity, [12]	42
Obr. 24	Rozměrové parametry seamless výrobku - triko, [10]	43
Obr. 25	Seamless triko WEROLO 9070 společnosti Lasting Sport s.r.o., [40]	45
Obr. 26	Seamless triko CO-MW/DR společnosti MOIRA CZ, a.s., [41]	47
Obr. 27	Seamless triko TITANIUM společnosti XTECH Sport Design, [42]	48
Obr. 28	Pletací stroj Santoni, SM8-EVO4J Single Jersey, [7]	51

Obr. 29 Nákres krytých oček – hladké vs podkládané.....	53
Obr. 30 Makroskopické zobrazení testovaných pletenin – lící a rubní strana, měřítko 1 000 μm	54
Obr. 31 Konstrukce vazeb způsob provázání vyvzorovaných pletenin	55
Obr. 32 Přístroj Sweating Guarded Hotplate (SGHP), zdroj: [vlastní].....	58
Obr. 33 Přístroj na měření propustnosti vodních par TEXTEST FX 3180 Cup Master, zdroj: [vlastní].....	59
Obr. 34 Přístroj na měření prodyšnosti SDL M021S, zdroj: [vlastní]	60
Obr. 35 Přístroj na měření odvodu kapalné vlhkosti ADL Atlas - Moisture Management Tester (MMT), model M290, zdroj: [vlastní]	62
Obr. 36 Tepelný manekýn společnosti Thermetrics, zdroj: [54, Příloha č. 10]	64
Obr. 37 Grafické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin měřeného pomocí přístroje SGHP	68
Obr. 38 Grafické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřeného pomocí přístroje SGHP	70
Obr. 39 Grafické vyhodnocení propustnosti vodních par vzorků pletenin (WVTR).....	72
Obr. 40 Grafické vyhodnocení závislosti propustnosti vodních par na čase – střední hodnota, zdroj: vlastní	73
Obr. 41 Grafické vyhodnocení prodyšnosti vzorků pletenin	75
Obr. 42 Grafické vyhodnocení vlhkostních parametrů. Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).....	79
Obr. 43 Grafické vyhodnocení tepelného odporu – hrudník / záda	80
Obr. 44 Grafické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin a nahého manekýna měřeného pomocí tepelného manekýna	81
Obr. 45 Grafické vyhodnocení výparného odporu – hrudník / záda	83
Obr. 46 Grafické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřeného pomocí tepelného manekýna	85
Obr. 47 Vícekriteriální porovnání analyzovaných vzorků pletenin	88
Obr. 48 Návrhy zónování trika s raglánovým rukávem.....	92

Seznam tabulek

Tab. 1 Srovnání vlastností jednotlivých materiálů z pohledu vlivu na komfort, [22], [23], [24]	24
--	----

Tab. 2	Přibližné hodnoty produkce tělesných výparů podle intenzity zátěže, [14]	33
Tab. 3	Složky termofyziologického komfortu a jejich vztah k parametrům oděvu	33
Tab. 4	Výsledky závislosti termofyziologických ukazatelů na struktuře pleteniny, [34]	37
Tab. 5	Vlastnosti tepelného komfortu u vybraných vzorků pletenin, [36]	37
Tab. 6	Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti Lasting Sport s.r.o., [40]	44
Tab. 7	Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti MOIRA, [41]	46
Tab. 8	Seamless sportovního oblečení první vrstvy pro chladné podnebí společnosti XTECH, [42]	47
Tab. 9	Charakteristika vyvzorovaných pletenin	52
Tab. 10	Přehled použitých metod hodnocení termofyziologického komfortu	57
Tab. 11	Statistické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP	67
Tab. 12	Statistické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP	69
Tab. 13	Statistické vyhodnocení propustnosti vodních par vzorků pletenin měřených na přístroji WVTR	71
Tab. 14	Statistické vyhodnocení prodyšnosti vzorků pletenin	74
Tab. 15	Vyhodnocení typu textilie podle MMT	77
Tab. 16	Celkové vyhodnocení odvodu kapalné vlhkosti	78
Tab. 17	Hodnoty tepelného odporu – tepelný manekýn – srovnání přední a zadní části trupu	80
Tab. 18	Statistické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna	81
Tab. 19	Hodnoty výparného odporu – manekýn – srovnání přední a zadní části trupu	83
Tab. 20	Statistické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna	84
Tab. 21	Celkový přehled ukazatelů termofyziologického komfortu, tloušťky a plošné hmotnosti zkoumaných vzorků pletenin	86
Tab. 22	Výsledky korelační analýzy – Pearsonův korelační koeficient	86
Tab. 23	Přehled výsledků statistické analýzy	87
Tab. 24	Přiřazení vzorků pletenin do jednotlivých anatomických zón trika dle termofyziologických požadavků	90
Tab. 25	Návrhy tří variant trik	90

Seznam příloh

Příloha č. 1. Tolerance průměru obvodu hrudníku u seamless oděvů, zdroj: [2].....	9
Příloha č. 2. Příklady tělesných rozměrových změn při konstrukci seamless oděvu na pletacích strojích SANTONI, [10].....	10
Příloha č. 3. Sortiment vybraných seamless sportovních trik společnosti Lasting Sport s.r.o. [40].....	11
Příloha č. 4. Sortiment vybraných seamless sportovních trik společnosti MOIRA CZ, a.s. [41]	12
Příloha č. 5. Makroskopické snímky vzorků pletenin řady A materiálového složení: PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %, [vlastní zdroj].....	13
Příloha č. 6. Makroskopické snímky vzorků pletenin řady B materiálového složení: WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %, [vlastní zdroj].....	14
Příloha č. 7. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení tloušťky vzorků pletenin	15
Příloha č. 8. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení plošné hmotnosti vzorků pletenin	16
Příloha č. 9. Technické parametry a vlastnosti tepelného manekýna „TIMMY“ společnosti Thermetrics, zdroj: [66]	17
Příloha č. 10. Vzorky pletenin umístěné na tepelném manekýnovi.....	18
Příloha č. 11. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP	19
Příloha č. 12. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP	20
Příloha č. 13. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení propustnosti vodních par pomocí přístroje Textest FX 3180 Cup Master.....	21
Příloha č. 14. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S	22
Příloha č. 15. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení odvodu kapalné vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 vzorků pletenin A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %)	23
Příloha č. 16. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení odvodu kapalné vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 vzorků pletenin B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %)	24
Příloha č. 17. Grafické vyjádření závislosti obsahu vody v pletenině na čase - pletenina A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %).....	25
Příloha č. 18. Grafické vyjádření závislosti obsahu vody v pletenině na čase - pletenina B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %).....	26
Příloha č. 19. Maximální rádius zvlhčení	27
Příloha č. 20. Grafické zobrazení managementu vlhkosti - pletenina A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %).....	28

Příloha č. 21. Grafické zobrazení managementu vlhkosti - pletenina B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %)	29
Příloha č. 22. Tabulka pro vyhodnocení naměřených dat z přístroje MMT [53]	30
Příloha č. 23. Statistické vyhodnocení tepelného odporu (Rct) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna.....	32
Příloha č. 24. Statistické vyhodnocení výparného odporu (Ret) vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna.....	33
Příloha č. 25. Třístupňové škály hodnot sledovaných ukazatelů termofyziologického komfortu.....	34

Příloha

Příloha č. 1. Tolerance průměru obvodu hrudníku u seamless oděvů, zdroj: [2]

	Velikost			
	S	M	L	XL
Průměrná velikost obvodu hrudníku [cm]	36	38,5	41	43,5
Tolerance +/- 1,3 cm	34,7 – 37,3	37,2 – 39,8	39,7 – 42,3	42,2 – 44,8

	Velikost	
	S / M	L / XL
Průměrná velikost obvodu hrudníku [cm]	37,3	42,3
Tolerance +/- 1,3 cm	36,0 – 38,6	41,0 – 43,6

Příloha č. 2. Příklady tělesných rozměrových změn při konstrukci seamless oděvu na pletacích strojích SANTONI, [10]

VELIKOST L/XL	Kód	PO UPLETENÍ [cm]	AUTOCLAVE [cm]	AFTER MAKE- UP [cm]	PO BARVENÍ [cm]	SRAŽENÍ [%]
Body lenght SP	A	67,5	58,0	55,0	51,5	31,1
Body lenght from C.front	B	46,5	40,0	38,5	35,0	32,9
Body lenght from C. back	C	60,0	51,5	50,0	45,0	33,3
Side lenght under armhole	D	41,5	35,2	34,0	31,5	31,7
½ chest	E	41,5	36,5	36,5	32,0	29,37
½ bottom width	F	40,5	36,5	36,0	33,0	22,7
Hem at bottom	G	3,4	3,0	3,0	2,5	36,0
Shoulder lenght	H	8,0	7,5	6,0	5,0	60,0
Neck width (FRT/BCK)	I	20,0	17,5	19,5	18,0	11,1
Front neck drop FRM SP	J	21,0	18,0	17,0	16,2	29,6
Back neck drop FRM SP	K	7,3	6,5	6,5	6,0	21,7
Armhole along curve	L	27,0	23,0	24,0	22,5	20,0
FRTneck alo	M	28,0	23,5	23,0	21,7	29,0
Back neck along curve	N	15,0	13,2	13,0	12,5	20,0

Příloha č. 3. Sortiment vybraných seamless sportovních trik společnosti Lasting Sport s.r.o. [40]

ANGEL



STEM



TOLO 8990



TOLO 8960



ANGELINA 9080



Příloha č. 4. Sortiment vybraných seamless sportovních trik společnosti MOIRA CZ, a.s. [41]

CO/DR3




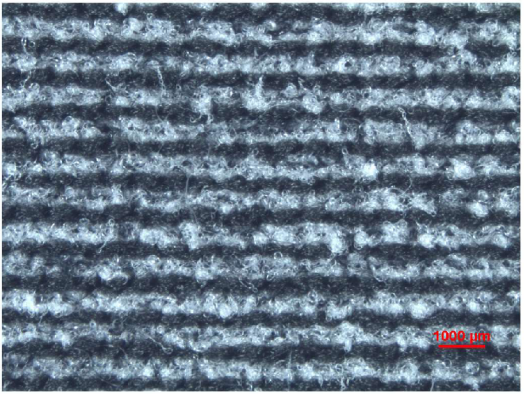

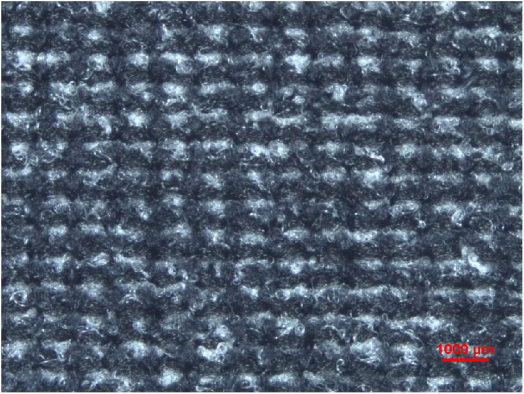

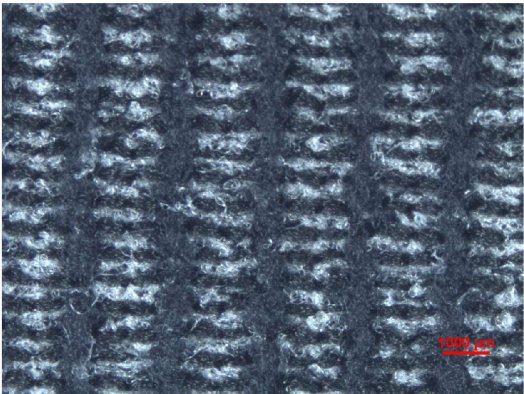
CO/MW- DR1




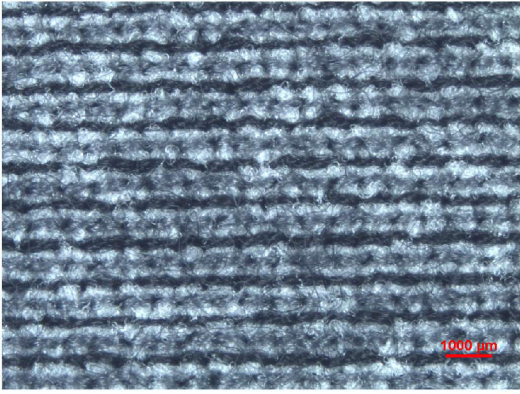
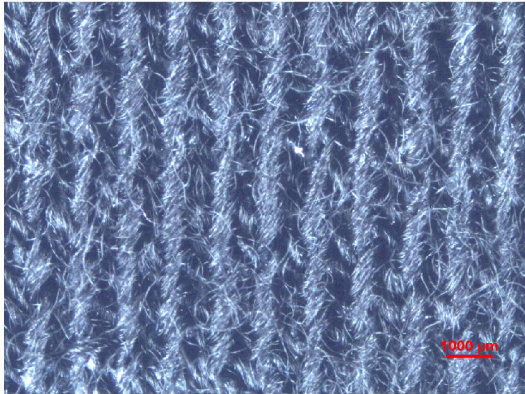
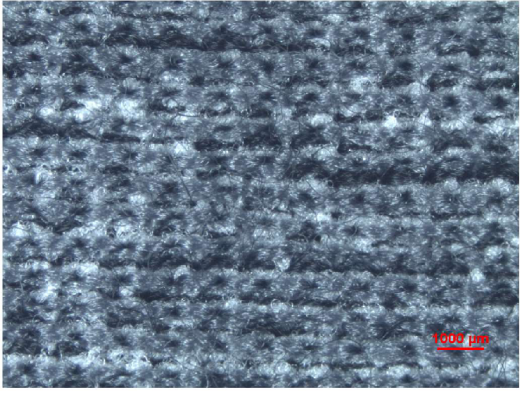
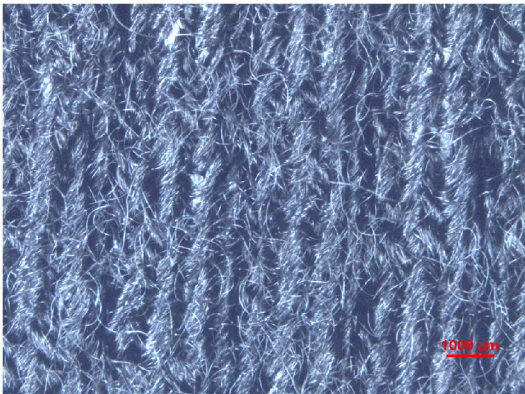
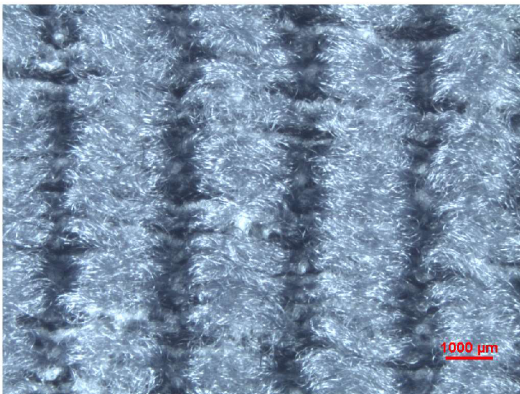
AR /DR



**Příloha č. 5. Makroskopické snímky vzorků pletenin řady A
materiálového složení: PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %, [vlastní
zdroj]**

	LÍCNÍ STRANA	RUBNÍ STRANA
A1		
A2		
A3		

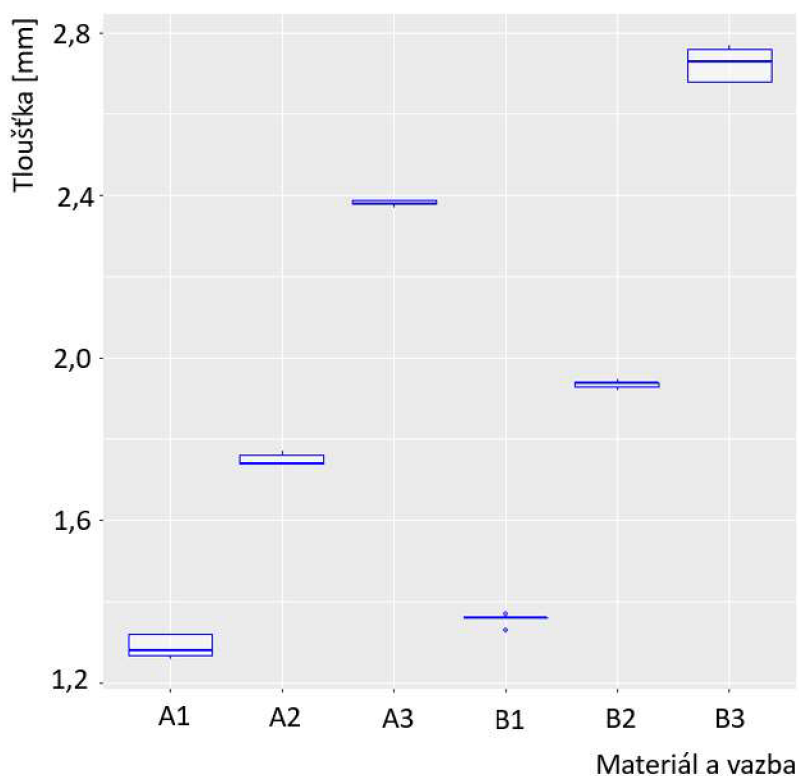
**Příloha č. 6. Makroskopické snímky vzorků pletenin řady B
materiálového složení: WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %,
[vlastní zdroj]**

	LÍCNÍ STRANA	RUBNÍ STRANA
B1		
B2		
B3		

Příloha č. 7. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení tloušťky vzorků pletenin

	TLOUŠŤKA PLETENINY [mm]					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	1,32	1,74	2,39	1,33	1,94	2,68
Měření 2	1,27	1,74	2,39	1,36	1,93	2,68
Měření 3	1,28	1,74	2,38	1,37	1,92	2,73
Měření 4	1,26	1,77	2,38	1,36	1,95	2,77
Měření 5	1,32	1,76	2,37	1,36	1,94	2,76

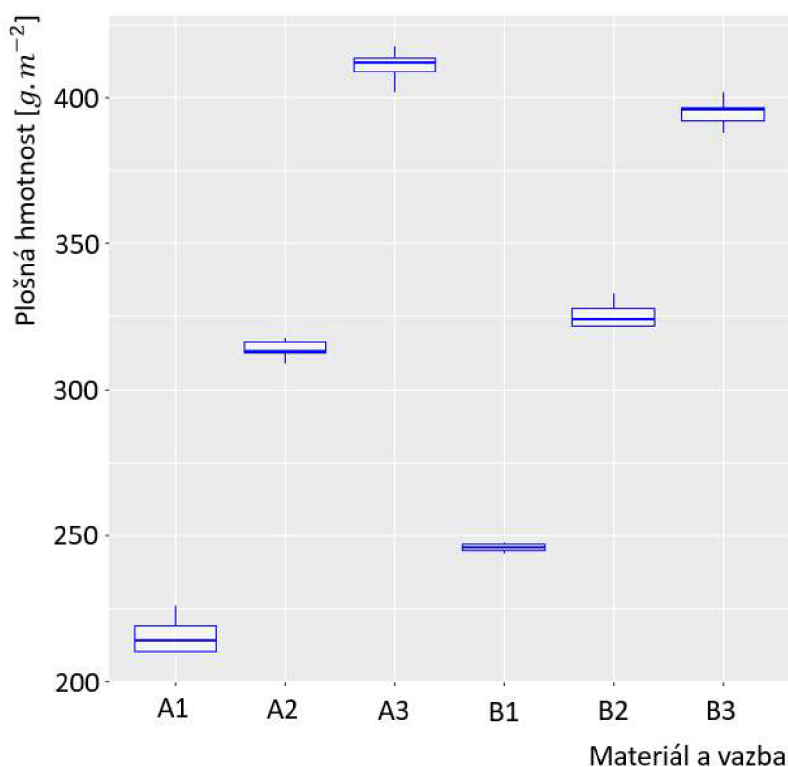
	Tloušťka pleteniny – střední hodnota [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [mm]	95 % IS – horní mez [mm]
A1	1,290	0,028	0,001	2,171	1,255	1,325
A2	1,750	0,014	0,000	0,800	1,733	1,767
A3	2,382	0,008	0,000	0,336	2,372	2,392
B1	1,356	0,015	0,000	1,106	1,337	1,375
B2	1,936	0,011	0,000	0,568	1,922	1,950
B3	2,724	0,043	0,002	1,579	2,671	2,777



Příloha č. 8. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení plošné hmotnosti vzorků pletenin

	PLOŠNÁ HMOTNOST [$g \cdot m^{-2}$]					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	213,9	317,4	413,8	244,9	332,7	395,8
Měření 2	210,0	313,0	408,9	245,8	327,8	401,8
Měření 3	209,7	308,8	401,9	246,9	321,7	396,6
Měření 4	219,1	312,7	417,5	243,5	324,0	392,8
Měření 5	225,5	316,4	412,1	247,2	321,3	388,0

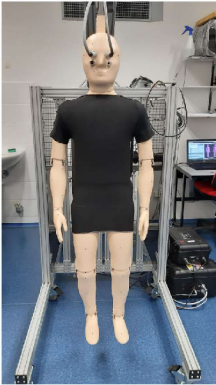
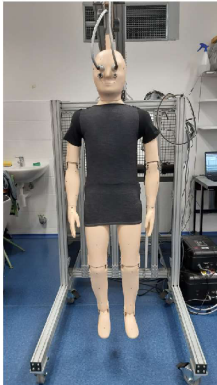
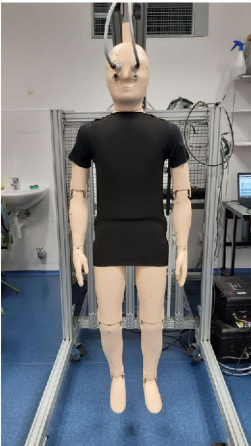
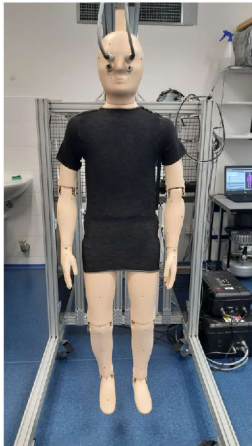
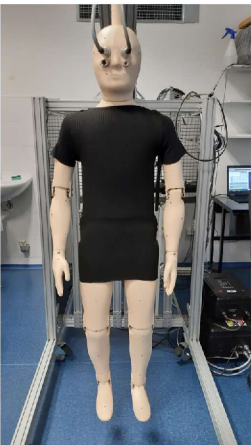

	Plošná hmotnost – střední hodnota [$g \cdot m^{-2}$]	Směrodatná odchylka [mm]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [mm]	95 % IS – horní mez [mm]
A1	215,640	6,695	44,828	3,105	207,327	223,953
A2	313,660	3,409	11,618	1,087	309,428	317,892
A3	410,840	5,882	34,598	1,432	403,537	418,143
B1	245,660	1,514	2,293	0,616	243,780	247,540
B2	325,500	4,782	22,865	1,469	319,563	331,437
B3	395,000	5,081	25,820	1,286	388,691	401,309



Příloha č. 9. Technické parametry a vlastnosti tepelného manekýna „TIMMY“ společnosti Thermetrics, zdroj: [66]

Výška manekýna	140 cm (odpovídá 10-letému dítěti)
Velikost povrchu těla	1,12 m ²
Hmotnost	18 kg
Měření v rozsahu okolních teplot	-20 °C až +50 °C
Přesnost měření teploty	± 0,1 °C
Počet čidel teploty okolního vzduchu	2
Rozsah vlhkosti	0 – 100 % RH (včetně kondenzace)
Přesnost měření relativní vlhkosti	± 3 %
Počet čidel relativní vlhkosti	1
Počet tepelných zón	15
Maximální tepelný tok	600 W.m ⁻²
Přesnost měření výkonu	± 1 %
Rychlost pocení	0 – 1 000 H ⁻¹ .m ⁻²
Počet čidel rychlosti vzduchu	1

Příloha č. 10. Vzorčky pletenin umístěné na tepelném manekýnovi

<p>PLETENINA řady A PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %</p>	<p>PLETENINA řady B WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %</p>
<p>A1</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.	<p>B1</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.
<p>A2</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.	<p>B2</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.
<p>A3</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.	<p>B3</p>  A photograph of a thermal mannequin wearing a black, short-sleeved, form-fitting top and skirt. The mannequin is positioned on a blue carpeted floor within a laboratory setting, with various equipment and a computer monitor visible in the background.

Příloha č. 11. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct}) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP

	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) [$m^2.K.W^{-1}$]					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	0,026	0,036	0,048	0,050	0,058	0,067
Měření 2	0,029	0,035	0,048	0,046	0,058	0,067
Měření 3	0,031	0,033	0,046	0,052	0,055	0,071

	Tepelný odpor (R_{ct}) – střední hodnota [$m^2.K.W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$m^2.K.W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$m^2.K.W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$m^2.K.W^{-1}$]
A1	0,028	0,003	0,000	8,803	0,022	0,035
A2	0,035	0,002	0,000	4,323	0,031	0,038
A3	0,047	0,001	0,000	2,760	0,044	0,050
B1	0,049	0,003	0,000	5,274	0,043	0,056
B2	0,057	0,002	0,000	2,967	0,053	0,062
B3	0,068	0,002	0,000	3,372	0,062	0,074

Příloha č. 12. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení výparného odporu (R_{et}) vzorků pletenin měřených pomocí přístroje SGHP

	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	4,071	5,151	6,540	5,459	6,906	8,207
Měření 2	3,864	5,349	6,145	5,241	6,967	8,193
Měření 3	4,049	4,536	6,163	5,228	6,964	8,197

	Výparný odpor (R_{et}) - střední hodnota [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]
A1	3,995	0,114	0,013	2,851	3,712	4,277
A2	5,012	0,424	0,180	8,458	3,959	6,065
A3	6,283	0,223	0,050	3,545	5,730	6,836
B1	5,309	0,130	0,017	2,449	4,986	5,632
B2	6,946	0,034	0,001	0,495	6,860	7,031
B3	8,199	0,007	0,000	0,089	8,181	8,217

**Příloha č. 13. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení
propustnosti vodních par pomocí přístroje Textest FX 3180
Cup Master**

PROPUSTNOST VODNÍCH PAR [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]						
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	3 374,958	3 315,250	3 160,583	3 405,875	3 333,917	3 123,625
Měření 2	3 360,167	3 213,250	3 137,500	3 370,625	3 342,708	3 195,333
Měření 3	3 405,333	3 330,750	3 219,333	3 456,417	3 270,292	3 171,375
Měření 4	3 351,500	3 254,167	3 034,333	3 431,250	3 398,542	3 079,375
Měření 5	3 374,958	3 315,250	3 160,583	3 405,875	3 333,917	3 123,625

	Propustnost vodních par – střední hodnota [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	Směrodatná odchylka [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]	95 % IS – horní mez [$g \cdot m^2 \cdot 24 \text{ hod}$]
A1	3 372,990	23,638	558,731	0,701	3335,377	3410,603
A2	3 278,354	54,559	2976,728	1,664	3191,538	3365,170
A3	3 137,937	77,184	5957,370	2,460	3015,120	3260,754
B1	3 416,042	36,640	1342,497	1,073	3357,739	3474,345
B2	3 336,365	52,529	2759,285	1,574	3252,780	3419,950
B3	3 142,427	51,530	2655,372	1,640	3060,431	3224,423

**Příloha č. 14. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení
prodyšnosti pomocí přístroje SDL M021S**

	PRODYŠNOST PLETENINY [$mm. s^{-1}$]					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Měření 1	87,675	61,623	71,643	95,190	77,655	82,665
Měření 2	90,180	65,130	72,645	96,693	76,653	80,160
Měření 3	92,685	65,130	75,150	95,190	77,655	79,158
Měření 4	92,685	62,625	77,655	93,687	75,150	81,663
Měření 5	88,677	63,627	75,150	92,685	76,653	80,160

	Prodyšnost – střední hodnota [$mm. s^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$mm. s^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$mm. s^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$mm. s^{-1}$]
A1	90,380	2,285	5,221	2,528	87,543	93,217
A2	63,627	1,544	2,385	2,427	61,710	65,544
A3	74,449	2,366	5,597	3,178	71,511	77,386
B1	94,689	1,544	2,385	1,631	92,772	96,606
B2	76,753	1,027	1,054	1,338	75,478	78,028
B3	80,761	1,390	1,933	1,721	79,035	82,487

Příloha č. 15. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení odvodu kapalně vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 vzorků pletenin A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %)

A1

	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm.s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY [%]	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana		
A1 - vzorek 1	0,187	1,218	37,152	38,894	15	15	18,819	4,643	115,294	0,514
A1 - vzorek 2	9,188	8,813	57,545	48,381	15	10	1,738	1,206	61,447	0,248
A1 - vzorek 3	7,969	8,812	58,546	50,809	10	15	1,180	1,386	99,003	0,311
A1 - vzorek 4	7,500	7,875	58,691	43,270	15	10	1,602	1,182	60,568	0,230
A1 - vzorek 5	9,000	9,094	58,693	49,339	15	15	1,585	1,563	74,094	0,294
Střední hodnota	6,769	7,162	54,125	46,138	14	13	4,985	1,996	82,081	0,319
Směrodatná odchylka	3,746	3,355	9,500	4,945	2,236	2,739	7,736	1,488	24,196	0,114
Rozptyl	14,032	11,255	90,258	24,450	5,000	7,500	59,852	2,214	585,466	0,013
Variační koeficient [%]	0,553	0,468	0,176	0,107	0,160	0,211	1,552	0,745	0,295	0,356
95 % IS - spodní mez	2,118	2,997	42,329	39,999	11,224	9,600	-4,621	0,148	52,037	0,178
95 % IS - horní mez	11,420	11,328	65,922	52,278	16,776	16,400	14,591	3,843	112,125	0,460
Stupeň	střední	střední	rychlá	pomalá	střední	střední	velmi rychlá	pomalá	slabá	slabá

A2

	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm.s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY [%]	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana		
A2 - vzorek 1	8,532	120,000	47,660	0,000	10	0	1,091	0,000	-501,877	0,000
A2 - vzorek 2	7,875	120,000	46,251	0,000	15	0	1,267	0,000	-517,780	0,000
A2 - vzorek 3	6,281	120,000	47,923	0,000	15	0	1,510	0,000	-566,127	0,000
A2 - vzorek 4	8,062	120,000	43,209	0,000	15	0	1,271	0,000	-495,283	0,000
A2 - vzorek 5	7,781	120,000	45,072	0,000	15	0	1,351	0,000	-543,910	0,000
Střední hodnota	7,706	120,000	46,023	0,000	14	0	1,298	0,000	-524,995	0,000
Směrodatná odchylka	0,848	0,000	1,947	0,000	2,236	0,000	0,152	0,000	29,660	0,000
Rozptyl	0,718	0,000	3,790	0,000	5,000	0,000	0,023	0,000	879,727	0,000
Variační koeficient [%]	0,110	0,000	0,042	0,000	0,160	0,000	0,117	0,000	-0,056	0,000
95 % IS - spodní mez	6,654	120,000	43,606	0,000	11,224	0,000	1,109	0,000	-561,823	0,000
95 % IS - horní mez	8,759	120,000	48,440	0,000	16,776	0,000	1,486	0,000	-488,167	0,000
	střední	žádné	střední	velmi pomalá	střední	žádné navlhčení	pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá

A3

	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm.s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY [%]	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana		
A3 - vzorek 1	11,344	14,625	48,840	48,483	10	5	0,812	0,338	-137,389	0,107
A3 - vzorek 2	7,781	16,594	35,620	9,395	10	5	0,840	0,298	-285,002	0,000
A3 - vzorek 3	8,156	13,594	34,188	24,541	10	5	0,897	0,363	-192,933	0,040
A3 - vzorek 4	10,218	16,500	45,717	40,350	15	5	0,946	0,300	-216,006	0,084
A3 - vzorek 5	9,562	14,531	39,711	33,109	10	10	0,827	0,430	-180,304	0,064
Střední hodnota	9,412	15,169	40,815	31,176	11	6	0,864	0,346	-202,327	0,059
Směrodatná odchylka	1,470	1,322	6,336	15,049	2,236	2,236	0,056	0,055	54,343	0,041
Rozptyl	2,161	1,746	40,141	226,469	5,000	5,000	0,003	0,003	2953,107	0,002
Variační koeficient [%]	0,156	0,087	0,155	0,483	0,203	0,373	0,065	0,158	-0,269	0,696
95 % IS - spodní mez	7,587	13,528	32,948	12,490	8,224	3,224	0,795	0,278	-269,802	0,008
95 % IS - horní mez	11,237	16,810	48,682	49,861	13,776	8,776	0,934	0,413	-134,852	0,110
	střední	střední	střední	střední	malé	žádné navlhčení	pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá

Příloha č. 16. Naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení odvodu kapalně vlhkosti pomocí přístroje SDL Atlas – Moisture Management Tester, model M290 vzorků pletenin B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %)

B1

	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%·s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm·s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana	[%]	
B1 - vzorek 1	8,156	12,000	52,063	37,034	15	15	1,209	1,100	-130,773	0,083
B1 - vzorek 2	8,812	11,625	47,534	33,960	15	15	1,018	0,916	-80,707	0,067
B1 - vzorek 3	7,781	10,406	58,142	36,127	15	15	1,298	1,147	-87,896	0,085
B1 - vzorek 4	8,063	14,250	45,191	30,183	15	15	1,119	0,874	-128,208	0,056
B1 - vzorek 5	9,750	10,031	73,293	52,227	15	15	1,396	1,380	-37,080	0,163
Střední hodnota	8,512	11,662	55,245	37,906	15	15	1,208	1,083	-92,933	0,091
Směrodatná odchylka	0,788	1,662	11,234	8,430	0,000	0,000	0,148	0,203	38,635	0,042
Rozptyl	0,621	2,763	126,196	71,056	0,000	0,000	0,022	0,041	1492,655	0,002
Variační koeficient [%]	0,093	0,143	0,203	0,222	0,000	0,000	0,122	0,187	-0,416	0,466
95 % IS - spodní mez	7,534	9,599	41,296	27,439	15,000	15,000	1,024	0,832	-140,905	0,038
95 % IS - horní mez	9,491	13,726	69,193	48,373	15,000	15,000	1,392	1,335	-44,961	0,143
	střední	střední	rychlá	střední	střední	střední	pomalá	pomalá	velmi slabá	velmi slabá

B2

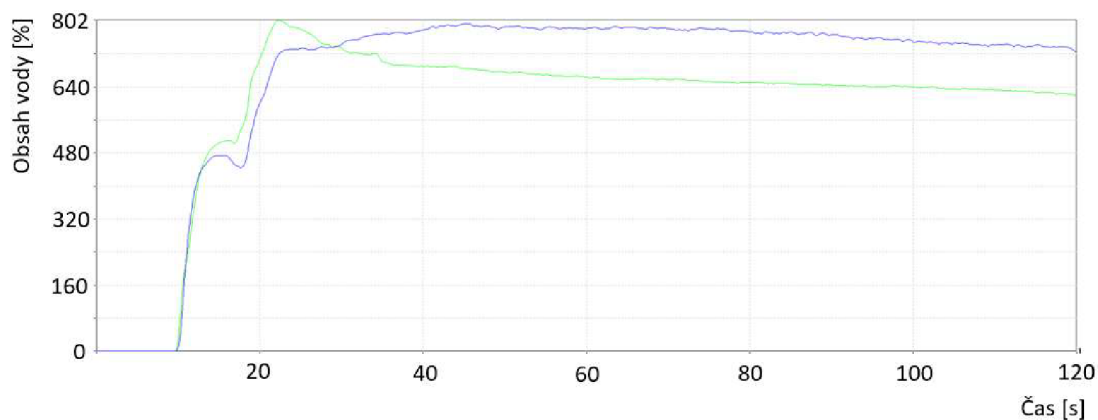
	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%·s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm·s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana	[%]	
B2 - vzorek 1	24,000	12,375	31,692	122,515	10	10	0,425	0,533	326,443	0,668
B2 - vzorek 2	24,000	11,531	42,665	98,758	10	10	0,382	0,553	304,224	0,640
B2 - vzorek 3	22,031	12,093	31,047	178,644	10	10	0,397	0,537	339,620	0,683
B2 - vzorek 4	23,344	11,719	28,327	137,027	10	10	0,388	0,541	267,601	0,603
B2 - vzorek 5	24,578	10,687	41,189	78,730	10	10	0,325	0,545	238,843	0,512
Střední hodnota	23,591	11,681	34,984	123,135	10	10	0,383	0,542	295,346	0,621
Směrodatná odchylka	0,975	0,645	6,484	38,212	0,000	0,000	0,037	0,008	41,739	0,068
Rozptyl	0,041	0,055	0,185	0,310	0,000	0,000	0,096	0,014	0,141	0,110
Variační koeficient [%]	0,041	0,055	0,185	0,310	0,000	0,000	0,095	0,014	0,141	0,110
95 % IS - spodní mez	22,380	10,880	26,933	75,688	10,000	10,000	0,338	0,532	243,521	0,536
95 % IS - horní mez	24,801	12,482	43,035	170,581	10,000	10,000	0,429	0,551	347,171	0,706
	pomalá	střední	střední	velmi rychlá	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	velmi dobrá

B3

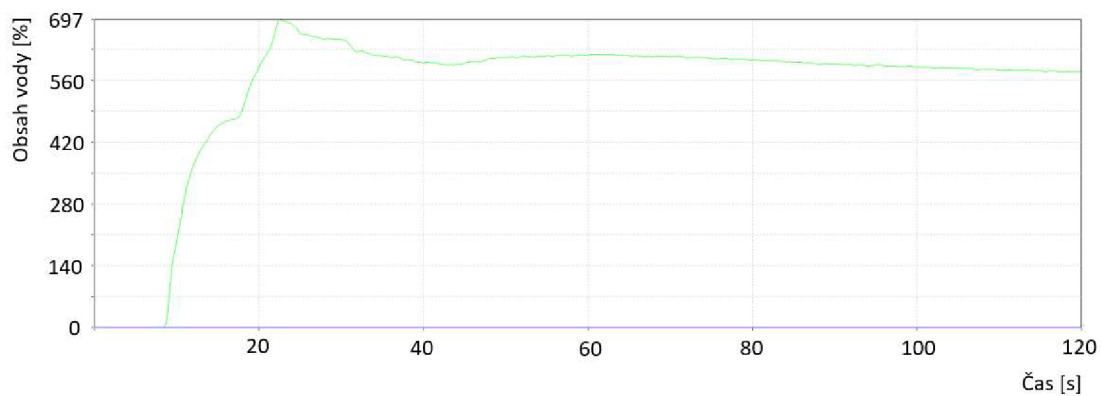
	DOBA ZVLHČENÍ [s]		SAVOST [%·s ⁻¹]		MAXIMÁLNÍ RADIUS ZVLHČENÍ [mm]		RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm·s ⁻¹]		SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY	CELKOVÝ UKAZATEL MANAGEMENTU VLHKOSTI TEXTILIE (OMMC)
	Horní strana	Spodní strana	Horní strana	Spodní strana	Horní radius	Spodní radius	Horní strana	Spodní strana	[%]	
B2 - vzorek 1	19,312	14,250	31,930	52,459	10	10	0,365	0,572	341,446	0,553
B2 - vzorek 2	20,000	13,797	20,643	39,294	15	10	0,480	0,565	376,388	0,555
B2 - vzorek 3	25,500	19,031	35,114	15,514	10	10	0,384	0,451	369,206	0,481
B2 - vzorek 4	18,000	13,875	40,563	63,233	10	10	0,445	0,561	353,172	0,596
B2 - vzorek 5	23,531	15,938	30,816	57,547	10	10	0,368	0,531	387,255	0,618
Střední hodnota	21,269	15,378	31,813	45,609	11	10	0,408	0,536	365,493	0,561
Směrodatná odchylka	3,128	2,219	7,301	19,011	2,236	0,000	0,051	0,050	18,276	0,052
Rozptyl	0,147	0,144	0,230	0,417	0,203	0,000	0,126	0,094	0,050	0,093
Variační koeficient [%]	0,147	0,144	0,230	0,417	0,203	0,000	0,126	0,094	0,050	0,093
95 % IS - spodní mez	17,384	12,623	22,747	22,004	8,224	10,000	0,344	0,473	342,801	0,496
95 % IS - horní mez	25,153	18,133	40,879	69,214	13,776	10,000	0,472	0,598	388,186	0,626
	střední	střední	střední	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	velmi dobrá	dobrá

Příloha č. 17. Grafické vyjádření závislosti obsahu vody v pletenině na čase - pletenina A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %)

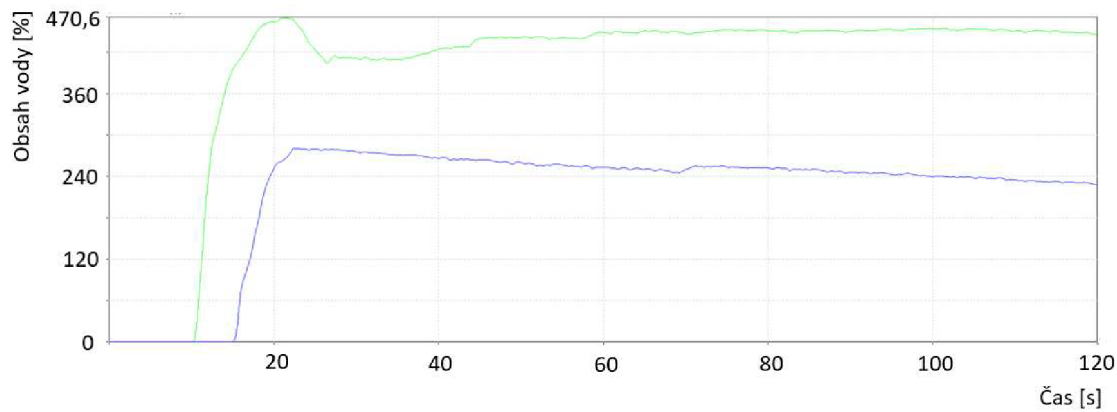
A1



A2

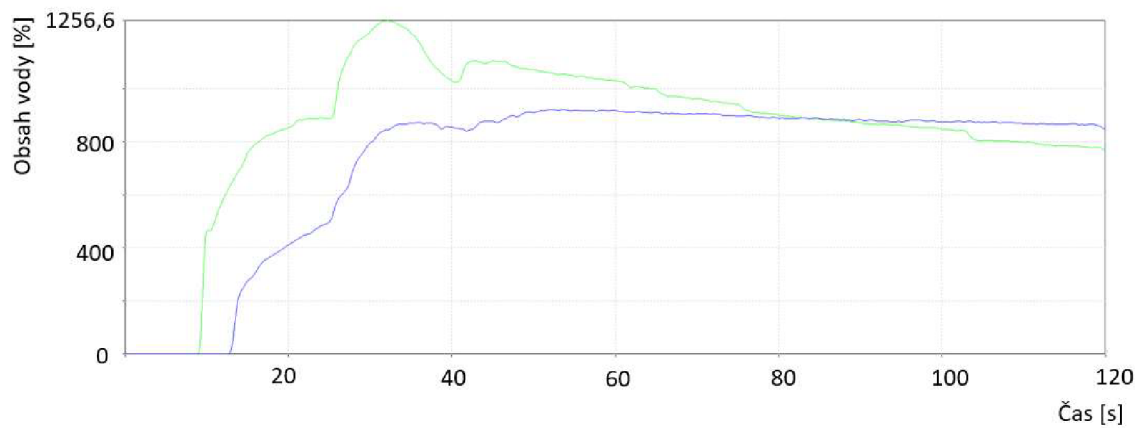


A3

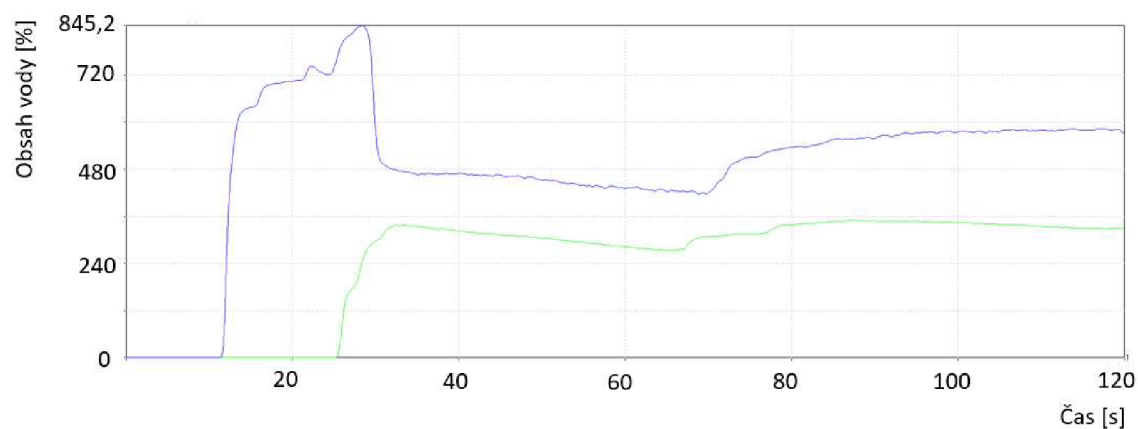


Příloha č. 18. Grafické vyjádření závislosti obsahu vody v pletenině na čase - pletenina B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %)

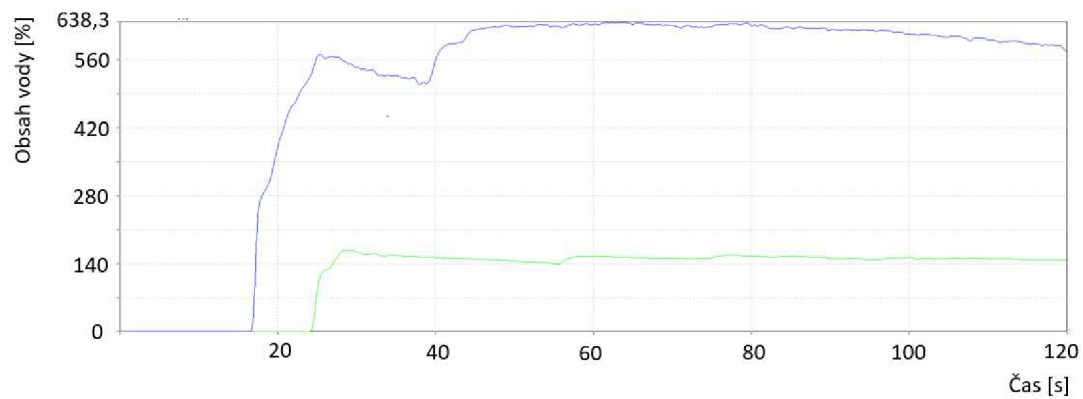
B1



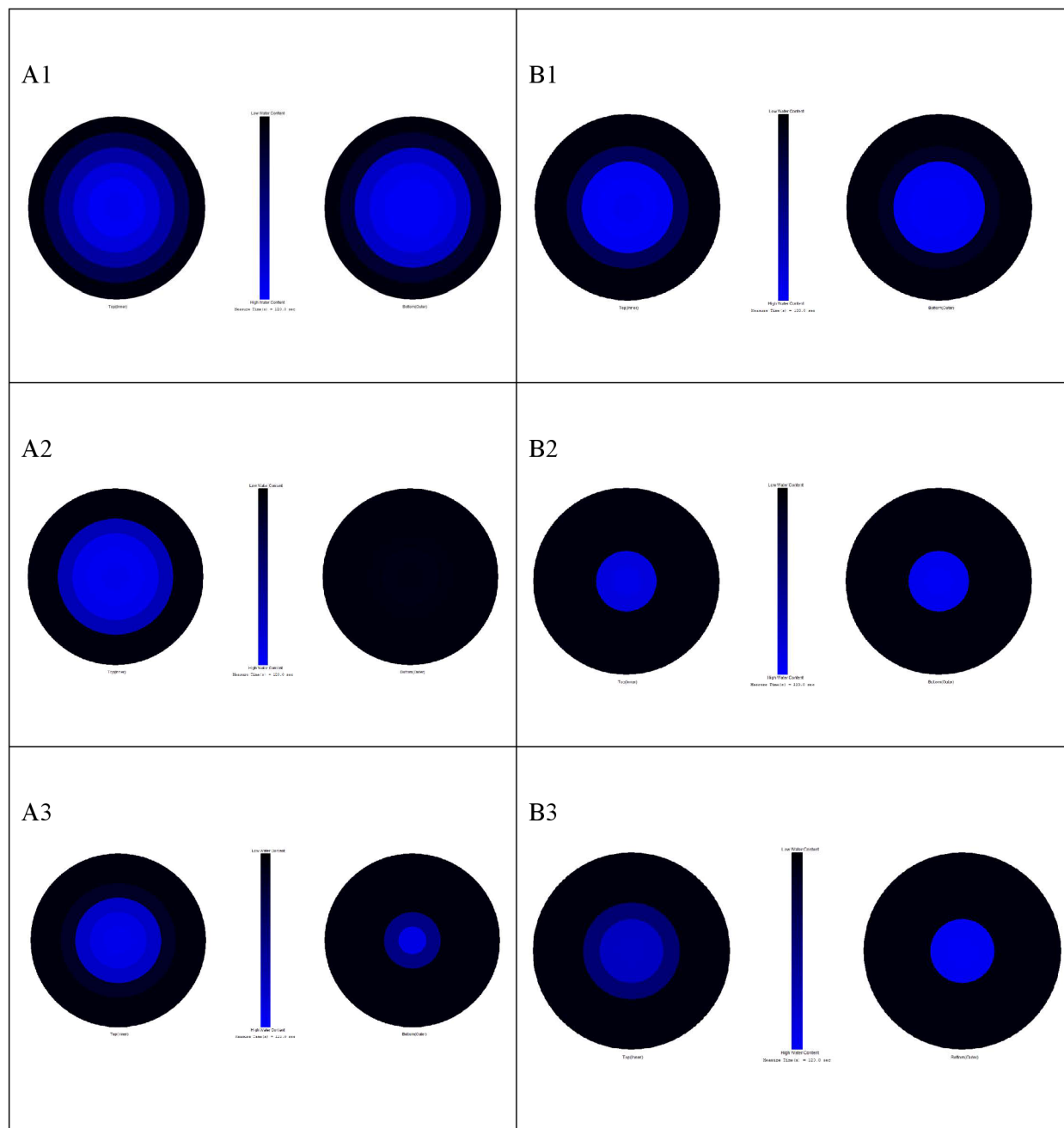
B2



B3

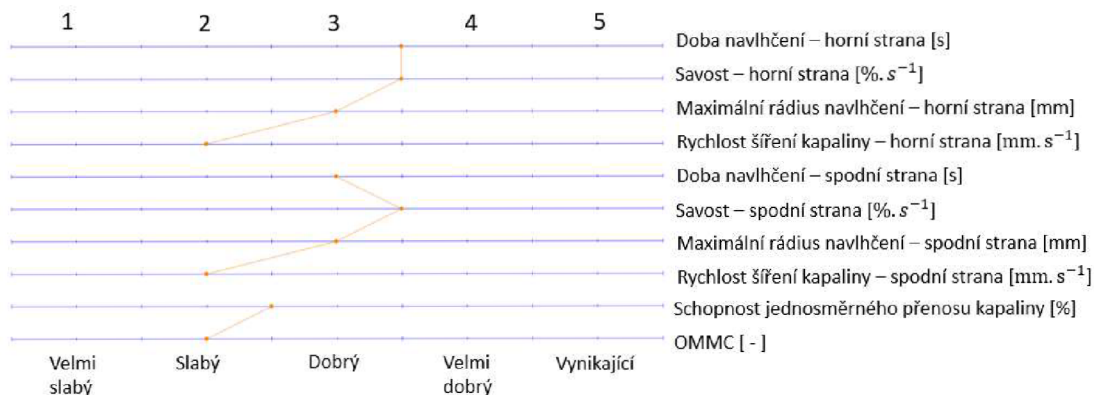


Příloha č. 19. Maximální rádius zvlhčení

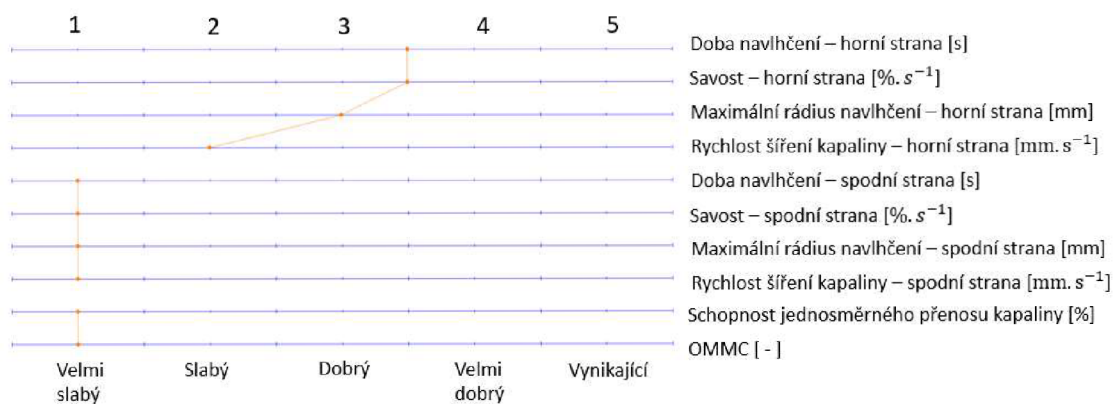


Příloha č. 20. Grafické zobrazení managementu vlhkosti - pletenina A (PA 49 %, PES 39 %, EL 12 %)

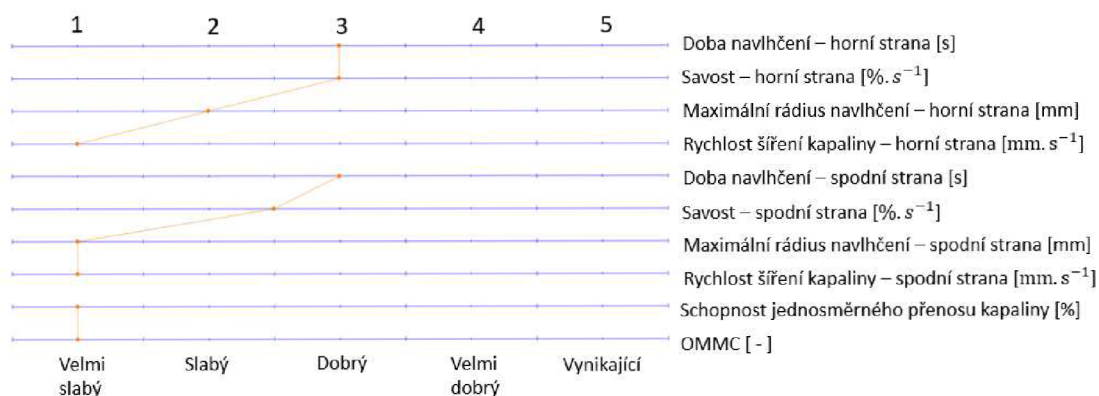
A1



A2

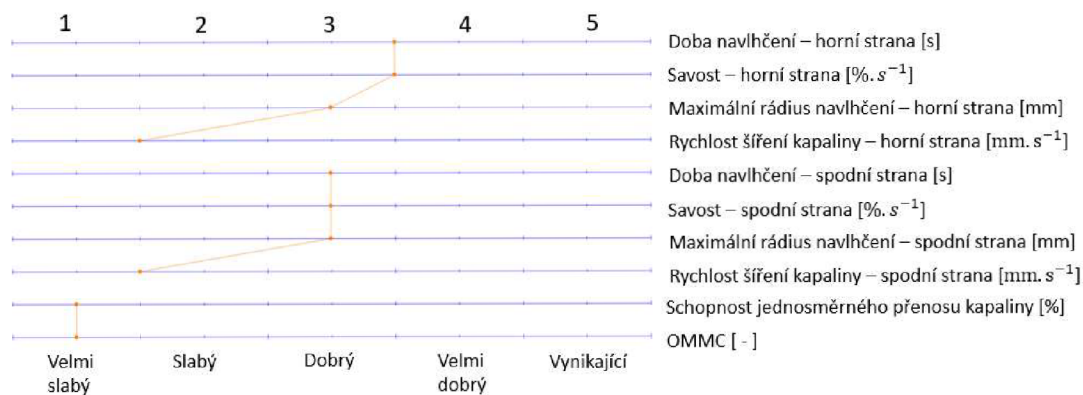


A3

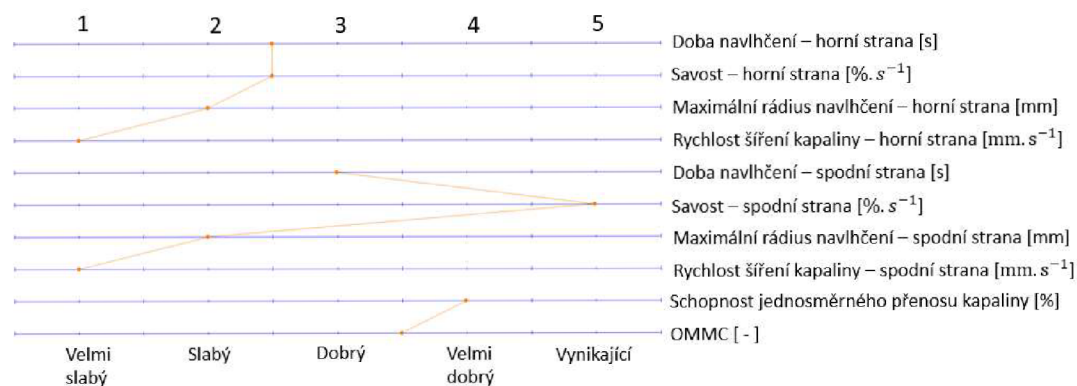


Příloha č. 21. Grafické zobrazení managementu vlhkosti - pletenina B (WO 36 %, PES 35 %, PA 20 %, EL 9 %)

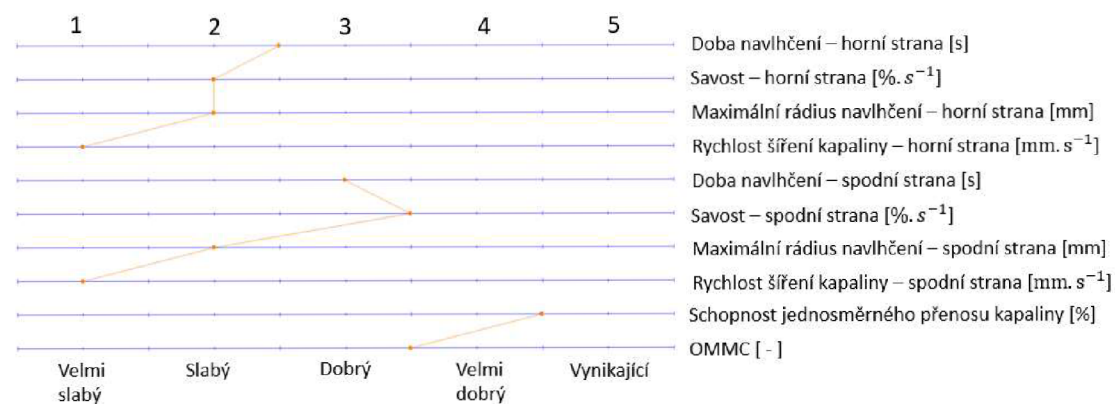
B1



B2



B3



Příloha č. 22. Tabulka pro vyhodnocení naměřených dat z přístroje MMT [53]

INDEX / STUPEŇ		1	2	3	4	5
DOBA NAVLHČENÍ [s]	Horní strana	≥ 120	20 ~ 119	5 ~ 19	3 ~ 5	< 3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	≥ 120	20 ~ 119	5 ~ 19	3 ~ 5	< 3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
SAVOST [%·s⁻¹]	Horní strana	0 ~ 10	10 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 100	> 100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0 ~ 10	10 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 100	> 100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
MAXIMÁLNÍ RÁDIUS NAVLHČENÍ [mm]	Horní strana	0 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 17	17 ~ 22	> 22
		Žádní navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	0 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 17	17 ~ 22	> 22
		Žádní navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
RYCHLOST ŠÍŘENÍ KAPALINY [mm·s⁻¹]	Horní strana	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	> 4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	> 4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
SCHOPNOST JEDNOSMĚRNÉHO PŘENOSU KAPALINY [%]		< -50	-50 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 400	> 400
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborná
OMMC [-]		0 ~ 0,2	0,2 ~ 0,4	0,4 ~ 0,6	0,6 ~ 0,8	> 8
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborná

Typy textilií

Voděodolná textilie	Dochází k velmi pomalé absorpci tekutiny, kapalina se šíří pomalu a nedochází k jednosměrnému přenosu
Voduodpuzející textilie	Nedochází k navlhčení, absorpci ani šíření kapaliny
Pomalou absorbující a pomalu schnoucí textilie	Dochází k pomalé absorpci a šíření tekutiny v textilií, jednosměrný přenos kapaliny textilií je slabý
Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie	Dochází ke střednímu až rychlému namočení a absorpci, dochází ke slabému jednosměrnému přenosu a pomalému šíření kapaliny textilií
Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie	Dochází ke střednímu až rychlému namočení, absorpci, jednosměrný přenos kapaliny textilií je slabý, rychlost a oblast šíření kapaliny je velká
Vodě propustná textilie	Oblast šíření kapaliny textilií je malá a jednosměrný přenos roztoku je výborný
Textilie s managementem vlhkosti	Dochází ke střednímu až rychlému namočení a absorpci, rychlost a oblast šíření kapaliny je velká na spodní straně textilie

**Příloha č. 23. Statistické vyhodnocení tepelného odporu (R_{ct})
vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna**

	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) - manekýn [$m^2.K.W^{-1}$]							
	Nahý manekýn		A1		A2		A3	
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu
Měření 1	0,118	0,109	0,143	0,135	0,155	0,150	0,167	0,156
Měření 2	0,118	0,109	0,139	0,130	0,161	0,145	0,167	0,154

	TEPELNÝ ODPOR (R_{ct}) - manekýn [$m^2.K.W^{-1}$]					
	B1		B2		B3	
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu
Měření 1	0,167	0,155	0,168	0,154	0,186	0,176
Měření 2	0,160	0,149	0,172	0,156	0,193	0,179

	Tepelný odpor (R_{ct}) – střední hodnota [$m^2.K.W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$m^2.K.W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$m^2.K.W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$m^2.K.W^{-1}$]
Nahý manekýn	0,114	0,006	0,000	5,639	0,056	0,171
A1	0,137	0,006	0,000	4,386	0,083	0,191
A2	0,153	0,007	0,000	4,843	0,086	0,219
A3	0,161	0,009	0,000	5,280	0,085	0,237
B1	0,158	0,008	0,000	5,133	0,085	0,231
B2	0,163	0,011	0,000	6,523	0,067	0,258
B3	0,184	0,009	0,000	4,632	0,107	0,260

**Příloha č. 24. Statistické vyhodnocení výparného odporu (R_{et})
vzorků pletenin měřených pomocí tepelného manekýna**

	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) - manekýn [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]							
	Nahý manekýn		A1		A2		A3	
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu
Měření 1	32,15	39,40	54,30	55,20	60,30	61,30	62,50	62,40
Měření 2	32,15	39,40	55,30	57,10	59,30	60,90	63,50	64,50

	VÝPARNÝ ODPOR (R_{et}) - manekýn [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]					
	B1		B2		B3	
	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu	Přední část trupu	Zadní část trupu
Měření 1	52,40	51,30	56,70	57,80	61,50	62,50
Měření 2	53,50	53,90	57,30	58,90	64,10	63,40

	Výparný odpor (R_{et}) – střední hodnota [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	Směrodatná odchylka [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	Rozptyl	Variační koeficient [%]	95 % IS – spodní mez [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]	95 % IS – horní mez [$m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$]
Nahý manekýn	35,775	5,127	26,281	14,330	-10,285	81,835
A1	55,475	0,955	0,911	1,721	46,898	64,052
A2	60,450	0,919	0,845	1,521	52,191	68,709
A3	63,225	0,318	0,101	0,503	60,366	66,084
B1	52,775	0,248	0,061	0,469	50,551	54,999
B2	57,675	0,955	0,911	1,655	49,098	66,252
B3	62,875	0,106	0,011	0,169	61,922	63,828

Příloha č. 25. Třístupňové škály hodnot sledovaných ukazatelů termofyziologického komfortu

	Dolní skupina	Střední skupina	Horní skupina
Tepelný odpor (SGHP) [$m^2.K.W^{-1}$]	0,029 - 0,046	0,047 - 0,05	0,051 - 0,069
Výparný odpor (SGHP) [$m^2.Pa.W^{-1}$]	4,00 - 5,81	5,82 - 6,12	6,13 - 8,2
Propustnost vodních par [$g.m^2.24hod$]	3138 - 3232	3233 - 3331	3332 - 3417
Prodyšnost [$mm.s^{-1}$]	63,63 - 78,42	78,43 - 81,81	81,82 - 94,69
Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC)	0,00 - 0,23	0,24 - 0,33	0,34 - 0,63
Tepelný odpor (manekýn) [$m^2.K.W^{-1}$]	0,133 - 0,148	0,149 - 0,153	0,154 - 0,167
Výparný odpor (manekýn) [$m^2.Pa.W^{-1}$]	52,78 - 58,17	58,18 - 59,33	59,34 - 63,23
Škála hodnotící	Slabý	Dobrý	Vynikající
Škála hodnotová	Nízký	Střední	Vysoký