



Bakalářská práce

Oděvní doplněk s funkcí vyhřívání

Studijní program:

B3107 Textil

Studijní obor:

Výroba oděvů a management obchodu
s oděvy

Autor práce:

Serafima Aksenova

Vedoucí práce:

Ing. Viera Glombíková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Liberec 2024



Zadání bakalářské práce

Oděvní doplněk s funkcí vyhřívání

<i>Jméno a příjmení:</i>	Serafima Aksenova
<i>Osobní číslo:</i>	T16000291
<i>Studijní program:</i>	B3107 Textil
<i>Studijní obor:</i>	Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra oděvnictví
<i>Akademický rok:</i>	2019/2020

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši zaměřenou na možnosti aplikace vyhřívání v rámci textilních a oděvních výrobků.
2. Proveďte průzkum trhu výrobků s funkcí vyhřívání. Analyzujte základní principy, které byly aplikovány v těchto výrobcích jak z hlediska vlastního vyhřívání, tak z pohledu jejich materiálového, konstrukčního a technologického provedení.
3. Navrhněte a proveďte experiment s cílem tvorby jednoduchého oděvního doplňku s funkcí vyhřívání.
4. Vyhodnoťte experiment a diskutujte výsledky.

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

Seznam odborné literatury:

- HES, L., SLUKA, P. Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL, 2005.
- DIAS, T. Electronic textiles: smart fabrics and wearable technology. Woodhead Publishing series in textiles . Cambridge: Woodhead Publishing. ISBN 9780081002018, 2015.
- VAN LANGENHOVE, L. Smart Textiles for Medicine and Healthcare, Materials, Systems and Applications, Woodhead Publishing, ISBN: 9781845690274 , 2007.

Vedoucí práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce: 5. listopadu 2019
Předpokládaný termín odevzdání: 20. května 2024

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

L.S.

prof. Ing. Bohuslav Neckář, DrSc.
garant studijního programu

V Liberci dne 12. dubna 2024

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

Poděkování za podporu a odborné poradenství při psaní bakalářské práce patří vedoucímu bakalářské práce Ing. Věře Glombíkové, Ph.D. za cenné rady a pomoc. Za stálou podporu během studia děkuji celé rodině.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřena na vyvíjení a realizaci smart oděvního doplňku s funkcí vyhřívání ve formě pásu. Úkolem práce bylo zrealizovat vlastní produkt na základě již existujících výrobků na trhu se stejným účelem – vyhříváním, který by byl jako alternativní konkurenční varianta pro zákazníka.

Teoretická část práce je především věnována průzkumu trhu a posouzení nabízených produktů jinými výrobci, pak základním pojmům v této oblasti. Byla provedena klasifikace smart textilií a prostudovány projekty, které byly provedeny v uvedené oblasti. Pak byl proveden rozbor a studia konkrétně tématu E-textilie, oděvů a jejich doplňků s funkcí vyhřívání, což těsně souvisí s cílem práce. V poslední řadě byly rozebrány možnosti aplikace vyhřívání u uvedených výrobků.

Praktická část je zaměřena hlavně na návrh a realizaci doplňku, provedení zkoušek a experimentů v rámci vyvíjení vlastního produktu, popis realizace a posouzení provedené práce.

Výsledkem celé práce je hotový funkční doplněk s vyhříváním ve formě pásu, který může být využit zákazníkem.

Klíčová slova

Chytrý textil, e-textil, klasifikace e-textilu, oděv s vyhříváním, tepelný komfort

Annotation

This bachelor thesis is focused on developing and implementing a smart clothing accessory with a heating function in the form of a belt. As a task of this work is to create own product which is based on already existing products on the market with the same purpose – heating, which would be as an alternative competitive option for the customer. The theoretical part of the work is mainly devoted to research of market and assessment of the products which is offered by other manufacturers. Also, the basic concepts of the topic have been studied in this part. The classification of smart textiles and the projects related with this topic were also carried out. As the next step the analysis and studies were carried out specifically for the topic of E-textile, clothing, and accessories with heating function, which is closely related to the purpose of the work. As a last step, there was studies of possibility of applying the heating, in case with products, which were listed before.

The practical part of work is mainly focusing on the process of design and creating of own product, conducting tests and experiments which are necessary for developing the own product, then there are a description of the implementation and assessment of the work which was done.

The result of whole work is a completely functional heating accessory in the form of a belt, ready for wearing, which can be used by the customer.

Key words

Heated textile, e-textile, classification of e-textile, heated clothes, thermal comfort

Obsah

Seznam použitých zkratek	11
Veličiny	12
1 Úvod	14
2 Teoretická část.....	15
2.1 Teplota lidského těla, tepelný komfort.....	15
2.1.1 Tělesní teplota	15
2.1.2 Jak tělo člověka produkuje a vyměňuje teplo.....	15
2.1.3 Termoregulace	17
2.1.4 Tepelný komfort	18
2.1.5 Vliv oděvu na tepelný komfort.....	19
2.2 Klasifikace smart textilií.....	19
2.2.1 Pojetí smart textilie.....	19
2.2.2 Chytré textilie pasivní.....	19
2.2.3 Chytré textilie aktivní	20
2.2.4 Super chytré textilie.....	20
2.2.5 Klasifikace e-textilu.....	20
2.2.6 Smart oděvy a chytrý textil, nositelná elektronika	21
2.3 Chytré textilie, projekty	22
2.4 E-textilie s funkcí vyhřívání	22
2.4.1 Úvod do problematiky e-textilu s vyhříváním.....	22
2.4.2 Svrchní a vrchní oděv s vyhříváním	23
2.4.3 Spodní oděv s vyhříváním	24
2.4.4 Oděvní doplňky s vyhříváním	25
2.5 Vyhřívání textilií.....	26
2.5.1 Typy textilních ohřivačů a jejich vývoj.....	26
2.5.2 Druhy vodivých vláken a přízí	27
2.5.3 Tkaní	29

2.5.4	Vyšívání.....	30
2.5.5	Nanášení vodivých vrstev na textilie.....	30
2.5.6	Pletení	31
2.5.7	Napájecí systém, dobíjecí baterie	32
2.6	Průzkum trhu oděvních výrobků s funkcí vyhřívání	33
2.6.1	Společnost Alpenheat	33
2.6.2	Společnost Glovii	36
2.6.3	Společnost ActionHeat	41
2.6.4	Společnost VitalPeak.....	44
2.6.5	Obchodní značka Medisana.....	46
2.7	Průzkum trhu vyhřívacích elementů.....	51
3	Praktická část.....	52
3.1	Návrh vlastního výrobku – vyhřívací pas.....	52
3.1.1	Vyhřívací element Yosoo Health Gear.....	53
3.1.2	Zdroj energie.....	54
3.2	Požadavky na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků.....	55
3.3	Testování navrženého výrobku.....	56
3.3.1	Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu.....	56
3.3.2	Měření teploty povrchu pomocí termografického systému.....	59
3.3.3	Zkouška praní vyhřívacího elementu	66
3.3.4	Měření teploty povrchu elementu pomocí termografického systému po zkoušce praní	68
3.3.5	Měření prodyšnosti zkušebních textilních materiálů.....	69
3.3.6	Měření výparného a tepelného odporu zkušebních textilních materiálů.....	72
3.4	Charakteristika materiálů použitých v experimentu.....	76
3.5	Realizace navrženého výrobku.....	79
3.5.1	Výběr materiálů pro realizaci	79
3.5.2	Technologický postup realizace	79

2.6.	Stanovení stupně vyhřívání u realizovaného výrobku.....	81
2.7.	Výsledek a posouzení	84
2.8.	Alternativní varianta realizovaného výrobku	85
3.6	Dotazník spokojenosti uživatelů.....	87
2.9.	Závěr.....	89
2.10.	Použitá literatura.....	90
3.	Seznam obrázků.....	94
4	Seznam tabulek.....	96
5	Seznam příloh	97
6	Seznam rovnic	98
7	Přílohy	99

Seznam použitých zkratk

Ing. – inženýr
Ph.D. – doktor
Sb. – sbírka
atd. – a tak dále
tzv. – takzvaný
tzn. – to znamená
viz – vizuálně identifikovatelný záznam
obr. – obrázek
tab. – tabulka
cca – přibližně
a.s. – akciová společnost
HI – high (vysoký)
MED – medium (střední)
Max. – maximální
LO – low (nízký)
XS – extra small (velikost oděvu)
S – small (velikost oděvu)
M – medium (velikost oděvu)
vyhřív. – vyhřívání
stup. – stupeň
St. – stupeň
stř. – střední
elem. – element
prům. – průměr
prac. – prací
polyst. – polystyren
Dif. - difference
ČSN – Československá norma
č. – číslo
EN – Evropská norma
ISO – International Organization for Standardization
kap. – kapitola
uživ. – uživatel

Veličiny

M	[W/m ²]	energetický výdej
W	[W/m ²]	mechanická práce
C_{res}	[W/m ²]	
E_{res}	[W/m ²]	výměna tepla v dýchacích cestách evaporací
K	[W/m ²]	výměna tepla kondukcí
C	[W/m ²]	výměna tepla konvekcí
R	[W/m ²]	výměna tepla evaporací
E	[W/m ²]	výměna tepla radiací
S	[W/m ²]	teplo kumulované v těle
R	[m ² K/W]	tepelný odpor
h	[mm]	tloušťka textilie
λ	[W/m*K]	tepelná vodivost textilie
\bar{q}_v	[l/min]	aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu
A	[cm ²]	zkoušená plocha textilie
R_{ct}	[m ² · K/W]	tepelný odpor
T_m	[m ²]	teplota měřící jednotky
T_a	[°C]	teplota vzduchu v laboratoři
RH	[%]	relativní vlhkost
v_a	[m/s]	rychlost vzduchu
R_{ct_0}	[m ² · Pa/W]	konstanta přístroje pro měření tepelného odporu
H	[W]	výhřevnost dodávaná měřící jednotce
ΔH_c	–	opravný faktor výhřevnosti pro měření tepelného odporu
Ret	[m ² · Pa/W]	výparný odpor
P_m	[Pa]	parciální tlak nasycených vodních par
ΔH_e	–	opravný faktor výhřevnosti pro měření výparného odporu

$Re t_0$ $[m^2 \cdot Pa/W]$ konstanta přístroje pro měření
výparného odporu

1 Úvod

Smart textilie patří do odvětví textilního průmyslu, které v současné době se nachází ve fázi aktivního růstu a je velkým trendem v posledních letech. Na trh přicházejí nové a nové výrobce s vlastním řešením, moderními inovacemi a technologiemi. Aktivní rozvoji lze pozorovat hlavně u oděvních výrobků a jejich doplňků. Jedním z takových odvětví je oděv a doplňky s funkcí vyhřívání, na což je zaměřena tato bakalářská práce.

Smart textilie obecně jsou klasické textilie, které mají tzv. přidanou hodnotu a mají za cíl zvýšit komfort nebo bezpečnost uživatele a přidat výrobku další funkcionalitu. V případě topných výrobků je to dodání tepelného komfortu, které se většinou nacházejí uplatnění buď v podmínkách chladného okolí neboli jsou využívány se zdravotních důvodů (úleva od bolestí, uvolnění svalů, aromaterapie atd.).

Většina nabízených produktů ale buď není moc cenově dostupná pro běžného zákazníka nebo vyžaduje zvláštní podmínky na údržbu, často nezaručuje vyměnitelnost vyhřívání a dlouhodobou pracnost. Proto cílem této práce bylo pokusit se navrhnout a realizovat vlastní výrobek – oděvní doplněk s funkcí vyhřívání ve formě pásu.

První část práce se věnuje především průzkumu trhů výrobků, které trh nabízí v současné době, vysvětlení základních pojmů a celkově studiu tématu smart textilu, e-textilu a oděvu s vyhříváním. V druhé části byl navržen a zrealizován vlastní výrobek – oděvní doplněk s funkcí vyhřívání na základě rešerše, která byla provedena v první části. Součástí vývoje a realizace výrobku bylo provedení zkoušek a experimentů, které byli kritériem pro nalezení vhodného řešení při realizaci doplňku.

2 Teoretická část

2.1 Teplota lidského těla, tepelný komfort

2.1.1 Tělesná teplota

Teplota těla člověka je velmi důležitým parametrem životní funkcionality lidského organismu. Není však pořád stejná a mění se v průběhu dne, to znamená že mezi teplotou těla v ranních a večerních hodinách je zřejmý rozdíl: na začátku dne normálně bývá nejnižší a pak postupně se navyšuje. Další zvláštností je to, že vnitřní a vnější teplotní parametry nejsou totožní a různé části těla taktéž mají rozdíl. Vnitřní teplota je skoro nezávislá na okolí a může být až 40°C. Normální teplota zdravého člověka by měla být těsně kolem 36,6°C a standardně se měří v podpaží. Vnější teplota, kam patří například končetiny, je v kontaktu s okolím osoby a tím pádem má větší závislost vedlejšího prostředí, teplotní rozmezí může být do 31°C až 34°C. Teplotní namáhání je ještě jedním faktorem ovlivňujícím charakteristiku teploty těla člověka. V tomto případě teplota u svalů může dosáhnout 39°C nebo 40°C.[1]

Z důvodu nerovnoměrného rozložení teplotního gradientu v lidském těle jsou i za fyziologických podmínek odlišností mezi současně měřenými teplotními hodnotami na různých místech těla. Tyto rozdíly jsou kvůli systému krevního oběhu. Z vnějších faktorů, což ovlivňují teplotu povrchu těla, jsou většinou vlhkost klimatu, teplota a oděv.

Tabulka 1 Teplotní parametry kůže osob při tepelném pocitu "Chladno" [20]

Teplota kůže [°C]							Průměrná teplota [°C]
Trup	Hlava	Ramena	Ruce	Stehna	Lýtka	Chodidla	
32	32	30,9	20,7	31,5	32,7	25	31,3

2.1.2 Jak tělo člověka produkuje a vyměňuje teplo

Úkolem lidského organismu jsou dosažení a plynulé udržování tepelné rovnováhy za účelem správného fungování těla. Největší podíl na vyprodukování tepla má mozek, játra, srdce a ledviny. Pak samozřejmě mají velký vliv i svaly, které reagují na chlad neboli při fyzické aktivitě začínají produkovat teplo. V případě fyzického namáhání je to zhruba 600 W, ve klidném stavu kolem 100 W.

Proces uvolňování tepla lidským organismem prochází přes povrch těla. Existují čtyři způsoby výměny tepla mezi tělem člověka a okolím: kondukce, radiace, konvekce a evaporace. [1]

Kondukcce – jednoduchý přenos tepla realizovaný přímým kontaktem s předměty (taky vzduch), které mají odlišnou teplotu. Vzduch má špatnou vodivost, proto je účinnost velmi malá a kolísá v rozmezí 1 až 5 % z celkové ztráty tepla. V případě kontaktu s vodním povrchem dochází ke ztrátě tepelné energie 24krát rychleji. Z tohoto důvodu ztráty tepla vedením mají velký význam především ve vlhkém a chladném prostředí. Čím je nižší teplota předmětu, tím je výměna tepla větší, a taky čím je větší styčná plocha a menší tloušťka, tím přenos tepla kondukcí je větší.

Konvekce – teplo se na začátku odvede do vrstvy pomocí vzduchu, který je kolem těla a potom se prouděním proběhne výměna ohřátého vzduchu se studeným. Ztráty tepla jsou menší, v případě, pokud se tělo pohybuje v bezvětrí anebo ve vodním prostředí.

Evaporace – způsob výdeje tepla, jestliže je teplota okolního prostředí větší než teplota těla. Na povrchu těla vzniká vyloučený pot, který se odpařuje. Důležitým parametrem ovlivňující pocení je relativní vlhkost vzduchu.

Množství potu se odhaduje přibližně na 0,5 litru za den, přičemž toto množství se zvyšuje během pohybu. Pořad probíhá tzv. neznatelné pocení, a to i když tělo nevykonává žádnou práci. Teplota prostředí, která ovlivňuje pocení bez vykonání práci, má závislost na relativní vlhkosti.

Příklad:

Vlhkost 50 %	- pocení nastává při 24 °C.
Vlhkost 40 %	- pocení nastává při 36 °C.
Vlhkost 9 %	- pocení nastává při 39 °C.

Radiace (sálání) – je to proces, při kterém tělesný povrch nepřetržitě emituje tepelnou energii ve formě elektromagnetického vlnění. Tímto způsobem se ztrácí okolo 55 % tepla z těch míst kůže, které se navzájem nedotýkají. Ztráty tepla radiací závisí na zevní teplotě, na množství tepla, které organismus obdobně přijímá od okolních předmětů teplo vyzařující, a na vlhkosti prostředí.

Všechny popsané způsoby ztráty tepelné energii se podílí na fyzikální termoregulaci. Celkové množství tepla se musí odpovídat objemu tepla, které organismus vyprodukuje metabolickými pochody. Velikosti jednotlivých způsobů ztrát jsou závislé na oblečení, na tom, jaké jsou vnější podmínky okolí a taky na činnosti organismu.

Rovnice bilance výměny vnitřního tepla lidského organismu s okolním prostředím, které pomáhá tělu stále udržovat potřebnou teplotu:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S$$

Rovnice 1 Bilance výměny vnitřního tepla

kde

M – Energetický výdej [W/m^2]

W – Mechanická práce [W/m^2]

C_{res} – Výměna tepla v dýchacích cestách konvekcí [W/m^2]

E_{res} – Výměna tepla v dýchacích cestách evaporací [W/m^2]

K – Výměna tepla kondukcí [W/m^2]

C – Výměna tepla konvekcí [W/m^2]

R – Výměna tepla evaporací [W/m^2]

E – Výměna tepla radiací [W/m^2]

S – Tepla kumulované v těle [W/m^2]. [1]

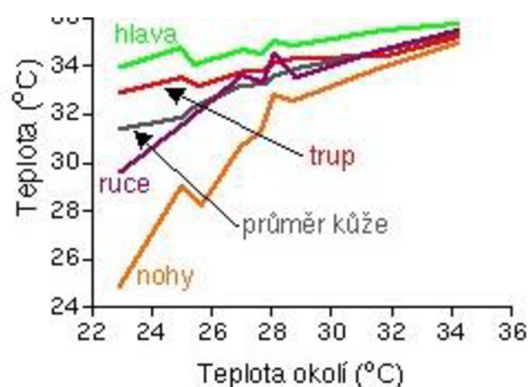
2.1.3 Termoregulace

Termoregulace – schopnost organismu plynule udržovat tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají. Tělesná teplota je součástí všech biologických procesů v lidském organismu. S termoregulací jsou spojené i metabolické procesy: když se teplota zvyšuje, metabolické procesy v těle se zpomalují a naopak, pokud se snižuje, metabolické procesy se v tomto případě zrychlují.

Existuje termoregulace dvojího druhu:

- chemická – tvorba tepla: látková přeměna, která souvisí na fyzickém zátěži organismu
- fyzikální – výdej tepla: zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu

Existují taky tzv. termoregulační chování zahrnující adaptační děje, kteří napomáhají k udržení tepelné rovnováhy organismu, například využití vhodného oděvu nebo svalová aktivita. [20]



2.1.4 Tepelný komfort

Pojetí tepelného komfortu je definováno jako pocitový stav, při kterém člověk se cítí komfortně a není potřeba ani navyšovat teplotu ani snižovat, protože se nachází v optimální míře. Příčinami, které mají vliv na změnu tepla jsou:

- 1) Teplotní podmínky okolí
- 2) Faktory osobní
- 3) Další faktory

Pro stanovení a změření tepelného komfortu existuje několik metod. První spočívá v posouzení lidských pocitů v různých vzduchových podmínkách s odlišnými parametry. Další metoda se zabývá pozorováním fyziologických změn lidského organismu v podmínkách uzavřeného prostředí. V tomto případě změnami jsou pocení nebo teplota pokožky. Následující dvě metody patří k nejpoužívanějším a je to bodovaná stupnice od *Bedforda* a *Ashraje*, viz. Tabulka 2 [1]

Tabulka 2 Porovnání metod *Ashraje* a *Bedford* [1]

Hodnota	Ashraje	Bedford
3	Horko	Velmi teplo
2	Teplo	Teplo
1	Tepleji	Příjemně teplo
0	Neutrálně	Příjemně
-1	Chladněji	Příjemně chladno
-2	Chladno	Chladno
-3	Zima	Velmi chladno

Stupnice *Ashraje* pracuje na principu hodnocení, jestli člověku je teplo nebo naopak zima a odhaduje stupeň tohoto pocitu. *Bedfordová* metoda navíc uvažuje i to, jak moc se lidské tělo cítí komfortně a pohodlně. Ale v obojích případech problém je, že každý člověk může vnímat tepelný komfort jinak, a to souvisí s tím, jakou má přirozenou fyziologii a kde bydlí.

Úplně poslední metodou je poměrně jednoduchá *McIntyreová tříbodová stupnice*, která pracuje na principu dotazování, jestli dotazovaný dává přednost chladnějším prostředí, teplejšímu nebo beze změny. [1]

2.1.5 Vliv oděvu na tepelný komfort

Oblečení hraje jednu z nejdůležitějších a klíčových rolí tepelného pohodlí lidského organismu. Má vliv na termoregulaci a kompenzuje nedostatek teploty neboli naopak může splňovat funkce odvádění tepla. Jedním z hlavních parametrů u textilií z hlediska tepelného komfortu je tepelný odpor R :

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

Rovnice 2 Tepelný odpor

kde R [m^2K / W] – tepelný odpor

h [mm] – tloušťka textilie

λ [$W / m \cdot K$] – tepelná vodivost textilie

Tepelná vodivost se navazuje na hustotu materiálu, vzduchový a materiálový objem v textilii a také na jemnost vláken.

Pokud lidské tělo má fyziologický a fyzický komfort a jedinec je spokojen s oblečením z estetického hlediska, pak takový oděv je považován za vhodný. Pro dosažení tohoto cíle je vhodné se zabývat tématem smart textilií, které pomáhají člověku zabezpečit komfort, pohodlí a spokojenost života. [1]

2.2 Klasifikace smart textilií

2.2.1 Pojetí smart textilie

Smart textilie neboli chytré textilie je obecným pojetím pro textilní látky a pak i výrobky, které na rozdíl od běžného textilu mají speciální vlastnosti navíc, jako například vyhřívání, nehořlavost, odvádění vodní páry a další. Pro realizaci takového druhu textilií se využívají elektronické prvky, fyzikální znalosti a zařízení a speciální technologie. Dalším důležitým aspektem je materiál, který musí mít specifické charakteristiky, odpovídající požadavkům určitého druhu smart textilu.

2.2.2 Chytré textilie pasivní

Tato skupina smart textilu je považovaná za první generaci. Pracuje na principu reakce senzorů na podněty pouze z okolního prostředí. Typickým příkladem jsou optická vlákna, přenášejí světelný signál. Velkou nevýhodou je to, že většinou špatně snesou například chemikálie, deformace, tlak. Nositelné počítače a nositelná elektronika taky patří do skupiny pasivních smart textilií. [2]

2.2.3 Chytré textilie aktivní

Další skupina smart textilu je odlišná tím, že je schopná, jak identifikovat, tak i zareagovat na signály z vnějšího prostředí, jsou do nich zabudované nejen čidla, ale i akumulátory. Sem patří textilie s tzv. chameleonovým efektem, kdy vlivem teploty okolního prostředí textilní látka mění barvu a výsledkem této reakce je uvolnění nebo naopak zachování energie v závislosti na vnější změny. Druhým příkladem je textilie, zabezpečující propustnost vodních pár, prodyšnost. Pracuje na stejném principu, to znamená, že reaguje na okolní situaci a vzhledem k tomu se přizpůsobuje a provádí nutné změny.

Aktivní smart textilie patří do druhé generace a převážně se využívá v oblasti záchranářství vzhledem k tomu, že je schopná zjistit takové nebezpečné a specifické jevy jako bakterie, radiace, plyny a okolní látky. [2]

2.2.4 Super chytré textilie

Super Smart textilie patří do třetí generace. Mohou identifikovat a reagovat na vnější podněty totéž jako druhá generace. Liší se ale schopnosti upravit si svoji vlastní funkci a vlastnosti pomocí predikce, a to všechno bez předcházejícího ladění.

Musí tedy obsahovat řídicí jednotku, je to podmínkou. Tato jednotka má v sobě zabudované algoritmy, díky kterým potom rozhodne, jak látka bude na vnější podněty reagovat. Třetí generace je typická tím, že obsahuje šest hlavních prvků: senzory, paměťové jednotky, akční členy, kontrolní jednotky, propojovací struktury a vodiče. [2]



Obrázek 2 Ochranný oděv pro hasiče

2.2.5 Klasifikace e-textilu

Nositelná elektronika je třídou digitálně vylepšených technologických zařízení (například brýle, hodinky, boty, pásky, oblečení, fotoaparáty atd.), které lze nosit téměř na jakékoli části těla člověka. [22]

Nositelná E-textilie – jedná se o typ e-textilu, kde textilní látka vyplňuje funkci nosiče konvenčních elektronických modulů, které jsou rozmístěné na textili. Tyto moduly jsou umístěny buď do pouzdra na textilním výrobku, nebo mohou být přímo aplikovány na látku. [23]

E-textilie jsou textilie, které mají integrované do své struktury elektronické komponenty sloužící pro vykonávání činností, snímání a zpracování dat anebo uchovávání energie. V současné době se objevují především e-textilie využívající technologii, jako jsou rigidní plošné spoje nebo konvenční vodiče, které jsou integrovány do textilního substrátu. [1]

Zvláštním odvětvím chytrého textilu je e-textil. Je to druh textilu, do kterého je zabudovaná elektronika, umožňující dosažení speciálních smart funkcí. Je využíván především ve zdravotnictví, u sportovních obleků a u bezpečnostních složek.

E-textil se dělí na smart garment a smart gadgets. První skupina se zabývá e-oblečením. Ta druhá – smart přístroj a uplatňuje se často u oděvních doplňků, například u rukavic, pasů, ponožek atd.

Obleky smart garment mají možnost posuzovat a kontrolovat životní funkce lidského těla, sledovat okolní prostředí a mít tyto informace navzájem propojené s počítačem, který umí posoudit situace a zpětným signálem správně na ni zareagovat.

Smart gadgets na rozdíl od smart garment pracují většinou s mobilními aplikacemi.

Nejčastější charakteristiky a požadavky u e-textilu se mohou lišit ohledně každého určitého výrobku, ale ve většině případů je to komfort nošení, pružnost, ohebnost, protialergenost, možnost praní, oděruvzdornost. [3]



Obrázek 3 Příklad chytrého řízení. Cyklistická vesta vyvinutá

Technickou univerzitou v Liberci

2.2.6 Smart oděvy a chytrý textil, nositelná elektronika

Nositelná elektronika je zařízení, které je nošeno v těsné blízkosti lidského těla a díky tomu nabízí možnost tak zapojit do každodenního života jeho uživatele. Tato nositelná elektronika je automatizovaná, je v plynulém provozu, reaguje na změny stavu lidského těla v určitý okamžik a nevyžaduje ruční zapínání. A právě toto je rozdílem od mobilních telefonů. Nositelné počítače mohou být aktivovány buď explicitně (příklad změna stavu

tepu srdce) anebo implicitně (příklad řízení hlasem). Jsou ale zařízení, kteří dokážou zjišťovat a dodávat informace jak na vstupu, tak i na výstupu a taky jsou schopné nabízet konektivitu do internetového prostoru. Sem patří například sportovní elektronické doplňky jako chytré hodinky, fitness náramky atd. Na rozdíl od nositelné elektroniky jsou chytré oděvy přímo kusy oděvů obohaceny o funkce snímání a zpracovávání informací. [2]

2.3 Chytré textilie, projekty

V této kapitole jsou uvedeny tři nejnovější projekty v oblasti smart textilu, které byly finančně podporovány Evropskou komisí. Zbytek dalších projektů – viz příloha.

1) Projekt WEARPLEX byl zaměřen na integrování tištěné elektroniky a elektrod na oděvy pro medicínské účely. Páce nad projektem byla zahájena v lednu 2019. Ukončení výzkumu – prosinec 2021.

2) Další projekt s názvem TexRobotsTherapy se zabýval studiem zařízení pro mechanoterapii integrované do textilií fungující na principu fázové přeměny. Doba trvání projektu – květen 2019 po duben 2021.

3) Třetí projekt se nazývá jako WEAFING. Výzkum se začal v lednu 2019 a do dnešní doby není ukončen, předpokládaný závěr studia – červen roku 2023. Tento projekt se zabývá studiem o nositelných elektro-aktivních látkách v oděvech. [2]

2.4 E-textilie s funkcí vyhřívání

2.4.1 Úvod do problematiky e-textilu s vyhříváním

Pro to, aby bylo možné u klasického oblečení docílit tepelného komfortu a jeho udržení v podmínkách chladného okolí, je potřeba aby ten oděv byl z několika vrstev, proto bývá častokrát příliš objemný a tím může způsobovat diskomfort nošení. V dnešní době ale existuje řešení tohoto problému pomocí flexibilního elektronicky vyhřívajícího tělesa, což umožňuje zbavit se příliš velkého objemu a tím uvolnit pohyb uživatele. Tento typ vyhřívacích výrobků je jedinečný tím, že umožňuje ohýbání a umí svůj tvar přizpůsobit podle lidského těla anebo vyhřívajícího objektu.

Tržní situace je taková, že většina vyhřívacích textilních výrobků má buď integrovaný konvenční vodič, který se vyhřívá pomocí proudu a teplo se pak předává do vnějšku, nebo u více pokročilejších produktů jsou využívány tzv. vodivé nitě. Tento druhý typ výrobků je více přijatelný v průběhu nošení. Další častou variantou je zabudování vyhřívacích elementů do oblečení, které jsou navázány na akumulátory. Podmínkou je buď umístění akumulátoru vedle vyhřívajícího výrobku nebo zabudování přímo do samotného oděvu.

Ve většině případu výrobky, které jsou určeny pro domácí využití, požadují síťové napájení na 230 V. Typickým příkladem mohou být vyhřívané deky, návleky atd. [1]

2.4.2 Svrchní a vrchní oděv s vyhříváním

V současně době lídrem trhu oděvních výrobků s vyhříváním je svrchní oděv, konkrétně bundy a vesty. Tato skupina oblečení dovoluje více možností provedení vyhřívání díky tomu, že má větší tloušťku vrstvy a tím pádem pro výrobce je to jednodušší docílit pohodlí uživatele. Druhým faktorem je to, že poptávka na svrchní oděv s vyhříváním je mnohem větší než u ostatních typů výrobků. Vzhledem k analýze nabídky vyhřívacího svrchního oblečení ve většině případů vyhřívání je umístěno v oblasti ramen, zad a hrudní části, viz. obr. 4. Stupeň vyhřívání může být v rozmezí 34 až 44 °C. Ve většině případů materiálem výrobků je polyester. Technologie vytápění obvykle je taková, že do výrobku je integrován nějaký vyhřívací element, který je vyroben z uhlíkových vláken nebo ve formě vyhřívacích panelů. Tento vyhřívací element vždy má napájení od určitého zdroje energie, což je akumulátor (nebo power banka) s kapacitou od 2.2 Ah do 6 Ah, s elektrickým napětím od 5 do 7.4 V a spotřebou elektřiny v rozmezí 16.3 až 38.48 Wh. Většina akumulátorů jsou odnímatelné a po odstranění baterii obvykle výrobek se dá prát v pračce při 30°C.

V současné době trh s vyhříváním oblečením nabízí docela velké množství výrobků svrchního oděvu v cenové hladině přibližně od 4000 Kč. Tento typ oděvu obvykle má větší tloušťku, nemá přímý kontakt tělesným povrchem, takže u nich není velký problém zachovat komfort i při použití konvenčních vodičů nebo napájecích zdrojů uvnitř jejich struktury. Akumulátory s napětím 5 V mají výhodu v tom, že nabízejí možnost nabíjení pomocí konektoru USB z libovolné powerbanky pro klasické mobily. Zvláštním typem bund jsou motorkářské bundy a mají už jinou možnost nabíjení, a to přímo od motocyklu s napájením 12 V.



Obrázek 4 Oblasti vyhřívání svrchního oblečení

U mikin a vest je používán skoro totožný princip. Z hlediska technických možností či charakteristik a uživatelských parametrů včetně prání jsou téměř totožné. V případě mikin a vest nároky na uživatelský komfort už o něco vyšší, nicméně dají se využít v oděvní struktuře standartní obyčejné vodiče, aniž by došlo k diskomfortu uživatele. [1]

2.4.3 Spodní oděv s vyhříváním

Spodní oděv s vyhříváním je druhou skupinou topného oblečení. Tržní nabídka není tak vysoká v porovnání s předešlou skupinou, což předpokládá, že poptávka je taky menší než u první kategorii výrobků.

Vzhledem k analýze nabídky vyhřívacího svrchního oblečení ve většině případů vyhřívání je umístěno v oblasti ramen, zad a hrudní části, a břicha u trika a v oblasti kolen a spodní části zad u kalhot, viz. obr. 5. Ve většině případů materiálem výrobků je polyester. Technologie vytápění obvykle je taková, že do výrobku je integrován nějaký vyhřívací element, který je vyroben z uhlíkových vláken nebo ve formě vyhřívacích panelů. Tento vyhřívací element vždy má napájení od určitého zdroje energie, což je akumulátor (nebo power banka) Technické parametry tohoto typu vyhřívacího oblečení zpravidla jsou velmi podobné, jak je to u svrchního oblečení. Většina akumulátorů jsou odnímatelné a po odstranění baterii obvykle výrobek se dá prát v pračce při 30°C.

Pro spodní oděv klasické vodiče nejsou dokonalou variantou, proto například společnost *Volt Heat* používá patentovanou technologii *Zero Layer*[®], která pro vyhřívání spodních vrstev oblečení používá ultra-tenké topné panely z nerezové oceli s využitím izolační vrstvy. Tyto topné panely potom jsou zapouzdřeny tepelnou lepicí páskou, aby nedošlo k jejich opotřebení. Izolační vrstva má za úkol odrážet vyzářené teplo topnými panely směrem k lidskému tělu. Topné panely využívají k přenosu tepla hlavně kondukcí. Tento

celý systém pomáhá snížit objem a zvýšit účinnost transformace tepla díky tomu, že není potřeba přidávat další vrstvy látky mezi topnými elementy a pokožkou. Tuto technologii *Volt Heat* používá ve většině svých výrobců.

Společnosti *Gobi Heat* a *Venture Heat* u svých produktů používají řešení vodivých vláken. [1]

Elektrický proud prochází vodivým vláknem, díky čemu vzniká elektrický odpor. Element vytvořený z vodivého materiálu má niklový obal, díky kterému vyniká odpor a tímto způsobem vzniká teplo. Tloušťka uhlíkového vlákna pohybuje v rozmezí 0,08 až 1,27 mm. – záleží na požadovaných parametrech. Tento způsob zpravidla je využíván u oděvů kde zabudování topných panelů je obtížné z hlediska malé tloušťky vrstvy materiálu. [24]

Údržbu všech výrobků, popsaných v této kapitole, je možné provádět v pračce, případně i sušit v sušičce.

Cena spodního trika na trhu se pochybuje v rozmezí od 3500 Kč a může být více, cena spodních kalhot většinou se pochybuje ve stejném rozmezí. [1]



Obrázek 5 Společnost *Venture Heat*, vyhříváné oblasti výrobků

2.4.4 Oděvní doplňky s vyhříváním

Vzhledem k analýze nabídky vyhřívacích doplňků tato skupina výrobků patří do není až tak často využívaných produktů v porovnání s první a druhou skupinami. Vyhřívání ve většině případů je umístěno například v oblasti prstů u ponožek a rukavic, v oblasti zad u pasů a krční páteře u šálů, viz. příklad na obr. 6. Stupeň vyhřívání může být v rozmezí 34 až 44°C. Ve většině případů materiálem výrobků je syntetický materiál (polyester), nicméně v případě ponožek častou variantou je využití kombinaci různých materiálů, kde převážným komponentem je bavlna nebo vlna. Technologie vytápění obvykle je taková, že do výrobku je integrován nějaký vyhřívací element, který je vyroben z uhlíkových vláken nebo ve formě vyhřívacích panelů. Tento vyhřívací element vždy má napájení od

určitého zdroje energii, což je akumulátor (nebo power banka). Požadavky na technické parametry zdrojů energií u výrobků této skupiny mohou se lišit v porovnání se svrchním a spodním oblečením, například elektrické napětí může být nižší. Většina akumulátorů jsou odnímatelné a po odstranění baterií obvykle výrobek se dá prát v pračce při 30°C. U některých doplňků výrobce uvádí, že je k dispozici pouze praní vyhřívacích vložek, (například u vyhřívacích bot), případně ruční praní. Cenové relace se pohybuje přibližně v rozmezí od 1000 do 6000 Kč a hodně závisí na typu doplňku a výrobce.

U tohoto typu vyhřívacích oděvních produktů je problémem zabudování akumulátorů. Obvykle akumulátor se nachází buď v oblasti holeně anebo lýtka. Na trhu jsou společnosti, které se zabývají vyvinutím oděvních doplňků s funkcí vyhřívání, a to je *Gobi Heat*, *Volt Heat*, *Belginova NV* a další. V případě ponožek *Gobi Heat* a *Volt Heat* pro nastavení a regulace tepla je využíván bezdrátový ovladač, takže výhodou je, že je to praktické a komfortní pro uživatele. Není nutně teplotu nastavovat přímo na samotných ponožkách na rozdíl od ponožek společnosti od *Belginova NV*, což může být při mnoha vrstvách oblečení docela nepraktické.



Obrázek 6 Ponožky s vyhříváním společnosti *Gobi Heat* a šála společnosti *Volt Heat*

Na trhu existuje řada jiných vyhřívacích doplňků jako je například boty, čepice, rukavice a další. Společnost *Volt Heat* vyrábí rukavice s oboustranným vyhříváním, jinak většinou tato informace nejsou k dispozici. [1]

2.5 Vyhřívání textilií

2.5.1 Typy textilních ohříváčů a jejich vývoj

Textilní topné systémy je možné rozdělit do dvou skupin: s využitím polymerů a textilní ohříváče na bázi kovu. Jak plyne z názvů, jsou rozdělovány podle

konstrukce vyhřívaných těles. V případě topných textilií s využitím kovů k vytvoření topného efektu jsou využívány kovové dráty, někdy taky i listy se používají k vytvoření topného efektu.

Druhá skupina textilních topných systémů k vytvoření topného efektu využívá speciální polymerní materiály k výrobě vyhřívací příze. Je to technologie, která byla vyvinuta po době, když byla vyvinutá syntetická příze. Vodivá příze se vyrábí spřádáním polymerů s různými vlastnostmi. Polymery mohou být zvolené v určitých procentech a smíchané před spřádáním což dává možnost na výstupu mít příze s vlastnostmi, které potřebujeme pro určitý výrobek, například méně či více vodivá textilie. [1]

2.5.2 Druhy vodivých vláken a přízí

Jsou dvě možnosti k vytváření tepelně vodivých výrobků a dva druhy materiálů, a to jsou polymery nebo kovy. Pro oba typy vodivosti se užívají totožné materiály. V prvním případě jsou využívány povrchové úpravy pomocí barviv neboli inkoustů a taky vysokým obsahem kovů. Díky přidavku niklu, stříbra, mědi nebo uhlíku do povrchových vrstev, je možné tak docílit potřebné elektrické a fyzikální vlastnosti, jakých vyžaduje konkrétní výrobek.

Druhá možnost používá příze a tepelně vodivá vlákna. Elektrické příze jsou vyrobeny s využitím kovových vláken (například stříbro, měď, zlato atd.) nebo vodivých polymerů.

Hlavní vodivá vlákna:

- vlákna potažená vodivými polymery nebo kovy
- tenká vlákna z kovů nebo vodivých polymerů jako součást příze
- kovová
- vlákna plněná uhlíkovými nebo kovovými částicemi
- na základě chemicky upraveného organického nebo elektrovodivého polymeru
- organická s částicemi uhlíku

Elektricky vodivé příze – příze z dlouhých vláken, vyrobené z přírodních i technických materiálů s přidáním vodivých vláken. Pro docílení vodivosti jsou využívána vlákna z ušlechtilé oceli.

Vodivá nit je způsob připojení různé nositelné elektroniky na oblečení. Taková nit má schopnost vést proud pro signály a napájení. Vodivé nitě jsou většinou vyráběny pro různé účely, například pro ohřívací účely, inteligentní textilie, datový přenos nositelné technologie na oděvech. Většina nití jsou upravené slitinami kovů, které mohou

obsahovat měď, cín, stříbro a nikl. U takových nití jádro je ve většině případů polyesterové nebo bavlněné. [30]

Kovem obalená příze

Takový typ příze používá potažení/pokovení nevodivých vláken tenkou vrstvou, která je vodivá. Taková vlákna mohou být vyrobená několika způsoby a jsou to karbonizace naprašování nebo odpařování. Upravená vlákna mají vysokou vodivost, ale nevýhodou je nízká přilnavost a odolnost proti korozním jevům.

Příze s kovovým jádrem

Další typ příze obsahují velmi tenký drát, který vyplňuje role jádra, které je obaleno nevodivými vlákny, která slouží jako izolace a dodávají jádru odolnost proti fyzickému namáhání.

Kovové příze

V případě, jestli vlákno je vyrobeno z kovových filamentů, může být nastříháno na potřebnou určitou délku. Průměr těchto vláken je v rozmezí od 1 μm do 100 μm . Taková kovová vlákna je možné vytvořit s využitím dostupných kovů, například slitiny niklu, titanu, železa nerezové oceli, mědi nebo hliníku. [2]

Důležitým aspektem při navrhování vyhřívaného textilu je typ přízi. Jednou z takových je příze, která se vyrábí smícháním silikonových a uhlíkových polymerů. Tento produkt je patentován pod značkou FabRoc.

FabRoc příze je v dnešní době k dispozici jako elastický monofil, ze kterého se dá vyrobit produkt s dobrými regeneračními vlastnostmi, což je nezbytným parametrem u textilních výrobků. Směšovací poměry uhlíkových a silikonových polymerů jsou závažné, protože určují celkový elektrický odpor příze. Poměry polymeru mohou být upraveny podle požadavků na stupeň vodivosti a odolnosti konečného produktu: od nízkého až po vysoký. Další klíčovou výhodou FabRoc je její schopnost k docílení lepšího vyhřívacího účinku než odpovídající topná příze na bázi kovu. Dalším kladem je větší topný výkon, vyzařující infračervenou energii, kterou je možné použít pro terapeutické ošetření lidské kůže.

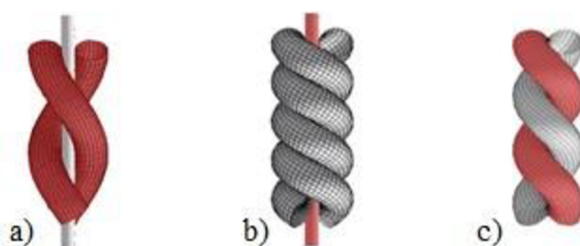
Většinou se vyhřívací textilie skládají z elektrického vedení a přízi, kterou se dá vytápět. V některých případech pro realizace topného systému je vyžadováno více topných těles. V takové situaci v návrhu musí být použité různé typy přízi mezi prvky. Dalším závažným parametrem je typ příze. Výběr typu a struktury vodivých přízi je důležitý a je jednou z podmínek pro správné vyhřívání. Lze využít různých typů vodivých přízi. Jedou z takových velmi často používaných je příze z jemných nylonových vláken se stříbrnou mikro vrstvou.

Tato příze je pružná a je velmi dobrá z hlediska vodivých vlastností. Vzhledem k flexibilitě taková příze může být snadno pletená a zároveň stále vede proud. V takovém případě elektrický odpor je nízký, což je kladem, protože ohřev je tak efektivnější. Polyesterové příze jsou nejpoužívanějším materiálem kvůli nízkým nákladům a vysoké pevnosti.

Topná tělesa produkují teplo v určitých oblastech tkaniny. Tam, kde oblast není vyhřívána, je teplo zadržováno pomocí černých polyesterových přízí. Díky tomu se dá využít méně topných prvků a méně energie na vyhřívání látky.

Jsou dvě varianty: vodivé příze mohou být buď vyrobené pouze z kovu nebo složeny z kovového a textilního materiálu. Čím více kovu je součástí vodivé příze, tím tato textilie je méně flexibilní, což je nevýhodou v případě textilního materiálu. Do nejčastěji používaných kovů pro výrobu vodivé příze patří stříbro a nerezová ocel. Jsou několik variant výroby vodivých přízí:

- Textilní vlákno ovinuté kovovými vlákny (Obr. 34 a)
- Kovové vlákno ovinuté textilními vlákny (Obr. 34 b)
- Textilní vlákno seskané s kovovým vláknem (Obr. c)



Obrázek 7 Druhy vodivých přízí

Další variantou dosazení vodivosti přízí je nanesení speciálního povlaku vodivých vrstev na textilní vlákna. Tento způsob se nazývá chemické pokovení. Nevýhodou ale je to, že taková vlákna většinou nemají dostatečnou vodivost a kvůli tomu nemají plnou funkčnost. Pro dosazení větší vodivosti nebo zlepšení povrchových vlastností většinou se používají elektrochemické a galvanické způsoby nanášení. Taky je možné setkat s přízemi z vodivých polymerů, například z polyanilinu, polypyrrolu a polyacetyleny. [1]

2.5.3 Tkaní

Do textilie je možné spolu s nevodivými vlákny vetkat i vlákna, která jsou vodivá a takovým způsobem vytvořit elektrický obvod. Tkanina se vyrábí na tkacím stroji, kde jsou v průběhu tkacího procesu používány dvě navzájem kolmé soustavy nití, které potom jsou navzájem provázány. Soustava nití v podélném se nazývá *osnova* a soustava nití v příčném směru tvoří *útek*. Problémem tkaní vodivých nití je to, že je potřeba dodržovat

směr vláken tkaniny a z tohoto důvodu jsou možné pouze kolmé struktury vedení, což právě může vést ke nadměrně dlouhým vodivým cestám. Druhým velkým omezením je to, že vodivé nitě osnovního směru musí být rozmístěny na předem stanovených místech, a to již na osnovním válu. [1]

2.5.4 Vyšívání

Vyšívání se obvykle používá pro vytváření dekorativních vzorů. Může být realizováno jak ručně, tak i pomocí speciálních vyšívacích strojů. V případě vodivých textilií jsou vodivé příze vyšity do nutného tvaru na izolační substrát. Takový substrát může být jak tkaný, tak i netkaný anebo pletený. Kladem tohoto procesu je to, že vysívání nabízí možnost tvorby elektrického obvodu jakéhokoliv tvaru bez nutnosti dodržování směru přízí substrátu. Během samotného procesu vyšívání jsou nitě zatěžovány třením a pnutím, a právě z tohoto důvodu je potřeba, aby byly dostatečně pevné a pružné. K omezení tohoto mechanického namáhání obvykle se využívá lubrikant na bázi silikonů nebo parafinů. Při obyčejném dekorativním vyšívání přerušeni nitě nemusí být problémem, ale v případě vodivých struktur je možné že takový defekt se stane rozhodujícím faktorem a celý obvod ztratí funkčnost, proto je důležité při tomto procesu dbát zvýšené opatrnosti. [1]

2.5.5 Nanášení vodivých vrstev na textilie

Vodivé prvky v textiliích mohou být realizovány nejen pomocí vodivých přízí, ale taky i pomocí nanášení na textilní substrát různými technikami. Jedním z takových je *sítotisk* nebo *laminace* fólií s vodivými motivy. Na tyto fólie je zpravidla vodivá struktura aplikovaná také pomocí sítotisku.

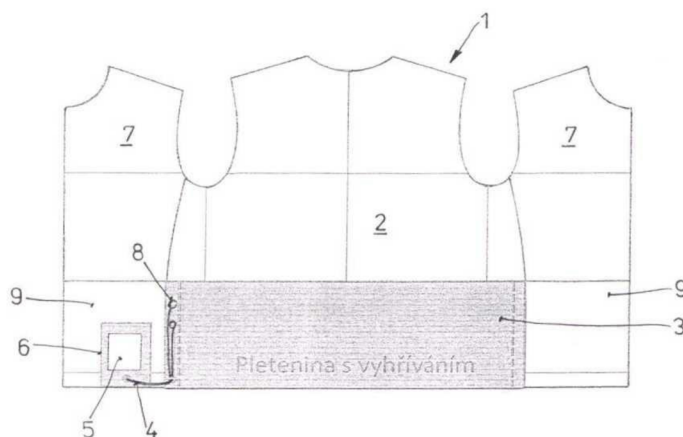
Sítotisk je jednoduchý, často užívaný proces v elektrotechnice, který se využívá pro výrobu desek plošných spojů. Nicméně tato technologie stejně tak je užívána i v textilním průmyslu pro barevný potisk různých druhů látek. Pro tisk vodivých motivů na textilie je ale obvykle užíváno polymerních vodivých past s obsahem kovových částic. Princip technologického postupu sítotisku spočívá v tom, že nanášecí pasta se protlačuje skrz napnuté síto s požadovaným motivem na substrát, který je umístěný pod ním. Tyto výtisky s vodivou pastou musí být potom vytvrzeny. Pomocí uvedené technologie je možné dosáhnout čar o šířce 200 μm a tloušťce cca 10 μm . Nevýhodou použití sítotisku v textiliím průmyslu je především odolnost výsledného potisku vůči praní a natahování. [1]

2.5.6 Pletení

Vodivé textilie taky je možné realizovat pomocí *pletení*. Vodivé pleteniny většinou používány pro senzory mechanického napětí, v takovém případě princip měření spočívá ve změně elektrického odporu pleteniny.

Pletenina se tvoří vzájemným provlékáním oček z nekonečné nitě. Na rozdíl tkaniny od pleteniny mají obvykle větší roztažnost a prodyšnost. [1]

Společně s firmou a.s. Ústí nad Orlicí byla vyvinuta vyhřívaná pletenina na Technické univerzitě v Liberci.



Obrázek 8 Vyhřívaná pletenina, aplikovaná do mikiny

Elektricky vyhřívaná plošná tkanina je předmětem užitého vzoru CZ 32670, MPT A 47 G 9/06. Tato topná tkanina je určena pro použití ve spacích pytlích, pro podložky na spaní, náložníky, pro vaky pro dolní končetiny apod. Příkladně topná tkanina ve spacích pytlích je užita pro zvolené oblasti spacího pytle jako je oblast nohou, oblast stehen, oblast pánve nebo oblast ramen.

Cíle technického řešení je dosaženo mikinou, která je určena jako vrchní oděv pro celodenní nošení. Mikina má integrovány elektronické prvky, které zajišťují vyhřívání bederní oblasti výrobku, a tudíž i bederní oblasti jejího nositele.

Podstatou řešení je, že v dolní části zadního dílu mikiny je od pasové oblasti k dolnímu kraji zadní díl mikiny dvojitý, ohraničený stahovacím tunýlkem s navlečenou pruženkou, která je v krajích zachycena do členících švů mikiny a mezi dvojitý zadní díl mikiny je vložena elektricky vodivá pletenina. Elektricky vodivou pleteninu tvoří čtrnáct řádků nevodivých modulových vláken a čtyři řádky vodivé hybridní nitě o složení 47 % hmotn. polyesterových vláken a 53 % hmotn. směs mědi a stříbra 4x drát s výslednou délkovou hmotností 50 tex, optický průměr 0,23 mm o lineárním odporu 6,5 Ω m. Vložená elektricky vodivá pletenina je dále prostřednictvím plochých vodičů typu gibbon propojena s ovládací jednotkou osazenou čtyřstupňovým indikátorem výkonu a obsahující lithium-

ion napájecí baterii o napětí 7,4 V, 2 600 mAh. umístěnou v kapsičce našité na jednom předním dílu mikiny.

Pro možnost snadného propojení napájecí baterie a elektricky vodivé pleteniny je vložena elektricky vodivá pletenina opatřena dvojicí druků, a to v místech vodivé hybridní nitě na kteroužto dvojici druků je připojena dvojice plochých vodičů typu gíbon od lithium-ion napájecí baterie.

Oděvy tohoto typu zde představované mikinou opatřenou možností vyhřívání zádového dílu zejména v oblasti bederní části jsou cíleny především pro obyvatele v seniorském věku. [31]

2.5.7 Napájecí systém, dobíjecí baterie

Pro aktivaci nositelného vyhřívacího systému je možné využít dobíjecí baterie. Tento typ napájení je vhodný díky své dostupnosti. Většina dobíjecích baterií jsou vyrobeny s využitím lithium-iontové technologie a mohou mít různé rozměry a tvary. Díky tomu lze zabezpečit bezproblémové napájení nositelných vyhřívacích systémů, které jsou zabudovány do výrobku. [19]

2.6 Průzkum trhu oděvních výrobků s funkcí vyhřívání

2.6.1 Společnost Alpenheat

Alpenheat Vyhřívaná fleecové vesta má 4 teplotních úrovní s vytápěcím systémem ve formě velkoplošných článků, vyrobených ze syntetických vodivých vláken, které jsou obsaženy na zadní straně oblečení. Syntetické topné části jsou díky flexibilním speciálním syntetickým vláknům téměř nenahmatatelné, což zajišťuje komfort nošení. Vyhřívaná fleecové vesta je vyrobena z odolného materiálu a může být prána v pračce až při teplotě 30 °C.

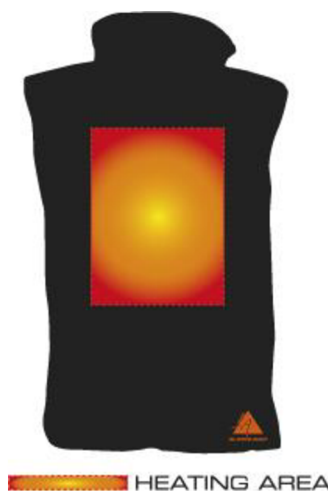
Technické parametry:

- Pro nošení pod kabátem, bundou, větrovkou
- Univerzálnost a svoboda pohybu
- Velký vyhřívací prvek na zádech
- Ochrana proti teplotám do -30 °C
- Materiál: 100% polyester
- Dobíjecí baterie Li-Ion 7.4 V / 2.2 Ah / 16.3Wh
- Doba vyhřívání 2,5 až 7,5h
- Doba nabíjení baterií okolo 4 hodin

Cena pořízení je 5 112 Kč. [4]



Obrázek 9 Vyhřívaná vesta Fire-Fleece



Obrázek 10 Vyhřívaná oblast vesty

Alpenheat Inovativní vyhřívaná sukně přesvědčuje chytrými funkcemi. Topné články, vyrobené ze syntetických vodivých vláken, jsou velkoplošné a umístěné v oblasti hýždí a stehů. Vyhřívání tak nabízí pohodlnou ochranu za nízkých teplot. Určena pro všechny každodenní činnosti, které se provádějí venku v chladu.

Rock je napájen dobíjecí vysoce výkonnou Li-Ion baterií. To nabízí 4 stupně ohřevu a ohřívá v závislosti na stupni ohřevu mezi 2,5 a 7,5 hodinami.

Baterie je k sukni připojena kabelem a pohodlně uložena v kapse sukně. Materiál sukně se skládá z nylonu a polyesteru. Teplota praní – 30 °C.

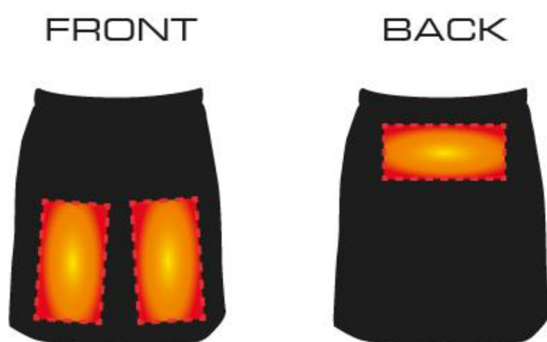
Technické parametry:

- Univerzálnost a svoboda pohybu
- Obousměrný zip YKK®
- Materiál: 100% polyamid, výplň - 100% recyklovaný polyester
- Flexibilní syntetická vlákna
- Doba vyhřívání akumulátoru 2,5 až 7,5h
- Dobíjecí baterie Li-Ion 7.4 V / 2.2 Ah / 16.3Wh
- Doba nabíjení baterií okolo 4 hodin

Cena pořízení je 4 381Kč [5]



Obrázek 11 Vyhřívána sukně Fire-skirt



Obrázek 12 Vyhřívána oblast

FIRE-SOCKS, vyhřívané ponožky od Alpenheatu s vyhřívacím elementem, který je vložen pod prsty. Malá kompaktní baterie. Ponožky mají 3 vyhřívací stupně. Poskytují teplo po 4 – 8 hodinách. Baterie a vyhřívací element jsou optimalizovány pro použití

v nízkých teplotách.

Technické parametry:

- Prodyšný materiál
- Doba vyhřívání: 4 až 8 hodin
- Dobíjecí Li-Ion baterie 3.7 V / 2.2 Ah / 8.14Wh
- Hřející element z karbonových vláken pod prstů na noze.
- Doba nabíjení: 4 hodiny
- Materiál: 80% bavlna, 10 % spandex, 10 % elasthan

Cena pořízení je 3 408Kč [6]



Obrázek 13 Vyhřívání ponožky FIRE-SOCKS



Obrázek 14 Vyhřívání oblasti ponožek

Rukavice Alpenheat FIRE-SKI

Vyhřívání rukavice Alpenheat FIRE-SKI udržují ruce spolehlivě v teple a zabezpečují komfort při nízkých teplotách. Jsou určeny pro všechny druhy venkovních aktivit, jako jsou například zimní sporty, pěší turistika, lyžování nebo lov. Pružné prvky vyhřívání vedoucí podél kontur každého prstu a palce. Udržení tepla zajišťuje podšívka Thinsulate a pletené manžety, které tepelně izolují a chrání proti úniku tepla. Rukavice jsou pružné, odolné a pohodlné na nošení, a to především díky své pětivrstvé konstrukci. Baterie pro vyhřívání je skrytá ve speciálním vaku umístěném přímo v rukavici. Vnější strana rukavic obsahuje tlačítko pro snadnou regulaci a kontrolu teploty.

Technické parametry:

- Větru odolné
- Voděodolné (10.000 mm)
- Prodyšné (400 g/m²/h)

- Pružné prvky vyhřívání vedoucí podél kontur každého prstu a palce
- Membrána a výplň C140 g
- Materiál:
Vnější: 100 % polyester
Podšívka: 100 % polyester
- Dobíjecí Li-Ion baterie 7.4 V/2200mAh/16,28Wh
- Doba vyhřívání: 1.5 až 5.5 hodin
- USB 5 V nabíjecí adaptér 100–240 V 50/60 Hz
- Doba nabíjení baterií cca 4 hodiny.

Cena pořízení je 4 868Kč [7]



Obrázek 15 Vyhřívání rukavice FIRE-SKI



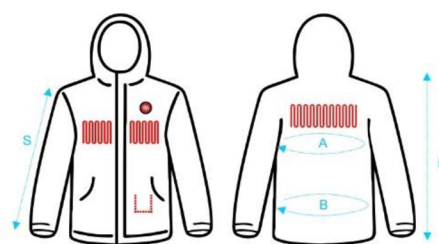
Obrázek 16 Vyhřívání oblasti rukavice






2.6.2 Společnost Glovii

Vyhřívání oblečení Glovii je unikátním řešením, které vám umožní zachovat tepelný komfort i v nejchladnějších dnech. Produkty Glovii jsou vyrobené s využitím vyhřívání uhlíkových vláken, která vyzařováním infračervených vln pozitivně ovlivňují krevní oběh. Oblečení Glovii bylo navrženo s ohledem na sportovce, zejména na ty, kteří provozují zimní sporty. Je řešením pro cyklisty, stavební dělníky, lovce, a starší osoby.



Obrázek 17 Vyhřívaná bunda GTMB



	→						
	→	ON/OFF					
	→						
			SIZE	A	B	S	H
			L	115	110	75	68
			XL	125	120	79	72

Obrázek 18 Vyhřívané oblasti rukavic

Vlastnosti vyhřívané bundy GTMB:

- Topné těleso je vyrobeno z uhlíkových vláken, které díky infračerveným vlnám nabízejí mimořádnou spolehlivost, odolnost a pozitivní vliv na zdraví.
- Bezpečná a ekonomická Li-Ion baterie zajišťuje dlouhou dobu provozu topného systému
- Topné těleso je umístěno na hrudi a v oblasti ramen a zajišťuje rovnoměrné rozložení tepla
- Bunda je vyrobena z nylonu, který je odolný proti dešti

Technické parametry:

- topné těleso: 10 W – uhlíkové vlákno
- vyhřívání oblasti: ramena, hrudník
- baterie: 5200 mAh (38,48 Wh), Li-Ion
- nabíječka: 8,4V, 1 A
- režimy: HI (44 °C), MED (39 °C), LO (34 °C)
- pracovní doba: 8 h (LO), 5 h (MED), 3 h (HI)
- vnější materiál: 100% polyamid
- podšívkový materiál: 100% polyester

Cena pořízení je 3 628Kč [8]

Vyhřívání triko GL1

Vlastnosti vyhřívání trika GL1:

- Topné těleso je vyrobeno z uhlíkových vláken, které díky infračerveným vlnám nabízejí mimořádnou spolehlivost, odolnost a pozitivní vliv na zdraví

- Bezpečná a účinná Li-Ion baterie zajišťuje dlouhou dobu provozu topného systému
- Kapsa pro uložení baterie vám nabízí pohodlí při každodenním používání
- Topné těleso je umístěno na břicho, v oblasti beder, ramen, a tak zajišťuje rovnoměrné rozložení tepla
- Termoaktivní tkanina umožňuje rychlou absorpci vlhkosti a má biostatické vlastnosti, kteří podporují provoz topného systému

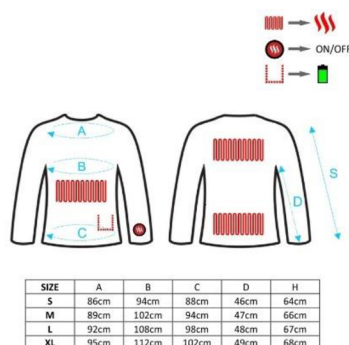
Technické parametry:

- Baterie: 2600mAh (19,24Wh), Li-Ion
- Topné těleso: 9,9W – uhlíkové vlákno
- Režimy: 33 % (LO/34 °C/93 °F), 66 % (MED/39 °C/102 °F), 100 % (HI/44 °C/111 °F)
- Pracovní doba: 6 h (LO), 3 h (MED), 2 h (HI)
- Materiál: 6 % spandex, 94% polyester
- Nabíječka: 8,4V, 1 A

Cena pořízení je 3 141Kč [9]



Obrázek 19 Vyhřívané triko GJI



Obrázek 20 Vyhřívané oblasti trika

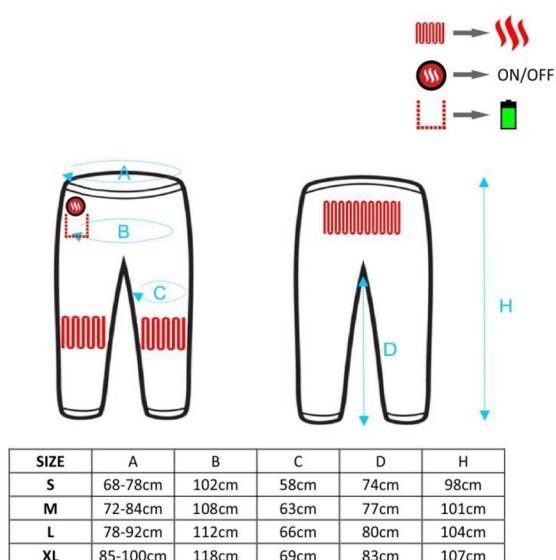
Vyhříváné kalhoty GP1

Vlastnosti vyhříváných kalhot GP1:

- Topné těleso je vyrobeno z uhlíkových vláken, které díky infračerveným vlnám nabízejí mimořádnou spolehlivost, odolnost a pozitivní vliv na zdraví
- Bezpečná a účinná Li-Ion baterie zajišťuje dlouhou dobu provozu topného systému
- Kapsa pro uložení baterie vám nabízí pohodlí při každodenním používání
- Topné těleso je umístěno v oblasti kolen a kolem beder a zajišťuje tak rovnoměrné rozložení tepla
- Termoaktivní tkanina umožňuje rychlou absorpci vlhkosti a má biostatické vlastnosti, kteří podporují provoz topného systému



Obrázek 21 Vyhříváné kalhoty GP1



Obrázek 22 Vyhříváné oblasti kalhot

Technické parametry:

- Baterie: 2600mAh (19,24Wh), Li-Ion
- Topné těleso: 11,5 W – uhlíkové vlákno
- Režimy: 33 % (LO/34 °C/93 °F), 66 % (MED/39 °C/102 °F), 100 % (HI/44 °C/111 °F)
- Pracovní doba: 6 h (LO), 3 h (MED), 2 h (HI)
- Materiál: 6 % spandex, 94 % polyester
- Nabíječka: 8,4V, 1 A

Cena pořízení je 3 141Kč [10]

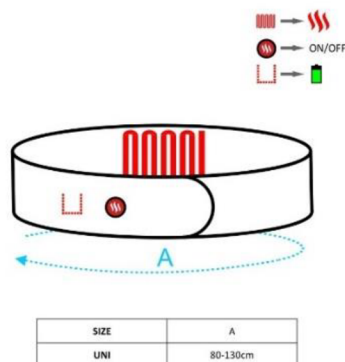
Vyhříváný univerzální pas GB1U

Vlastnosti vyhříváného pasu:

- Topné těleso je vyrobeno z materiálu Flexwarm®, který díky infračerveným vlnám nabízí mimořádnou spolehlivost a pozitivní vliv na zdraví
- Kapsa pro uložení baterie nabízí pohodlí při každodenním používání
- Velká plocha topného tělesa rovnoměrně rozvádí teplo
- Díky zapínání na suchý zip lze pás upravit v široké škále velikostí pasu



Obrázek 23 Vyhříváný univerzální pas GB1U



Obrázek 24 Vyhřívaná oblast pasu

Technické parametry:

- Baterie: libovolná power banka s výstupem USB 1 A
- Topné těleso: 5 W – Flexwarm®
- Režimy: 33 % (LO/34 °C/93 °F), 66 % (MED/39 °C/102 °F), 100 % (HI/44 °C/111 °F)
- Pracovní doba: 10000mAh powerbanka – 33 % (20 h), 66 % (14 h), 100 % (7 h)
- Materiál: 60 % polyester, 35 % viskóza, 5 % spandex

Cena pořízení je 1 924Kč [11]

2.6.3 Společnost ActionHeat

Action Heat je nejkompletnější značka vyhříváného oblečení na trhu. Společnost věnuje velkou pozornost testování svých výrobků. Action Heat zabezpečuje trvanlivost vyhříváných oděvů, které vyrábí, což je velmi důležitým parametrem u této kategorii oděvu. Díky Použití univerzální technologie USB 5V baterie, Action Head umožňuje nejen zachování a zabezpečení tepelného komfortu, ale taky pohodlně nabíjet mobilní zařízení. Tyto revoluční oděvy mají vestavěné topné panely vyrobené z uhlíkových vláken a kovu, které poskytují lehké teplo a pohodlí při nošení. Produkty této značky patří do univerzálních typů oděvu, což dává možnost využití oděvu v různých případech, zkratka všude, kde je potřeba udržet tepelný komfort na požadované úrovni.

Vyhřívaná flísová šála ActionHeat

Technické parametry:

- Lze prát v pračce – jemný cyklus
- Topné panely jsou umístěné v oblasti krku a v kapsách
- Využití power banky prodlužují životnost baterie
- Napětí Baterie: 5 V



Obrázek 25 Vyhřívaná flisová šála

Materiál:

- Prodyšnost
- Voděodolnost
- Vysoká úroveň izolace vrstvy materiálu, zachycující teplo
- Topné panely jsou zhotovené z ultra jemných uhlíkových vláken

Doba ohřevu:

- Intenzivní režim: 145 F – od 3 hod.
- Střední režim: 135 F – od 4.5 hod.
- Pomalejší režim: 125 F – od 7 hod.

Cena pořízení je kolem 1 863Kč [12]

Vyhřívaná čepice ActionHeat

Technické parametry:

- Lze Prát V Pračce – Jemný Cyklus
- Napětí Baterie: 5 V



Obrázek 26 Vyhřívaná čepice



Obrázek 27 Vyhřívané oblasti čepice

Materiál:

- Polyester 100%
- Voděodolnost
- Izolační vrstva zachycující teplo
- Topné panely z ultra jemných uhlíkových vláken

Doba ohřevu:

- Intenzivní režim: 130 F – od 1,5 hodin
- Střední režim: 110 F – od 2,5 hodin
- Pomalejší režim: 90 F – od 4,5 hodin

Cena pořízení je kolem 2 096Kč [13]

Vyhřívaná košile ActionHeat

Technické parametry:

- Lze Prát V Pračce – Jemný Cyklus
- Topný systém zahrnuje 3 topné panely, umístěné na hrudi a horní části zad
- Napětí Baterie: 5 V



Obrázek 28 Vyhřívaná košile



Obrázek 29 Vyhřívané oblasti košile

Materiál:

- Topné panely vyrobené z ultra jemných uhlíkových vláken
- Tepelně izolační vrstva
- Voděodolný materiál

Doba ohřevu:

- Intenzivní režim: 150 F – od 2 hodin
- Střední režim: 130 F – od 3 hodin
- Pomalejší režim: 110 F – od 4.5 hodin

Cena pořízení je kolem 4 424Kč [14]

2.6.4 Společnost VitalPeak

Společnost se zabývá výrobou vyhřívacích produktů se zaměřením na zdraví, například uvolnění ztuhlých a unavených svalů, syndrom studených nohou atd. Značka se zaměřuje na vysokou funkčnost a snadnost při využití. Produkty se vyrábí s ohledem na požadavky zákazníků, s využitím kvalitních materiálů a prochází pečlivou výstupní kontrolou.

Vyhřívavý pás VitalPeak HP 70

Tento vyhřívavý pás je určen pro uvolnění ztuhlých, unavených svalů a zároveň uleví od bolesti zad a páteře. Má tři úrovně výhřevu, od nízkého výkonu, (je určen na delší použití), až po vysoký výkon, (rychle prohřátí).



Obrázek 30 Vyhříváný pás VitalPeak HP 70

Výhodami jsou:

- Rychlost a rovnoměrnost zahřívání
- Automatické vypínání po 90 minutách provozu, což chrání přístroj před přehřátím
- Extra měkký plyšový materiál
- Zapínání na suchý zip pro flexibilní použití na různé části těla

Výrobek se hodí nejen pro úlevu svalů, ale také při kloubních a revmatických bolestech. LCD podsvícený displej umožňuje nejen jednoduché nastavení stupně výhřevu, ale také i pohodlné ovládání v noci. Pás je možné čistit vlhkým hadříkem, protože ovladač je odpojitelný.

Technické parametry:

- Příkon - 100 W
- Napětí – 220 - 240 V
- Napájení – síťové
- Materiál – polyester

Možnost praní/údržba – ruční čištění

Cena pořízení je 999 Kč. [15]

Vyhříváná bota VitalPeak HP 40

Vyhříváná bota HP 40 je vhodná pro osoby, které trpí nedostatečným prokrvením končetin, (syndrom studených nohou) nebo pro zahřátí nohou obecně. Materiál produktu – měkký plyš. Uvnitř bota má stélku, kterou se dá přát v pračce při max. teplotě 30 °C. Výrobek nabízí tři úrovně výhřevu. Proces vyhřívání se automaticky ukončí po 90 minutách provozu.

Teplotní hladina se udržuje po celou dobu využívání. Bota je zkonstruována tak, že umožňuje zahřátí nejen chodidel, ale také kotníků a šlach nad patou. Výrobek je vybaven ovladačem s podsvíceným LCD displejem, který nabízí možnost jednoduchého nastavení stupně výhřevu.



Obrázek 31 Vyhřívaná bota VitalPeak HP 40

Technické parametry:

- Příkon – 100 W
- Napětí – 220–240 V
- Napájení – síťové
- Materiál – 100 % polyester
- Možnost praní/údržby – vnitřní výstelka při 30 °C

Cena pořízení je 1299 Kč. [16]

2.6.5 Obchodní značka Medisana

Vyhřívací poduška na záda a ramena Medisana HP 630

Tento vyhříváný polštář slouží k zahřívání a uvolnění jednotlivých částí těla jako jsou ramena a záda. Aplikace napomáhá prokrvení ve ztuhlých svalech a pocitu uvolnění a relaxace. Produkt má elektrickou kontrolu tepelné hladiny, která nastavenou teplotu reguluje podle zvoleného spínacího stupně.

Tento vyhřívací poduška je vyrobena s využitím nové 4D technologii toku tepla, která umožňuje vyšší teplotu s intenzivnějším tepelným účinkem při současném rychlejším zahřátí, což produkt odlišuje od ostatních vyhříváných polštářů. Hlavní princip spočívá v dodatečném odvodu tepla prouděním vzduchu. Tato konvekce navíc podporuje dýchací funkce.



Obrázek 32 Vyhřívací poduška Medisana HP 630

Technické parametry:

- Způsob napájení: elektrická síť
- Materiál: Oekotex
- Možnost praní: 40 °C
- Topný výkon: 100 W
- Záruka je 24 měsíců

Cena pořízení je 1899 Kč [17]

Vyhřívaná poduška na krk a ramena Medisana HP 622

Výrobek je určen pro vyhřívání oblastí ramen a šíjí a umožňuje uvolnění těchto částí těla. Produkt napomáhá prokrvení ztuhlého svalstva. Tato zahřívací poduška je vybavena elektrickou kontrolou teploty, která reguluje tepelnou hladinu, nastavenou podle příslušného vybraného stupně.



Obrázek 33 Vyhřívací poduška Medisana HP



Technické parametry:

- Způsob napájení: elektrická síť
- Materiál: Oekotex
- Možnost praní: 40 °C
- Topný výkon: 100 W

Záruka je 24 měsíců

Cena pořízení je 1049 Kč [18]




Tabulka 3 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání

Výrobce	Výrobek	Materiál	Vyhřívání	Stup. Vyhřívání (°C)	Údržba	Zdroje (V)	Cena (Kč)	Obrázek
ActionHeat	Vyhřív. vesta FIRE-FLEECE	100% polyester	Vytápěcí systém ze syntetických vláken	Není stanoveno	V pračce při t. 30°C	Baterie Li-Ion, 7,4V	5 112	 HEATING AREA
	Vyhřív. sukně FIRE-SKIRT	100% polyamid, výplň – 100% recyklovaný polyester	Vytápěcí systém ze syntetických vláken	Není stanoveno	Praní při t. 30°C	Baterie Li-Ion, 7,4V	4 381	FRONT BACK  HEATING AREA
	Vyhřív. ponožky FIRE-SOCKS	80% bavlna, 10% spandex, 10% elastan	Vyhřívací element z karbonových vláken	Není stanoveno	Není stanoveno	Baterie Li-Ion, 3,7V	3 408	 HEATING AREA
	Vyhřív. rukavice FIRE-SKI	Vnější - 100% polyester, podšívka - 100% polyester	Vyhřívací prvek podél konturu prstů	Není stanoveno	Není stanoveno	Baterie Li-Ion, 7,4V	4 868	 HEATING AREA



Tabulka 4 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání

Výrobce	Výrobek	Materiál	Vyhřívání	Stup. Vyhřívání (°C)	Údržba	Zdroje (V)	Cena (Kč)	Obrázek																													
Glovil	Vyhřív. bunda GTMB	Vnější - 100% polyamid, podšívka - 100% polyester	Topné těleso – uhlíkové vlákno	34, 39, 44	Není stanoveno	Baterie Li-Ion, napětí - není stanoveno	3 628	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIZE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>S</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td>115</td> <td>110</td> <td>75</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>XL</td> <td>125</td> <td>120</td> <td>79</td> <td>72</td> </tr> </tbody> </table>	SIZE	A	B	S	H	L	115	110	75	68	XL	125	120	79	72														
	SIZE	A	B	S	H																																
	L	115	110	75	68																																
	XL	125	120	79	72																																
Vyhřív. Triko GL1	94% polyester, 6% spandex	Topné těleso – uhlíkové vlákno	34, 39, 44	Není stanoveno	Baterie Li-Ion, napětí - není stanoveno	3 141	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIZE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>86cm</td> <td>94cm</td> <td>88cm</td> <td>46cm</td> <td>64cm</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>91cm</td> <td>101cm</td> <td>94cm</td> <td>47cm</td> <td>66cm</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>97cm</td> <td>108cm</td> <td>98cm</td> <td>48cm</td> <td>67cm</td> </tr> <tr> <td>XL</td> <td>105cm</td> <td>117cm</td> <td>102cm</td> <td>49cm</td> <td>68cm</td> </tr> </tbody> </table>	SIZE	A	B	C	D	H	S	86cm	94cm	88cm	46cm	64cm	M	91cm	101cm	94cm	47cm	66cm	L	97cm	108cm	98cm	48cm	67cm	XL	105cm	117cm	102cm	49cm	68cm
SIZE	A	B	C	D	H																																
S	86cm	94cm	88cm	46cm	64cm																																
M	91cm	101cm	94cm	47cm	66cm																																
L	97cm	108cm	98cm	48cm	67cm																																
XL	105cm	117cm	102cm	49cm	68cm																																
Vyhřív. kalhoty GP1	94% polyester, 6% spandex	Topné těleso – uhlíkové vlákno	34, 39, 44	Není stanoveno	Baterie Li-Ion, napětí - není stanoveno	3 141	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIZE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M</td> <td>72-84cm</td> <td>104cm</td> <td>83cm</td> <td>77cm</td> <td>102cm</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>78-92cm</td> <td>112cm</td> <td>86cm</td> <td>80cm</td> <td>104cm</td> </tr> <tr> <td>XL</td> <td>85-100cm</td> <td>118cm</td> <td>89cm</td> <td>83cm</td> <td>107cm</td> </tr> </tbody> </table>	SIZE	A	B	C	D	H	M	72-84cm	104cm	83cm	77cm	102cm	L	78-92cm	112cm	86cm	80cm	104cm	XL	85-100cm	118cm	89cm	83cm	107cm						
SIZE	A	B	C	D	H																																
M	72-84cm	104cm	83cm	77cm	102cm																																
L	78-92cm	112cm	86cm	80cm	104cm																																
XL	85-100cm	118cm	89cm	83cm	107cm																																
Vyhřív. univ. pás GB1U	60% polyester, 35% viskóza 5% spandex	Topné těleso z materiálu Flexwarm®	34, 39, 44	Není stanoveno	Baterie: power banka s USB 1.A, napětí - není stanoveno	1 924	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIZE</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UM</td> <td>80-85cm</td> </tr> </tbody> </table>	SIZE	A	UM	80-85cm																										
SIZE	A																																				
UM	80-85cm																																				

Tabulka 5 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání



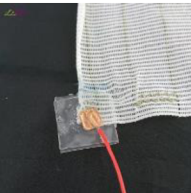



Výrobce	Výrobek	Materiál	Vyhřívání	Stup. Vyhřívání (°C)	Údržba	Zdroje (V)	Cena (Kč)	Obrázek
ActionHeat	Vyhřív. flís. šála	Není stanoveno	Topné panely z uhlíkových vláken	Není stanoveno	V pračce – jemný cyklus	Baterie 5V + power banka	1 863	
	Vyhřív. čepice	Není stanoveno	Topné panely z uhlíkových vláken	Není stanoveno	V pračce – jemný cyklus	Baterie 5V + power banka	2 096	
	Vyhřív. košile	Není stanoveno	Topné panely z uhlíkových vláken	Není stanoveno	V pračce – jemný cyklus	Baterie 5V + power banka	4 424	

Tabulka 6 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání

Výrobce	Výrobek	Materiál	Vyhřívání	Stup. Vyhřívání (°C)	Údržba	Zdroje (V)	Cena (Kč)	Obrázek
VitalPeak	Vyhřív. pás HP70	100% polyester	Není stanoveno	Není stanoveno	Ruční praní	Není stanoveno	999	
	Vyhřív. bota HP40	100% polyester	Není stanoveno	Není stanoveno	Možnost praní vnitřní výstelky při 30°C	Není stanoveno	1 299	

2.7 Průzkum trhu vyhřívacích elementů

Tabulka 7 Porovnávání technických parametrů vyhřívacích elementů

Výrobek	Materiál	Vyhřívání	Stup. Vyhřívání (°C)	Údržba	Zdroje (V)	Rozměry (cm)	Cena (Kč)	Obrázek
ALPENHEAT Velký vyhřívací modul FIRE-doITyourself [21]	Polyester	Není stanoveno	Není stanoveno	Ruční praní	7,4	20x30	3 882/ks	
Topný polyamidový lepicí element [25]	Polyimid	Topný drát	1-150	Není stanoveno	24	Na míru	34/ks	
Topné napájecí těleso [26]	Prizpůsobené(kov)	Kovová příze	Prizpůsobené	Není stanoveno	12	Prizpůsobené	od 23 do 1 132/m	
Topný USB-nabíjecí element [27]	Není stanoveno	Topný drát	40-90	Není stanoveno	5	Není stanoveno, podle přání	45,4/kus	
USB-nabíjecí vyhřívací podložky 1 [28]	Mikroplyš, uhlíkové vlákno	Uhlíkové vlákno	35-40 40-45 45-50	V pračce	5	11x7	312,1/souprava	
USB-nabíjecí vyhřívací podložky 2 [29]	Kompozitní vlákno	Není stanoveno	3 teplotní režimy, identifikace a přizpůsobení podle tělesného stavu	V pračce nebo ořtením hadříkem	Není stanoveno	11x7	260,1/souprava	

3 Praktická část

Cílem této práce je navrhnout, zrealizovat a otestovat jednoduchý elektricky vyhřívaný doplněk, který lze použít v praxi jako doplnění k běžnému oblečení pro docílení tepelného komfortu uživatele v chladném prostředí či extrémních podmínkách. Výrobek by měl zároveň zachovat své původní elektrické a vyhřívací vlastnosti i po větším množství pracích cyklů. Praktické využití vyhřívané textilie a oděvy nacházejí především ve venkovním prostředí, kde jsou využívány v podmínkách nízkých a až nižších teplot prostředí. Je možné ale je využít i v interiérech s nižší teplotou, která se nachází pod komfortní teplotou uživatele.

3.1 Návrh vlastního výrobku – vyhřívací pas

Analýza nabídky vyhřívacích pasů na trhu ukazuje, že převážná část těchto výrobků je zaměřená na zdravotní účely jako jsou například zmírnění bolesti spodních zad, ulevení bolesti jater, potíží s ledvinami atd. Většina nabízených výrobků jsou vyhřívána pouze v oblasti zad, případně v oblasti zad včetně bočních oblastí. I když u jiných typů výrobků s vyhříváním (například svrchní, spodní oděv) otázka snadného praní je docela dobře vyřešena, u vyhřívacích doplňků, konkrétně pasů, situace je komplikovanější a je těžší najít výrobek, který by se dalo prát obvykle v pračce. Výrobci neuvádějí informace ohledně toho, jestli vyhřívací element se dá vyměnit v případě nutnosti a ani nenabízejí náhradní vyhřívací elementy.

Vzhledem k této situaci mým cílem je navrhnout vlastní variantu vyhřívacího pasu s využitím hotového vyhřívacího elementu s následujícími parametry:

- Velikost: XS, S, M (Pro obě skupinové kategorie mužů a žen)
- Oblasti vyhřívání: spodní část zad, oblast břicha, ruce
- Zapínání: suchý zip
- Zdroje energii – akumulátor (power bank)
- Vyhřívání: USB-nabíjecí vyhřívací element od značky Yosoo Health Gear

Tento pas má za cíl vyhřívání nejen pouze oblasti zad a břicha, ale taky nabízí možnost vyhřívání rukou díky umístění nakládané kapsy v přední části pasu, taky výhodou je to, že v tomto případě není potřeba kupovat další vyhřívací výrobek – rukavice.

Hlavním cílem navrhovaného výrobku je, aby na základě již existujících na trhu vyhřívacích pasů navrhnout vlastní produkt s využitím uvedeného hotového topného elementu a dodáním další myšlenky, která má za úkol zlepšit již existující pasy. V mém případě je to multifunkčnost (vyhřívání pasové oblasti a rukou) a snadnost a levnost

výměny topného elementu. Vyhřívací element, který jsem si zvolila, je možné snadno pořídit u celosvětově známého prodejce Amazon za nízkou cenu, což nabízí možnost uživateli prodloužit životnost výrobku.

3.1.1 Vyhřívací element Yosoo Health Gear

Pro vyhřívání navrženého výrobku byl zvolen vyhřívací element společnosti Yosoo Health Gear, který byl pořízen v internetovém obchodu Amazon. Produkt byl vybrán na základě průzkumu trhu hotových vyhřívacích elementu. Hlavními rozhodujícími parametry byly cena, vyměnitelnost a možnost praní.

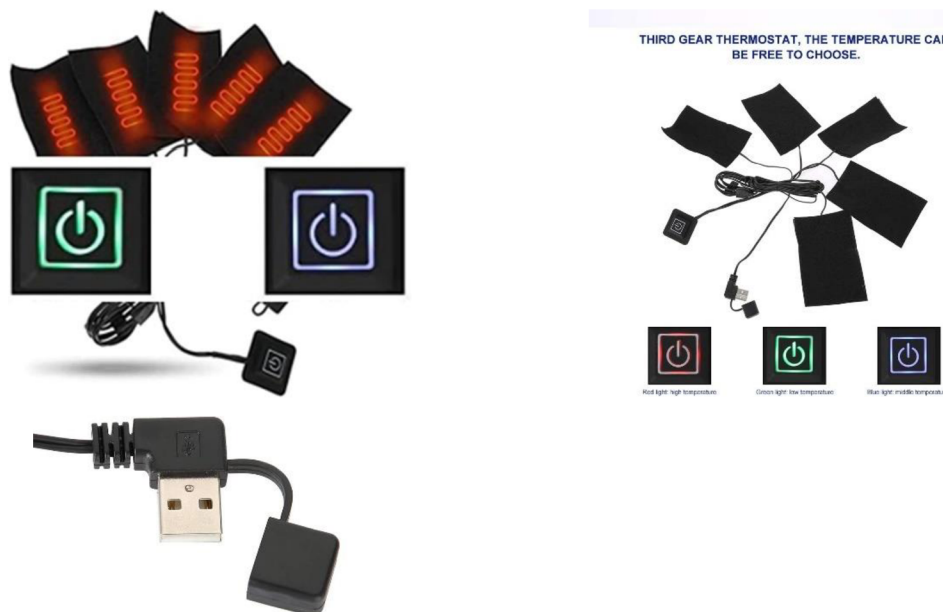
Elektrický topný element se skládá ze pěti vyhřívacích podložek, které jsou propojeny mezi sebou navzájem vodičem, a řídicí jednotky. Obsahuje 3 teplotní režimy, které jsou označené příslušnou barvou. Červená barva odpovídá nejvyššímu stupně vyhřívání, pak modrá – mírnějšímu vyhřívání a nakonec zelená – odpovídá nejnižšímu stupně vytápění. Celé vyhřívání se zapíná stisknutím tlačítka a udržením po krátkou dobu až tlačítko se rozsvítí červenou barvou a začne mírně blikat. Dalším krátkým stisknutím je možné se přepínat mezi režimy, a tak nastavit si potřebný stupeň vytápění. Po uplynutí doby 2,5 hodiny se element automaticky vypíná, aby nedošlo k zbytečnému přehřátí. Uvedený prvek je možné buď přímo vložit do oblečení nebo vsadit do oděvu, což znamená, že se umístí natrvalo, aby byl prvek neodnímatelný. Napájecí jednotkou je klasická power banka na dobítí mobilů a tabletů. Důležité ale je, aby kapacita power banky byla kolem 10 000 mAh. Po odpojení od akumulátoru a uzavření USB-kabelu bezpečnostní zásepkou vyhřívací element lze prát v pračce. Produkt lze ohýbat, třít a přišívat. Vyhřívání je určeno pro vyhřívání krku, zad, břicha, beder. Výrobek nejsou toxický. Další parametry vyhřívacího elementu:

Vrchový materiál – uhlíkové vlákno

Rozměrové parametry jedné podložky - 11 x 7 cm

Hmotnost – 49 g

Cena – 260 Kč. [29]



Obrázek 34 Vyhřívací element Yosoo Health Gear

3.1.2 Zdroj energie

Vzhledem k tomu, že zvolený vyhřívací element předpokládá využití akumulátoru pro napájení celého topného systému, bylo nezbytně zvolit napájecí jednotku. Pro tyto účely byla vybrána komerčně dostupná power banka od značky Xiaomi. Při výběru napájecí jednotky byla zohledněna především cena, kapacita a parametry akumulátoru.

Důležitými parametry pro výběr přenosného napájecího zdroje jsou hmotnost, rozměr, kapacita a umístění v oděvu. Jak bylo už uvedeno v předcházející kapitole, pro zvolený vyhřívací element kapacita akumulátoru by měla být kolem 10 000 mAh. Využití vyhřívání e-textilie (oděvů, doplňků) by mělo být pro uživatele pohodlné, proto je potřeba umístit zařízení v oděvu tak, aby uživatele omezovalo co nejméně. To souvisí s tím, že rozměrové parametry power banky by měli být co nejmenší. Zároveň je požadováno, aby akumulátor měl co nejnižší hmotnost. Při snižování těchto parametrů ale zároveň dochází ke snižování kapacity, která musí být kolem 10 000 mAh, případně může být vyšší, aby byla power banka schopná dodávat do výrobku elektrickou energii po co nejdelší dobu. Vyšší kapacitou může být také zvýšena životnost baterie díky tomu, že by akumulátor nemělo být potřeba velmi často dobíjet. Časté dobíjení zkracuje dobu životnosti akumulátoru, a taky je to další omezení pro uživatele.

Technické parametry akumulátoru:

Kapacita – 10 000 mAh

Výstupní napětí – 5 V

Doba nabíjení – 3 hod.

Rozměrové parametry – 13,5×7×3 cm

Doba napájení vyhřívacího elementu:

Maximální stupeň vyhřívání – cca 4,5 hodin

Střední stupeň vyhřívání – cca 5,5 hodin

Minimální stupeň vyhřívání – cca 8,5 hodin

Cena – 700 Kč [33]



Obrázek 35 Použitý zdroj energie – power banka Xiaomi

3.2 Požadavky na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků

Pro navrhování a výrobu vyhříváných oděvů je velmi důležité vědět, jak integrovat vyhřívání do oděvů. Cílem vytápění je poskytovat přidanou hodnotu oblečení a komfort místo způsobení nepohodlí a diskomfortu. Jsou výzkumy, které ukazují, že optimální teplota povrchu kůže lidského těla v klidovém stavu se nahází v rozmezí 32,10 °C až 34,30 °C. V případě, že teplota se změní o více než 4,5 °C, člověk se bude cítit nepohodlně. Cílem topného oděvu ale je vytvořit komfortní mikroklima pro uživatele. Rozměrové parametry, vlastnosti a poloha topných těles ovlivní komfortní vlastnosti oděvu, což je tepelná vodivost, bezpečnost atd. [32]

Pro vyhřívané články byly stanoveny následující požadavky:

- topné články by měly být pružné, které lze ohýbat a skládat
- použité napětí musí být nižší než bezpečnostní napětí, to znamená 6, 12 nebo 24 V
- topné těleso musí být dobře izolováno
- možnost údržby (chemickým čištěním nebo praním)

- celková teplota oděvu by neměla přesahovat 40 – 45 °C, aby nedošlo k popálení pokožky
- měla by být zachována bezpečnost proudu
- teplota by měla být regulována [32]

3.3 Testování navrženého výrobku

3.3.1 Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu

Úvod:

Zkouška stanovení stupně vyhřívání zvoleného elementu Yosoo Health Gear byla provedena z důvodu chybějících informací ohledně toho, jaké reálné povrchové teplotě topného článku odpovídají jednotlivé stupně vyhřívání. Výrobce tuto informaci neuvádí, nicméně pro realizaci výrobku je nezbytná a je potřeba vědět, jestli vybraný element je vhodný pro navrhovaný výrobek, aby nedošlo k popálení či poškození zdraví uživatele. Pro výše popsané účely byl zvolen dotykový přístroj Almemo 2690–8AKSI. Tento přístroj umožňuje stanovit teplotu povrchu dotykově, je jednoduchý na použití, rychle stanovuje stupeň vyhřívání v bodě během několika vteřin a zároveň má dobrou citlivost a přesnost výsledků. Důležitým parametrem tohoto přístroje je možnost měření teploty nejen na povrchu látky, ale taky i “pod” materiálem, což bylo využito v daném experimentu (viz obr. 39). Stanovení stupně vyhřívání “pod” vyhřívacím elementem bylo provedeno pro srovnání výsledků stanovených hodnot obou stran elementu a lepší rozhodnutí jaká strana elementu by měla být použita směrem k tělu.

Technické parametry přístroje:

- Měřicí vstupy: 5 vstupů pro ALMEMO-konektory měřicí kanály
- Výstupy: USB, RS 232, Ethernet, analogový
- Displej: grafický, 128 x 128 bodů
- Paměť: 1 MB (200 000 měřených hodnot)
- Třída přesnosti: AA
- Přesnost: $\pm 0,02 \%$ z měřené hodnoty ± 1 digit
- Vestavěný snímač atmosférického tlaku: 700 až 1100 hPa
- Napájení: 3 NiMH akumulátory s rychlodobíjením, síťový adapter [34]



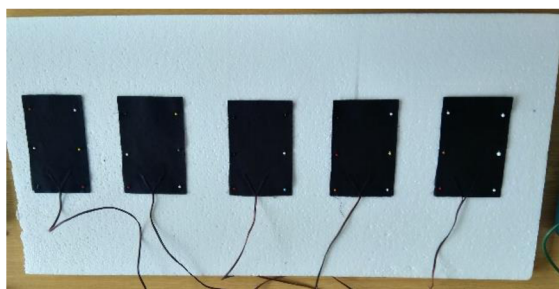
Obrázek 36 Příklad měření teploty povrchu

Provedení měření:

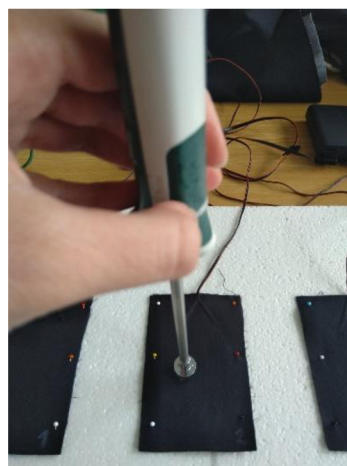
Pomocí tohoto přístroje bylo provedeno měření teploty povrchu použitého vyhřívacího elementu. Zvolený vyhřívací element nabízí 3 režimy vyhřívání, u kterých výrobce neuvádí informaci, jaké teplotě daný režim vyhřívání odpovídá, takže bylo provedeno měření každého režimu zvlášť.

V první řadě bylo provedeno měření samotného vyhřívacího elementu, který obsahuje pět vyhřívacích vložek. Každá vložka byla upevněna na speciální polystyrenovou podložku. Vyhřívací element byl zapojen do power banky a pomocí tlačítka spuštěno vyhřívání, pak zvolen režim s nejnižším stupněm vyhřívání. Po dobu cca 3 – 5 minut element vykazoval ustálený stav a byl připraven ke měření.

Měření bylo provedeno tak, že pomocí dotykového čidla měřicího přístroje byla kontaktována každá vyhřívací vložka po dobu cca 1 minuty. Každá vložka byla změřena 5krát v různých místech pro stanovení průměrného stupně vyhřívání. Získaná teplotní hodnota byla pozorována na displeji měřicího přístroje. Z naměřených hodnot byl stanoven aritmetický průměr pro stanovení průměrné hodnoty stupně vyhřívání každé vložky. Pak byla stanovena střední hodnota stupně vyhřívání pro každý režim.



Obrázek 37 Změření teploty povrchu přístrojem Almemo



Obrázek 38 Změření teploty povrchu přístrojem Almemo

Výsledky naměřených hodnot jsou uvedené v tabulce (hodnoty variability naměřených dat – viz příloha):

Tabulka 8 Výsledky změřeni teploty povrchu vyhřívacího elementu

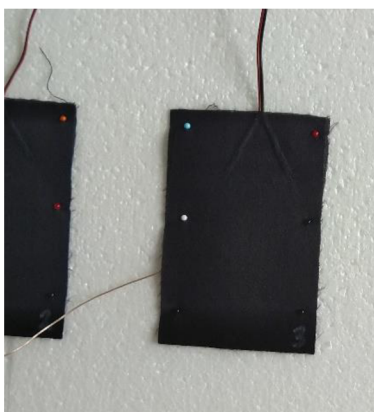
Režim vyhřívání	1 vložka	2 vložka	3 vložka	4 vložka	5 vložka	Celkový průměr
Nejnižší [°C]	39,5	41,6	41,2	40,8	40,4	40,7
Střední [°C]	44,7	46,5	45,5	46,7	46,7	46
Nejvyšší [°C]	46,8	49,4	47,7	47,5	47,8	47,8

Pak pomocí druhého dotykového čidla, které bylo současně připojeno do měřicího přístroje ALMEMO 2690 – 8AKSI, byl stanoven stupeň vyhřívání “pod“ vyhřívacím elementem, tzn mezi vyhřívací vložkou elementu a polystyrenovou podložkou, na kterou byl připevněn vyhřívací element. Tento krát změřeni bylo provedeno pouze u jedné (prostřední) vložky.

Výsledky naměřených hodnot a obrázek jsou uvedené níže:

Tabulka 9 Stupeň vyhřívání “pod“ vyhřívací vložkou

Režim vyhřívání	Vložka vyhřív. elem.
Nejnižší [°C]	45,1
Střední [°C]	53,9
Nejvyšší [°C]	61,1



Obrázek 39 Stanovení stupně vyhřívání “pod“ vyhřívací vložkou

Závěr:

Na základě provedené zkoušky je vidět že všichni tři nabízené výrobcem režimy opravdu jsou funkční a každý z nich odpovídá jednotlivému stupně vyhřívání. Taky je vidět že režimy, odpovídající nejnižšímu a střednímu stupně vyhřívání jsou vhodné pro použití (splňují požadavky na vyhřívání výrobků), nejvyšší stupeň bude posouzen při dalším měření v kombinaci s textilií. Výsledky tohoto experimentu – viz Tab. 8.

Při stanovení stupně vyhřívání “pod” vyhřívací vložkou elementu byla simulovaná izolace tělem pomoci polystyrenové podložky, proto stupeň vyhřívání každého režimu je výrazně vyšší. Je vidět že režim, odpovídající nejnižšímu stupně vyhřívání může být určitě použit (splňuje požadavky na vyhřívání výrobků), ostatní budou posouzení u dalších měření v kombinaci s textilií. Výsledky tohoto experimentu – viz. Tab. 9.

3.3.2 Měření teploty povrchu pomoci termografického systému

Úvod:

Stupeň vyhřívání byl změřen nejen dotykově, ale i bezkontaktně. Zkouška byla provedena pomoci termokamery VarioCAM. Na rozdíl od dotykové metody tento přístroj umožňuje změřit rozložení teploty v ploše, to znamená nejen na povrchu, ale i uvnitř. Kromě toho termokamera VarioCAM nabízí možnost zjistit maximální a minimální stupeň vyhřívání. Cílem tohoto měření je stanovit stupeň vyhřívání každého režimu, zjistit rozložení teploty u zvoleného elementu, a to i v kombinacích s různými textilií tak, jak by to mohlo být

využito u realizovaného výrobku s ohledem na optimální tepelnou izolaci (tepelnou vodivost) textilního materiálu použitého do vyhřívaného pásu. Tyto kombinace byli zvoleny na základě předpokladu a technických parametrů textilií. Na základě získaných výsledků budou vybrány několik kombinací, které jsou nejvhodnější variantou pro realizaci navrhovaného výrobky z hlediska požadavků na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků.

Technické parametry přístroje:

- Rozlišení displeje: 1280×800 pixelů
- Teplotní citlivost: 0,02 °C (při 30 °C)
- Teplotní rozsah: od -40 °C do 2000 °C
- Přesnost: ± 1 °C nebo $\pm 1\%$
- Další parametry:
- Integrovaný laser pro detekci přesné vzdálenosti
- Barevný TFT display vhodný do všech světelných podmínek
- Propojení se softwarem IRBIS ® 3 [35]

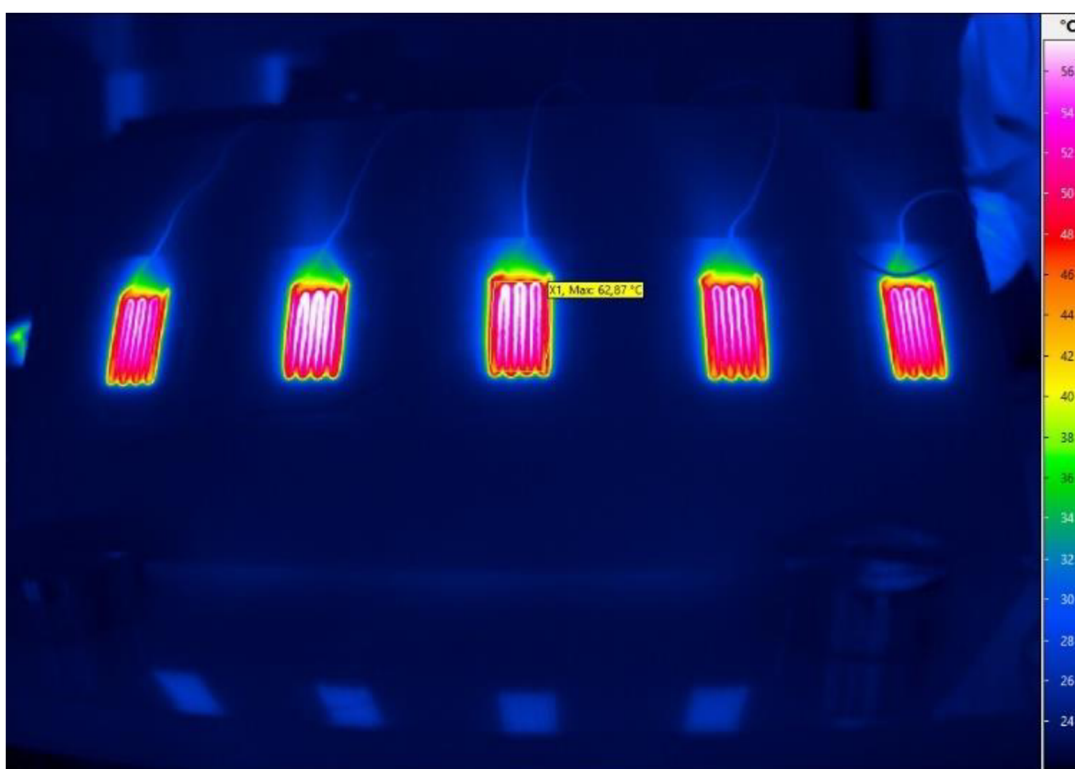


Obrázek 40 Termokamera Vario CAM na změření teploty povrchu

Provedení změření 1:

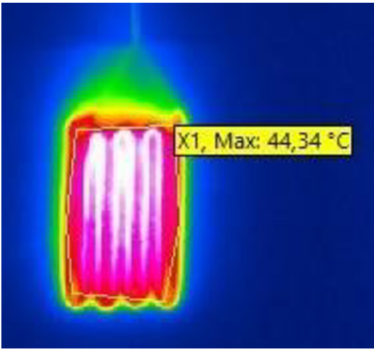
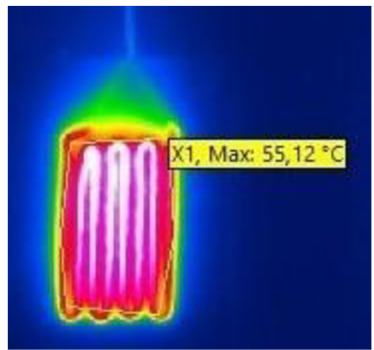
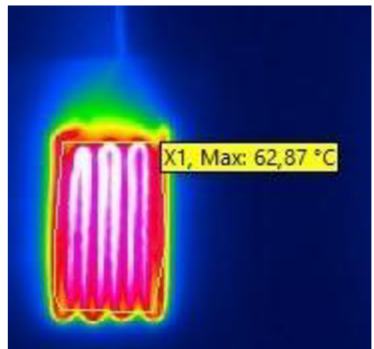
V prvním kroku bylo provedeno změření samotného vyhřívacího elementu. Tato etapa byla provedena s cílem získat informaci o rozložení teploty ve vyhřívacím elementu, stanovení stupně vyhřívání a ověření funkčnosti elementu. V druhém kroku byli změřeny

a pozorovány stejné parametry, ale už v kombinacích několika druhů textilií. Kombinací byli zvoleny tak, jak by to mohlo být použito za předpokladu u navrženého výrobku. Při provedení tohoto měření proces byl proveden pouze na části vyhřívacího elementu. Byla zvolena prostřední vyhřívací vložka a v první řadě se provádělo stanovení stupně vyhřívání samotné vložky. Element byl upevněn na polystyrenovou podložku pod uhem 45°. Termokamera byla stanovena ve vzdálenosti cca 40 cm a příslušným tlačítkem bylo nastaveno zaostření. Hodnota emisivity byla nastavena na 1. Po dobu cca 3 minut teplota se ustálila a byl stanoven stupeň vyhřívání. Na displeji termokamery se vždy zobrazovalo rozložení teploty snímací oblasti a stupeň vyhřívání. Stisknutím tlačítka výsledek byl zafixován ve formě snímku a uložen do databáze. Každý snímek obsahuje informaci o maximálním, minimálním a průměrném stupně vyhřívání, a taky znázorňuje rozložení teploty. Měření se provádělo u všech třech režimů vyhřívání.



Obrázek 41 Změření teploty povrchu vyhřívacího elementu termokamerou

Výsledky naměřených hodnot a odpovídající snímky jsou uvedené v tabulce níže:

Režim vyhřívání	Vložka vyhřív. elem. (Prům. hodnota)	Snímek vložky vyhřív. elem.
Nejnižší [°C]	39,9	
Střední [°C]	47,6	
Nejvyšší [°C]	53,4	

Závěr:

Provedením tohoto experimentu byla potvrzená funkčnost elementu v plné míře, jak to slibuje výrobce. Každá vyhřívací vložka elementu demonstruje rovnoměrné rozložení teploty, každý režim odpovídá určitému stupně vyhřívání (viz Tab. 10). Po dobu zkoušky žádné přerušení provozu nebylo pozorováno.

Z hlediska posouzení stupně vyhřívání každého režimu je vidět že režim s nejvyšším stupněm vyhřívání je mnohým vyšší, než maximální doporučená teplota podle požadavek na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků. V podmínkách ale uvedeno, že “celková teplota oděvu“ by neměla přesahovat 40–45 °C, to znamená že pro finální posouzení je

nutné provést měření elementu i v kombinaci s textilií, které budou využity pro realizaci výrobku. Tento experiment bude proveden v následujícím kroku níže.

Provedení změření 2:

Dále následovalo měření vyhřívacího elementu v kombinaci několika druhů látek. Cílem bylo zjistit teplotu jenž odpovídá nastavení každého režimu (úrovně vyhřívání).

Pro lepší názornost a orientaci byli zavedeny zkratky názvů pro každý textilní materiál, které jsou uvedeny níže:

- M1 – Fleece (100 % polyester)
- M2 – Funkční materiál 3D Spacer (100% polyester)
- M3 – Džínovina (70 % bavlna/28 % polyester/2 % elastan)
- M4 – MT4/1 (90 % micro PES/10 % elastan)
- M5 – MT4/2 (93 % bavlna/7 % elastan)
- M6 – Polyesterová funkční síť (100 % polyester)

Měření proběhlo v následujících kombinacích:

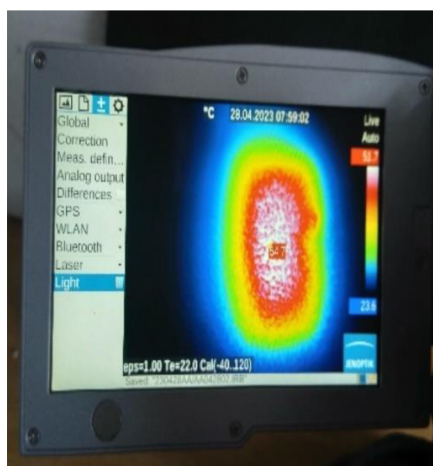
- Vyhřívací element – M5
- Vyhřívací element – M4
- Vyhřívací element – M2
- Vyhřívací element – M1
- M1 – vyhřívací element – M3 – M1
- M1 – vyhřívací element – M3
- M1 – vyhřívací element – M3 – M2
- M1 – vyhřívací element – M6
- M1 – vyhřívací element – M5
- M1 – vyhřívací element – M4



Obrázek 42 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou



Obrázek 43 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou



Obrázek 44 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou

Stupeň vyhřívání byl stanoven opět pouze na prostřední vložce. Současně přístrojem ALMEMO 2690–8AKSI bylo provedeno měření teploty “pod” vyhřívací vložkou. Stupeň vyhřívání, stanovený termokamerou a uvedený v tabulce, je vždy střední hodnotou.

Výsledky naměřených hodnot jsou uvedené v tabulce níže:

Tabulka 10 Výsledky změření teploty povrchu vyhřívacího elementu v kombinaci několika druhů textilních látek

Komb.	Stupeň vyhřívání Nejvyšší [°C]	Stupeň vyhřívání Střední [°C]	Stupeň vyhřívání Nejnižší [°C]
Vyhřívací element – M5	53,2	46,5	39,3
Vyhřívací element – M4	53,1	45,4	39,8
Vyhřívací element – M2	52,2	46,2	38,7
Vyhřívací element – M1	49,9	44	37,5
M1– vyhřívací element – M3 – M1	48,9	43,9	38,1
M1– vyhřívací element – M3	55	48	42
M1 – vyhřívací element – M3 – M2	48,9	43,3	38,3
M1 – vyhřívací element – M6	53,2	44,7	40,6
M1 – vyhřívací element – M5	50,2	43,7	39,5
M1 – vyhřívací element – M4	50,1	44,3	40,6

Snímky z termokamery, ilustrující rozložení teploty každého stupně vyhřívání – viz Příloha, Tab. 6.

Závěr:

Výsledky měření teploty povrchu znázorňují že nevhodnějšími variantami jsou následující kombinace: M1 – vyhřívací element – M3 – M1; M1– vyhřívací element – M3 – M2 a M1 – vyhřívací element – M4. Pro lepší názornost tyto kombinace v tabulce naměřených hodnot jsou zvýrazněny červeně. V případě že hotový výrobek bude nošen uživatelem přímo na tělo, na základě požadavků na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků, režim s nejvyšším stupněm vyhřívání by neměl být použit.

Tyto tři vybrané kombinací byli analyzovány z hlediska rozložení teploty a je možné říci že kombinace M1 – vyhřívací element – M3 – M1, M1 – vyhřívací element – M3 – M2 jsou nejlepší volbou pro realizaci výrobku. Tyto dvě kombinace demonstrují nejrovnoměrnější rozložení teploty. Pro lepší přehlednost jsou označeny červeně, viz. Příloha, Tab. 6.

3.3.3 Zkouška praní vyhřívacího elementu

Úvod:

Cílem provedení této zkoušky bylo zjistit, jestli vyhřívací element, který bude použit u navrženého výrobku, je možné prát a že tímto nedojde k zničení původní funkcionality elementu. Výrobce uvádí, že vyhřívací element je možné prát klasickým způsobem v pračce, to znamená že před praním element nemusí být odstraněn z jakéhokoliv výrobku. Konkrétní požadavky na parní nejsou specifikovány. Z tohoto důvodu součástí tohoto experimentu bude navrhnout vhodný prací režim a vyzkoušet tento předpoklad v praxi.



Obrázek 45 Prací stroj INDESIT BTW L50300 EU/N

Technické parametry pracího stroje:

- Model: INDESIT BTW L50300 EU/N
- Max. hmotnostní schopnost: 5 kg
- Rychlost otáčení: variabilní
- Objem bubny: 42 l
- Třída energetické účinnosti: D
- Spotřeba energie: 60 kWh (100 prac. cyklů)
- Elektrické připojení: 2100 W
- Proud: 10 A
- Napětí: 220-230 V
- Frekvence: 50 Hz [36]

Tabulka 11 Tabulka programů pracího stroje

TABULKA PROGRAMŮ

Program		Max. naplnění 5.0 kg Spotřeba energie ve vypnutém stavu je 0.11 W / v zapnutém stavu 0.11 W					Prací prostředky a přísady			Doporučený prací prostředek		Zbytková vlhkost %*	Spotřeba energie kWh	Celkové množství vody v l	Teplota prádla °C
		Teploty		Max. rychlost odstředování (ot/min)	Max. náplň (kg)	Doba trvání (h:m)	Předpírka	Hlavní praní	Změkčovač	Prášek	Tekutý prací prostředek				
		Nastavení	Rozpětí												
Turn & Go		30°C	30°C	1000	3,5	0:45	-	●	○	-	✓	-	-	-	-
Syntetika		40°C	40°C	1000	3,0	1:50	○	●	○	✓	✓	47	0,52	45	40
Bavlna		60°C	40°-90°C	1000	5,0	2:45	○	●	○	✓	✓	64	0,95	53	55
Eco 40-60		40°C	40°C	951	5,0	3:05	-	●	○	✓	✓	62	0,68	45,5	40
				951	2,5	2:30	-	●	○	✓	✓	62	0,50	36,5	34
				951	1,5	2:30	-	●	○	✓	✓	62	0,55	36,5	34
20°C		20°C	20°C	1000	5,0	3:05	-	●	○	-	✓	62	0,25	46	20
RapidWash	Vlna 20°	20°C	20°C	1000	1,0	0:35	-	●	○	-	✓	-	-	-	-
	Jemné 30°	30°C	30°C	1000	1,5	0:45	-	●	○	-	✓	-	-	-	-
	Mix 45°/40°	40°C	40°C	1000	5,0	0:45	-	●	○	✓	✓	-	-	-	-
	Bavlna 30°	30°C	30°C	1000	3,5	0:30	-	●	○	-	✓	66	0,25	42	26
	Syntetika 30°	30°C	30°C	1000	3,0	0:50	-	●	○	-	✓	-	-	-	-
Odstředování + vypouštění vody		-	-	1000	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Máchání + odstředování		-	-	1000	5,0	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
Eko bavlna		60°C	60°C	1000	5,0	2:45	-	●	○	✓	✓	62	0,75	41	-
				2,5	2:30	-	●	○	✓	✓	62	0,67	27	-	
				2,5	2:15	-	●	○	✓	✓	62	0,54	27	-	

● Požadované dávkování ○ Volitelné dávkování

Provedení experimentu:

Pro provedení experimentu byli zvoleny tzv běžné podmínky praní: program “Delicates 30 °C“ (na obr. označen jako „Jemné 30 °C“) s dobou trvání celého cyklu 45 min a univerzální tekutý prací prostředek „Frosch sensitive Aloe Vera“, který je určen na praní barevných textilií všech typů (výjimka – vlna a hedvábí). Odstředování bylo sníženo z maximálních 1000 ot./min. na 800 ot./min. Tyto podmínky byli stanoveny jako předpoklad a návrh, který by měl odpovídat nejlepší možností pro danou situaci z ohledem na možnost běžného domácího pracího stroje. Byl zvolen běžný univerzální program, který se hodí pro skoro každý typ textilií a spadá do nejčastěji využívaných programů v domácností. Uvedené podmínky byli zvoleny schválně tak, aby uživatel nebyl limitován a neměl se starat o výrobek zvlášť: kupovat speciální prací prostředek a prát výrobek na zvláštním programu. Odstředování bylo zvoleno taky tak, aby prádlo nebylo příliš navlhčeno, ale s ohledem na to, aby vyhřívací element neměl riziko poškození.

Celé toto nastavení a předpoklad pak samozřejmě měl být ověřen, zdá to bude vhodné a užitečné v praxi.

Pak následoval klasický postup praní: vyhřívací element byl položen do bubnu stroje (vždy současně s prádlem jako simulace reálné situaci praní), pak přidán prací prostředek

25 ml (množství doporučené výrobcem), nastavení všech uvedených parametrů atd. Po každém pracovním cyklu výrobek byl zcela vysušen a zkouška se opakovala 5krát.

Závěr:

Zkouška praní byla úspěšně provedena. Experiment ukázal, že okraje vyhřívacích vložek elementu by měli být zpevněny, například obnitkováním, pro delší životnost elementu, na což výrobce žádným způsobem neupozorňuje. Element by taky měl prát současně s textilním výrobkem, ve kterém je zabudován, aniž by byl vyndáván a prán samostatně, a to z důvodu prevence zbytečného opotřebení.

Vyhřívací element byl znovu otestován, zdá má původní funkcionality. V prvním kroku byla ověřena pracovní délka každého režimu, což odpovídalo původnímu výsledku. V druhém kroku element byl znovu hodnocen termokamerou, zdá rozložení teploty a stupeň vyhřívání každého režimu odpovídá původním výsledkům, viz následující kapitola).

3.3.4 Měření teploty povrchu elementu pomocí termografického systému po zkoušce praní

Úvod:

Cílem provedení měření bylo ověřit, zdá po zkoušce praní vyhřívací element zachoval svou původní funkcionality, jak to bylo slíbeno prodejcem. Byli zkontrolovány stejné parametry jako při měření teploty povrchu elementu pomocí termografického systému před praním, tzn. stupeň vyhřívání každého režimu vyhřívacího elementu a rozložení teploty na každé vložce. Na rozdíl od měření termografickým systémem, které bylo popsáno v kapitole 2.3.2, kde zkouška se prováděla pouze na prostřední vložce, zde byl proveden experiment na každé vložce elementu, pro co nejpřehlednější výsledky finální verze testování termografickým systémem.

Technické parametry přístroje:

Technické parametry termografického systému včetně obrázku byly uvedeny při provedení experimentu stanovení stupně vyhřívání elementu, viz kapitola 2.3.2.

Provedení změření:

Proces provedení změření byl stručně popsán v kapitole 2.3.2.

Parametr "Dif" (diference) byl vypočítán jako rozdíl mezi naměřenou hodnotou stupně vyhřívání před zkouškou praní a po zkoušce praní.

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce níže:

Tabulka 12 Výsledky měření teploty povrchu vyhřívacího elementu po zkoušce praní

Č. Vložky	Stupeň vyhřívání Nejvyšší [°C]	Stupeň vyhřívání Střední [°C]	Stupeň vyhřívání Nejnižší [°C]
1.	54,3	47,8	41,2
2.	55,4	48,5	41,6
3.	55,1	48,3	40,8
4.	53,6	47,2	40,8
5.	54,6	48	41
Prům.	54,6	48	41,1
Dif. (Před/po praní)	1,2	0,4	1,2

Výsledky měření ve formě snímků – viz Příloha 7.

Závěr:

Výsledky měření tohoto experimentu byli porovnány s výsledky kapitoly 2.3.2, kde byl stanoven stupeň vyhřívání každého režimu a rozložení teploty, aniž by byla provedena zkouška praní.

Výsledky měření teploty povrchu vyhřívacího elementu ukazují že element zachoval původní funkcionalitu po zkoušce praní a slíbená výrobcem možnost praní v pračce byla potvrzena, element nemusí být odebrán a ani nevyžaduje speciální nastavení parametrů nebo režim při praní (Viz – zkouška praní, Kapitola 2.3.3). Z hlediska tohoto experimentu element může být jistě použit v navrhovaném doplňku.

3.3.5 Měření prodyšnosti zkušebních textilních materiálů

Úvod:

Zkouška měření prodyšnosti je jedním z nezbytných experimentů pro realizaci navrženého produktu v této práci. Měření bylo provedeno na zařízení SDL M021 S pro stanovení prodyšnosti textilních materiálů. Podstatou experimentu je stanovit rychlost proudu, kterou vzduch prochází kolmo plochou plošné textilie při určitém tlakovém spádu. Výrobek bude obsahovat topný element a bude se nacházet v kontaktu s tělem uživatele. Při využívání může dojít k pocení, proto je důležité, aby textilní materiál výrobku byl dostatečně prodyšný a byl schopen dobře odvádět vlhkost pro zachování komfortu uživatele.

Cílem měření je posoudit textilní materiály, které byly zvoleny jako předpoklad pro realizaci navrženého výrobku, z hlediska parametru prodyšnosti a na základě získaných výsledků vybrat vhodnou textilie pro realizaci doplňku.



Obrázek 46 Přístroj SDL M

Charakteristika přístroje:

SDL M021 S je přístroj, který je určen na měření prodyšnosti plošných textilií. Textilní materiál propouští vzduch za určitých podmínek a udává se v jednotkách [m/s], je to rychlost proudu vzduchu pronikajícího v kolmém směru na plochu zkoušeného vzorku při určitém tlakovém spádu a při stanoveném čase. Zařízení pracuje podle normy ČSN EN ISO 9237.

Přístroj SDL M021 S se ovládá pomocí pedálu a má oddělené vakuové čerpadlo. Měření se provádí pomocí 4 rotametrů se stupnicí a ventily, které jsou izolovány. Proud vzduchu je možné nastavit od 0,1 až do 400 ml/s. [37]

Provedení změření:

Zkušební vzorek se upne do kruhového držáku vzorku s použitím dostatečného napětí, které zabrání vzniku záhybů. Je třeba dbát na to, aby upnutá plocha textilie nebyla deformována. Je třeba se vyhnout švům, zmačkaným místům a skladům. Zapne se sací ventilátor, které nasává vzduch přes zkušební vzorek a průtok vzduchu se postupně seřizuje tak, aby na zkušební ploše textilie vznikl tlakový spád. Po dosažení ustálených podmínek se zaznamená průtok vzduchu. Zkouška se opakovala za stejných podmínek pětkrát na různých místech zkušebního vzorku každého druhu testované textilii.

Měření se provádělo při tlakovém spádu 10 Pa.

Výpočet a vyjádření výsledků:

V prvním kroku se vypočítá aritmetický průměr z jednotlivých měření, pak se vypočítá prodyšnost R, vyjádřená v milimetrech za sekundu, podle vzorce:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \cdot 167$$

Rovnice 3 Výpočet prodyšnosti

kde \bar{q}_v je aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu v decimetrech krychlových za minutu (litry za minutu);

A – zkoušená plocha textilie v centimetrech čtverečních;

167 - přepočítávací faktor z decimetrů krychlových (nebo litrů) za minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu.



Obrázek 47 Měření prodyšnosti textilií

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce níže (hodnoty variability naměřených dat – viz Příloha, Tab. 8):

Tabulka 13 Výsledky měření prodyšnosti

Mat.	\bar{q}_v (ml/s)	\bar{q}_v (l/min.)	A (cm ²)	R (ml/s)
M1	256,1	15,366	20	128,3
M2	x	x	x	x
M3	8,1	0,486	20	4,1
M4	32	1,92	20	16
M5	46,2	2,772	20	23,1
M6	x	x	x	x

Závěr:

V průběhu provedení experimentu bylo stanoveno že u textilních materiálu „M2“ a materiálu „M6“ nebylo možné stanovit přesnou hodnotu prodyšnosti, tyto materiály nedokážou zadržet proud vzduchu a je možné říct že jejich prodyšnost je skoro stoprocentní. Výsledky měření zbylých textilních látek ukazují že z hlediska prodyšnosti textilní materiál “M1” má největší hodnotu R, což znamená že z hlediska tohoto parametru hodnocení je nejvhodnější variantou pro zvolení “hlavního” svrchního materiálu pro ušití pasu.

3.3.6 Měření výparného a tepelného odporu zkušebních textilních materiálů

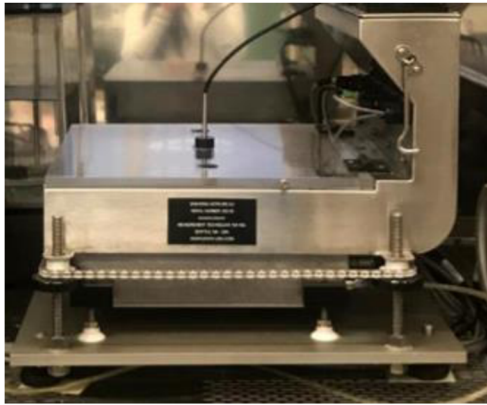
Úvod:

Cílem uvedeného měření bylo posoudit textilní materiály, které byli zvoleny jako předpoklad pro realizaci pasu, z hlediska parametru výparného a tepelného odporu. Při výběru vhodného materiálu pro realizaci navrženého výrobku je nutně vědět, v jaké míře určitá textilie je schopná propouštět vodní páru a teplo, protože navržený výrobek předpokládá využití vyhřívacího elementu. Pokud by textilie neměla dostatečnou paropropustnost, neměla by být využita pro ušití uvedeného výrobku, protože nebyla by schopná dobře odvádět vlhkost od těla a uživatel by necítil komfortně. Měření tepelného odporu bylo provedeno za účelem posouzení textilií z hlediska schopnosti propouštět/zachovávat teplo, aby nedošlo k nadměrnému přehřátí pokožky nebo naopak, aby pás neztratil svůj původní účel vyhřívání.

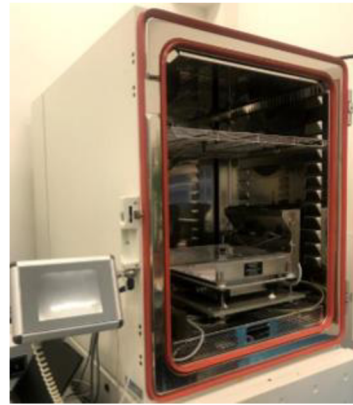
Charakteristika přístroje:

Přístroj SGHP (Sweating Guarded Hotplate) je určen k měření tepelného a výparného odporu za stálých podmínek. Pro provedení experimentu musí být umístěn do klimatické komory s důvodu zachování určitých podmínek. Zkouška simuluje efekt pocení pomocí vyhřívané desky. Měření se provádělo podle normy ČSN EN ISO 11092.

Zkouška měření tepelného odporu simuluje proces přenosu tepla, které se vyskytuje na povrchu lidské kůže. Zařízení je vhodné pro stanovení tepelného odporu a odolnosti proti vodním parám v ustáleném stavu. Měření lze provádět na řadě výrobků z tkanin, pěn, fólií, kůže, povlaků, včetně vícevrstvých sestav, které jsou použity v oděvnictví. [37]



Obrázek 48 Přístroj SGHP



Obrázek 49 Klimatická komora Votsch VC 0060

Provedení změření a vyjádření výsledků:

Definice tepelného odporu:

Tepelný odpor je fyzikální veličina, která popisuje schopnost látky přenášet teplo. Vyjadřuje se jako poměr mezi rozdílem teplot na obou stranách materiálu a tokem tepla skrz něj. Čím vyšší je tepelný odpor, tím obtížněji teplo prostupuje materiálem. Naopak, nižší tepelný odpor znamená lepší tepelnou vodivost materiálu. Je vyjádřen v jednotkách $[K/W]$.

Tepelný odpor R_{ct} – rozdíl teplot mezi dvěma povrchy materiálu, který je dělený výsledným tepelným tokem na jednotku plochy. Měří se v jednotkách $[m^2 \cdot K/W]$. R_{ct} je speciálním parametrem pro textilní materiály. Tepelný odpor stanovuje výparný tepelný tok určitou plochou, jako odezvu na použitý ustálený gradient tlaku vodních par. Výparný tepelný tok je kombinací difúzních a konvekčních prvků.

Parametry nastavení byly následujícími:

- Teplota měřicí jednotky $T_m - 35 \text{ }^\circ\text{C}$
- Teplota vzduchu $T_a - 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Relativní vlhkost RH – 65%
- Rychlost vzduchu $v_a - 1 \text{ m/s}$

Vztah pro výpočet R_{ct} :

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)A}{H - \Delta H_C} - R_{ct0},$$

Rovnice 4 Výpočet tepelného odporu

kde R_{ct} – tepelný odpor $[m^2 \cdot K/W]$,

T_m – teplota měřicí jednotky $[m^2]$,

T_a – teplota vzduchu v laboratoři $[^\circ\text{C}]$,

A – plocha měřicí jednotky [m^2],

R_{ct_0} – konstanta přístroje [$m^2 \cdot Pa/W$],

H – výhřevnost dodávaná měřicí jednotce [W],

ΔH_c – opravný faktor výhřevnosti pro měření tepelného odporu

Definice výparného odporu:

Výparný odpor je fyzikální veličina, která vyjadřuje odpor látky proti odpařování. Tento odpor závisí na vlastnostech látky, jako je například teplota, tlak, povrchová plocha a další. Vyšší výparný odpor znamená, že látky odpařují pomaleji, zatímco nižší výparný odpor znamená rychlejší odpařování.

Výparný odpor Ret – rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálu, který je dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy [$m^2 \cdot Pa/W$]. Ret je veličina, která je využívána především pro textilní materiály. Znázorňuje výparný tepelný tok určitou plochou, je to reakce na použitý ustálený gradient tlaku vodních par. Výparný tepelný tok je kombinací difúzních a konvekčních prvků.

Při měření výparného odporu byla použita membrána z celofánu, která byla položena na povrch měřicí jednotky propouštějící vodní páru. Teplota vzduchu T_a a měřicí jednotky T_m byla nastavena na relativní vlhkost RH 40 % a teplotu 35°C. Rychlost vzduchu v_a byla nastavena na 1 m/s. Tyto podmínky byly zvoleny s cílem zabránění vzniku kondenzaci vodních par.

Vztah pro výpočet Ret:

$$Ret = \frac{Pm - Pa}{H - \Delta H_e} - Ret_0$$

Rovnice 5 Výpočet výparného odporu

kde Ret – výparný odpor [$m^2 \cdot K/W$],

Pm - parciální tlak nasycených vodních par [Pa] na povrchu měřicí jednotky při teplotě T_m ,

Pa – parciální tlak vodních par ve vzduchu [Pa] ve zkušební místnosti při teplotě T_s ,

A – plocha měřicí jednotky [m^2],

H – výhřevnost dodávaná měřicí jednotce [W],

ΔH_e – opravný faktor výhřevnosti pro měření výparného odporu,

Ret_0 – konstanta přístroje [$m^2 \cdot Pa/W$] pro měření výparného odporu

Měření proběhlo tak, že zkušební vzorek byl umístěn na vyhřívanou elektrickou desku, přitom klimatizovaný vzduch proudil rovnoběžně a zároveň i napříč s povrchem vzorku.

Zkouška se prováděla podle normy, která je uvedena výše. Pro výpočet Ret se porézni vyhřívaná deska byla přikrývána membránou, která propouští vodní páry. K vyhřívané desce byla přiváděna voda, která produkovala páru a procházela skrz membránu, přičemž voda nepřicházela se vzorkem do styku. Při provedení měření je důležité udržet konstantní teplotu desky, na které je umístěna membrána se zkušebním vzorkem. Konstantní teplota desky zajišťuje rychlost, s kterou probíhá vypařování vody, z níž se určí výparný odpor u vzorku.

Výsledky naměřených hodnot jsou uvedené v tabulce níže:

Tabulka 14 Výsledky měření výparného odporu Ret

Materiál	Vzorek A [$m^2 \cdot K/W$]	Vzorek B [$m^2 \cdot K/W$]	Celk prům [$m^2 \cdot K/W$]	M1 až M5 + M6 [$m^2 \cdot K/W$]	M6 (Síť) [$m^2 \cdot K/W$]
M1	0,121	0,117	0,199	0,123	0,004
M2	0,069	0,066	0,068	0,080	0,012
M3	0,024	0,023	0,024	0,035	0,011
M4	0,024	0,024	0,024	0,033	0,009
M5	x	x	0,022	x	x

Tabulka 15 Výsledky měření tepelného odporu Ret

Materiál	Vzorek A [$m^2 \cdot Pa/W$]	Vzorek B [$m^2 \cdot Pa/W$]	Celk prům [$m^2 \cdot Pa/W$]	M1 až M5 + M6 [$m^2 \cdot Pa/W$]	M6 (Síť) [$m^2 \cdot Pa/W$]
M1	10,62	10,716	10,668	x	x
M2	7,424	7,915	7,67	x	x
M3	4,829	4,751	4,79	5,528	0,738
M4	2,978	3,078	3,028	x	x
M5	x	x	3,224	x	x

Závěr:

Pro vyhodnocení výsledků tohoto experimentu je nutně si vzpomenout na definice výparného a tepelného odporu, které jsou uvedeny výše. Podle definice, čím hodnota výsledku měření je nižší, tím schopnost odpařování textilie je vyšší, což je prioritou pro realizace navrženého výrobku. Z tohoto vyplývá, že nejvhodnějšími materiály pro z hlediska tohoto parametru jsou materiály M5 (MT4/2), M4 (MT4/1), M3 (Džínovina)

Tyto materiály jsou vhodné pro realizaci vnitřní části výrobku za předpokladu nošení přímo na tělo. V případě materiálu M6 (polyesterová funkční síť) hodnota měření je tak malá, že je skoro zanedbatelná a může být využita v kombinaci s každou textilií z tabulky. V případě tepelného odporu podle definice je zřejmé, že čím hodnota je nižší, tím schopnost textilie propouštět tok je vyšší. To znamená, že v případě realizaci navrženého výrobku s vyhříváním, hodnota tepelného odporu by měla být co nejvyšší, aby se zabránilo úniku tepla. Tento parametr měření je důležitý především pro svrchní materiál výrobku. Z tohoto vyplývá, že nejvhodnější variantou je materiál M1 (Fleece). V případě materiálu M6 (polyesterová funkční síť) měření se provádělo pouze v kombinaci s materiálem M3 (džínovina) z toho důvodu, že na tuto textilie bude umístěn samotný vyhřívací element, který bude v těsném kontaktu s vyhříváním. Nicméně, hodnota měření je malá a to znamená, že materiál je dobrým vodičem, což znamená, že nebude zabránit průniku tepla od zdroje vyhřívání k tělu a může být využit jako osnova pro rozmístění elementu.

3.4 Charakteristika materiálů použitých v experimentu







Ve výše provedených experimentech byli vždy testovány šest plošných textilních materiálů, které byly zvoleny na základě předpokladu a taky na základě průzkumu trhu již existujících oděvních výrobků a doplňků s vyhříváním. Při výběru materiálů pro provedení experimentů prioritou byli textilií se schopností “spolupracovat“ s vyhříváním. Taky pomoci studia, které bylo provedeno v první části práci, byla věnována pozornost materiálům, ze kterých výrobce se obvyklé vyrábějí svoje výrobky a na základě této informaci byli zvoleny tyto šest materiálů pro ověření jejich vlastností a výběr nejvhodnějších materiálů pro realizaci vlastního navrženého výrobku.

Charakteristika materiálů, které se zúčastnili provedených experimentů, a taky jejich snímky jsou uvedeny níže.

Tabulka 16 Charakteristika materiálů použitých v experimentu

Mat.	Název mat.	Složení	Vazba	H_0 [sl/cm]/[n ₀ /cm]	H_u [ř/cm]/[n _u /cm]	Pl. hmotnost [g/m ²]	Tl. mat. [mm]
M1	Fleece	100 % polyester	Zátěžná jednocípná pletenina	x	x	245	4,8
M2	Fun. mat. 3D Spacer	100 % polyester	Netkaný materiál	x	x	244	3,6
M3	Džínovina	70 % bavlna/ 28 % polyest./ 2 % elastan	Keprová	50	30	320	0,9
M4	MT4/1	90 % micro PES/ 10 % elastan	Hladká jednocípná pletenina	15	30	258	0,7
M5	MT4/2	93 % bavlna/ 7 % elastan	Hladká jednocípná pletenina	15	17	178	0,7
M6	Polyest. fun. síť	100 % polyest.	Zátěžná jednocípná pletenina	x	x	76	0,5

Tabulka 17 Obrázky materiálů použitých v experimentu

M1	M2
	
M3	M4
	
M5	M6
	

3.5 Realizace navrženého výrobku

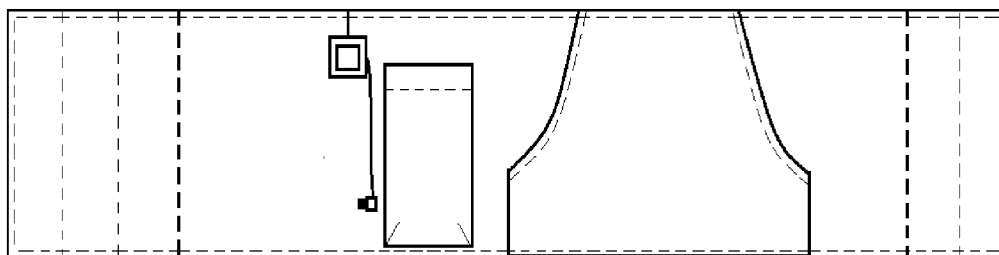
3.5.1 Výběr materiálů pro realizaci

Textilní materiály pro realizaci pásu byli zvoleny především na základě provedených experimentů a zkoušek. Vybrané textilie byly posouzeny z hlediska hlavních parametrů pro výrobky s vyhříváním: prodyšnost, výparný odpor, tepelný odpor a taky z hlediska izolačních vlastností, které byly pozorovány při stanovení stupně vyhřívání vyhřívacího elementu v kombinaci se zvolenými textilními materiály. Taky byl zohledněn průzkum trhu analogických produktů, textilních, oděvních výrobků a doplňků s vyhříváním. Na základě těchto výsledků pro realizaci pásu jako hlavní a vnější materiál byla zvolena textilie pod označením “M1“ (Fleece) a jako vnitřní materiál pro umístění elementu byla vybrána textilie pod označením “M3“ (Džínovina). Při rozhodování také hrálo role účel nošení – realizovaný výrobek určen k nošení na vrstvu, tzn bez přímého kontaktu s pokožkou.

3.5.2 Technologický postup realizace

Technický náčrt:

Přední díl



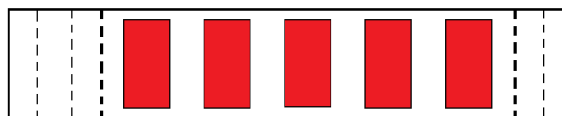
Obrázek 50 Přední díl pásu

Zadní díl



Obrázek 51 Zadní díl pásu

Vnitřní díl



Obrázek 52 Vnitřní díl pásu

Technický popis:

Přední díl:

Rovnoběžný pás bez tvarování, s vyhřívacím elementem, umístěným z rubní strany PD; nakládaná kapsa pro vyhřívání rukou a nakládaná 3D kapsa pro umístění akumulátoru, tlačítko pro zapínání vyhřívacího elementu, zapínání – suchý zip, ozdobné prošití v horním a dolním kraje pásu.

Zadní díl:

Rovnoběžný pás bez tvarování, zapínání – suchý zip, ozdobné prošití v horním a dolním kraje pásu.

Parametry a další informace(cm):

Parametry PD a ZD: 100×20;

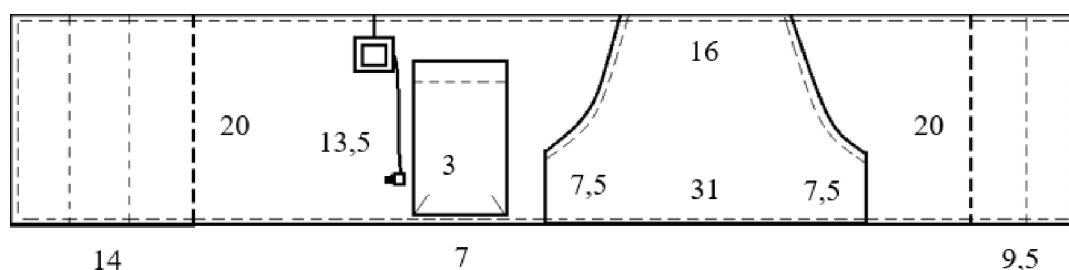
Parametry vnitřního materiálu pro umístění elementu: 74,5×18;

Vyhřívací element je umístěn rovnoměrně po délce vnitřního materiálu se stejným odstupem mezi vyhřívacími vložkami (~ 6,5), odstupy od horního a dolního kraje 2,25;

Švové záložky – 0,5;

Stehy: celý pás je ušit dvounitným vázaným stehem třídy 301, obnitkování – obnitkovací steh 504, upevnění drátu vyhřívacího elementu – ruční steh;

Další parametry – viz obr. 53.



Obrázek 53 Rozměrové parametry pásu

Soupis operací:

1. Připravit díly pásu: přední díl, zadní díl, vnitřní díl pro našití vyhřívacího elementu, kapsu pro vyhřívání rukou a kapsu pro umístění akumulátoru.
2. Na vnitřním díle označit umístění vyhřívacích vložek elementu.
3. Začistit obnitkováním okraje vložek vyhřívacího elementu.
4. Našit vyhřívací vložky elementu na vnitřní díl.

5. Na předním dílu pásu označit místo našít kapsy pro vyhřívání rukou a kapsy pro umístění akumulátoru.
6. Začistit obnitkováním okraje kapsy pro vyhřívání rukou v místech otvoru kapsy.
7. Boční okraje kapsy zahrnout směrem na rubní stranu a prošit.
8. Našít kapsu na přední díl pásu v podle označení (pouze v místech bočních okrajů).
9. Začistit obnitkováním dolní a boční okraje kapsy pro umístění akumulátoru.
10. Udělat 3D tvar rohů kapsy v dolním kraje kapsy pomocí záševků.
11. Udělat záhyb horního kraje kapsy směrem na rubní stranu a začistit okraj.
12. Našít kapsu na přední díl pásu podle označení umístění.
13. Vnitřní díl našít na přední díl pásu.
14. Jednotlivě rozmístit dráty vyhřívacího elementu na předním dílu tak, aby se spolu nedotýkali a bodově zafixovat pomocí ručního stehu.
15. Sešít přední a zadní díly pásu v dolním a horních okrajů, dolní a horní okraje přední kapsy současně všít do okraje pásu. V této operaci sjednocení předního a zadního dílu je potřeba nechat malý otvor pro vyndání drátu z vnitřní části pásu ven.
16. Otvor musí se nacházet v horním kraje pásu, z levé strany od kapsy pro umístění akumulátoru (viz. technický nákres).
17. Začistit okraje textilií, která je součástí tlačítka pro zapínání vyhřívacího elementu a našít na přední část pásu. Při našítí je potřeba nechat prostor pro drát, který je součástí tlačítka (všichni detaily – viz technický nákres).
18. Připravit suchý zip.
19. Našít obě části suchého zipu na kraje pásu podle technického nákresu.
20. Prošít pás ozdobným stehem v dolním a horním kraji pásu.

2.6. Stanovení stupně vyhřívání u realizovaného výrobku

Úvod:

Cílem provedení tohoto měření bylo finálně otestovat funkčnost vyhřívacího elementu ve stavu, že je implementován do hotového výrobku – pásu, a hlavně stanovit stupeň

vyhřívání v podmínkách izolace tělem, jelikož zatím v předešlých experimentech zkouška stanovení stupně vyhřívání byla provedena v podmínkách izolace pomocí polystyrenové podložky, která pouze simulovala izolaci lidským tělem. Nicméně měření teploty bylo provedeno taky i v podmínkách umístění pásu na polystyrenové podložce, tak, jak to bylo provedeno u předešlých experimentů. Vyhřívání bylo pozorováno ale pouze u režimů s nejvyšším a nejnižším stupněm vyhřívání, pro porovnání s ostatními výsledky a pozorování rozdílů v případě různých izolačních podmínek.

Při stanovení stupně vyhřívání “na těle“, byli ověřeny všichni tři režimy a pás byl oblečen na postavu, na první vrstvu oblečení – sportovní tričko (podle návrhu pás by měl být nošen na první nebo druhou vrstvu oblečení), tzn. byla provedena simulace nošení hotového výrobku.

V obou případech provedení experimentu byl stanoven stupeň vyhřívání:

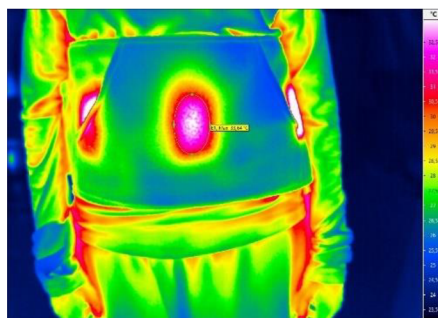
- a) Termografickým systémem – stanovení teploty povrchu;
- b) Dotykovým čidlem – stanovení teploty mezi izolační plochou a pásem, uvnitř kapsy a na povrchu kapsy.

Technické parametry přístrojů a proces provedení změření je k dispozici v Kap. 2.3.1 a 2.3.2.

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách níže:

Tabulka 18 Výsledky stanovení stup. vyhřív. pásu

Stup. vyhřív.	Termokamera (Stř. hodnota)	
	Umístění na tele	Umístění na polyst. podložce
Nejvyšší [°C]	32	33,6
Střední [°C]	33,5	x
Nejnižší [°C]	32,4	32



Obrázek 54 Měření teploty povrchu pásu na těle

Tabulka 19 Výsledky stanovení stup. vyhřív. pásu

Dotykové čidlo						
Stup. vyhřív.	Umístění na tele			Umístění na polyst. podložce		
	Na povrchu	Uvnitř kapsy	Mezi tělem a pásem	Na povrchu	Uvnitř kapsy	Mezi podložkou a pásem
Nejvyšší [°C]	37,2	38,7	37	47,8	35,6	44,8
Střední [°C]	35,4	36,8	36,4	x	x	x
Nejnižší [°C]	32,3	34,5	35,5	39,9	31,4	38,4

Závěr:

Výsledky experimentu ukazují, že:

- Celková teplota pásu nepřesahuje maximální doporučenou, a tak je v souladu s podmínkami na vyhřívání u textilních a oděvních výrobků, což bylo jedním z cílů a úkolů při návrhu a realizaci doplňku;
- Pás může být využit v plné míře – od režimů s nejnižším stupněm vyhřívání po nejvyšší, pochybnosti ohledně využití režimu s nejvyšším stupněm vyhřívání (byl pozorován přesah 45°C), které vznikly na základě předešlých zkoušek, odstraněny. Díky správně zvolené kombinaci textilních materiálů

pro realizaci výrobku, nedohází k přehřátí, teplo se dobře rozkládá po celé ploše a zbytečné teplo se uvolňuje;

- c) Při provedení zkoušky v podmínkách izolace tělem, výsledné hodnoty jsou nižší, což je taky dobrým výsledkem, protože v praxi realizovaný výrobek bude nošen na těle, nikoliv na polystyrenu, který byl pouze simulací izolačních podmínek v experimentech.
- d) Hodnoty, odpovídající výsledkům stanovení teploty termokamerou, jsou nižší než v případě měření dotykovým čidlem. Termokamera stanovuje stupeň vyhřívání v ploše, zatímco čidlo stanovuje teplotu bodově, což znovu ukazuje na správně vybraný materiál, které dokáže rovnoměrně rozložit teplotu, kterou produkuje vyhřívací element, a tím pádem zachránit uživatele od nadměrného přehřátí.

2.7. Výsledek a posouzení

Cílem práce bylo na základě průzkumu trhu již existujících oděvních výrobků s funkcí vyhřívání navrhnout a realizovat vlastní produkt – oděvní doplněk ve formě pásu. V předešlých kapitolách je stručně popsán celý proces: od návrhu až po samotný proces ušití doplňku, včetně provedení potřebných experimentů. Na základě tohoto praktického výzkumu, kterému byla věnována celá druhá část bakalářské práce, vznikl výsledný produkt, který je možné pozorovat na obrázku níže:



Obrázek 55 Realizovaný výrobek – pás s vyhříváním

Výrobek je určen pro dospělé, jak pro muže, tak i pro ženy. Může být využit ve třech velikostech v závislosti na typu postavy uživatele. Určen především pro nošení na první nebo druhou vrstvu oblečení jako doplňující element pro udržení tepelného komfortu lidského těla v podmínkách více chladného okolí.

Mezi výhody patří:

- Možnost dlouhodobého nepřetržitého provozu vyhřívání (Max. doba - 8,5 hodin, režim nejnižšího stupně vyhřívání, viz podrobnosti – Kap. 2.1);
- Možnost praní bez nutnosti odebírání vyhřívacího elementu a bez zvláštních požadavků na pracovní podmínky;
- Možnost současného vyhřívání rukou;

- Možnost přizpůsobit velikost podle rozměrových parametrů uživatele díky zapínání na suchý zip;
- Automatické vypínání vyhřívání po uplynutí doby 2,5 hodin, což ještě více zaručuje bezpečnost užívání, případně šetření energii akumulátoru;
- Konkurenční cena

Z tohoto posouzení a celé experimentální části plyne, že výrobek je bezpečný, má určité východy před konkurenty a plní svou funkci jako doplněk pro vyhřívání těla uživatele. Jsou ale “detaily” neboli doplnění, ze kterého plyne druhé řešení neboli alternativní návrh, který sice nebude realizován, nicméně bude popsán v následující kapitole.

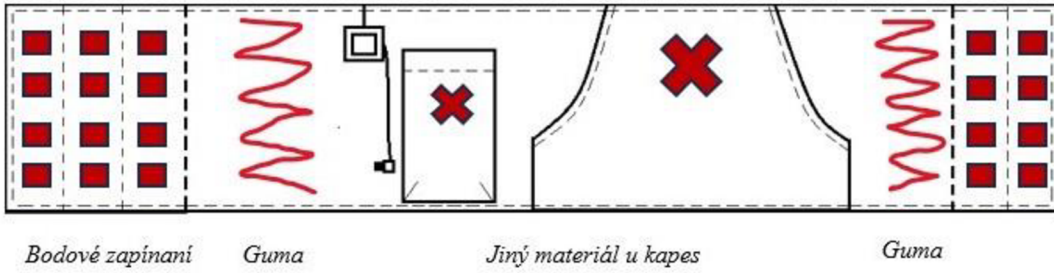
2.8. Alternativní varianta realizovaného výrobku

V této kapitole bude popsáno alternativní řešení na základě realizovaného výrobku. Níže jsou bodově uvedeny „změny“ již realizovaného doplňku:

- Pro realizaci kapsy na vyhřívání rukou a kapsy pro umístění akumulátoru by mohla být použita textilie s vyšší mírou pevnosti a opotřebením;
- Pro docílení lepší přiléhavosti doplňku k tělu mohlo by být použito řešení se zabudováním vysoce pružného textilního materiálu (gumy) do bočních oblastí pásu;
- Našití suchého zipu by mohlo být realizováno “bodově“ pro snadnější manipulování při zapínání/odepínání pásu, a ještě lepší komfort užívání;
- Jako návrh alternativního řešení realizovanému výrobku, pás by mohl být ušit ze dvou druhů textilií – vnější díl z textilního materiálu M1 (Fleece), vnitřní díl z textilního materiálu M4 (MT4/1), aby výrobek mohl být nošen přímo na tělo;
- Jako další řešení na vnitřním dílu pásu v oblastí zad mohla by být realizována kapsa pro vkládání bylinek pro aromaterapii, což je moderním trendem dnešní doby a mohlo by toto řešení pomoci dospět k většímu zájmu ze strany zákazníku a dodalo by výrobku další užitečnou funkci

Na schematických obrázcích níže jsou znázorněny změny – alternativní varianta realizovanému výrobku.

Přední díl, lícní strana:



Obrázek 56 Alternativní návrh – přední díl, lic

Zadní díl, rubní strana:



Obrázek 57 Alternativní návrh – zadní díl, rub

3.6 Dotazník spokojeností uživatelů

Po realizaci pás byl otestován skupinou uživatelů, kdy každý uživatel hodnotil výrobek z hlediska několika parametrů a komfortu nošení. Ocenění se provádělo vždy u každého režimu vyhřívání a po uplynutí doby 10 minut od okamžiku spouštění režimu. Zkoušení každého následujícího režimu se provádělo s intervalem 15 minut mezi sebou.

Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tabulce níže:

Tabulka 20 Dotazník spokojeností uživatelů 1

Hodnocení pásu z hlediska parametru vyhřívání									
	Uživ. 1			Uživ. 2			Uživ. 3		
St. vyhřív.	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Neutr. bod									
Mírně teplo		×	×			×		×	×
Teplo	×				×		×		
Horko				×					

Tabulka 21 Dotazník spokojenosti uživatelů 2

Hodnocení pásu z hlediska parametru vlhkosti									
	Uživ. 1			Uživ. 2			Uživ. 3		
St. vyhřív.	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sucho		×	×			×	×	×	×
Trochu vlhko	×			×	×				
Vlhko									

Tabulka 22 Dotazník spokojenosti uživatelů 3

Hodnocení pásu z hlediska komfortu nošení									
	Uživ. 1			Uživ. 2			Uživ. 3		
St. vyhřív.	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Komfortní	×	×	×					×	×
Mírně Komfortní				×	×	×	×		
Diskomfortní									

2.9. Závěr

Celá tato bakalářská práce byla zaměřená na vyvíjení vlastního produktu – oděvního doplňku ve formě pásu s funkcí vyhřívání. Práce znázorňuje postupnou cestu, jak byl docílen konečný výsledek: od studia oblasti smart textilních výrobků, e-textilu, topných oděvů a doplňků, až po návrh a realizaci vlastního produktu. Cílem bylo vyvinout výrobek tak, aby měl určité výhody před ostatními nabídkami, které už v současné době jsou na trhu.

Na základě průzkumu trhu byla stanovena současná situace v oblasti topných výrobků a pak byla navržena průměrná varianta. Byl pořízen hotový vyhřívací element, který je určen pro využití v oděvech. Po ověření jeho bezpečností a stanovení jeho technických parametrů pomocí provedení určitých experimentů, zda může být opravdu využit, byly provedeny další zkoušky pro výběr vhodného textilního materiálu pro realizaci navrženého výrobku. Byly zvoleny několik druhů textilií jako předpoklad pro ušití doplňku a změřeny jejich vlastnosti: tepelný odpor, schopnost propouštět vodní páru, prodyšnost. Také byla provedena zkouška praní vyhřívacího elementu a byl identifikován stupeň vyhřívání elementu v kombinaci se zvolenými textilními materiály. Na základě posouzení výsledků byla vybrána nejvhodnější varianta a výrobek byl zrealizován. Zhotovený doplněk se finálně otestoval na postavě a položený horizontálně a výsledek byl diskutován a posouzen.

Realizovaný pás splňuje původní cíl – má vlastní výhody před nabízenými výrobky, je plně funkční a splňuje bezpečnostní podmínky na stupeň vyhřívání. Jsou ale drobnosti, které mohli být realizovány jinak, proto bylo navrženo doporučení pro inovaci. Uvedený návrh v rámci této bakalářské práce sice nebyl realizován, nicméně byl popsán v závěrečné kapitole jako další možná a realizovatelná varianta.

2.10. Použitá literatura

- [1] PLIC, Václav. *Vyhřívání textilie pro smart textilní aplikace*. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň 2019
- [2] KOST', Lukáš. *Elektronické systémy integrované do Smart textilií*. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň 2019
- [3] BALABÁN, Jan. *Průmyslové chytré textilie*. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň 2018
- [4] Společnost Alpenheat. *Vyhřívání oděvy, produkty. Vyhřívání vesta*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://alpenheat.com/cs/produkty/vyhrivane-odevy/vyhrivana-fleece-vesta-fire-fleece-aj4-aj4g/>
- [5] Společnost Alpenheat. *Vyhřívání oděvy, produkty. Vyhřívání sukně*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://alpenheat.com/cs/produkty/vyhrivane-odevy/vyhrivana-sukne-fire-skirt-aj31/>
- [6] Společnost Alpenheat. *Vyhřívání doplňky, produkty. Vyhřívání bavlněné ponožky*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://alpenheat.com/cs/produkty/vyhrivane-ponozky/vyhrivane-ponozky-fire-socks-aj26-rc-bavlna-1-par/>
- [7] Společnost Alpenheat. *Vyhřívání doplňky, produkty. Vyhřívání rukavice*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://alpenheat.com/cs/produkty/vyhrivane-rukavice/vyhrivane-rukavice-fire-ski-ag20/>
- [8] The company Glovii. *Heated jackets and vests. Heated Men's jacket GTMB*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://glovii.com/en/412-339-gtb-heated-men-s-jacket.html#/7-size-l>
- [9] The company Glovii. *Heated underwear. Heated sweatshirt GJ1*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://glovii.com/en/359-265-gj1-heated-sweatshirt.html#/7-size-l>
- [10] The company Glovii. *Heated underwear. Heated pants GP1*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://glovii.com/en/363-273-gp1-heated-pants.html#/7-size-l>
- [11] The company Glovii. *Heated accessories. Heated universal belt GB1U*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://glovii.com/en/289-gb1u-heated-universal-belt.html>
- [12] The company ActionHeat. *Heated accessories. Heated fleece scarf*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://actionheat.com/products/actionheat-5v-battery-heated-fleece-scarf>
- [13] The company ActionHeat. *Heated accessories. Heated winter hat*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://actionheat.com/products/actionheat-5v-battery-heated-winter-hat?variant=42050828688>

- [14] The company ActionHeat. *Heated outerwear. Heated flannel shirt.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://actionheat.com/products/actionheat-5v-battery-heated-insulated-flannel-shirt>
- [15] Společnost VitalPeak. *Vyhřívání deky, boty, pásy. Vyhřívání pás VitalPeak HP 70.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.vitalpeak.cz/detail/vitalpeak-hp-70-7>
- [16] Společnost VitalPeak. *Vyhřívání deky, boty, pásy. Vyhřívání bota VitalPeak HP 40.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.vitalpeak.cz/detail/vitalpeak-hp-40-10>
- [17] Obchodní společnost Medisana. *Vyhřívání nákrčníky. Vyhřívání poduška na záda a ramena Medisana HP 630.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.moje-medisana.cz/pece-o-telo/tepelna-terapie/vyhrivane-nakrcniky/vyhrivaci-velka-poduska-medisana-61158-hp-630-na-zada-a-ramena>
- [18] Obchodní společnost Medisana. *Vyhřívání nákrčníky. Vyhřívání poduška na krk a ramena Medisana HP 622.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.moje-medisana.cz/pece-o-telo/tepelna-terapie/vyhrivane-nakrcniky/vyhrivaci-poduska-medisana-61156-hp-622-na-krk-a-ramena>
- [19] MBISE, E., DIAS, T., HURLEY, W. *Electronic Textiles. Smart Fabrics and Wearable. Technology.* Eastbourne, 2015. ISBN 978-0-08-100201-8
- [20] DOSTÁLOVÁ, Bohumila. *Studie možností využití manekýnů ve fyziologickém experimentu.* Technická univerzita v Liberci. Liberec 2006
- [21] Společnost Alpenheat. *Vyhřívání oděvy, produkty. Vyhřívání modul FIRE-dolTzourself.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://shop.alpenheat.com/cs/vyhrivane-odevy/7-alpenheat-velky-vyhrivaci-modul-fire-doityourself-9120045422740.html>
- [22] Robson, Karen, Pitt, Leyland, Kietmann, Jan. *APC Forum: Extending Business Values through Wearables,* MIS Quarterly Executive, 2016
- [23] ČECHURA, Martin. *Kontaktování chytrých textilií.* Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň 2019
- [24] AZO MATERIALS. *Carbon Fiber Based Heating Elements.* [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1624>
- [25] Obchodní prodejce Alibaba. *Topný polyamidový element.* [online] Dostupné na World Wide Web: https://www.alibaba.com/product-detail/3-7v-12v-24v-adhesive-flexible_1600228187881.html?spm=a2700.7735675.0.0.11f43050X2YGwS&s=p
- [26] Obchodní prodejce Alibaba. *Topné napájecí těleso.* [online] Dostupné na World Wide Web: https://www.alibaba.com/product-detail/12V-Powered-Heating-Element-ForClothes_60338004195.html?spm=a2700.7735675.0.0.11f43050X2YGwS&s=p

[27] Obchodní prodejce Alibaba. *Topný USB-nabíjecí element*. [online] Dostupné na World Wibe Web: [https://www.alibaba.com/product-detail/Usb-Rechargeable-Scarf-Heating-Piece-](https://www.alibaba.com/product-detail/Usb-Rechargeable-Scarf-Heating-Piece-Three_1600690773049.html?spm=a2700.7735675.0.0.11f43050X2YGwS&s=p)

[Three_1600690773049.html?spm=a2700.7735675.0.0.11f43050X2YGwS&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Usb-Rechargeable-Scarf-Heating-Piece-Three_1600690773049.html?spm=a2700.7735675.0.0.11f43050X2YGwS&s=p)

[28] Obchodní prodejce Amazon. *USB-nabíjecí vyhřívací podložky*. [online] Dostupné na World Wibe Web: <https://www.amazon.com/Clothing-DDSKY-Adjustable-Waterproof-Lightweight/dp/B07KC624Z9?th=1>

[29] Obchodní prodejce Amazon. *USB-nabíjecí vyhřívací podložky*. [online] Dostupné na World Wibe Web:

[https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[wdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[kyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[TIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=](https://www.amazon.com/dp/B0BDS81FCG/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B0BDS81FCG&pd_rd_w=4g4U6&content-id=amzn1.sym.46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_p=46bad5f6-1f0a-4167-9a8b-c8a82fa48a54&pf_rd_r=ATD4JRQDFDSYVTHD TT1G&pd_rd_wg=qimq7&pd_rd_r=383f86fa-d01b-4d45-845b-cd61e4a0eb51&s=hpc&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzQlhUSDhRSjQ3WE41JmVuY3J5cHRlZElkPUEwODkyOTc5MURXNTJaOEVBsk42ViZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwODANzkxMTRWTIZWNU5DNFAzUCZ3aWRnZXROYW11PXNwX2RldGFpbCZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=)

[30] VOJÁČKOVÁ, Veronika. *Elektricky vodivé nitě – jejich vlastnosti a využití při implementaci elektrických zařízení do oděvu*. Technická univerzita v Liberci. Liberec 2012

[31] TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI A A.S. ÚSTÍ NAD ORLICÍ, *Oděvy pro seniory se senzorickým, ergonomickým a fyziologickým komfortem, zejména mikina opatřena vyhříváním. Užitečný vzor vyhřívání pleteniny*. Technická univerzita v Liberci. Liberec 2020

[32] Shu Fang, Rui Wang, Haisu Ni, Hao Liu and Li Liu. *A review of flexible electric heating element and electric heating garments*. Journal of Industrial Textiles 2022.

[33] Obchodní prodejce Alza. *Příslušenství pro mobily. Xiaomi Mi Power Bank 3 Ultra Compact*. [online] Dostupné na World Wibe Web: <https://www.alza.cz/xiaomi-mi-power-bank-3-ultra-compact-10000mah-d6320950.htm>

[34] Obchodní prodejce Ahlborn. *Přístroj na měření teploty ALMEMO 2690-8AKSI*. [online] Dostupné na World Wibe Web: <https://www.ahlborn.cz/datalogger-sada-almemo-2690-8a-set-5-univerzalnich-vstupu.html>

- [35] Obchodní společnost TMV SS. *Přístroj na měření termokamera VarioCAM*. [online] Dostupné na World Wide Web: https://issuu.com/tmvss/docs/infratec-variocam-hd-h-en-mail?utm_medium=referral&utm_source=www.tmvss.cz
- [36] Obchodní prodejce Indesit. *Prací stroj INDESIT BTW L50300 EU/N*. [online] Dostupné na World Wide Web: <https://www.indesit.cz/i/indesit-volne-stojici-vrchem-plnena-pracka-5-0-kg/f159935>
- [37] KINCLOVÁ, Sabina. *Porovnání užitečných vlastností funkčních oděvů pro sportovní aktivity*. Liberec, Technická univerzita v Liberci. Liberec 2018

3. Seznam obrázků

Obrázek 1 Teplota různých částí těla	18
Obrázek 2 Ochranný oděv pro hasiče.....	20
Obrázek 3 Příklad chytrého řízení. Cyklistická vesta vyvinutá.....	21
Obrázek 4 Oblasti vyhřívání svrchního oblečení	24
Obrázek 5 Společnost Venture Heat, vyhřívání výrobků.....	25
Obrázek 6 Ponožky s vyhříváním společnosti Gobi Heat a šála společnosti Volt Heat	26
Obrázek 7 Druhy vodivých přízí	29
Obrázek 8 Vyhřívání pleteniny, aplikovaná do mikiny	31
Obrázek 9 Vyhřívání vesty Fire-Fleece	33
Obrázek 10 Vyhřívání oblasti vesty	33
Obrázek 11 Vyhřívání sukně Fire-skirt	34
Obrázek 12 Vyhřívání oblasti	34
Obrázek 13 Vyhřívání ponožek FIRE-SOCKS	35
Obrázek 14 Vyhřívání oblasti ponožek.....	35
Obrázek 15 Vyhřívání rukavice FIRE-SKI.....	36
Obrázek 16 Vyhřívání oblasti rukavic	36
Obrázek 17 Vyhřívání bundy GTMB	37
Obrázek 18 Vyhřívání oblasti rukavic	37
Obrázek 19 Vyhřívání trika GJ1	38
Obrázek 20 Vyhřívání oblasti trika.....	38
Obrázek 21 Vyhřívání kalhoty GP1.....	39
Obrázek 22 Vyhřívání oblasti kalhot	39
Obrázek 23 Vyhřívání univerzálního pasu GB1U.....	40
Obrázek 24 Vyhřívání oblasti pasu	41
Obrázek 25 Vyhřívání flísové šály.....	42
Obrázek 26 Vyhřívání čepice.....	43
Obrázek 27 Vyhřívání oblasti čepice.....	43
Obrázek 28 Vyhřívání košile	44
Obrázek 29 Vyhřívání oblasti košile	44
Obrázek 30 Vyhřívání pásu VitalPeak HP 70	45
Obrázek 31 Vyhřívání boty VitalPeak HP 40	46
Obrázek 32 Vyhřívání podušky Medisana HP 630.....	47
Obrázek 33 Vyhřívání podušky Medisana HP	47

Obrázek 34 Vyhřívací element Yosoo Health Gear	54
Obrázek 35 Použitý zdroj energie – power banka Xiaomi	55
Obrázek 36 Přístroj Almemo na změření teploty povrchu	57
Obrázek 37 Změření teploty povrchu přístrojem Almemo	58
Obrázek 38 Změření teploty povrchu přístrojem Almemo	58
Obrázek 39 Stanovení stupně vyhřívání “pod“ vyhřívací vložkou	59
Obrázek 40 Termokamera Vario CAM na změření teploty povrchu	60
Obrázek 41 Změření teploty povrchu vyhřívacího elementu termokamerou	61
Obrázek 42 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou	64
Obrázek 43 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou	64
Obrázek 44 Stanovení termokamerou stupně vyhřívání elementu v kombinaci s látkou	64
Obrázek 45 Prací stroj INDESIT BTW L50300 EU/N	66
Obrázek 46 Přístroj SDL M.....	70
Obrázek 47 Měření prodyšnosti textilií	71
Obrázek 48 Přístroj SGHP.....	73
Obrázek 49 Klimatická komora Votsch VC 0060.....	73
Obrázek 50 Přední díl pásu.....	79
Obrázek 51 Zadní díl pásu.....	79
Obrázek 52 Vnitřní díl pásu.....	79
Obrázek 53 Rozměrové parametry pásu.....	80
Obrázek 54 Měření teploty povrchu pásu na tele	83
Obrázek 55 Realizovaný výrobek – pás s vyhříváním	84
Obrázek 56 Alternativní návrh – přední díl, lic.....	86
Obrázek 57 Alternativní návrh – zadní díl, rub	87

4 Seznam tabulek

Tabulka 1 Teplotní parametry kůže osob při tepelném pocitu “Chladno” [20]	15
Tabulka 2 Porovnání metod Ashraje a Bedford [1].....	18
Tabulka 3 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání	48
Tabulka 4 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání	49
Tabulka 5 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání	50
Tabulka 6 Porovnávání technických parametrů oděvních výrobků s funkcí vyhřívání	50
Tabulka 7 Porovnávání technických parametrů vyhřívacích elementů.....	51
Tabulka 8 Výsledky změření teploty povrchu vyhřívacího elementu.....	58
Tabulka 9 Stupeň vyhřívání “pod“ vyhřívací vložkou	59
Tabulka 10 Výsledky změření teploty povrchu vyhřívacího elementu v kombinaci několika druhů textilních látek	65
Tabulka 11 Tabulka programů pracího stroje	67
Tabulka 12 Výsledky měření teploty povrchu vyhřívacího elementu po zkoušce praní.....	69
Tabulka 13 Výsledky měření prodyšnosti	71
Tabulka 14 Výsledky měření výparného odporu R_{ct}	75
Tabulka 15 Výsledky měření tepelného odporu R_{et}	75
Tabulka 16 Charakteristika materiálů použitých v experimentu.....	77
Tabulka 17 Obrázky materiálů použitých v experimentu	78
Tabulka 18 Výsledky stanovení stup. vyhřív. pásu	82
Tabulka 19 Výsledky stanovení stup. vyhřív. pásu	83
Tabulka 20 Dotazník spokojenosti uživatelů 1.....	87
Tabulka 21 Dotazník spokojenosti uživatelů 2.....	88
Tabulka 22 Dotazník spokojenosti uživatelů 3.....	88

5 Seznam příloh

Příloha 1 Chytré textilie a její projekty	99
Příloha 2 Chytré textilie a její nejnovější projekty	101
Příloha 3 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – nejnižší	101
Příloha 4 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – střední stupeň	102
Příloha 5 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – nejvyšší	102
Příloha 6 Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu v kombinaci několika druhů textilních látek (snímky z termokamery).....	103
Příloha 7 Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu po zkoušce praní (snímky z termokamery).....	106
Příloha 8 Variabilita měření prodyšnosti	108

6 Seznam rovnic

Rovnice 1 Bilance výměny vnitřního tepla	17
Rovnice 2 Tepelný odpor	19
Rovnice 3 Výpočet prodyšnosti.....	71
Rovnice 4 Výpočet tepelného odporu	73
Rovnice 5 Výpočet výparného odporu	74

7 Přílohy

Příloha 1 Chytré textilie a její projekty

Název projektu – doba trvání	Popis
WEALTHY září 2002 – únor 2005	Průkopnický výzkum využití tkanin pro monitorování EKG.
MyHeart leden 2004 – říjen 2007	Vývoj Inteligentních Biomedicínských Oděvů pro diagnostiku a léčbu zdravotních stavů.
BIOTEX říjen 2005 – únor 2008	Zaměřeno na vývoj biochemické senzory integrovatelné do textilií ve formě záplat, které by byly schopny snímat tělesné tekutiny.
PROETEX únor 2006 – leden 2010	Cílem bylo vytvořit chytré nositelné oděvy, které budou pomáhat pracovníkům při zásahu na mimořádné události zvýšit koordinaci a celkově zlepšit bezpečí a efektivitu.
STELLA únor 2006 – leden 2010	Cílem projektu bylo vytvořit natahovatelné a ohebné substráty s elektrickými propojí.
OFSETH březen 2006 – červen 2009	Zaměřeno na to, jak mohou být optická vlákna využita pro snímání životních funkcí, za předpokladu výroby technologií pro konvenční textilie.
CONTEXT leden 2006 – červen 2008	Projekt, kde cílem bylo vytvořit bezdotykové senzory pro monitorování EMG a EKG.
WearIT@Work leden 2004 – listopad 2008	Cíl byl dokázat propojení výpočetních systémů do oblečení a vytvořit tak rozhraní pro průmyslové prostředí.
DEPHOTEX listopad 2008 – říjen 2011	Vývoj ohebných fotovoltaických textilií.

PLACE-it únor 2010- leden 2013	Výroba platformy pro tenkou a přizpůsobivou propojovací technologii optoelektronických systémů
--------------------------------	--

Příloha 2 Chytré textilie a její nejnovější projekty

Název projektu – doba trvání	Popis
LifeCall EKG Heart Health Monitoring, Analysing and Warning System březen 2018 – srpen 2018	Triko s elektrodami a přístrojem pro měření EKG v reálném čase
MAXHEAT září 2018 – únor 2020	Systém vyhřívání oděvů snadno integrovatelný do oblečení
WEAFING leden 2019 – červen 2023	Nositelné elektro-aktivní látky v oděvech
WEARPLEX leden 2019 – prosinec 2021	Integrovaní tištěné elektroniky a elektrod na oděvy pro medicínské účely
TexRobots květen 2019 – duben 2021	Textilní aktuátory schopné snímání určené pro robotické aplikace
RoboTexTherapy květen 2019 – duben 2021	Zařízení pro mechanoterapii integrované do textilií fungující na principu fázové přeměny

Příloha 3 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – nejnižší

Číslo vložky	Nejnižší stupeň vyhřívání				
1.	39,7	38,6	40,1	39,8	39,5
2.	40,4	41,9	41,2	42,9	41,7
3.	39,7	39,8	42,2	42	42,3
4.	40,9	40,8	41	40,5	40,6
5.	40,7	40,7	42	39,2	39,6

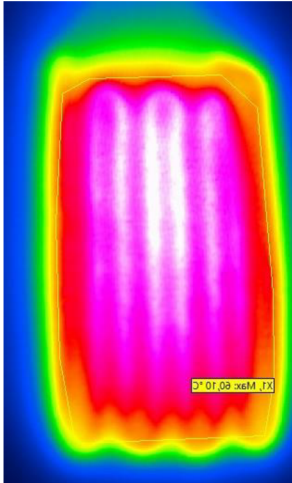
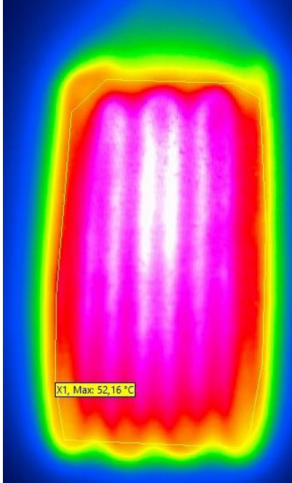
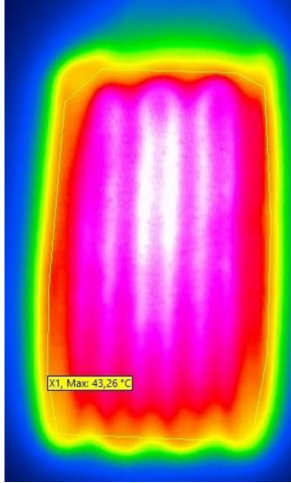
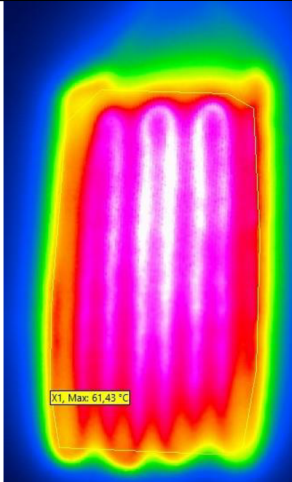
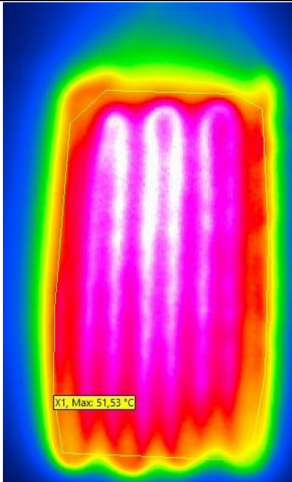
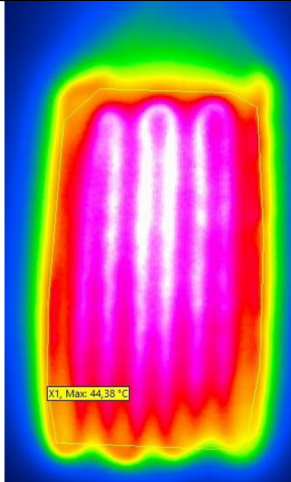
Příloha 4 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – střední stupeň

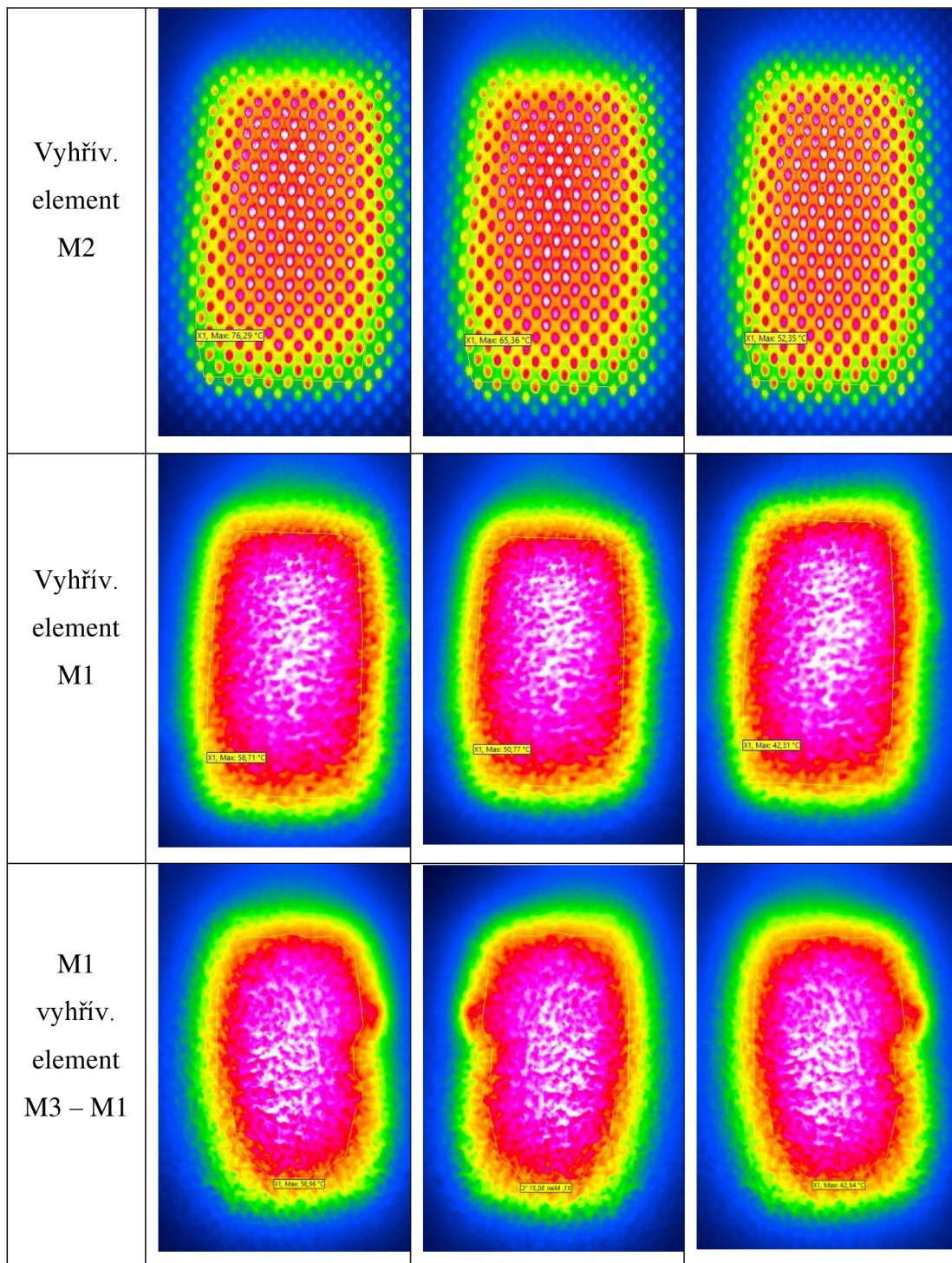
Číslo vložky	Střední stupeň vyhřívání				
1.	39,9	42,5	49,5	47	37,9
2.	46,1	48,7	47	47,3	43,5
3.	43,6	44,7	50,5	46,4	42,4
4.	46,4	45,5	49,2	46,9	45,3
5.	47,2	45,1	48,5	45,5	47,2

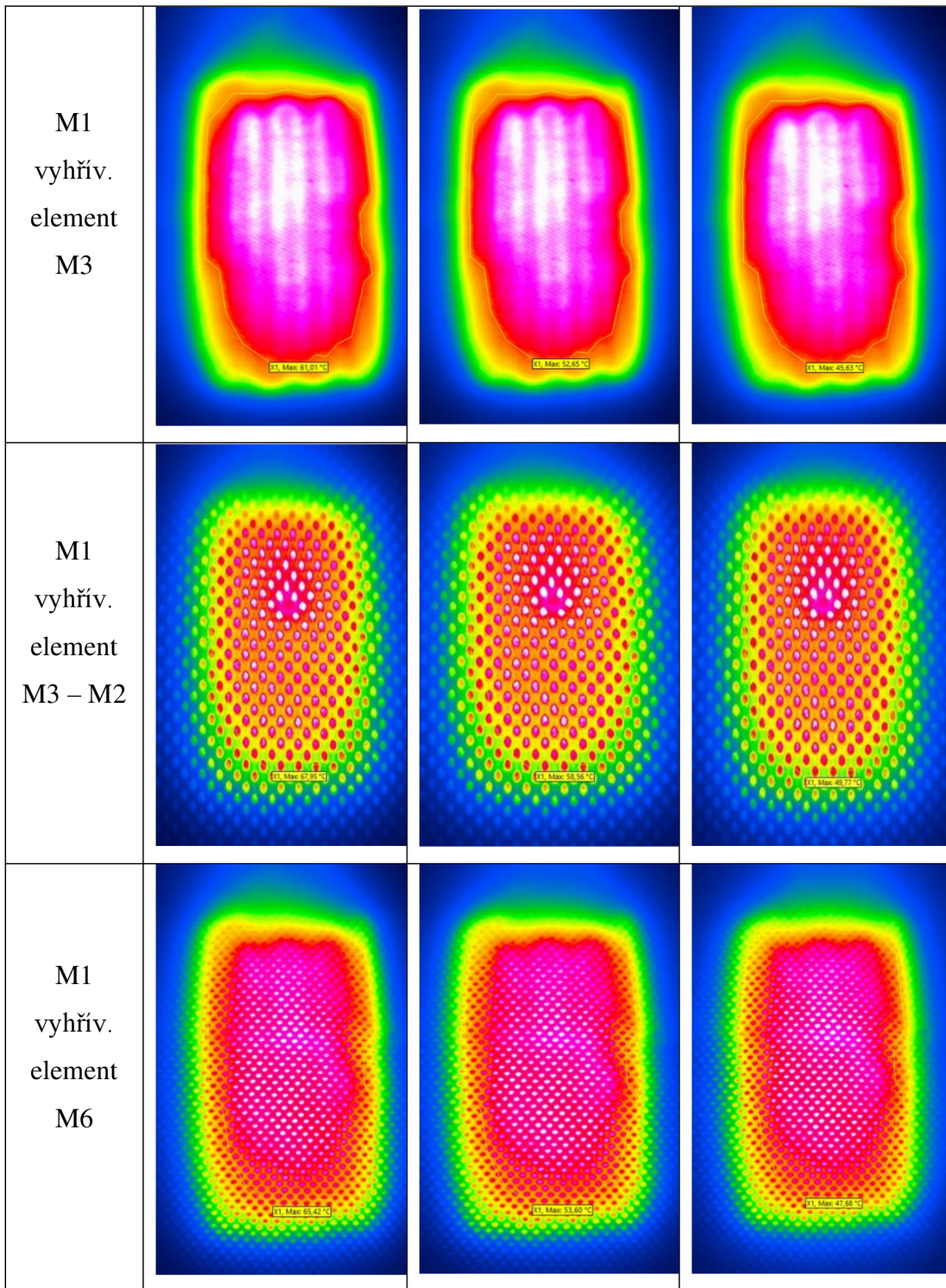
Příloha 5 Variabilita měření teploty povrchu vyhřívacího elementu – nejvyšší

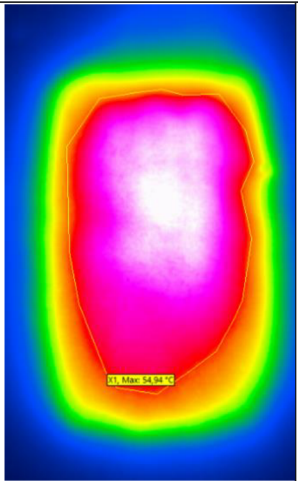
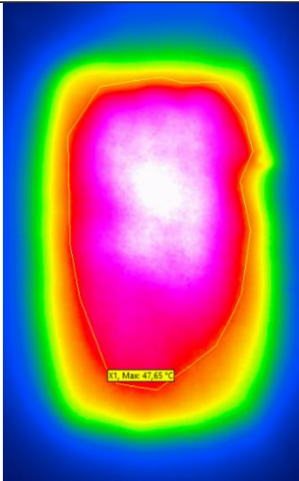
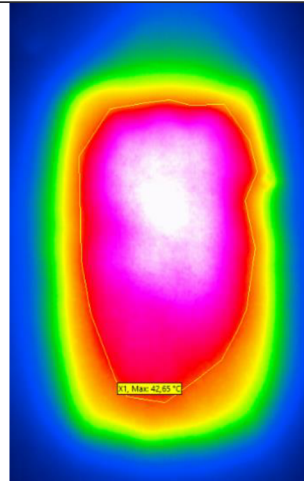
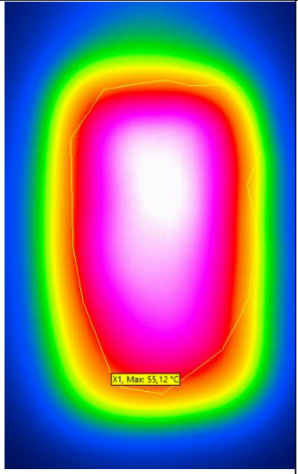
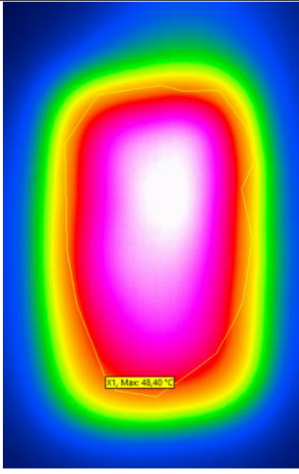
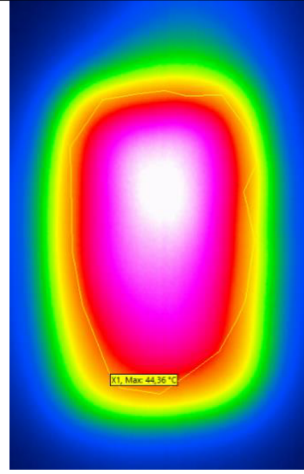
Číslo vložky	Nejvyšší stupeň vyhřívání				
1.	46	52,2	51,2	34,4	37,7
2.	45,1	50,3	53,7	48,7	49,3
3.	37,8	45	54,6	43,5	37,5
4.	50,8	49,2	52,2	45,3	39,8
5.	48,8	45,4	53,7	51,2	40

Příloha 6 Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu v kombinaci několika druhů textilních látek (snímky z termokamery)

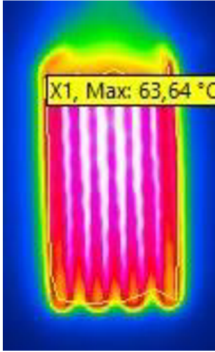
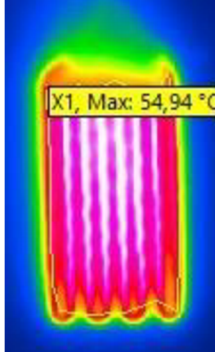
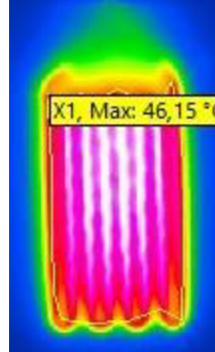
Komb.	Snímek z termokamery Nejvyšší stupeň vyhřívání	Snímek z termokamery Střední stupeň vyhřívání	Snímek z termokamery Nejnižší stupeň vyhřívání
Vyhřív. element – M5			
Vyhřív. element M4			

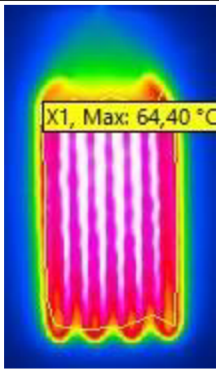
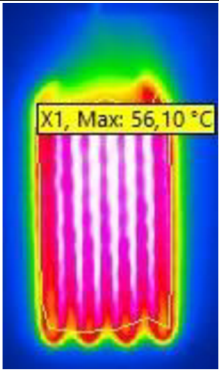
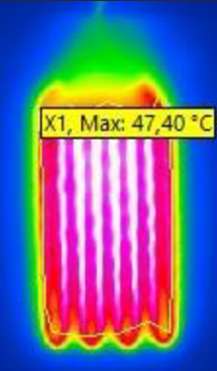
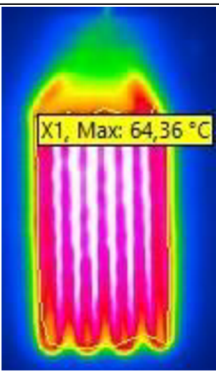
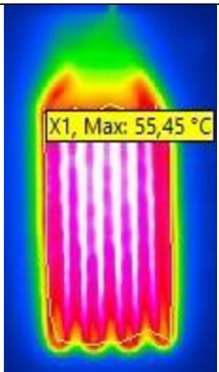
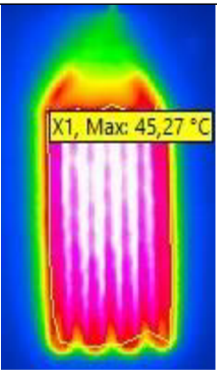
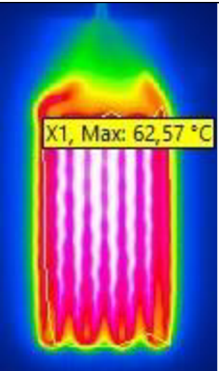
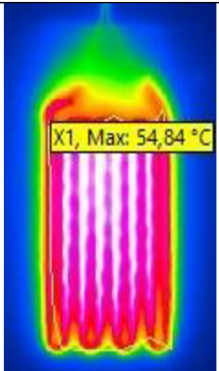
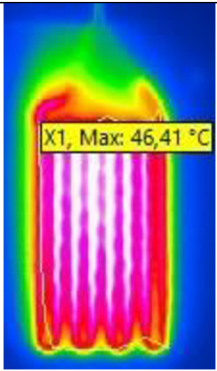
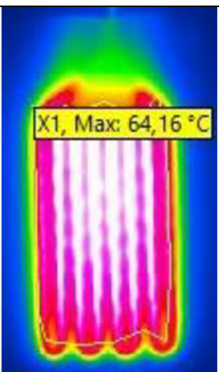
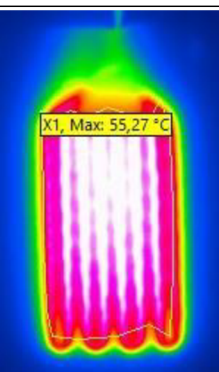
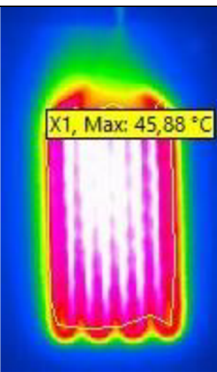




<p>M1 vyhřív. element M5</p>			
<p>M1 vyhřív. element M4</p>			

Příloha 7 Měření teploty povrchu vyhřívacího elementu po zkoušce praní (snímky z termokamery)

Č. vložky	Snímek z termokamery Nejvyšší stupeň vyhřívání	Snímek z termokamery Střední stupeň vyhřívání	Snímek z termokamery Nejnižší stupeň vyhřívání
1.			

2.	 <p>X1, Max: 64,40 °C</p>	 <p>X1, Max: 56,10 °C</p>	 <p>X1, Max: 47,40 °C</p>
3.	 <p>X1, Max: 64,36 °C</p>	 <p>X1, Max: 55,45 °C</p>	 <p>X1, Max: 45,27 °C</p>
4.	 <p>X1, Max: 62,57 °C</p>	 <p>X1, Max: 54,84 °C</p>	 <p>X1, Max: 46,41 °C</p>
5.	 <p>X1, Max: 64,16 °C</p>	 <p>X1, Max: 55,27 °C</p>	 <p>X1, Max: 45,88 °C</p>

Příloha 8 Variabilita měření prodyšnosti

Mat.	$q_v(ml/s)$				
M1	260	255	250,5	265	250
M2	x	x	x	x	x
M3	8,5	8	8,5	8	7,5
M4	28,5	34	32,5	33	32
M5	45	42	49	45	50
M6	x	x	x	x	x