

The Next Step

Bc. Oldřich Vojta, DiS.

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Design obuvi

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Oldřich Vojta, DiS.**
Osobní číslo: **K18428**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Design obuvi**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **The Next Step**

Zásady pro vypracování

1. Teoretická část:

Vypracujte studii na téma význam využití elektricky vodivých spojů a senzorů v oděvu a obuvi. Popište možné propojení s jinými wearables technologiemi.

2. Praktická část:

Zpracujte design obuvi využívající elektricky vodivé spoje v propojení se senzory. Aplikujte znalosti z teoretické části. Navrhněte prototyp takovéto smart obuvi ve vyhotovení jednoho páru. Doplňte návrhovými studii rozličných designových zpracování a stříhovými modelacemi s akcentací na znázornění elektricky vodivých cest.

Součástí odevzdané písemné práce je příloha elektronické verze diplomové práce na Flash disku, který bude rovněž obsahovat samostatné fotografie v tiskové kvalitě z praktické části diplomové práce.

Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300dpi, 250mm delší ze stran. Vektorový formát: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách.

Rozsah diplomové práce: 45 normostran

Rozsah příloh: 15 normostran

Forma zpracování diplomové práce: **Tišťená/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

GENOVA Aneta, MORIWAKI Katherine, Fashion and Technology: A Guide to Materials and Applications, Fairchild Books, USA: 2016, ISBN 978-1-50130-508-5

KAŇOVSKÁ Ivana, Móda a technologie: Pronikání inovativních tendencí do oděvního designu, Vysoká škola výtvarných umění v Bratislavě, Slovensko: 2016

JOHNSON Les, MEANY E. Joseph, Graphene: The Superstrong, Superthin, and Superversatile Material That Will Revolutionize the World, Prometheus Books, USA: 2018, ISBN: 978-1-63388-325-3

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Art. Ivana Kaňovská, ArtD.**
Ateliér Design obuvi

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka



MgA. Jana Buch
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 15. prosince 2019

PROHLÁŠENÍ AUTORA ~~BAKALÁŘSKÉ~~ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na ~~bakalářské~~ diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 5. 6. 2020

Jméno a příjmení studenta: Bc. Oldřich Vojta, DiS.

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Hlavní podstatou diplomové práce je výzkumná studie zabývající se využitím elektricky vodivých spojů a senzorů v oděvu a obuvi. Jaké jsou současné možnosti elektricky vodivých cest a jejich využití v textilním a oděvním průmyslu. Obuv zde figuruje jako jejich součást ve formě módního doplňku, který je doplněn o technologický gadget.

Praktická část diplomové práce vychází z aplikování znalostí z teoretické části. Zaobírá se postupem vývoje smart obuvi využívající senzorickou část. Tato obuv reflektuje zapojení technologických prvků jako její součást. Ty mohou být buďto fyzicky přítomny nebo figurují jen v náznaku, jako odraz designového zpracování.

Klíčová slova: smart-clothing, e-textil, smart-shoe, senzory, 3D pletení, myant, hybridní design, vodivé vlákno, vodivá příze

ABSTRACT

The main fundament of the diploma thesis is a research study addressing the use of electric conductivity and sensors in clothing and footwear. What are the current possibilities of electrically conductive paths and their use in the textile and clothing industry. The shoes here appear as a part of the clothing industry in the form of a fashion accessory, which is complemented by a technological gadget.

The practical part of the diploma thesis is based on the application of knowledge from the theoretical part. It addresses the process of developing a smart sensory footwear. This footwear reflects the involvement of technological elements in its parts, which can either be physically present or appear only in an implication, as a reflection of design processing.

Keywords: smart clothing, e-textile, smart shoe, sensors, sensing shoes, smart footwear, 3D knitting, Myant, conductive yarn, conductive fibre

Velice rád bych chtěl poděkovat všem, kteří mi jsou v mé práci oporou a inspirací. Jsou to lidé, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Jmenovitě: Mgr. art Ivana Kaňovská, ArtD., Olo Křížová, Dominik Stárek, Josef Doleček, Adam Jech, Ing. Pavel Stoklásek, Ph.D., prof. Ing. Petr Slobodian, Ph.D., MUC. Jan Finsterle, Doc. MUDr. Rastislav Hromádka Ph.D.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi věří i v momentech, u kterých čekám dlouhou dobu, než sám naleznu odpověď.

Tuto práci bych chtěl věnovat všem, kteří hledají nové cesty, často i na hranici pochopení svého okolí.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I. TEORETICKÁ ČÁST	13
1. STRUČNÝ NÁSTIN VÝVOJE MÓDY A ODĚVU NA PŘELOMU 19. A 20. STOLETÍ PO SOUČASNOST A JEHO ODRAZ VE SPOLEČNOSTI	14
1.1. SOUČASNÉ POTŘEBY JEDINCE VE VZTAHU K TEXTILU A ODĚVU	16
1.2. ZMĚNA TRENDU ZE STYLOVOSTI K UŽITNOSTI ROZHRANÍ	19
2. VÝZNAM VYUŽITÍ ELEKTRICKY VODIVÝCH SPOJŮ A SENZORŮ V TEXTILU A ODĚVECH.....	21
2.1. INTELIGENTNÍ ODĚVY.....	22
2.2. VÝBĚR INTELIGENTNÍCH ODĚVŮ	23
2.2.1. Chytrá bunda „Mp3blue“	23
2.2.2. Smart rukavice SensPro® 8101	24
2.2.3. Inteligentní košile	25
2.2.4. Smart podprsenka	26
2.2.5. Dětský sensorický obleček	27
2.2.6. Plavky detekující UV záření	27
2.2.7. Solární panely u oděvů, význam jejich využití	27
3. REVOLUCE JMÉNEM PROJECT JACQUARD.....	29
3.1. VÝZNAM PROJEKTU JACQUARD SPOLEČNOSTI GOOGLE ATAP.....	30
3.2. VÝZVA PROPOJITELNOSTI VODIVÝCH SPOJŮ.....	32
3.3. VÝZNAM APLIKACE TOTOŽNÉ TECHNOLOGIE NA ROZDÍLNÉ ROZHRANÍ PRODUKTŮ	34
3.3.1. Project Jacquard by Norton and Sons	35
3.3.2. Project Jacquard by Saint Laurent Paris.....	35
3.3.3. Project Jacquard by Levi Strauss & Co.....	36
4. STRUČNÁ TYPOLOGIE ELEKTRICKY VODIVÝCH VLÁKEN.....	37
4.1. ELEKTRICKY VODIVÉ VLÁKNO S KOVOVÝM STŘEDEM.....	37
4.2. ELEKTRICKY VODIVÉ VLÁKNO VYTVOŘENÉ PRINCIPEM POKOVENÍ.....	37
4.3. ELEKTRICKY VODIVÉ VLÁKNO HYBRIDNÍ, FIRMY CLEVERTEX®.....	37
4.4. VLÁKNA VYUŽÍVAJÍCÍ VODIVÝ POLYMER K DOCÍLENÍ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI	39
4.5. STAPLOVÉ VLÁKNO	39
4.6. NEKONEČNÉ VLÁKNO - FILAMENT.....	40
II. PRAKTICKÁ ČÁST	41
5. SENZORICKÁ OBUV.....	42
5.1. KONCEPT SMART OBUVI.....	43

5.1.1. Koncept smart obuvi pro firmu Miomove s.r.o.	43
5.1.2. Koncept smart obuvi vlastní výroby	44
5.2. VYUŽITÁ TECHNOLOGIE A NÁVAZNOST K POZNATKŮM Z TEORETICKÉ ČÁSTI	45
5.3. TESTOVÁNÍ NA CPS	47
5.4. ODBORNÉ KONZULTACE S DOC. MUDR. RASTISLAVEM HROMÁDKOU, PH.D. A MUC. JANEM FINSTERLEM.....	48
5.5. FUNKČNOST APLIKACE MIT APP INVENTOR A KOMUNIKACE S CHYTRÝM TELEFONEM.....	51
5.6. KONCEPT DESIGNOVÉHO ZPRACOVÁNÍ	53
5.7. KONEČNÝ ZÁKAZNÍK A SPOTŘEBITEL	53
6. INSPIRAČNÍ ZDROJE	54
6.1. MOODBOARD.....	55
7. DESIGN OBUVI.....	56
7.1. TVAR KOPYTA.....	56
7.2. POSTUP VZNIKU PODEŠVE	57
7.3. MODEL - HERMÉS	59
ZÁVĚR	61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
SEZNAM OBRÁZKŮ	66
SEZNAM PŘÍLOH	68

ÚVOD

Kultura člověka jednotlivce je kulturou nás všech. Každé specifikum jedince, nám přináší nahlédnutí do osobitosti, pocitů, ale rovněžtak i vyjádření sebe samotného. To jak se oblékáme nás definuje. Tím, kým jsme, či kým bychom rádi byli. Současná doba ovšem v tomto odvětví nabízí mnohem více než jen sebedefinici trendu či stylu. Žijeme v době vývoje nanotechnologií, které jsou provázány s rozvojem biotechnologií a informačních technologií, které postupně pronikají do textilního a oděvního průmyslu. S každým rokem vzrůstají požadavky na oblečení, a proto je nutné neustále zlepšovat a přidávat další vlastnosti textiliím. Jedním z takových příkladů mohou být inteligentní (smart) textilie.

Podstatou této diplomové práce je přinést přiblížení této změny, která nyní probíhá v průmyslu textilním i oděvním. Vývoj oděvu a textilu, který je nastíněn v první kapitole pojednává o prvních krůčcích radikálních změn na přelomu století 19. a 20. a je dále podroben možnému srovnání potřeb jedince století 21. Ten své oblečení nebere již jen jako expresi vlastních pocitů, ale uvědomuje si nutnost modifikace oděvu do podoby novodobých potřeb.

Druhá kapitola již přináší stručný výběr oděvů, které už udělaly pomyslný skok do 21. století a jsou chápány jako oděvy “inteligentní”, spadající do kategorie nositelné elektroniky.

Po představení si principů propojení technologie s oděvem, využití senzorů a jejich funkcí je třetí kapitola vyústěním těchto snah díky Projektu Jacquard americké společnosti Google ATAP. V této části práce je popsán potenciál využití nositelné elektroniky a senzorických technologií ve spojení s oděvem. Projektem Jacquard Google neprezentuje pouze chytré oblečení, tím primárním bodem tohoto technologického počínu je imerzivnost mezi výrobcem a kupujícím. Jde o vytvoření nového prostředí, ekosystému smart oblečení, které díky kupříkladu bundě značky Levi's může zažít běžný člověk.

Čtvrtá kapitola teoretické práce už slouží jako jakýsi uvaděč technologie elektricky vodivé příze. V této kapitole je představeno základní spektrum vláken a příze, která je elektricky konduktivní. Zde jsou popsány jejich charakteristiky a vhodnost jejich užití.

V praktické části diplomové práce je představena obuv využívající zapojení senzorické komponenty uvnitř obuvi. Tato obuv je podložena výzkumem a testováním.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. STRUČNÝ NÁSTIN VÝVOJE MÓDY A ODĚVU NA PŘELOMU 19. A 20. STOLETÍ PO SOUČASNOST A JEHO ODRAZ VE SPOLEČNOSTI

Jako Charles Frederic Worth ve své době, v závěru 19. století, přinesl průlom oděvní, potažmo módní tvorby skrze vznik tzv. Haute couture (doslova vysoké krejčovské umění). Ve století dvacátém se v jeho prvních letech udála v odívání po technologické stránce nejzásadnější změna, tou bylo zpopularizování a využití polymerů plastů ve světovém měřítku, kupříkladu pro využití k výrobě knoflíků. Dalším krokem bylo v roce 1930 objevení polyamidu s označením: “Nylon 6” a jeho o pár let pozdějšímu masivnímu rozšíření firmou DuPont ve formě již hotového produktu - punčochového zboží¹. Vyjma této novinky jde ale především o změny jednotlivých oděvních stylů. Pevně utažená struktura společenských vrstev doby minulé, dvorské, zajišťovala, že módní dopad na oděv byl řešen již po staletí výhradně šlechtou. Jenže důležitost stylu dvorských oděvů v 17. století, která se překlenula do haute couture ve století 19. to ve století 20. znamenal milník I. světové války. Ten nastavil společnosti zrcadlo a z přepychovosti a jedinečnosti dvorských rób přinesl odvrácení se od stylu módnosti a příklon k funkčnosti, které se docílilo industrializací podniků. Mechanizace oděvního a též i obuvnického průmyslu sice zavřela dveře pompéznosti a okázalosti doby předcházející, ale ukázala směr pokroku a revoluce a především nutnosti inovace. Již samotná Gabriele Chanel byla toho názoru, že žena by neměla být svázána korzetem, ale mělo by jí být umožněno volně se pohybovat a především se cítit v šatech pohodlně². Toto byl mezník nejen v oblasti módní stylovosti, ale představoval i obrovské posílení ženského práva, žena bez korzetu již nebyla ženou svázanou, s jen omezenou možností pohybu, pouhou ozdobou společnosti. Šaty stylu “*à la garçon*” neboli - ve stylu chlapce, přinesly ženám posílení a v dámském šatníku se nyní objevují i nohavicové kostýmy, které byly do té doby výhradou jen u mužů. Tento nový, v té době velice otevřený, přístup, přišel i s dalším vývojem v oblasti rozvoje oděvního a módního průmyslu spolu s jeho doplňky. Rázem se již neplnily přání jednotlivců v řádech jednotek kusů z módní produkce, ale zakázky se rozrostly do řádů tisíců či desetitisíců kusů³. Namísto investic do drahých materiálů na nákladné šaty začaly,

¹ HOEFER, Alfons, *Stoffe : 1. Textilrohstoffe, Garne, Effekte*, 7. völlig überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992, ISBN 3-87150-366-5

² CHALOUPKOVÁ, M.; *Dějiny odívání 20. století*, s. 3, 2015

³ ŠTÝBROVÁ, M.; *Dějiny obouVání - Boty, botky, botičky*; s. 171. NLN, 2009

nikoli ateliéry či studia, ale nyní již továrny a filiálky začaly investovat do strojního vybavení, aby byly s to připravit zakázky vojenských doplňků a potřeb, především pak uniforem a uniformních doplňků pro armády I. světové a II. světové války.

Poválečný dopad na spotřebitele znamenal sice odvrát od jedinečnosti stylu, nicméně zefektivnil produkci a nastartoval rozvoj průmyslově vyráběným kusům oděvů. To s sebou přineslo i rozvoj v technologii oděvních stříhů, výběru tkanin a nití a v neposlední řadě i pracovní nabídky pro válkou ekonomicky na dně se zmítající instituce rodiny.

II. světová válka pak byla již jen jakýmsi katalyzátorem zefektivnění a zlevnění produkce ošacení, kde funkčnost již nadobro přebila stylovost a vznik konfekce ve století 20. přinesl možnost každé rodiny vlastnit alespoň základní složky šatníku⁴.

Rozvoj konfekčního oblečení v poválečných letech postupoval doslova raketovým tempem, začaly vznikat specializovanější stroje, které ještě více usnadňovali výrobu jednotlivých kusů oblečení. K zavedeným návrhářům - salonům či značkám jakými byl: Paul Poiret, Elsa Schiaparelli, Jeanne Lanvin, Gabrielle Chanel, Christóbal Balenciaga či Madeleine Vionnet nebo například Salvatore Ferragamo přibyly nové: Christian Dior, Hubert de Givenchy, Pierre Balmain, což samozřejmě přimělo návrháře dbát na jistý kontrast, odlišení se od jednotnosti, která byla v uplynulých letech zapříčiněna dvěma světovými válkami. To samotné vedlo o několik dekád později k rozvedení zavedených sezóních kolekcí na kolekce přechodné. Ke kolekcím na jaro a léto přibyly tzv. "před-kolekce"⁵. To zvýšilo produkci na maximum.

Nyní zjišťujeme, že několik desetiletí trvajícím postupným výrobně technologickým rozvojem a celkový produkční rozmach není jen dokladem o možnosti výběru, nalezení si osobitého stylu, ale také nadprodukcí světového měřítko. To, co v před miléniové době znamenal průmyslový pozitivizmus se nyní projevuje jako problém zemí 3. světa. Státy jako Bangladéž, Indie, Čína se staly největšími znečišťovateli planety a textilní a oděvní průmysl se k tomuto smutnému prvenství zasadil nemalou měrou⁶.

⁴ BIBLIOTHECA UNIVERSALIS, Fashion History from the 18th to the 20th Century, Taschen, 2015, ISBN-13: 978-3836557191

⁵ DHILLON, Kam. What the Hell Are Resort and Cruise Collections and Why Are They So Lucrative?.[online]. [cit. 2020-06-16]. <https://www.highsnobiety.com/p/why-are-resort-cruise-pre-collections-important/>

⁶ MCFALL-JOHNSEN, Morgen. The fashion industry emits more carbon than international flights and maritime shipping combined. Here are the biggest ways it impacts the planet. [online]. [cit. 2020-06-14] <https://www.businessinsider.com/fast-fashion-environmental-impact-pollution-emissions-waste-water-2019-10>

Tento fakt v první dekádě nového tisíciletí přiměl světové značky jednat. To s čím začaly malé podniky a firmy se nyní objevuje i v nadnárodních společnostech. Je to otevřenost pro změnu, která je v přímé konfrontaci s výrobním artiklem. Tato změna pro “zelenější” výrobu přináší i otázky k větší personalizaci výroby jako takové. Styl jedince ve společnosti již není pouze odrazem jeho estetických tužeb, nyní je také ovlivněn podstatou, že oděv jako takový již musí zosobňovat určitou myšlenku, módní společnost přináší s oděvem i příběh. Tento příběh musí být vždy tím “dalším krokem vpřed”⁷. Proto se inovativnost stává nezbytností a klíčovým strategickým manévrem v textilním a oděvním průmyslu ⁸.text

1.1. Současné potřeby jedince ve vztahu k textilu a oděvu

Co nám textil či oděv může přinést? Co bude předznamenávat budoucnost v oděvním a textilním průmyslu? Jakou mírou budeme schopni zvýšit lidské fyzikální schopnosti?

Před tím, než bude možné změnit tyto požadavky, nároky na technologický posun v textilním a oděvním průmyslu, zlepšení fyzických aktivit člověka, musíme nejdříve těmto technologiím porozumět.

Kdybychom si položili otázku, jaký předmět je v našem životě při každodenních úkonech nejběžnější? Který využíváme nejvíce? Co si s sebou bereme do práce, který používáme když jsme s rodinou, dokonce i když jdeme na toaletu? Věc, která je s námi i v tak intimních momentech lidského života, jako je narození dítěte, svatba či pohřeb? Před zodpovězením si této otázky je důležité si představit koloběh dne jedince 21. století.

1.2. Případová studie dne jedince žijícího v současném světě 21. st.

Ráno po probuzení, kdy ležíme v posteli, ještě než vstaneme, otevřeme si jednotlivé sociální sítě. Během dvaceti minut se uvedeme do aktivní virtuální společnosti. Poté vstaneme, vysvlečeme se z oblečení, ve kterém jsme spali a jdeme se osprchovat. Po osvěžení ranní sprchou a osušení se oblečeme a vyrazíme, kupříkladu na kole, do práce. Po příjezdu, jelikož jsme spocení, se převlečeme do pracovního oblečení a začne nám osmihodinový interval dne. Během obědové pauzy se chceme posadit v parku a tak si sundáme košili a oblečeme triko s krátkým rukávem. Na konci pracovní doby se jdeme převléci a jedeme domů připravit se na večer s přáteli. Po příjezdu domů si vyndáme

⁷ V překladu: “*The Next Step*”

⁸ Textilní a oděvní průmysl, ve zkratce TOP

pracovní oblečení z batohu a převlečeme se z oblečení na kolo, ve kterém jsme se vraceli z práce. Osvěžíme se sprchou a oblečeme si ležérnější oblečení na večer s přáteli. Po příjemném večeru s přáteli zakončíme společné setkání v klubu při tanci a před půlnocí dorazíme zpět domů. Vysvlečeme si oblečení, ve kterém jsme byli celý večer, jdeme se omýt a převléci do nočního prádla. Vypneme upozornění na mód notifikací a nastavíme budík na další den.

Abychom porozumněli tomu co potřebujeme, musíme nejdříve porozumět tomu, co je pro náš každodenní život normou, aktivně si uvědomit jednotlivé úkony celého dne. Díky tomuto porozumění totiž budeme schopni si vytyčit priority a připravit se na stěžejní úkony tak, aby byly co nejkvalitněji odvedené.

Jestliže byla položena otázka: “Jaký předmět používáme ve svém životě nejvíce?” Odpověď na snadě by byla - mobilní telefon a je to jednoduché, proč by to měl být právě tento předmět. Využíváme ho během dne k mnoha rozličným úkonům. Pravidlo, že do mobilního telefonu píšeme pouze sms zprávy a telefonujeme s ním, případně posloucháme FM rádio již dávno není aktuálním. Nyní je to skrze možnost připojení se k internetu zdroj informací, poslechu hudby přehravač, fotoaparát či již v brzkých ranních hodinách - budík. Je to nástroj, který rozšířil své původní zaměření a postoupil ho v proudu času, vývoje nových technologií a jejich miniaturizaci do zcela nového chápání, jak rozumět pojmu mobilní telefon. Nicméně i přes tyto vlastnosti nelze prvenství každodenně nejpoužívanějšího předmětu upřít právě - textilu. “Využití oděvních textilií jako rozhraní pro přehrávání informací je přirozené, protože oděv tvoří integrální část člověka a doprovází ho během většiny činností⁹.”

Ať už v podobě oděvu, osušky, ložního prádla, pohovky na které sedíme v kanceláři aj. Jsme s ním v neustálém kontaktu s naší pokožkou. Když se narodíme, jsme zabalení do příkrývky, která nás chrání před vnějšími vlivy, abychom neprochladli. Textil tak plní funkci termálně profylaktickou. Když zemřeme naše tělo leží v rakvi. Jsme oblečení jelikož oděv plní funkci sociálně morální. Představuje odkaz na tradici naší kultury, ve které jsme žili.

Pokud tedy v našich životech textil plní takto nezastupitelnou roli, musíme porozumět jeho výrobním procesům, abychom ho mohli posunout dále a vyrobit ho lépe, personalizovat ho

⁹ LIZÁK, P. - MILITKÝ, J.; Technické textilie. Nadácia pre rozvoj textilného vysokého školstva v Ružomberku; 2002, str. 302

do takové podoby, která bude vyhovovat denním potřebám a aktivitám člověka žijícího v 21. století.

Jestliže je společnost schopna vyrobit textil, který se našim denním aktivitám bude umět přizpůsobit, musíme začít od vlákna a jeho možnému vylepšení. Z vlákenných staveb přechodem k přízi a od té k samotné tkanině, respektive textilu jako takovému, až po konečný produkt, který je z něho vyroben, či ho obsahuje. Pakliže je očekáváno, že venku bude v dohledné době pršet, faktor, který je od oděvu vyžadován je, aby se usušil rychle a neomezoval nositele v naplnění jeho denní potřeby. Pokud je součástí dne fyzická aktivita, ve které je očekáváno, že se nositel zapotí, bude patřičné, aby v sobě měla textilie antibakteriální prvky, díky kterým se předejde nejen zápachu, ale také vzniku mykotických či jiných kožních problémů. Porozuměním tohoto, ve spojení se znalostí textilní výroby je pak na snadě určit jaký typ stroje, příze, typu textilní vazby, tedy výrobního procesu je vhodné využít a daný oděv postoupit výše, personalizovat ho díky využití toho nejvhodnějšího materiálu, jehož vlastnosti jsme si předem vygenerovali.

Pakliže porozumíme tomu, jak lze vyrobit lepší materiál, přiblížíme se k porozumění jaký nejvhodnější tvar a vlastnosti má výsledný produkt mít. Protože jestli takovýto materiál bude mít možnost se rychleji vysušit, nebo dokonce odvádět pot přímo v průběhu nošení tak, aby to nositeli zpříjemnilo čas, kdy takovýto oděv má oblečený na sobě. Vedle pocitů zpříjemnění, při aplikovatelnosti u sportovního oblečení, může dojít dokonce k pozitivnímu ovlivnění samotného sportovního výkonu, když si kupříkladu půjdeme zaběhat.

Předdefinováním si vlastností, jež nositel potřebuje od svého oděvu získat, dojdeme k momentu definice jednotlivých parametrů pro výrobní linku, kde takovýto oděv vznikne. Takovéto postupy nás dovedou k ujištění, ve kterém zjistíme, že využitím nových technologií nejenže inovujeme textil jako takový, ale skrze něj i oblečení. To představuje nejen sešitý střih do jednoho celku tak, aby zakrýval lidské tělo, což je vyžadováno v západní společnosti, ale především je odrazem kultury lidské společnosti a místa působení jedince. Jestliže je móda brána jako určitou formu umění¹⁰, sportovní oblečení je možno brát jako formu jisté ochrany těla nositele¹¹. Význam inovatičnosti v textilním a oděvním průmyslu neznamena potlačení řemeslných technik, ale naopak skrze jejich

¹⁰ Z televizního dokumentu: Diana Vreeland - The Eye Has To Travel

¹¹ TEDx TALKS. Textile that improves the human performance, Borre Akkersdijk, TEDxUniversiteitVanAmsterdam. [online] 28.6.2018 [cit. 2020-06-13]. <https://www.youtube.com/watch?v=CpPraZscvNM&t=17s>

využití spolu se začleněním nových systémů a modelů do výroby přináší vylepšení a mnohdy i usnadnění každodenního životního rázu nositele. Jeho náročnost od průmyslové revoluce strmě stoupá a zatěžuje biologickou predispozici toho, co zvládneme jako jedinci ve společnosti. Lze tedy tento vývoj chápat jako přirozenou obranyschopnost organismu bránit se nepřízní vnějším vlivům a psycho sociálním nárokům.

Styl a estetika jsou pokládány jako tažný nástroj žebříčku hodnot a komunikace ve společnosti¹². Je tedy nezbytné si nejdříve uvědomit a definovat, co pojem "móda" představuje v kontextu materiálně sociálním. Lze ji brát pouze jako otázku frivolnosti osobnosti jedince, potažmo společnosti jako takové? Oděv znamená mnohem více než jen náladu. Je ukazatelem kulturně sociálního statusu jedince ve společnosti, individuality v průběhu časového spektra. "Oděvy jsou bezprostředním rozhraním - styčnou plochou - s prostředím a stávají se tedy konstantními vysílači a přijímači emocí, zážitků a mínění."¹³

1.3. Změna trendu ze stylovosti k užitnosti rozhraní

Na přelomu devadesátých let a nového tisíciletí mobilní telefon pronikl prakticky do každé domácnosti. Jeho podoby začaly být natolik dostupným zbožím, že kupříkladu telefon Nokia 3310, byl nejprodávanějším a jedním z nejúspěšnějších telefonů na světě¹⁴. Nicméně každý chtěl mít odlišný kryt telefonu, aby s ním budil emoce a vypadal jinak. Odlišil jednoho od druhého tím jak vypadal, jak se prezentoval. Vysvětlení je jednoduché, jeden totožný telefon, jeden a ten samý totožný produkt měla naprostá většina celku, sociální skupiny. Lze tedy přirovnat onu trendovost v obměnách krytu jednoho totožného produktu - telefonu, k trendovosti oděvu? Lze toto porovnat v době, kdy každý na sobě nosíme, v rámci oné technické specifikace, totožný produkt - oděv?

Přestože se toužíme jeden od druhého odlišit, barevností, materiálem nikoli však technickým parametrem. Trendový, tedy módní oděv si nevybíráme podle toho, co od něj vyžadujeme, ale podle toho jak v něm budeme vypadat jako jedinec v rámci určitého společenství. Tedy alespoň v rámci hlavního módního mainstreamu odívání.

¹² SEYMOUR, S. Functional Aesthetics - Visions in Fashionable Technology. 2010th Ed. Springer. 2011. s. 10. ISBN-13: 978-3709103111

¹³ LIZÁK, P. - MILITKÝ, J.; Technické textilie. Nadácia pre rozvoj textilného vysokého školstva v Ružomberku; 2002, str. 302

¹⁴ Telefon se prodával mezi lety 2000 až 2005 a vedl žebříček prodejnosti

Na tomto příkladu lze ovšem přednést i změnu trendovosti v přímé konfrontaci technologického pokroku. Jestliže jsme se na začátku milénia odlišovali tím, jaký kryt na telefonu využijeme, jelikož na trhu mobilních telefonů nebylo zařízení, které by se odlišovalo jinak než tím, že by mělo FM radio přijímač, umělo psát SMS a telefonovat. V době druhé poloviny desátých let 21. století byl v roce 2007¹⁵ představen Stevem Jobsem Apple iPhone. Revoluční minimalistické zařízení, které přineslo na trh elektroniky, konkrétněji mobilních telefonů, novou položku - smartphone. Tento chytrý telefon, který jako vůbec první využíval operační systém iPhone OS 1.0¹⁶ Toto zařízení bylo ovšem známe i v něčem zcela jiném než jen technologiemi, byla to pro mnohé negativní vlastnost a to nemožnost modifikace čelního a zadního krytu, který by byl součástí telefonu a neobaloval ho dalším plastovým materiálem tak, jak tomu je nyní. Tento fakt ovšem přinesl trend, který známe i v současnosti. Uniformita vzhledu podlehla technologickým parametrům. Je tento model možný aplikovat i ve vztahu k textilu či oděvu?



Obrázek č. 1 Steve Jobs představuje první iPhone¹⁷

¹⁵ TURETTA, J. Steve Jobs iPhone 2007 Presentation (HD). [online]. YouTube.com. 13. 5. 2013. [cit. 2020-06-11] <https://www.youtube.com/watch?v=vN4U5FqrOdQ&t=6s>

¹⁶ V současnosti známý pod zkratkou iOS

¹⁷ GUGLIELMO, C. 10 years ago today: Remembering Steve Jobs make iPhone history. [online] 27.1.2017. [cit. 2020-02-03]. <https://www.cnet.com/news/iphone-at-10-apple-steve-jobs-make-iphone-history-remembering/> [online], 2020, 2. 3.

2. VÝZNAM VYUŽITÍ ELEKTRICKY VODIVÝCH SPOJŮ A SENZORŮ V TEXTILU A ODĚVECH

“Co nacházím v textilu, jako fascinující moment, je, že struktura textilu samotného je naprosto srovnatelná se strukturou dotykových obrazovek, které užíváme každý den na svých mobilních zařízeních a tabletech. To znamená, že pokud vyměníme některé z nití v textilu nitěmi elektricky vodivými, budeme schopni utkat textílii, která umí rozeznat spektrum jednoduchých dotykových gest. Stejně tak, jako u normálních dotykových panelů v mobilních telefonech¹⁸.”

Skrytím, respektivě začleněním elektricky vodivé příze již při výrobním procesu textilu, získáme interaktivní zařízení, které může být transformováno, dle zvolené výrobní technologie z metrážového textilu do podoby finálního produktu, totiž oděvu. Tímto, uděláme první krok k integraci počítače a výpočetní technologie do zcela nového objektu, materiálu, oblečení. Tato forma navíc bude natolik přizpůsobenou vlastnostem textilu, že si budeme moci sami zvolit, jestli chceme, aby tato integrace byla oku viditelná, či naopak cestou naprosté neutrality splývala se zbytkem materiálové plochy¹⁹.



Obrázek č. 2: Příklad začlenění elektricky vodivé dráhy formou zatkáání konduktivní příze již při výrobě materiálu²⁰.

¹⁸ ATAP, GOOGLE. Welcome to Project Jacquard. [online]: YouTube.com, Google LLC, 29.5.2015, [cit. 2020-06-13], <https://www.youtube.com/watch?v=qObSFfdfe7I>

¹⁹ ATAP, GOOGLE. Welcome to Project Jacquard. [online]: YouTube.com, Google LLC, 29.5.2015, [cit. 2020-06-13], <https://www.youtube.com/watch?v=qObSFfdfe7I>

²⁰ ATAP, GOOGLE. Welcome to Project Jacquard. [online]: YouTube.com, Google LLC, 29.5.2015, [cit. 2020-06-13], <https://www.youtube.com/watch?v=qObSFfdfe7I>

Toho lze dosáhnout pouhou změnou techniky tkaní při výrobě textilního materiálu. Což nabízí usnadnění a volnost vlastní kreativity pro návrháře a volbu jejich rukopisu. Pokud tedy vezmeme v potaz technologický pokrok, který nastal s představením nového typu mobilního zařízení - iPhone, z mobilního telefonu se stává smartphone²¹ a uniformita trendu vzhledu produktu, který do jisté míry suploval funkčnost zařízení, je nyní potlačena funkcí přístroje, který se stal doslova naší "prodlouženou rukou". Pakliže připustíme jisté porovnání s oděvem, dojdeme k závěru, že jestliže aplikujeme stejný proces do textilního a oděvního průmyslu, obohatíme ho funkcemi, bude možné se odprostit od trendovosti stylu a přejít k užitnosti rozhraní. Trendem se stane, že oblečení již nebude pouze vypadat jedinečně, ale díky jeho funkcím budeme sami na vlastní kůži pociťovat skrze personalizované technologie jedinečnost propojení technologií s námi samotnými. Budeme schopni se skrze něj přiblížit našim přátelům, doslova. Tím, že nás naše oblečení provede džunglí města, ve kterém jsme třeba do té doby nikdy předtím nebyli a to tak, že se přes bluetooth napojí na GPS modul a do sluchátek nás bude navigovat uličkami, námi nikdy nepoznaného místa, nebo že si poklepáním na rukáv pořídíme skupinovou fotku se všemi zúčastněnými aniž by na fotografii chyběl fotograf daného snímku²².

2.1. Inteligentní oděvy

Chytré oděvy jsou vyrobeny z textilních materiálů a doplněny o různorodou kombinaci elektronických komponentů. Nové typy vláken a příze, textilních materiálů a nano elektronických součástek dávají vzniku hybridnímu designu - nositelné elektroniky. Tato nositelná elektronika v podobě standardních modelů oděvů rozšiřuje cestu pomoci v jejím nositeli v různorodých momentech, dle přednastaveného módu či celkově typu dané technologie a jejímu umístění.

Inteligentní nositelnou elektronikou, se zabývá několik společností. Jsou to například: česká společnost APPLYCON, firma SCOTTeVEST, výrobce oděvů značky ROSNER z Německa. Mezi další společnosti, které se zajímají o tyto technologie využitelné v oděvech jsou firmy: Infineon Technologies či firma Eleksen z Velké Británie nebo samotný koncern Google.

²¹ Steve Jobs při představení první generace Apple iPhone v roce 2007

²² Díky *Project Jacquard* je možné se skrze vetkané senzory spolu s připojeným hardwarem propojit se smartfonem, který může posloužit jako fotoaparát a senzor vetkaný do rukávu nám poslouží jako samosposuť propojená skrze bluetooth s mobilním zařízením.

2.2. Výběr inteligentních oděvů

2.2.1. Chytrá bunda „Mp3blue“

Firma německého výrobce oděvů, značka Rosner, spolu se společností Infineon technologies, jejichž portfolio zaplňuje produkce polovodičů, vypracovala již v roce 2004²³ bundu s názvem Mp3blue, která slouží nositeli jako klasická bunda, nicméně je opatřena přehrazačem Mp3. Jednotlivé klávesy na ovládání jsou poté situovány do rukávu bundy a to technikou využívající elektricky vodivé vlákno. Náhlavní souprava sluchátek je poté umístěna do oblasti límce, kde je rovněž i mikrofon.



Obrázek č. 3: Inteligentní bunda Rosner z roku 2004²⁴,

Plzeňská firma Applycon je na českém trhu již po jedenáct let²⁵ specialistou na výrobu elektroniky do inteligentních oděvů. Specialitou této společnosti je pak samotné prototypování a spolupráce s výzkumníky ze ZČU v Plzni²⁶. Díky týmové práci širokého spektra odborníků jdou cestou od prvotních nákresů, prototypování až k momentu testování finálního modelu, kdy testováním zjišťují, jakou mechanickou náročnost daný výrobek snese, či jak ho dále zpracovat do podoby vhodné pro finálního spotřebitele. Tato elektronika, která je v bundě zabudovaná je připravena tak, že lze s bundou, dle oficiálního

²³ MARKET NEWS, Rosner Introduces Jacket with Integrated Infineon Electronics - Concept of Wearable Electronics Gains Momentum. [online]. 26.7.2004. [cit. 2020-06-16]. <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/market-news/2004/132017.html> (cit. 16. 6. 2020)

²⁴ VŠETEČKA. R. V Plzni vyrábějí chytré oblečení. [online] 18.6.2008 [cit. 2020-06-14]. https://www.idnes.cz/technet/technika/v-plzni-vyrabeji-chytre-obleceni-umi-volat-i-nabijet.A080617_144151_tec_technika_vse

²⁵ Dle výrobce produktu

²⁶ Západočeská univerzita v Plzni

vyjádření výrobce, zacházet stejně, jako s klasickou bundou, která je prosta elektronických komponentů. Je tedy možné bundu prát, ždímat. Jediným krokem k tomuto je zapotřebí vyjmout hardwareovou komponentu, jež je počítačem celého oděvu. Jediným doporučením omezující klasické čisticí techniky textilu je proces sušení, pro který tato bunda není vhodná a to právě kvůli vysokým teplotám při procesu sušení. V současné době se tato firma zabývá především výzkumem a vývojem pracovních oděvů vhodných pro záchranné sbory hasičů, vojáků, záchranářů aj. Mezi jejich nová zařízení je například smart rukavice.

2.2.2. Smart rukavice SensPro® 8101

Tato chytrá rukavice z roku 2018 vznikla ve spolupráci s firmou Holík International ze Zlína je schopna sledovat teplotu, měřit vlhkost, přítomnost toxických plynů či lokalizaci hasiče uvnitř objektu, ale i důležité tělesné funkce zasahujících osob²⁷. Tato rukavice SensPro® 8101 je natolik úspěšným produktem spadajícím do smart nositelné elektroniky, že je po něm poptávka i v zahraničí. O kvalitu provedení a celkovém pojetí svědčí i fakt, že je oceněna RedDot Award, jednou z nejprestižnějších ocenění za design na světě! Za designovým zpracováním stojí dvojice designerek Marcela Mlčková a Jana Buch²⁸.



Obrázek č. 4 Rukavice značky Holík International se zabudovanými senzory. Vlevo při zásahu za použití laserového ukazovátka.

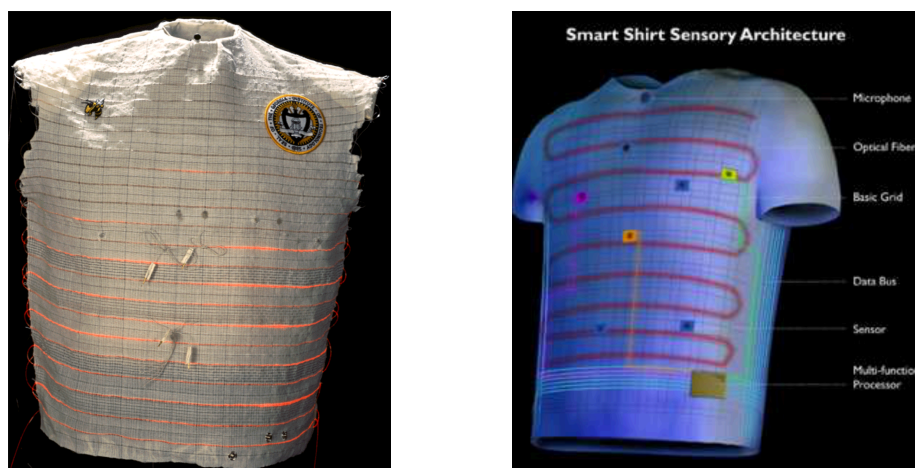
²⁷ Dle vedoucího výzkumného týmu Aleše Hamáčka

²⁸ KRCHOVÁ, P. České rukavice pro hasiče získaly prestižní ocenění Red Dot Design Award. [online] 21.8.2018 [cit. 2020-06-17]. <https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/ceske-rukavice-pro-hasice-ziskaly-prestizni-oceneni-red-dot-design-award>

“Vše je online přenášeno na velitelské stanoviště, které může vyhodnocovat náhlé změny,” upřesnil velitel plzeňských hasičů Michal Pathy. Kvůli tomu, že mnohde není signál, funguje systém bezdrátově na vlastní frekvenci.”²⁹

2.2.3. Inteligentní košile

Výzkumný ústav Georgia Tech (profesor Sundaresan Jayaraman) se vypracoval do podoby průkopnického ústavu, jehož záměrem je integrace elektroniky a textilu. Mezi jejich projekty patří i inteligentní košile. Ta byla vyrobena se záměrem využití ve vojenských podmínkách. Přední specifikací takového oděvu je detekce zranění jejího nositele. K tomu, aby tento oděv zranění detekoval je využito optických vláken a unikátního detektorového senzoru. Tyto senzory monitorují zdravotní stav nositele během bojových podmínek. Dále pak jsou senzory technikou zatkání a výšivky konstantně připojeny k tělu a tvoří tak flexibilní skeleton opatřený řídicí deskou, jakýmsi počítačem, v podobě hardwareové krabičky. Z optických na polymerové bázi vyrobených vláken zhotovená tkanina tvoří nosnou základnu tohoto kusu oděvu. Mezi další vlastnosti této košile pak je i monitoring nositele s určením jeho přesné polohy díky integrovanému čipu GPS, ten je pak napojen na vysílač. Význam propojení těchto elektricky vodivých spojů spolu se senzory je v tomto případě radikální. Jelikož se jedná o košili, která vedle senzorů a vodivých drah slouží přímo jako vysílač a přijímač signálů.



Obrázek č. 5: Vlevo - Košile GWDT institutu Georgia Tech, vpravo - Inteligentní košile Sensatex

²⁹ BEZ AUTORA. CHYTRÉ RUKAVICE S ČIDLY, KTERÉ VYVINULI ČEŠTÍ VÝZKUMNÍCI, CHTĚJÍ HASÍCI Z CIZINY. [online] 10.11.2017. [cit. 2020-06-16] <https://www.applycon.cz/?s=rukavice>

Tato specifikace proto umí odeslat informaci o tom, kterému vojákovi je nezbytné poskytnou okamžitou zdravotní pomoc ale také ho automaticky lokalizovat. Radikálnost tohoto výrobky také spočívá v jedinečnosti toho, že lze na tento oděv připojovat ještě další odlišná čidla a senzory, dle požadavků, pro koho jsou určena. Kupříkladu pro hasiče je možno přidat senzory zjišťování procenta znečištění ovzduší, a přítomnost nebezpečných plynů. Jiné senzory sledují kvalitu frekvenci dýchání, teplotu těla atp. ³⁰ Inteligentní košile se používají v i v dalších oborech a firma Sensatex je rovněž dodává k lékařům a zdravotnickým institucím pro potřeby monitorování nemocí, monitorování kojenců, atletů a další např. vojenské účely³¹.

2.2.4. Smart podprsenka

Profesor z De Monford University, Malcolm McCormick vyvinul nové zařízení. To pracuje na principu monitoringu nádorových onemocnění v oblasti dámského poprsí technologií, kdy je vysílán slabý elektrický signál skrze samotné poprsí a zjišťuje se průchodnost takového signálu díky výpočtu rozdílu elektrického odporu. Příjem takového odporu je pak odlišně silný prochází-li zdravou tkání a tou s nádorovým bujením. Jde tedy o princip, kterým se získá obraz případného nádorového nálezu. Význam takového zařízení spočívá nejen v snadné aplikaci zařízení na těle nositele, ale rovněž i pohodlí. Navíc jde o zcela personalizovaný měřič takového onemocnění, jelikož je jeho tvar přesně definován biologickým předpokladem nositelky³².



Obrázek č 6. : Smart podprsenka

³⁰ Dle oficiálního vyjádření výrobce

³¹ BONATO, P. Advances in wearable technology for rehabilitation. [online] 2009. [cit. 2020-06-14]. https://www.researchgate.net/figure/The-Smart-Shirt-by-Sensatex-Inc-USA-a-garment-with-embedded-sensors-for-physiological_fig2_26661730

³² Dle oficiálního vyjádření výrobce

2.2.5. Dětský senzorický obleček

Denkendorfský výzkumný ústav ITV vyvinul v rámci skupiny výzkumníků speciální obleček pro kojence. Jde o jakési tílko, které je opatřeno senzorickou částí. Díky tomu je možný monitoring životních funkcí dítěte. Mezi specifika monitoringu tohoto oblečku jsou: sledování srdeční činnosti, aktivita plic, teplota těla. Díky tomuto zařízení je možné predikovat problémy spánkového charakteru, ale i zdravotního a to ve věku dítěte, kdy si jinak sám pomoci nemůže jelikož ještě není schopné mluvit.³³

2.2.6. Plavky detekující UV záření

Kvalita zdravého opálení je dána především dobou strávenou na slunci v poměru s intenzitou takového záření, které je na a do povrchu pokožky těla vysíláno. Právě intenzitu slunečního záření na našich dovolených u moře není možnost sledovat. Tento problém řeší plavky, do kterých je naimplantovaný technologický gadget, jenž určí přesnou intenzitu slunečního UV záření a pomůže tak jeho nositeli s výběrem krému s ideálním ochranným faktorem. Takovéto elektronické plavky jsou znázorněny na obrázku níže.



Obrázek č. 7: Elektronické plavky schopné ukazovat stav ultrafialového záření a dobu opalování.

2.2.7. Solární panely u oděvů, význam jejich využití

U inteligentních oděvů se nevyužívá pouze měřiče intenzity UV záření, ale i samotným zabudováním solárních článků. Ty pak mohou fungovat jako dobíjecí systém elektrické

³³ LINTI, C., HORTER, H., OSTERREICHER, P.: et al., Int. Workshop on Wearable And Implantable, Body Sensor Networks, Proceeding, 2006, 135-137.

energie pro nabíjení zdroje (baterie) zabudovaným v smart oblecích. Takovéto propojení pak přináší význam jeho využití, jelikož prodlouží výdrž technologických zařízení, které jsou zabudované jako součást nositelné elektroniky v daném kusu oděvu. Tedy takovéto propojení využívající solární články mohou fungovat ve vzájemné synergii s další elektronikou která může snímat kupříkladu životní funkce nositele. Mezi další možnosti využití takového propojení je třeba možná cesta dobíjení spotřební elektroniky nositele, jako je například telefon, či mp3 přehraivač a to současně po dobu nošení takového smart oděvu. Bariérou využití této technologie ovšem bývá právě získaná elektrická energie, která bývá poměrně nízká.³⁴ Nicméně i tak využití technologie sběru solární energie je v textilních oborech využívána.



Obrázek č. 8: Příklady využití solárních panelů na textilních podkladech.

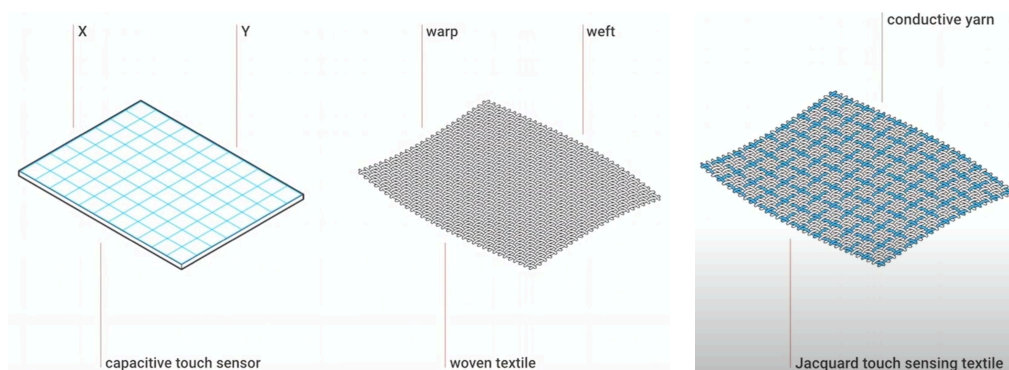
V současnosti vznikají nové oblasti v textilním výzkumu: nanášení fotovoltaických vrstev přímo na povrch textilií. Např. multidisciplinární skupina německých výzkumníků již představila textilie s CIGS³⁵ solárními celami s vyšší účinností, než je tomu u klasických solárních panelů.

³⁴ BEZ AUTORA. Solar Ski Jacket. [online]. 2008. [cit. 2020-06-16]. http://www.archiviozegna.com/en/product_tree/353/detail

³⁵ YI, SASIKUMAR, CHIRENJEEVI. Encapsulated Textile Organic Solar Cells Fabricated by Spray Coating, [online]. 9.1.2019 [cit.2020-06-15] <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/slct.201803929>

3. REVOLUCE JMÉNEM PROJECT JACQUARD

“Project Jacquard je projektem zabývajícím se povýšením textilu tak, jak ho známe do úrovně, do které v současné době teprve jako společnost pronikáme.” Je to počín americké společnosti Google s jejich výzkumným pracovištěm ATAP, neboli Google Advance Technology and Projects. Tento projekt přináší technologickou kompatibilitu využití elektricky vodivých vláken při zachování vlastností struktur tradičních textilií. Nápad využití zapojení technologie elektricky vodivých vláken formou zatkání takového vlákna do textilu při procesu jeho výroby přišel z pozorování vlastností textilních struktur samotných, jejichž podopnost s “multi-touch”, tedy multi-dotykovými panely na telefonních zařízeních není náhodná. Oba tyto příklady jsou si podobné strukturou mřížky. Tak jako u textilu máme propletenou mřížku vláken ze strany útku a osnovy, tak na dotykových panelech máme obdobnou mřížku z dotykových senzorů, které prochází linií X a Y.



Obrázek č.8: Znárodnění similarity: dotykového panelu (vlevo), tkaniny (vprostřed) a tkaniny s el. vodivou přízí.

Pokud jsou ovšem některá vlákna ve tkané textilii nahrazena vlákny elektricky vodivými, to co získáme, je dotykový panel, ke kterému už je pouze zapotřebí dosadit hardware společně s elektrickým zdrojem. Tato kombinace do takového nově utkaného senzoru doslova “vnese život”. Tyto utkané multi-dotykové flexibilní panely ovšem budou splňovat přání textilních i oděvních návrhářů. Jejich produkce je možná v různorodém spektru barev, textur a dokonce i ve zvolených materiálech jako jsou bavlna, vlna, ale i hedvábí. Stejně tak, jak tomu je u tradičně vyráběných oděvů. Význam začlenění takovéto technologie do procesu vzniku textilie je v tom, že jsme schopni vyrobit, nikoli pájením a navařováním, ale jednoduše pouze tkaním, celé spektrum interaktivních vstupních

zařízení.

Jestliže stejnou cestu využijeme k výrobě oblečení, tak vzniknou interaktivní a s citem reagující kusy oděvů a oděvních doplňků³⁶. Takovéto nové druhy hybridních modelů můžeme nazývat wearables³⁷.

3.1. Význam Projektu Jacquard společnosti Google ATAP

Jestliže bylo dříve již možné se s takovýmito modely, často na bázi neohrabaných a velice finančně náročných prototypů setkat, byl to právě Google, který v roce 2015 přišel s řešením a to díky *Project Jacquard*. Kromě toho, že si tyto elektricky vodivé nitě sami připravily a odzkoušeli tak, aby byly uživatelsky vhodné a vydržely vysoké spotřebitelské nároky, společnost Google se spojila s několika studii, oděvními salony a módními značkami, aby tuto technologii rozšířila mezi běžné spotřebitele daných značek, studií a salonů. Díky tomuto kroku nevznikl pouze jeden kus oděvu, jeden střih kupříkladu bundy tak, jak tomu bylo u ostatních dříve zmíněných produktů. Tento krok zcela změnil pohled na, do té doby vznikající projekty nositelné elektroniky. Význam tohoto kroku spočívá v tom, že Google nevytvořil novou bundu či sako, ale vytvořil uživatelské rozhraní, které je aplikovatelné v ohromné různorodosti oděvů, obuvi, či jiných doplňků. Jeden z důvodů tohoto kroku, tak jak ho objasňuje³⁸ zakladatel *Project Jacquard* Ivan Poupyrev je v tom, že: *“je potřeba přemýšlet o interaktivním oblečení globálně”*, nikoli jednotlivě. To je veledůležitá mise. Jelikož módní průmysl prodává 19 000 000 000³⁹ kusů oděvů ročně a to pouze na americkém trhu. Toto číslo je ovšem potřeba porovnat s číslem prodeje mobilních telefonů, které je s počtem 128 000 000 prodaných kusů až sto padesát krát nižší. Význam podstaty tohoto kroku tedy není v tom, změnit celoglobální módní průmysl, aby začal využívat tyto nové technologie a zařadil je do výroby oblečení, ale aby tyto nové technologie byly natolik kompatibilní s výrobními postupy TOP⁴⁰, produkující náklady

³⁶ POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJJo_kPLCTQ&t=1075s

³⁷ Kategorie nositelné elektroniky, kterou pod tímto označením ve svém internetovém obchodě nabízí největší český prodejce elektroniky, firma Alza

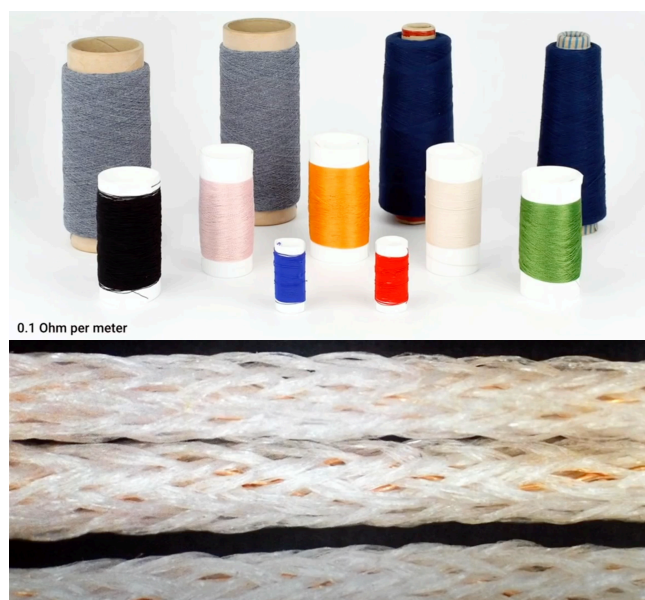
³⁸ POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJJo_kPLCTQ&t=1075s

³⁹ Devatenáct bilionů kusů oděvů bylo prodáno celosvětově v roce 2012 pouze na americkém trhu

⁴⁰ Textilní a oděvní průmyslu

v takovýchto objemech, a mohly se adaptovat v již zavedeném průmyslu. Vývoj a interakce elektricky konduktivní příze do textilu a jejich vzájemné synergie

Každá nová technologie, ačkoli má ohromná pozitiva, má i svá úskalí. V tomto případě to bylo samotné elektricky vodivé vlákno. Při výzkumu společností Google v době příprav *Project Jacquard*, na trhu nebyl dostupný dodavatel elektricky vodivé příze, která by obstála v nárocích pro tento projekt. Mezi problémy, které byly řešeny, šlo kupříkladu o trvanlivost takovéto příze v průběhu procesu výroby metrážového textilu, kdy se textil namáčí, opaluje otevřeným ohněm či natahuje skrze železné válce. To jsou sice procesy nezbytné k výrobě metrážového textilu, ale zároveň nejsou praktikami, které by byly přátelské ve vztahu k elektronice. Mezi další achylovu patu bylo barevné spektrum nití, ve kterém by takováto elektricky vodivá příze byla vyráběna. Různorodost barevností, v kterých se vyráběla příze elektricky vodivá a ta klasická byla nicotná. Ta již existující, elektricky vodivá příze, byla do té doby na trhu k dostání pouze v šedé, respektive po smyslu věci “barvě oceli”. K další svízelnosti přibyl i fakt, že v otázce samotné vodivosti ve vztahu k elektrickému odporu se jednalo o konduktivní přízi s vysokým odporem na jeden metr, tedy využití by bylo opět limitováno dalším faktorem. Tyto nesnadnosti vedly tým vědců k rozhodnutí, že nevhodnější cestou je takovouto přízi doslova vynalézt⁴¹.



Obrázek č. 9: Nahoře elektricky vodivé příze vyrobené společností Google. Dole detailní pohled na hedvábnou přízi přes mikroskop.

⁴¹ POUPLYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s

To se také podařilo. Nejen, že vznikla příze, která byla mnohonásobně více vodivá, ale podařilo se zajistit, aby i po stránce barevnosti nebyla limitujícím faktorem pro návrháře. Stále jde o vztah elektroniky v rámci jejího využití v textilním a oděvním průmyslu, tedy estetický faktor, je stejně důležitým jako ten technický. Tato nová příze tak zvládla i náročnost opalování, smáčení a dokonce i natahování, ale především pocitově vznikla konduktivní příze zcela srovnatelná s přízí běžnou. Rozdílnost, která je pozorovatelná, je možné nalézt až při detailním pohledu pod mikroskopem, kde je zřetelné propletení textilních vláken s konduktivními vlákny vysoce vodivých kovových slitin. Právě příprava a nutnost výroby zcela nového produktu, který ještě není tím finálním, přinesla možnost IT specialistům přijít do kontaktu s odvětvím naprosto vzdáleným od toho jejich, které nicméně malými krůčky proniká do odvětví senzorů, čipů a elektrických zdrojů.

3.2. Výzva propojitelnosti vodivých spojů

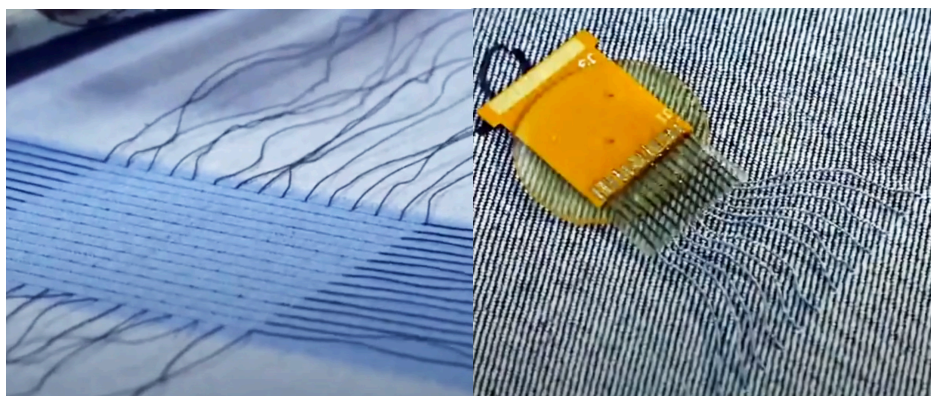
Po výzkumu elektricky vodivých nití a nalezení té nejoptimálnější z možných cest. K dosažení výroby nikoli pouze elektricky vodivého textilu, ale textilu, který bude vodit v přesně definovaných oblastech a vytvoří tak vodivé dráhy tam, kde bude potřeba. Po nabytí novými zkušenostmi ze světa TOP⁴² odborníky na IT přišla výzva nová. Za tuto výzvu lze brát moment propojitelnosti takovéto elektricky konduktivní textilie s dalšími senzory, čipy a především pak elektrickým zdrojem, díky kterému mohou být skrze vodivé obvody konduktivní příze snímána digitální data.



Obrázek č. 11: Jednotlivé elektricky vodivé nitě, hrubou silou vypárané z textilu a napojené a elektrody.

⁴² Textilní a oděvní průmysl

Jak řekl vedoucí *Projektu Jacquard*, Ivan Poupyrev⁴³: "Není to jen o tom vyrobit takovou vodivou textilii a být šťastný, že ji mám. Ale nalézt ten um ji také vhodně využít⁴⁴." V počátcích tohoto výzkumu nejdříve vytvořili 20 metrový plát textilu, který byl celý elektricky vodivý. Lze tedy hovořit o tom, že tato 20 metrová elektricky vodivá plachta byla jedním obrovským senzorem. Senzorem, ke kterému bylo velice nesnadné napojit další elektroniku, protože samotné vodivé cesty byly všude zatkané. V tomto momentu bylo zjištěno, že má-li být vodivé vlákno propojitelné s hardwarem, musí mít na ploše textilu svůj výstup, kterým bude možné takovéto propojení vytvořit. A ačkoli jako technici ze zcela jiného odvětví vědy a techniky znají cesty, jak propojit elektronické součástky, dokonce i tak drobné jako jsou mikročipy, nelze nad touto cestou propojitelnosti přemýšlet stejně jako když se pracuje s pevnou základní elektronickou deskou. Postupné pokroky v technikách napojení elektronických součástek s vodivými nitěmi vedly výzkumný tým ATAP k tomu udělat krok zpět a vrátit se samotnému řemeslu výroby textilu. Díky poznatkům, které nasbíraly spolu s vědomostmi získanými tímto výzkumem přišli k definovatelnosti si místa určení, kde takováto senzorická plocha má být a že v jejím okolí je potřeba, aby konduktivní nitě vycházely z textilu aniž by ho musely párat. Toto vše je nastavitelné na tkacích přístrojích. A tak mohl vzniknout první prototyp flexibilního senzoru z elektricky vodivých přízí, který je lokalizovaný přesně na místě, kde je chtěno se snadno propojitelnými výstupy⁴⁵.



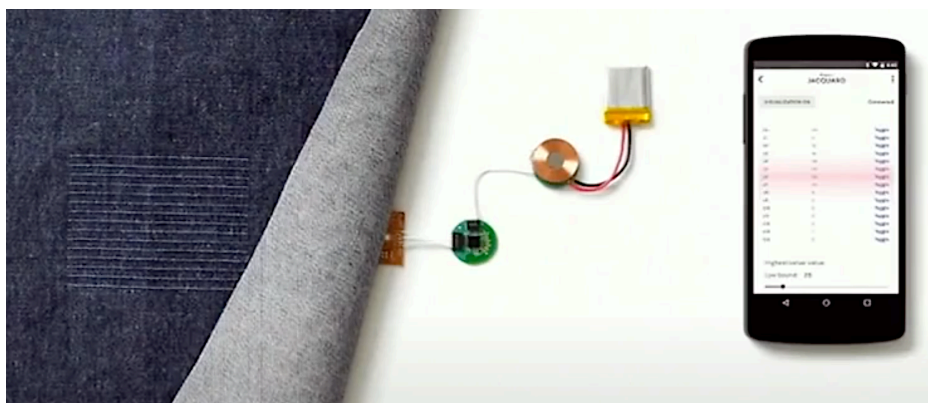
Obrázek č. 12 Konduktivní nitě s předem nadefinovaným místem výstupu propojené s další elektronikou.

⁴³ POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s

⁴⁴ Z originálu: "It's not just to make a textile and be happy about it, you want to actually use it."

⁴⁵ POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s

Zavedením tohoto procesu do výroby se vytvořily podmínky, které nyní umožňují utkat interaktivní dotykové panely, které již nemusí být pouze “ocelově šedé”, ale mohou být vytvořeny v prakticky jakýkoliv barvách, tvarech, návrzích akcentujících estetické požadavky dnešní doby. Výrobky a vzory mohou obsahovat vlnu, která bude elektricky vodivá, hedvábný, kompletně průhledný organzový materiál, vodivou přízi, jež je zcela skryta technikou vazby do požadované textilie, může být ale zároveň flexibilní a to i v délce metráže vyhovující přáním návrháře. Díky tomuto může být takovýto textil bezproblémově propojitelný s mobilním či jiným zařízením.



Obrázek č. 13: Tkanina *Project Jacquard* plně kompatibilní a vhodná k propojení s chytrým telefonem.

3.3. Význam aplikace totožné technologie na rozdílné rozhraní produktů

Projektem *Jacquard* vzniklo daleko více než jen produkt. Vzniklo prostředí, kompletní rozvodová křižovatka, která v sobě zaobírá výzkum textilie v otázce vzniku elektricky vodivého vlákna uzpůsobeného k náročným potřebám současného spotřebitele. Vytvořilo podmínky pro implementaci nových textilních struktur do tkaniny skrze haptické multi-dotykové senzory za využití technologie bezdrátové propojitelnosti, napojené k mobilnímu zařízení, vývojem vhodného softwaru v podobě aplikací, jež nabízejí servis pro kontrolu a ovládání.

Vznikl ekosystém, kde technologičtí pionýři, ale stejnětak návrháři, mohou přinášet nové nápady a realizovat je pod hlavičkou a odborným vedením specialistů Google⁴⁶

Mezi společnostmi a salony, kteří se podíleli na vzniku prvních produktů *Projektu Jacquard* je důležité představit: Norton and Sons z londýnské Savile Row, Saint Laurent Paris a Levi Strauss & Co.

⁴⁶ BEZ AUTORA. Project Jacquard. [online] 2015 [cit. 2020-06-16] <https://atap.google.com>

3.3.1. Project Jacquard by Norton and Sons

Změna, která přišla do zcela řemeslně založeného salonu z britské Savile Row, Northon and Sons, byla naprosto jedinečná. Proč Google navázal spolupráci právě s jedním z nejrenomovanějších krejčovství na světě je prosté. Klasické a ikonické styly se na Savile Row nezměnily již po celá staletí⁴⁷. *Project Jacquard* byl ovšem onou styčnou plochou, která neočekávanou změnu přinesla. Ačkoli to byl nový krok do neznáma, propojení saka vyrobeného stylem *bespoke*⁴⁸ spolu s technologiemi *Jacquard* dává pro Savile Row smysl. Obleky, které jsou personalizované na přesná přání zákazníka a potřebnou funkcionalitu jsou předmětem podnikání na této nejznámější krejčovské třídě na světě. Propojením technologií s řemeslným zpracováním ovšem dochází k povýšení tradiční techniky při využití nejmodernějších hi-tech postupů. Význam tohoto propojení tedy tkví v tom, že s příchodem nové technologie se ta stará, tradiční, nevytrácí, naopak se omlazuje a transformuje na více personalizovanou - osobní.

3.3.2. Project Jacquard by Saint Laurent Paris

Již od založení módní značky Yves Saint Laurent v roce 1961, se značka snažila o vývoj a implementaci nových trendů do svého portfolia. Zařazením technologického gadgetu do jednoho ze svých produktů - batohu - tak přineslo revoluci v módním doplňku.



Obrázek č. 14: Prošívané elektricky vodivé příze do levého ramenního popruhu. Vlevo detail, vpravo celek⁴⁹

⁴⁷ ARTHUR. R. Savile Row's Wearable Tech Future: Why Bespoke Tailoring Makes Sense. [online] 2.9.2015 [cit. 14-6-2020] <https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2015/09/02/savile-rows-wearable-tech-future-why-bespoke-tailoring-makes-sense/#b6371a1608e7>

⁴⁸ Bespoke z originálu: *Be Spoken For*, je styl výroby oblečení a bot a dalších doplňků dle přání zákazníka přímo pro jeho potřeby.

⁴⁹ Z oficiálních stránek výrobce, Project Jacquard. [online] 2015 [cit. 2020-06-15] <https://atap.google.com/jacquard/products/ysl/>

Jde o vůbec první vysoce módní batoh z prémiových materiálů, který se stal prodlouženou rukou jejímu nositeli. Na rozdíl od projektové spolupráce Google ATAP s Norton and Sons jde nyní také o propojení s luxusním výrobkem, ale určeným pro jiný trh. U spolupráce s YSL jde o představení a doručení technologie spotřebitelům z celého světa. Jako pomyslnou třešničkou na dortu je poté fakt, že je zde pracováno s jiným materiálem a jinou technikou zpracování elektricky vodivého vlákna do módního zboží, a to do usňových pásků formou prošití.

3.3.3. Project Jacquard by Levi Strauss & Co

Rozdílnost mezi předchozími spolupráci a její význam se společností Levi's je následující. Značka Levi's je od roku 1853, tedy již 167 let, nejdříve prodejcem, posléze výrobcem denimových produktů⁵⁰. Google při této spolupráci nehledal pouze značku, ale značku se silným pozadím řemeslné výroby v masové produkci, jehož výrobky nosí většinová populace západní kultury. Význam této spolupráce je tedy patrný v tom, že právě elektricky vodivé vlákno a senzory bylo potřeba otestovat v masové produkci cestou, která do té doby nebyla nikdy prošlapána. Ovšem ten hlavní význam tkví v tom, že značka Levi's nemusela pro *Project jacquard* jakkoli modifikovat svoji výrobní linku. To ve svém důsledku znamená, že výroba takovýchto interaktivních textilií je v měřítku masové výroby možná a zcela proveditelná.



Obrázek č. 15: Denimová bunda Levi's opatřená dotykovými senzory umístěnými na rukávu bundy.

⁵⁰ ARTHUR. R. Google And Levi's Want To Put Computers In Your Clothing. [online] 2.9.2015 [cit. 14-6-2020]. <https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2015/06/16/google-and-levis-want-to-put-computers-in-your-clothing/#7c0c7018230d>

4. STRUČNÁ TYPOLOGIE ELEKTRICKY VODIVÝCH VLÁKEN

4.1. Elektricky vodivé vlákno s kovovým středem

Výroba tohoto vlákna spočívá ve využití přírodního i syntetického vlákna ve spojení s kovovým vláknem umístěným v jeho středu. Takovéto vlákno, nejčastěji z bavlny, viskózy či polyesteru je dále možno metalizovat, či potáhnout polymerní vrstvou. Vlákno vyrobené postupem obalování, respektive stáčením vodivého vlákna s přírodním či syntetickým. Tímto se docílí flexibility a permeability materiálu. Proces výroby takového vlákna není náročný na výrobu a jako takový je finančně vhodný k začlenění v průmyslové výrobě. Na podobném principu se způsobem smotávání vytváří i samotná příze. Tento princip byl využit společností Google pro výrobu jejich elektricky vodivé příze, jež využili v *Project Jacquard*.

4.2. Elektricky vodivé vlákno vytvořené principem pokovení

Jde o vlákna textilní, kovová či na uhlíkovém základu, na které bylo cestou metalizace pro získání či zvýšení vodivosti nanese další kovová vrstva. Při pokovování se jako jádro vlákna využívá nejčastěji přírodní či syntetické vlákno (bavlna, polyester, či viskóza), na které se buďto galvanickým postupem nanese, či vtlačení (max 1%) kovu do vlákna přidá kovová složka⁵¹. Význam výroby takovýchto vláken je v kovové vrstvě vně daného vlákna. Je tedy vhodná k užití pro senzory, které jsou v přímém kontaktu s pokožkou.

4.3. Elektricky vodivé vlákno Hybridní, firmy CleverTex®

Toto označení popisuje vlákenné spojení vyrobené z velice jemného kovového a syntetického vlákna (polyester, polyamid). Tyto složky se skaním přetřansformují do příze. Mají odlišné specifické vlastnosti oproti vláknům s kovovým středem a to především tenkostí. Název “hybridní” vychází z ochrannou známkou zaregistrovaného označení vlákených vazeb a příze vlastní výroby českou firmou CleverTex®⁵². Ta je v České republice v tomto ohledu nejrozvinutější⁵³ a má za sebou i řadu testování proti nehořlavosti, respektive technologii samozhášení a následnému

⁵¹ STARÁ, Lenka; Využití uhlíkových vláken v oděvním průmyslu; Bakalářská práce; Liberec, 2013; str. 20

⁵² Firma CleverTex®, dle jejich obchodních referentů, na vývoji a výzkumu hybridních elektricky vodivých vláken, příze a textilu spolupracuje s českou firmou VÚB a.s. Ústí nad Orlicí

⁵³ K první polovině roku 2020

využití u obleků pro hasiče.

Jejich tvorba se specializuje na výrobu ultrajemných kovových vláken nekonečných s chemickou vlákennou úpravou, ale také elektricky vodivých vláken staplových.

V rámci produkce této společnosti se jedná o významného činitele nejen na českém území. Fakt, že tato firma nabízí také výrobu příze na specifické přání zákazníka, která bude přizpůsobena přesným potřebám a aplikacím, činí z firmy CleverTexh® pionýra na trhu tohoto odvětví.

Výhodou těchto vláken jsou skvělé elektrické vlastnosti, zejména nízký elektrický odpor, který je kýženy u smart textilií a smart oděvů, dále to je úplná kompatibilita se standardními textilními výrobními cestami, jako jsou pletení, tkaní a vyšívání zcela funkčních vodivých drah, obvodů, topných a konduktivních cest. Z textilně funkčního úhlu pohledu jsou díky velmi dobrým fyzikálně mechanickým vlastnostem vhodná k užití jak na profesionálních továrních šicích strojích, tak i těch domácích. Příze totiž nezpůsobují jakékoliv vytváření smyček, což je velice důležitým faktorem pro bezproblémový proces šití, který ve svém důsledku vyvozuje vysoce kvalitní výrobu, tedy posouvá i samotnou kvalitu výrobků na ty plně funkční, rovněž i po stránce designérské. Navíc je možné si naformulovat takovou formu povrchové úpravy, která bude splňovat požadavky definované zákazníkem. Tedy vedle předem určené elektrické vodivosti, barevnosti, teplotní odolnosti, je zde možné zlepšení kluznosti příze samotné a to díky využití povrchové úpravy Silikon-Parafínovou emulzí.

Společnost CleverTex® se také zavazuje, že jejich příze je pro člověka netoxická a nezpůsobuje žádné podráždění na pokožce nositele⁵⁴.

Aplikace takovýchto vodivých přízí jsou tedy dle společnosti CleverTex® možné u konduktivních cest formou:

- A. Šitím na tkané či pletené textilní podklady
- B. Vyhřívané textilní podklady
- C. Pletené či tkané konduktivní cesty a jejich začlenění do materiíové struktury⁵⁵

⁵⁴ Dle dostupných informací získaných od obchodních referentů firmy CleverTex® a čerpaných z jejich firemní publikace: Electrically Conductive Hybrid Threads

⁵⁵ Využitelné zejména u technologií 2D a 3D Knittingu

- D.** Propojování jednotlivých elektrických polí v rámci jednoho či několika materiálů do jednoho celku a vytvoření konduktivního obvodu na daném výrobku. Toto je veledůležité především u oděvního a obuvnického průmyslu, kde se v rámci jednoho výrobku setkává celý výčet rozdílných materiálů, u kterých je vodivosti docíleno několikaletými technikami.
- E.** Výšivka samotného senzoru či antény

4.4. Vlákná využívající vodivý polymer k docílení elektrické vodivosti

U polymerních vláken je důležitým faktorem procentuelní dotování⁵⁶ plniva polymeru, tedy vnesení určitého množství příměsného materiálu do primárního kompozitu za účelem posměnění jeho vlastností a tedy dosažení či navýšení konduktivity a snížení elektrického odporu. Pro toto se vedle kovových příměsí využívá začlenění různých modifikovaných směsí na bázi uhlíku, jakými jsou grafitové částice, uhlíkové saze, uhlíkové či grafenové trubičky⁵⁷. Význam výroby tohoto vlákna je, že se využívá zejména protože vykazuje kvalitativně vyšší vlastnosti, které se u jiných vláken neobjevují, či ne v takové míře. Jsou to kupříkladu pevnost, flexibilita, elektrická vodivost, odolnost vůči přehřívání, nízký koeficient tepelné roztažnosti.

4.5. Staplové vlákno

Jde o vlákno určité konečné délky⁵⁸. Tato vlákna známe i z běžného života. Jde o vlákna kupříkladu přírodní, zvířecí (vlna), kde jednotlivý vlas je samotným neskaným vláknem. Staplové vlákno nám oproti nekonečnému přináší benefit v tom, že je více odolnější v ohýbání, tedy flexibilita, zároveň je u něj očekávána vyšší permeabilita tekutin, než u vlákna nekonečného. Nevýhoda staplových vláken je jejich samotná podstata, tedy konečnost, obvykle v řádech jednotek centimetrů u přírodních, též i u stříží z anorganických vláken. Vlákno jako takové je tedy nezbytné skát do přize, aby bylo využitelné pro textilní či oděvní průmysl.

⁵⁶ Poměr konduktivní polymerové složky

⁵⁷ PELÍŠKOVÁ, M; SÁHA, P; Vliv lehčené struktury na elektrické vlastnosti polymerních kompozitů s elektrovedivými plnivy. Referát. Chemické listy, 106; 2012; str. 1104 - 1109

⁵⁸ Z rozhovoru s Veronikou Tunákovou ze dne 8.11. 2019

4.6. Nekonečné vlákno - Filament

Jedná se o označení všech vláken neomezené délky. Tímto pojmenováním se značí textilní vlákna, která nejsou modifikována do vláken staplových. Rovněž jde o pojmenování cartridge struny do 3D tiskáren, ale též i přírodního hedvábí, které svojí vlastností tvoří vlákno nekonečné (Dříve hojně využívaný název pro nekonečné vlákno - “hedvábné vlákno”. Od tohoto označení se upustilo z důvodu záměny s přírodním médiem - hedvábím získávaným z larv Bource morušového.).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5. SENZORICKÁ OBUV

Již za svého několikaletého pobytu v Číně, kde jsem pracoval jako oděvní návrhář jsem se setkával s projekty využívající technologie propojující svět módy a IT. Při svém prvním technologickém projektu, práci na smart hig-tech protismogové masce s hepa filtry a senzory, propojenou s chytrým telefonem, jsem začal uvažovat o implementaci technologie do širšího spektra oděvu a oděvních doplňků. V roce 2015 jsem pak obdržel nabídku participovat na projektu Fashion STL od Czech Fashion Councilu, pod vedením Olo Křížové. Šlo o projekt prezentace módy v průniku technologie 3D Tisku, v té době u nás ještě nerozšířenou. Rozhodl jsem se pro prezentaci obuvi. Takto vznikl můj první zájem o obuv jako takovou. Prezentace na prvním Hackers Congress Prague přinesla očekávaný ohlas o tento módně technologický směr, díky kterému jsem se začal věnovat podrobnějšímu hledání nových cest v módě a technologiích.

foto

V roce 2016 jsem dostal nabídku na projektu Fashion STL opět participovat. I díky studiu na *Beijing Institute of Technology*, jsem mohl připravit projekt nové 3D tištěné obuvi, který by přinesl něco nového, do té doby v ČR neprezentovaného. Byla to 3D tištěná obuv z flexibilního filamentu⁵⁹, jenž byla vyhotovena z jednoho kusu tisku. U této obuvi, která byla typově obuví kotníčkovou jsem řešil několik technických nedostatků. Mezi hlavní patřily: pevnost materiálu, koncentrace vlhkosti v části chodidla aj. Tyto problémy jsem do jisté míry vyřešil zavedením otvorů v obuvi, díky čemu jsem do obuvi zakomponoval odvětrávání jinak neprodyšného, nicméně flexibilního a přesto pevného materiálu⁶⁰.

foto

Stále jsem ovšem hledal technologii, u které by bylo možné počítačově předdefinovat tvarovost, nicméně ponechat pohodlí z klasické obuvi. Došel jsem k technologii 3D Knittingu⁶¹, kterou vyvíjí italská firma Santoni. Tato technologie je nicméně pro ČR, v roce 2020 stále ještě nepřístupnou a finančně náročnou možností, ačkoli ji do jisté míry využívá česká firma Moira a.s.

⁵⁹ Viz kapitola 4.6 *Někonečné vlákno - Filament*

⁶⁰ Materiál *Flexfill TPU (thermoplastic polyurethane)* od české firmy Fillamentum

⁶¹ ŠEVCŮ, P. Pošlete SMS do hotelu a oni vám ty boty vytisknou, říká o současné 3D technologii hybridní designér Oldřich Vojta. [online] 18. 6. 2018 [cit. 2020-06-12]. <https://olomouc.rozhlas.cz/poslete-sms-do-hotelu-a-oni-vam-ty-boty-vytisknou-rika-o-soucasne-3d-technologie-7447844>

S nabytými zkušenostmi ze zahraničí jsem se rozhodl k magisterskému studiu na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, kde jsem chtěl podrobněji zkoumat možnosti zavedení wearables technologií do obuvi a zároveň si osvojit obuvnické řemeslo.

Proto jsem v roce 2018 k přijímacímu řízení na UTB již měl Projekt magisterského studia koncepčně vymyšlený spolu s přihláškou, šlo o smart obuv využívající zavedení senzorů do vnitřku obuvi.

5.1. Koncept smart obuvi

Při přípravách rešerší začlenění senzorké technologie do obuvi jsem se setkal již s několika projekty, pod hlavičkami významných firem jako jsou Puma, Adidas či Nike, nicméně až projekt české firmy Miomove s.r.o. mne dovedl k možnosti fyzické realizace.

Koncepcí smart obuvi bylo několik. Mezi hlavními byla spolupráce s již zmíněnou firmou Miomove s.r.o.

5.1.1. Koncept smart obuvi pro firmu Miomove s.r.o.

V tomto návrhu se jednalo o vytvoření designového zpracování pro jejich technologii. V jejich případě šlo o smart senzorkou stélku, která se do obuvi vkládá. Po technickém dokončení a stabilizaci technologie senzorů a hardware bude vhodná do jakékoli obuvi, ze které udělá smart obuv. Tento koncept byl velice zajímavý, nicméně mne rovněž velmi limitoval. Pro využití jejich technologie bych nemohl velkou část své diplomové práce zpřístupnit veřejnosti, jelikož by byla vázána smlouvou o mlčenlivosti. Rovněž bych nemohl zveřejnit postup, který jsem následoval při začlenění technologií do obuvi a podrobněji ho popsat. Ačkoli jsem se až prakticky na poslední chvíli rozhodl nespolupracovat v rámci své diplomové práce s firmou Miomove s.r.o., určitá spolupráce s nimi přeci jen proběhla. Šlo o prezentaci konceptu designového zpracování právě pro smart obuv v jejich spolupráci. Ta se, společně s jejich smart stélkou, prezentovala na prestižní výstavě spotřební elektroniky a designu Consumer Electronics Show (CES) 2020 v Las Vegas v USA.

Tato prezentace z ledna roku 2020 byla pro mně ohromnou zkušeností, která mi zvětšila obzory ve způsobu prezentace, rovněž i samotnému tvůrčímu přemýšlení “design thinking”, nad prací s technologiemi a designem.

5.1.2. Koncept smart obuvi vlastní výroby

Díky nově nabytým zkušenostem ze zahraničí a pro potřeby diplomové práce a přemíře limitů, kterých bych se musel držet, jsem se rozhodl pro vytvoření smart obuvi na své vlastní náklady společně se skromným týmem spolupracovníků.

Jelikož jsem se již společností Miomove s.r.o. spolupracoval, a smluvně jsem byl vázán mlčenlivostí a nemožností využití technologií, které využívá tato firma, rozhodl jsem se pro zcela jiný koncept využití senzorů v obuvi.

Ačkoli předešlá koncepce Miomove s.r.o. cílí na sportovce a možnosti personalizace tréningu a úpravou stylu běhu, především pak jeho kvalitou. Má koncepce vychází z mé osobní zkušenosti, z let, kdy jsem se věnoval tanci a jako posluchač Taneční konzervatoře hl. m. Prahy byla právě má chodidla a nohy nástrojem uměleckého vyjádření. Skrze zkušenosti s profesionálním tréninkem, který mnohdy čítal 10 i 12 vyučovacích hodin denně je na snadě pochopit, že to byla právě chodidla, která musela vydržet takovýto super náročný režim.

Jeden z hlavních problémů profesionálního scénického tanečníka⁶² je péče o chodidla. Jelikož se tanečník pohybuje, při každodenním několikahodinovém zkoušení, ve scénické obuvi, tzv. baletních piškotách, není výjimkou, že při nadměrném pocení dochází k zapaření chodidel a přehřátí. Tento problém pak přináší zjemnění povrchu pokožky na chodidle a následné drobné trhlinky v oblasti mezi prsty, ale i plosce celého chodidla. Tyto problémy při zachycení nečistot způsobují dermatologická onemocnění pokožky chodidel.

Tento problém, se kterým jsem se jako tanečník několikrát setkal je zcela běžný i pro sportovce a to nejen ty vrcholové. Přináší jim to ovšem ohromné limity a omezení při tréningu. V otázce: “Jak předejít, takovémuto onemocnění?” jsou odpovědi nasnadě. Důležitá je osobní hygiena, pravidelné čištění vnitřní části obuvi, jejich desinfekce a možnost pravidelného proschnutí obuvi od potu po tréningu.

Ačkoli je tento model velice jednoduchý po teoretické stránce, právě ta praktická je pro mnohé sportovce nesplnitelná. Jak jsem již uvedl, tak tréninky tanečníka jsou několikahodinové, někdy až deseti hodinové. V tomto případě nelze zjistit, kdy už je vhodný čas obuv vyměnit, protože je vnitřní materiál tanečních bot příliš vlhký, nebo

⁶² Scénický tanec je tanec na scéně, v divadle, side specific, open air atp. Jde tedy o všechny formy a typy tanečního performativního umění, které se prezentují na jevišti, či prostoru tomu určenému.

povrh pokožky chodidla tanečníka příliš přehřátý, či po pauze mezi tréninkem naopak příliš prochladlý, kdy následný sportovní výkon může představovat veliké riziko nejen onemocnění dermatologického původu, ale i zranění pohybového aparátu.

Pro takovéto případy jsem přišel s koncepcí termo vlhkostního měření umístěného uvnitř obuvi po čas jejího využívání. Začleněním senzoru měřícího vlhkost a teplotu je docíleno aktivní reference míry teploty a vlhkosti, která je v reálném čase odesílána přes bluetooth vysílač do zařízení počítače, respektive chytrého telefonu, která je jakožto kompatibilní software adaptabilní k vyhodnocení míry rizika vzniku onemocnění dermatologického a naopak v případě prostydnutí chodidel, při sportovním odpočinku, přinese formou pop-up notifikace upozornění na riziko možnosti vzniku zranění.

5.2. Využitá technologie a návaznost k poznatkům z teoretické části

Technologie využitá v smart obuvi mé diplomové práce je založena na několika technologiích. Mezi ty hlavní patří mikropočítač Arduino Nano firmy Atmel⁶³. Ten slouží jako mikroprocesor. Další částí jsou senzory k němu kompatibilní. Jedná se o senzory vlhkosti a teploty a senzor teploty. Zdvojení teplotního senzoru pak přináší přesnější výkaz o hodnotě teploty uvnitř obuvi. Komunikace mezi senzory a mikroprocesorem Arduinem probíhá formou binární tzv. dvojkové soustavy na *sběrnici s označením I2C*. Mezi další komponenty patří i zdroj. Jedná se o tzv. LiPo baterii 3,7V a 500mAh, tedy Lithium polymerovou baterii. Tu je skrze usb možno dobíjet. Jelikož bylo pro potřeby využití propojení zdroje a počítače větší napětí, je skrze DC-DC Step Up měnič, který docílí z 3.7V vyššího 5V napětí.

Aby informace nasbírané senzory a vyhodnocené mikropočítačem mohly být dále přeneseny a přečteny na zařízení třetí strany, je k počítači připojen i bluetooth vysílač. Ten komunikuje skrze připojení tzv. *sériové linky*. Sériová linka se od *sběrnice I2C* liší v tom, že se jedná o mnohem komplexnější a sofistikovanější formu komunikace, ve které je již možné odesílat kupříkladu souvislý text.

Komunikace skrze bluetooth musí být nasměrována určitým směrem. K tomuto účelu slouží aplikace *MIT App Inventor*, což je opensource online cloudový program na personalizovaný vývoj aplikace vhodné do mobilních telefonů operujících na rozhraní Android od vývojářů z univerzity Massachusetts Institute of Technology. Výhody *MIT App*

⁶³ Na této technologii, byť se jedná o opensource je založeno i několik profesionálních firem a jejich produktů. Za zmínku stojí kupř. 3D tiskárna značky Ender.

Inventor jsou ty, že jelikož běží na cloudovém systému, je možné na vývoji takovéto aplikace pracovat odkudkoli na světě, kde je internetové připojení. Jelikož se jedná o projekt smart obuvi v rámci školní diplomové práce nikoli profesionální projekt s vlastním rozpočtem a týmem s grafiky, vývojáři atp. Cílem nyní není vytvořit design aplikace tak, aby konkuroval zavedeným software vývojářům či firmám, ale aby se zrealizovala funkčnost propojení mezi senzory a mobilním zařízením. Přednosti nastavení této aplikace jsou, že se podařilo zajistit takové nastavení, které přináší v reálném čase informace o hrozbě vzniku dermatologického onemocnění, nebo svalového poranění a to formou pop-up notifikace. Potenciální spotřebitel tedy nemusí mít aplikaci neustále otevřenou v procesu měření tak, jak tomu bývá u obdobného měření v klinickém prostředí nemocnice či rehabilitačního centra, ale aplikace pracuje tzv. na pozadí a v případě hrozby na sebe sama upozorní. Toto je myslím si ohromný úspěch, jelikož to rozvíjí komplexnost využití takovéto technologie smart obuvi v reálném využití pro reálného zákazníka, ikdyž se prozatím jedná pouze o velice jednoduchý funkční prototyp.

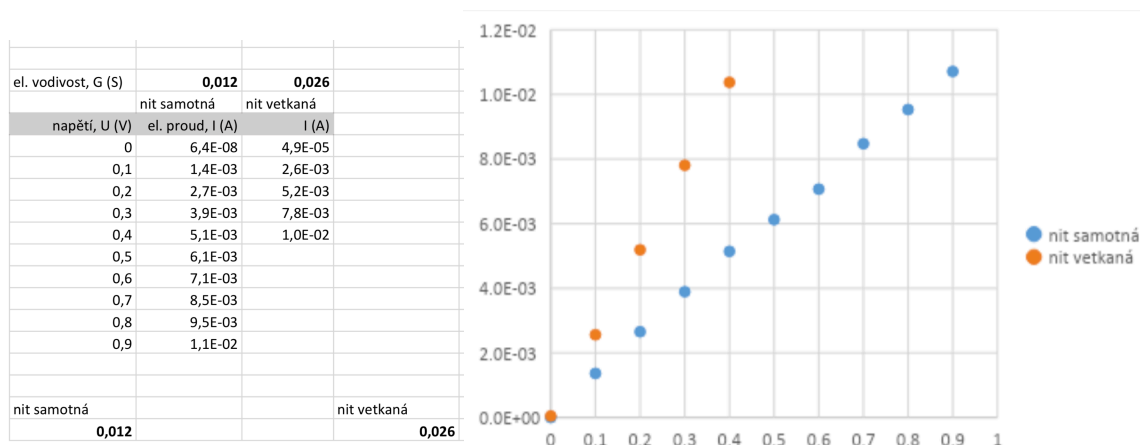
Ohromnou výhodou také spatřuji ve využití této aplikace na případné pozdější a technologicky sofistikovanější prototypy běžící na profesionálnějších a v porovnání několikanásobně menším hardware, který v současnosti z finanční náročnosti takovéhoho zařízení nelze aplikovat. Další výhodou této software aplikace je ta, že je kompatibilní prakticky s kterýmkoli smart zařízením, které obsahuje bluetooth vysílač a které je možno nastavit přes pevný počítač. Znalosti získané z příprav této diplomové práce bude možné využít i v pozdějších projektech případného vylepšení u vyšší verze takovéto smart obuvi.

Využití poznatků z teoretické části spatřuji především s možností aplikace elektricky vodivé nitě v místech, kde by běžný drátek selhával z hlediska komfortnosti při užití výrobku. Proto jsem tomuto bodu věnoval v rámci testování nezbytně dlouhý prostor a nyní součástí této smart obuvi je i propojení vodivé cesty skrze tuto elektricky vodivou nit. Nalézt ji je možné v oblasti pod nártem směrem k prstům, kde dochází k lomu materiálu při odvalu chodidla v průběhu aktivity nositele a využití drátků či kabílků by nebylo tolik vhodné.

5.3. Testování na CPS

Testování proběhlo v laboratoři na CPS⁶⁴ pod vedením Ing. Robertem Moučkou, Ph.D. pro zjištění vodivosti u elektricky vodivé nítě, respektive zjištění velikosti elektrického odporu. Postup samotného testování byl následovný. U vzorků vodivých nití se jeden vzorek otestoval prostě, tedy testovala se samotná nezatkaná či nezašitá vodivá nit. Druhý vzorek pak prošel testováním po prošíání svrškové usně.

Díky testování se dospělo k zajímavému a důležitému poznatku. Ten přišel právě u druhého vzorku, u kterého bylo zjištěno, že vodivost se znásobila prakticky na dvojnásobek oproti vzorku, který byl prostý, samotný, nezašitý. Tento jev vznikl v důsledku zdvojení vodivé nítě prošíáním, kdy se spodní nit setká s tou vrchní. Spojením vznikne samotný nárůst vodivosti a zmenšení vnitřního odporu. Tento jev je důležitý především z praktického hlediska při propočtu el. odporu v procesu zapojování senzorických komponentů.



Obrázek č. 16: Výsledky testování provedeném na CPS, znázorněné v tabulce a na grafu

⁶⁴ Centrum polymerních systémů, výzkumné pracoviště při Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

5.4. Odborné konzultace s doc. MUDr. Rastislavem Hromádkou, Ph.D. a MUC. Janem Finsterlem

V rámci konzultací s docentem Hromádkou a kandidátem všeobecného lékařství Janem Finsterlem jsme probírali některá zásadní témata, která mohou ovlivnit nejen vrcholové sportovce, ale rovněž i běžné občany populace, kteří žijí aktivním životním stylem, jenž v sobě začleňuje i sportovní aktivitu, pohyb. Obuv je součástí našeho šatníku, kterou využíváme každý den. V dnešním pro-sportovním čase je ale také brán velký důraz právě na zdravý životní styl. Jak je tomu u sportovní obuvi a aby zůstala onou “zdravou” sportovní obuví?

Vhodnost správně zvolené obuvi při sportovní aktivitě je Významná⁶⁵. V první řadě se jedná především o oporu nožní klenby, ochranu nosných kloubů a páteře před jejich opotřebením, přetížením svalů a šlach, které prodlužují dobu rekonvalescence po fyzické zátěži. Proto ponechání si takovéto sportovní obuvi i po daném sportovním výkonu, je ze zásady velice nevhodný zlovyk. Každá sportovní obuv je konstrukcí uzpůsobena ergodynamice chodidla při sportu. Zatížení chodidla je rozdílné při sportu a při chůzi. Z toho důvodu je každá obuv uzpůsobena svému účelu a tím pádem různému zatížení při používání. Dalším problémem je i vlhkost, která je ideální prostředím pro vznik plísňových onemocnění. Vlhkost vydaná při zvýšeném pohybu je živnou půdou pro různé mikroorganismy. Předpokladem infekce na kůži nohou je z části predispozice a z části působení vnějších vlivů, tj. vlhkost, teplo, mikroskopická zranění na kůži vzniklá třením chodidla v obuvi, špatně prováděná pedikúra. Povrch kůže chodidla se může tedy velice snadno narušit při tření uvnitř v obuvi např. při sportu a tím se stane povrch kůže chodidla náchylnější k tvorbě takovýchto onemocnění. Při nadměrném pocení je kůže méně mechanicky odolná, snadněji vznikají oděrky, puchýře, které umožňují vstup infekce i patogenu, které se vyskytují běžně především na povrchu kůže. Rychlost vzniku zanícení, resp. průniku patogenu a jeho zakořenění pod povrchem kůže je velmi rychlé (v řádu hodin až dnů) a je závislé na prostředí, ve kterém se chodidlo po danou dobu vyskytuje. Hlavními faktory jsou: vlhkost – 50 % – 70 %, tma, teplota kolem 36,7 stupňů, tj. teplota lidského těla, drobná zranění, snížená kyselost kožního povrchu, neadekvátní hygiena kůže, snížená obranyschopnost organismu. V tomto směru tedy hraje ohromnou roli i péče o obuv jako

⁶⁵ Z rozhovorů s MUC. Janem Finsterlem

takovou. Nejen na vrchní části obuvi, ale především na té vnitřní je podstatou, aby obuv po vyzutí dostatečně proschla a zamezilo se tak vzniku prostředí, ve kterém takovéto patogeny přežívají. Nejde tedy pouze o potřebu vyschnutí obuvi, pokud je nošena v mokřím prostředí kupř. v přírodě, ale rovněž i proschnutí vnitřní části od potu. Vedle zvýšeného rizika vzniku takovéto živné půdy pro mikroorganismy může být vlhkostí a teplotou změněna i mechanická vlastnost takovéto provlhlé obuvi. Docílení správného proschnutí obuvi je pak ještě více náročnější, pokud se tento sportovec či sportovně založený jedinec pohybuje v prostředí klima s vysokou vlhkostí v ovzduší. Toto, z mé vlastní zkušenosti, vím, že je náročné, například v Asii i částech Indie, kde v mnohých oblastech dosahuje vlhkost v ovzduší i 100% limitů.

Mezi další faktory, jenž s sebou přináší dermatomykologické onemocnění je snížení výkonnosti jedince (sportovce). To je dáno diskomfortem při pohybu, který se projevuje svěděním, pálením, bolestivostí a zápachem. Meziprstní plíseň je také vstupní branou pro závažnější bakteriální infekce, např. Erysipel neboli růže. Opodstatnění řešení tohoto problému je dána i tím, že různou podobou dermatologického onemocnění na svých chodidlech nosí až 70% populace⁶⁶. Léčení takového onemocnění není lehkým krokem a je k němu, v naprosté většině případů, zapotřebí využití lokálních i celkových antimykotik, v některých případech smíšené infekce i antibiotika. Režimovými opatřeními jsou pak dezinfekční přípravky na chodidla a na obuv, k snížení pocení nohou antiperspiranty či finančně náročná léčba formou botolutoxinových injekcí. K předejití šíření tohoto onemocnění je pak naprostou nezbytností si nepůjčovat obuv, nechodit bos, dále pak správná kvalitní pedikérní péče.

Ohroženou skupinou pacientů, u nichž dochází k poklesu obranyschopnosti organismu vůči vnějším činitelům (virům, bakteriím), prodlouženému hojení jsou diabetici. V pokročilém stádiu onemocnění se může vyskytnout neuropatie (ztráta citlivosti) dolních končetin, která způsobuje nezregistrování infekce absencí kožního čítí⁶⁷.

Z neléčeného mykotického onemocnění, pokud se dostane do fáze, že je již zřejmá otevřená prasklina způsobená zeslabeným povrchem pokožky vlivem mykotického onemocnění je vstupní branou pro proniknutí závažné bakteriální infekce. V rámci závažnosti se jedná především o Erysipel, Flegmona, zánět lymfatických cest, chronický

⁶⁶ Z rozhovorů s MUC. Janem Finsterlem

⁶⁷ Zaregistrování impulsů bolestivosti skrze nervovou aparaturu a následný přenos do mozku.

lymfedém. Tyto onemocnění pak mohou v krajní mezi vést až k amputaci postižené části. Mezi závažné zdravotní problémy ovšem patří i ty, u kterých je vznik zapříčiněn nikoli zvýšenou vlhkostí a teplotou, ale zvýšenou vlhkostí a sníženým chladem. Jde o Congelatio, druh poranění, které je známé jako omrzliny. Ty vznikají nejdříve ztrátou citlivosti v končetinách a následnému poškození tkáně. Omrzliny se jednotlivě dělí na stupně, dle závažnosti poškození tkáně. Vedle omrzlin, které vznikají již od snížené teploty 15°C, kdy dochází ke ztrátě citlivosti až po ty, kdy začne odumírat tkáň při 4°C je ohromným rizikem chladu působícího na tělo sportovce náchylnost k poranění svalového aparátu: podvrknutí kotníku, natažení svalstva či natržení svalových úponů až po únavové zlomeniny prstu, nártu a dalších částí chodidla jedince.

Jsou to právě tyto důvody, které dělají ze sensorické sportovní obuvi, měřící teplotu a vlhkost, obuv radikální a definující nový řád v personalizaci zdravého tréninku. Mykotické onemocnění, infekce, svalová ztuhlost a následné poranění. Tyto faktory ovlivňující výkonnost sportovce mohou ovlivnit nejen trénink, ale i samotný výsledek několika měsíčního snažení. Onemocnění tohoto rázu přináší několikadenní až týdenní rekonvalescenční čas. V té době se sportovec či aktivní jedinec nemůže naplno věnovat tréninku, navíc je v tomto čase daleko více náchylnější k přivození si dalších zranění.

V současnosti v tuzemsku neexistuje vhodný wearables přístroj, který by uměl takto detailně a navíc v reálném čase informovat nositele obuvi, a proto je využití této obuvi velice reálné a dle MUC. Finsterleho i přínosné.

Vhodnost využití, dle docenta Hromádky, pak vyvstává především u miniaturizace a samotného začlenění těchto senzorů do obuvi sportovní. Podobné přístroje již existují pouze pro klinické testování, ale jsou svým rozměrem neslučitelné pro praktické využití v sportovním tréninku. Samotná sensorická technologie v obuvi a její rozmístění pak odpovídá biomechanice chodidla, které jsem osobně konzultoval právě s docentem Hromádkou⁶⁸.

⁶⁸ Je přední český ortoped, autor desítek odborných článků a několika odborných publikací. Jako první v České republice zavedl rutinní používání miniinvazivních osteotomií kostí nohy, které umožňují léčbu plochonoží, deformit prstů a vbočeného palce nohy. Je spoluautorem první české protézy metatarsofalangového skloubení palce nohy. Je členem v odborných společnostech: Česká anatomická společnost (ČAS), Česká společnost pro ortopedii a traumatologii (ČSOT), Sekce chirurgie nohy při ČSOT (SCHN ČSOT), European Foot and Angle Society (EFAS)

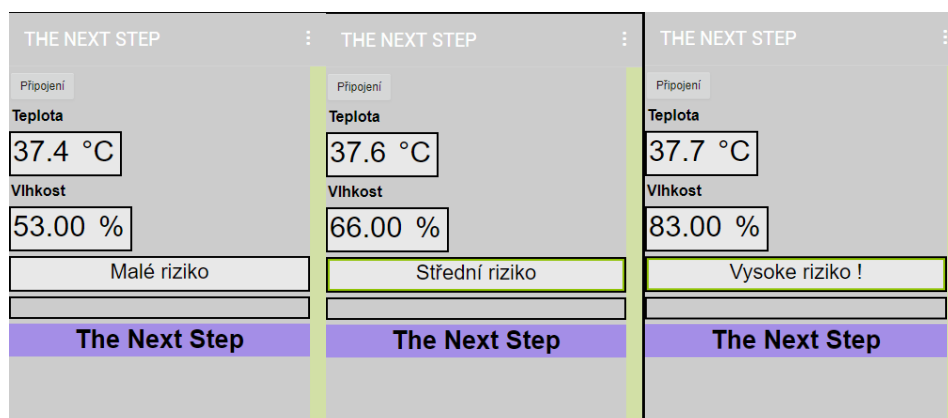
5.5. Funkčnost aplikace MIT App Inventor a komunikace s chytrým telefonem

Propojení mezi hardware, tedy mikropočítačem Arduino a uživatelem pracuje skrze software, tedy aplikaci. Ta může pracovat buďto na počítači nebo jeho ekvivalentního a mnohem menšího nástupce - chytrý telefon.

První kroky k zajištění funkčního kroku vedly přes klasické počítačové kódování, nicméně po pár dnech se podařilo nalézt skvělého pomocníka, totiž cloudový program na snadnější tvorbu aplikací z dílny vývojářské skupiny z *Massachusetts Institute of Technology*. Kvality tohoto programu tkví v uživatelském prostředí, kde není zapotřebí znalosti programovacího jazyka a vývojář pracuje pouze v rámci nabídky možností, které jsou do jisté míry přednastaveny ze strany *MIT*, ale i tak přináší ohromné množství možností a stylů, jak má aplikace ve výsledku nejen vypadat, ale především na jaké signály reagovat. Ačkoli je tato aplikace opravdu více než vhodným pomocníkem v komunikaci s wearable zařízením, tou nejpodstatnější částí je nicméně znalost na jaké parametry takovou aplikaci nastavit. Bez těchto znalostí se jedná jen o nástroj bez možnosti jeho využití.

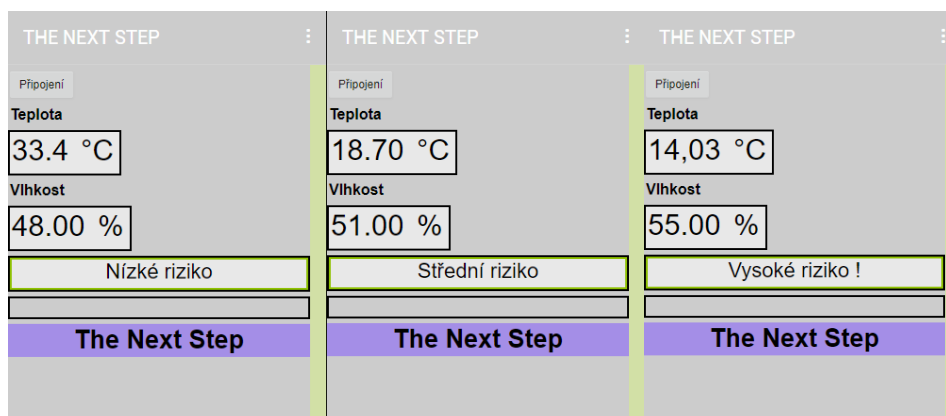
Komplexnost tedy nacházím v pracovním postupu, kdy jsem se osobně setkal s lékaři a konzultoval s nimi tuto problematiku. Díky tomu se podařilo dojít k hodnotám, které přináší snadné uživatelské rozhraní.

System aplikace je navržen tak, aby upozorňoval nositele sensorické obuvi v několika momentech, dle míry závažnosti daného problému. První problematiku, kterou aplikace znázorňuje a upozorňuje, je míra náchylnosti přenosu, respektive vzniku dermatologického onemocnění na chodidlech v rámci výpočtu procentuelní míry vlhkosti uvnitř obuvi v souvislosti s hodnotou teploty uvnitř obuvi.



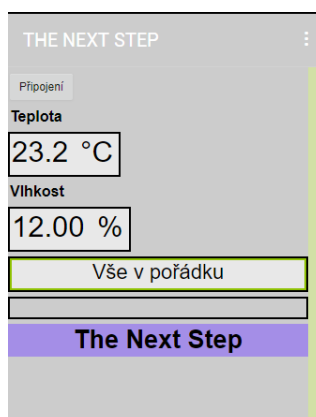
Obrázek č. 17: Render aplikace při pop-up notifikaci. Míra rizika vzniku dermatologického onemocnění

Druhou problematiku, na kterou aplikace upozorňuje skrze komunikaci se senzorickou částí uvnitř obuvi, je náchylnost ke zranění přivozenému prochlazením v průběhu tréningu, při pauze mezi tréninky a následně fyzické aktivitě po pasivním odpočinku. Jsou to momenty, kdy se chodidla nezahřívají a okolní chladné podmínky prostředí, ve kterém se nositel vyskytuje, zvyšují riziko zranění která jsou výše zmíněná⁶⁹.



Obrázek č. 17 Render aplikace při pop-up notifikaci. Míra rizika přivození si úrazu následkem prochlazení pohybového aparátu

Aplikace také umí rozpoznat moment, kdy si sportovec chce obuv nazout po tréningu, který již proběhl a zjišťuje, jestli již obuv po předešlé sportovní aktivitě dostatečně proschla.



Obrázek č.18 Render aplikace při pop-up notifikaci. Zjištění jestli je obuv již proschlá či nikoli.

⁶⁹ Více v kapitole: 5.4. Odborné konzultace s doc. MUDr. Rastislav Hromádka, Ph.D. a MUC. Janem Finsterlem

5.6. Koncept designového zpracování

Koncept této smart obuvi vychází z nadefinování si několika parametrů. Tím prvním je typ obuvi. Jedná se o sportovní obuv vhodnou k běhu a jeho tréninku. Tomu odpovídá i asymetrická stavba podešve. Ta vychází z předpokladu běhu jedince a anatomie pohybového aparátu dolních končetin při jednotlivých částech kroku. Noha se odvalem zvedá, mírně vytočená od kolene k špičce nohy, přenesením váhového těžiště jedince natahuje, nastupuje pohyb, kdy se patní část dotkne země a přenesení vzniklý ráz, který je tlumen stavbou podešve a jejím dělením na dvě části v patní oblasti a při došlapu na části tři v oblasti od klenby chodidla k prstům. Tyto ostružky podešve jsou nejen funkčním prvkem ale též i designovým zpracováním konceptu. Ten vychází z idey svalstva v pohybu. Jednotlivé části podešve jsou přeneseny do vizuální tematiky vláknenné stavby svalstva a jeho zapojení do aktivity. Obuv se stává součástí nositele, propojení skrze senzorickou část je mostem mezi propojením objektu s tělem jedince. Design podešve ve své celistvosti s vrchní částí pak přenesením tohoto konceptu do lehce futurističtější a přesto liniemi čisté podoby akcentuje na pocit, kdy je nositel obklopen technologiemi wearables elektroniky a splývá s nimi v jeden celek, jsou jeho druhou pokožkou, jistou samozřejmostí, nikoli zvláštností. Biologická část se propojuje s tou technologickou. Designové zpracování představuje propojení těla, jeho city a stylovost, jedinečností s technologickým gadgetem. Tomu odpovídá i samotný design koncept, u kterého jde o převtělení tohoto tématu do podoby designérského záměru.

5.7. Konečný zákazník a spotřebitel

Při definici takovéto osoby si musím klást několikero otázek. Jaký je věk tohoto člověka, jeho sociální uplatnění a preference, zájem o technologie a sport atp. Je to člověk, ke kterému se dostane konečný finální produkt. Tedy v závislosti na konečném zpracování jde o vysoce sportovně založeného jedince, či přímo vrcholového sportovce. Takovýto sportovec využívá tuto obuv jako obuv kondiční, k moderaci a monitoringu aktivity samotné při zachování maximální bezpečnosti a zamezení zranění či onemocnění pohybového aparátu dolních končetin či onemocnění mykologického charakteru. text

6. INSPIRAČNÍ ZDROJE

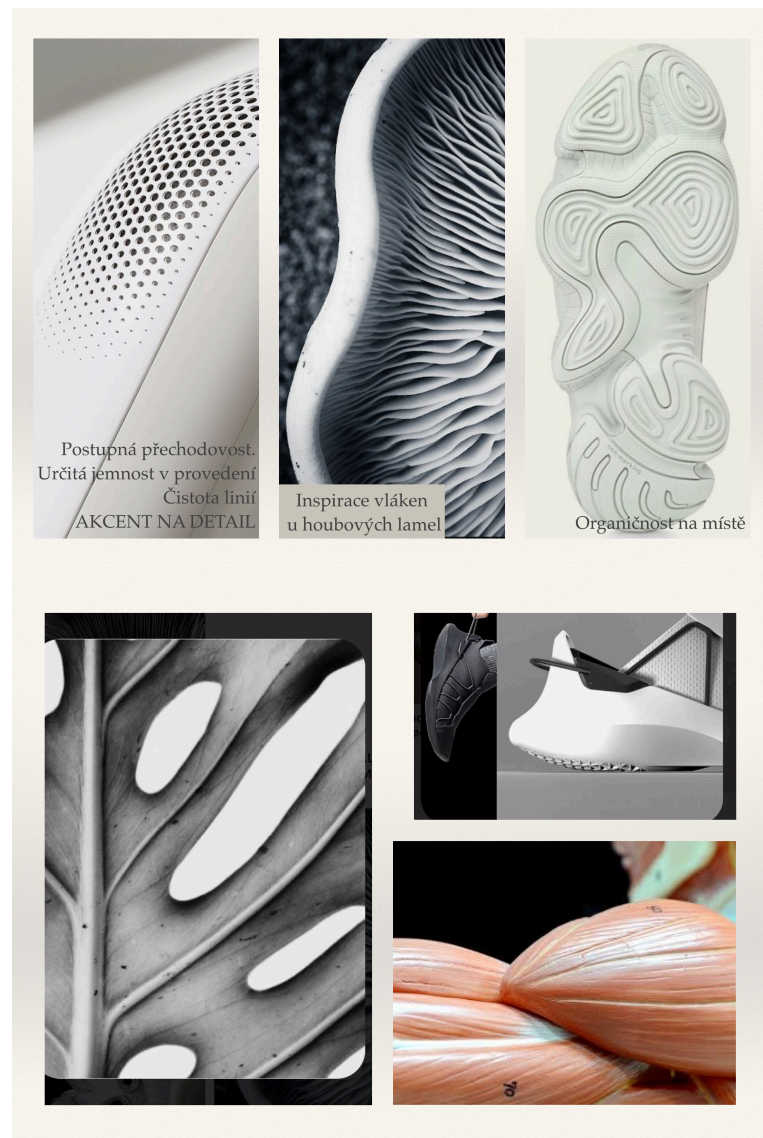
Inspirací k práci na smart senzorické obuvi, byla pro mne, a stále je, především cesta samotná, která představuje neustálé hledání nových dveří, které je potřeba otevřít. A to především v rámci výzkumné činnosti, která je k tomuto typu oděvního doplňku, nositelné elektronice, nezbytná. Následné designové zpracování je pak už jen jakýmsi vyvrcholením snahy přenést myšlenku v realizaci a následnou realitu.

K námětu jsem dospěl také lidmi okolo sebe. Mými přáteli, mojí rodinou. Ať už to je můj strýc, který kvůli onemocnění doprovázeným cukrovkou má problémy s chůzí, či sestra mého kolegy z pekingského studia DeFacto, která kvůli cukrovce, ač je starší jen o dva roky než jsem já, má problémy již zmiňované neuropatie dolních končetin. Je to ale také má několikaměsíční spolupráce s českou firmou MediStyle, která vyrábí ortopedickou obuv a její zákazníci jsou v naprosté většině senioři, ač tomu nutně nemusí být. Tyto okolnosti ve mne vzbuzují otázky, proč se v naprosté většině případů pouze řeší problém ale nikoli se tomuto problému nepředchází..? V rámci predispozic není co řešit, tam je potřeba jednat okamžitě, nicméně v ostatních případech kolem sebe pozoruji lidi, kteří skrze stylovost a trendovost neberou ohled na své zdraví. Kvůli něčemu co je v současnosti - dočasnosti "in" si mnohdy přivodí úraz, který je permanentní. Tyto myšlenky jsou pro mne, nejen jako návrháře obuvi, ale jako hybridního designéra, který propojuje interdisciplinární cesty do jedné, prioritní.

U designového zpracování pak vycházím ze svého rukopisu, který je věrný tomu, co mě v mém životě obklopuje, co mě definuje. Ať už to je taneční průprava z konzervatoře, jevištní zkušenosti v kostýmech, studium hudby či několikaleté působení jako designér v čínském Pekingu.

Asijská stylovost a určitá uniformita je protknuta liniemi těla s náznakem divadelnosti.

6.1. Moodboard



Obrázek č. 19: Moodboard

Moodboard, neboli náladová tabule. Je jakousi myšlenkově obrazovou skicou, jedinečným pocitem, který designéra inspiruje a přináší mu nápady a směr tvůrčího procesu. V mém případě jde o výběr fotek, u kterých do jisté míry převažuje jistá organičnost, námět z přírody. Výřez listu Monstery skvostné či lamelového spodku Pečárky polní. Detail je posléze k nalezení u postupné přechodovosti větrání čističky vzduchu či patní části podešve. To celé pak uzavírá odkaz na organičnost, která je zpočátku předjatá u výřezu svalstva, aby byla posléze nalezena na spodní straně podešve. Věci na první pohled nesourodé mi přinesou ve správném složení harmonický celek, který se vzájemně doplňuje.

7. DESIGN OBUVI

Z čeho se skládá popisovaná obuv? Co má představovat? Co má symbolizovat? Jakým způsobem mění pohled na obuv jako takovou?

Jde o velmi specifický druh obuvi, která se řadí do jednotné kategorie tzv. wearables, tedy nositelné elektroniky. Je určena pro sportovní využití, konkrétněji jako běžecká obuv vhodná k tréninku, kdy zapojení elektroniky napomáhá v reálném čase svoji zpětnou vazbou jejímu nositeli. Ačkoli se jedná o funkční prototyp, studentskou práci. Onen prototyp je prezentovatelný a odkazuje k směrům, kterými se ubírat pokud by se takováto obuv vyráběla sériově. Design koncept vychází z přenesení tematiky svalstva, resp. svaloviny do podoby designérského vyjádření, kdy podešev je přechodovým mostem mezi organičností přírodního charakteru v nášlapové části, kde lze nalézt jednotlivá "svalová vlákna". U límce podešve jde o imerzní přechod do vrchní části obuvi. Svršek samotný pak představuje propojení asijské čistoty linií a aktivního zájmu této kulty o technologie s akcentem na tradiční umění, kterým je pro mě rovněžtak i divadlo potažmo divadelní kostým. Divadelní kostým ovšem nelze brát pouze jako symbol zdobnosti a extraordinárnosti. Jde koneckonců o pracovní oděv, který musí být funkčním, aby umělci umožnil podat maximální výkon, rovněž musí splňovat estetická kritéria, jenž v případě divadla zvýší prodejnost lístků. Jde tedy o propojení funkčnosti se záměrem o marketingovou úspěšnost.

7.1. Tvar kopyta

Tvarovost formy na obuv - kopyta je závislá na druhu obuvi, která se na něm vyhotovuje. Jelikož jde o obuv sportovní, bylo potřeba v rešerši postupovat správným výběrem kopyta, které by se tomu vyrobenému pro potřeby produkce podobalo co nejbližěji. Právě při produkci v sériové výrobě by se kopyto nechalo vyhotovit na míru dle předem stanovených požadavků u profesionální firmy jako jsou společnost *Fagus* či *Bruder Winkle*, nicméně jelikož se jedná o školní, respektive univerzitní diplomový projekt i v důsledku minimálního finančního rozpočtu, postup rešerše byl následovný.

Nejdříve jsem si vybral koncept pro diplomový projekt. Posléze jsem začal pracovat na návrzích. Jakmile jsem měl konečnou představu o tvarovosti a typu obuvi, na kterém v rámci diplomového projektu pracovat, začal jsem s výběrem kopyt. Po vybrání několika kandidátů, jsem se setkal s panem Josefem Polčákem, který se výrobou kopyt zabývá a je

na ní specialista. Kopyta jsem prokonzultoval a vybral jsem finální model, který by odpovídal nejbližěji takovému typu kopyta, jež by bylo vhodné k využití do výroby sportovní běžecké tréninkové obuvi.

7.2. Postup vzniku podešve

1) Koncept

Fundamentem pro vznik návrhu je myšlenka, následný koncept a pak jeho realizace. Při přípravě na tvorbě podešve šlo nejdříve onu myšlenku zformulovat, uspořádat. K tomuto kroku je, dle mého názoru, nejpříhodnější zvolit takovou cestu, která je designérovi blízká, osobní.

Pro mne to byly tyto definizující významy: *stylovost* - z první poloviny jako akcentace současné trendovosti, toho co nás v rámci módního světa obklopuje, z té druhé toho co je mně osobně vlastní a příjemné, co mne vystihuje nejen jako designéra, ale rovněž i člověka. Dalším významem byly: *nové technologie* - technologie, které nás obklopují, ale rovněž jsou naší každodenní součástí. Může to být chytrý telefon či chytré hodinky, ale také obyčejná věc jakou je lampa venkovního osvětlení, která svojí podstatou supluje svit, jež určuje běh dne každého z nás. Něco tak samozřejmého, přesto při její absenci důležitého co nám znemožní prožít den tak jak jsme na něj zvyklí. Třetím významem, který utvářel koncept podešve byla dozajista: *organičnost*. Ta je pro mne předmětem zkoumání již několik let. Objevuje se v architektuře, ale rovněž i třeba v aviatice. Pocitem k ní přistupuji jako k přemostění inspirace přírodou a přírodními, naturálními tvary do prostředí urbanismu městského života. Doslova je pro mě prolnutím několika jevů v jeden celek.

2) Návrh

Po struktuře konceptu jsem přistoupil k návrhu podešve. Tam jsem postupoval tak, že jsem si nejdříve nafotil vybrané kopyto z deseti úhlů (en face, poloprofil přední vnitřní, profil vnitřní, poloprofil zadní vnitřní, zadní pohled, poloprofil zadní vnější, profil vnější, poloprofil přední vnější, pohled shora a zespodu). Tyto pohledy jsem si posléze vytiskl na 2D tiskárně a zakreslil jsem návrh podešve již přímo na fyzicky totožné kopyto. Tyto nákresy jsem posléze nechal převést v 3D model s tím, že jsem spolupracoval nikoli s 3D grafikem, ale 3D modelářem, který následoval mých pokynů po hovorech skrze aplikaci Zoom či Skype.

3) Modelace podešve na kopyto modelovací hmotou Marsclay Medium

V průběhu vzniku návrhu podešve jsem ještě před 3D modelací vyhotovil zkušební model podešve z materiálu: *Marsclay Medium*, které ačkoli se využívá především k modelaci nových vzorů aut v automobilovém průmyslu, tak díky svým vlastnostem skvěle posloužila také k výrobě přípravného, ilustrativního modelu pro potřebu komunikace s 3D modelářem.

4) Sken kopyta

Pro vytvoření dokonalé ho tvaru vnitřní části podešve jsem se rozhodl kopyto naskenovat 3D skenerem na Fakultě aplikované informatiky UTB. Zasazení modelu skrze high technologii speciální metodou za využití přístroje typu *ATOS*, výrobce *GOM*, s názvem *Triple Scan II 5M*, který je schopný záznamu až 5 000 000 bodu na 1 záběr, se docílilo převedení modelu fyzického kopyta do podoby detailního virtuálního modelu. Teno posléze posloužil postprocesním otiskem jako vnitřek podešve, kdy se ta část podešve, která překrývá kopyto (dle 2D zakresleného modelu) nakopírovala jako vnitřek podešve. Takovýto vnitřek podešve se posléze tzv. *nascaloval*⁷⁰ což přineslo rozšíření obvodu vnitřku podešve při zachování ostatních rozměrů tak, aby se do modelu vešlo kopyto i s použitým materiálem svrškové části.

5) Formování supermodelu do silikonu: Sorta Clear - 37

Po vyhotovení 3D modelu následovalo zaformování 3D vytištěného modelu do silikonové lázně. Tento proces je velice náročný a vyžaduje nejen přesnost, ale především zručnost. *Silikon Sorta Clear - 37* jsem vybral na doporučení p. Maška z firmy Silikony s.r.o. Je potřeba brát v potaz důležitý fakt, že takovýto silikon může nenávratně zničit nejen supermodel, ale také okolí pracovního prostředí, mezi další limity je poměrně značná finanční nákladnost tohoto materiálu a potřebné množství, které je zapotřebí při formování supermodelu.

6) Vyjmutí super modelu z formy a výroba finální podešve z materiálu: Flex Foam-It

17

Po zaformování modelu a vytvrzení silikonové lázně následuje řez v předem stanovené úrovni modelu. Pro tuto potřebu je vhodné si před zaformováním na supermodel

⁷⁰ Termín přejatý z anglického slova scale, neboli měřítko, který se využívá výhradně hovorově mezi 3D grafiky, modeláři a tiskaři a znamená: nastavení měřítka 3D modelu dle předem stanovených parametrů.

aplikovat v místě límce podešve technickou průhlednou plastovou pásku, a na ní permanentním popisovačem naznačit čárkovanou linií místa řezu. Silikon je částečně transparentní a díky tomu se při vynětí modelu po jeho zaformování předejde nekvalitímu ořezu. Druhý benefit takovéto pásky je také ten, že po vyjmutí modelu z formy a aplikací materiálu *Flex Foam-It 17* dojde k expanzi materiálu, procesu napěnění a vzniku míst, které jsou po vyjmutí pěnového modelu potřeba oříznout a začistit. Pokud by chyběla páska tak řez a začistění by muselo být v místě části finálního pěnového modelu podešve a nikoli do části vyhrazené na ořez. Mezi veledůležitý úkon je také vytvořit dva otvory válcovitého tvaru do místa vnitřní části středu podešve, odkud bude materiál *Flex Foam-It 17* expandovat ven. Tento proces je velice podobný profesionálnímu vstřikolisu, nicméně forma na profesionální komerční využití, na které je možné vyhotovit stovky kusů podešví je finančně v řádech desítek tisíců Kč a je k ní zapotřebí ještě kompletní linka strojů, které vstřikují do takovéto formy materiál. Proces který jsem si zvolil je po technické stránce velice podobný, ale v silikonové formě je možné vyhotovit jen jednotky kusů podešví a rovněž i materiál na podešve není vhodný ke komerčnímu využití, ale perfektně se hodí k využití pro tento projekt.

Finální model z pěny *Flex Foam-It 17* tedy není z materiálu, který by se využíval v profesionální sériové výrobě, ale jde o materiál, který lze využít k nejpřesnějšímu přiblížení se takovému modelu. *Flex Foam-It 17* je flexibilní polyuretanová pěna. Opět je důležité zmínit fakt, že proces výroby takového modelu je extrémně náročný a vyžaduje zručnost. Čas na smíchání složky A se složkou B materiálu *Flex Foam-It 17* je pouze 20 vteřin, po kterých se materiál musí urychleně nalít do formy, formu uzavřít a utěsnat. V opačném případě by materiál expandoval mimo formu a model by nebylo možné využít.

Finanční náročnost této techniky se sice nepohybuje v řádech desítek tisíc Kč, ale v řádech jednotek tisíců Kč. I tak jde ale o proces, který je pro studenta finančně velice nákladným.

7.3. Model - Hermés

Model této obuvi nese název Hermés. Jde o parafrázi na řeckého mytologického poloboha Herma. Ačkoli je zpodobňován s obuví okřídlenou, beru tento motiv přeneseně a to sice

skrze využití senzorů v obuvi. Právě ty jejímu nositeli přináší usnadnění při tréninku. Toto ulehčení jakoby povznášelo jejího nositele pomyslnými křídly a přejímalo podoby tohoto řeckého poloboha.

Dle historického popisu jsou jeho charakteristickými rysy lživost a pohyblivost. Říká se o něm, že hranice bedlivě střeží, ale také je i překračuje. Toto lze brát doslovně i přeneseně. Tímto překročením Hermés boří zažitá tabu a tím přináší nové možnosti a příležitosti a s nimi navozuje nový řád.

Jsou to právě tyto mytologické znaky, které mě utvrdily, že tato obuv ponese jeho jméno.

ZÁVĚR

Cílů této diplomové práce bylo několik. Ze začátku jím bylo o uvedení tématiky pokroku a vývoje technologií ve vztahu k textilu, oděvu i obuvi jakožto oděvnímu doplňku. Toto zasazení do historické souvislosti přineslo možnost porovnání vývojových změn v této tématice s ohledem k výběru významných historických momentů, kde technologie a její pokrok znamenal milník ve vztahu k odívání. Přenesením se do současnosti a přiblížení případovou studií potřeb jedince žijícího ve 21. století bylo možné důkladněji vypořádat důležitost kontextu vztahu člověka a oděvu, které odkrylo, že produkt, který je lidskému tělu nejbližší, se kterým jsme v každodenním naprostém kontaktu je právě textil.

Nástin důležitosti vývoje oděvu a oděvního doplňku ve více personalizovaný smart produkt je patrný v následujících kapitolách, aby byl plně rozvinut týmem ATAP společnosti Google v *Projektu Jacquard*. Právě zde je přiblížen nejdetailněji význam využití propojení elektricky vodivých spojů společně se senzorickou částí. To co bylo popisováno v předchozí kapitole v příkladech několika projektů rozdílných tvůrců je zde prezentováno jako ucelený ekosystém, na který je možno v budoucnu dále navazovat novými projekty. Svoji komplexností k tomuto projektu společnost Google pracovala také na možnosti plynulého začlenění takového smart oblečení do tradičních výrobních praktik, které se i se začleněním technologického gadgetu nemusí výrazněji přizpůsobovat. Je to právě elektricky vodivé vlákno, které v *Projektu Jacquard* bylo klíčovou vlastností, aby byl tento projekt schopný etablovat se na klasických výrobních linkách, či nikoli.

Z tohoto důvodu jsem v minulém i letošním roce pracoval na výzkumné činnosti a formou rozhovorů s technologickými odborníky na Technické univerzitě v Liberci a lékaři v oboru všeobecného lékařství a ortopedické chirurgie, ale též i formou testování v laboratoři v Centru Polymerních Systémů UTB.

Díky rozhovorům se podařilo v části teoretické přiblížit specifika elektricky vodivých nití, jejich výhody při využití v praxi a podrobněji popsat rozdíly, které jsou mezi jednotlivými druhy takovýchto nití. To přineslo vzhled do problematiky hybridního designu, kdy jsem chtěl, jakožto designér bez větších technologických základů, využít technologie, u které je její znalost fundamentem kvality výsledku. V části praktické беру jako jeden ze splněných cílů konzultace s odborníky z všeobecného lékařství, ortopedie a ortopedické chirurgie. Díky nim bylo možné zasadit správné hodnoty do aplikace, která je součástí této diplomové práce a je propojena se senzorickou částí uvnitř prototypu obuvi. Ta snímá

procentuelní výši vlhkosti uvnitř obuvi a v souvislosti se změněnou teplotou upozorňuje na zvýšené možnosti zdravotních rizik sportovce po čas jeho aktivního tréninkového výkonu. Tato obuv a potažmo celá diplomová práce je pro mne reflexí potřeby reagovat na změny v odívání a obouvání v posledních letech. Zároveň mě samotnému práce přinesla možnost vést výzkumnou činnost s prezentovatelným výsledkem, který má potenciál přesahu svého designerského záměru právě díky jeho funkčnosti. V tomto vidím osobně veliký benefit. Projekt, který by v praxi mohl jeho nositeli zabránit zranění či onemocnění má pro mě samotného ohromný význam, díky kterému svoji budoucnost vidím právě v hledání nových cest při propojování estetického vjemu s technologickou funkčností.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ARTHUR. R. Google And Levi's Want To Put Computers In Your Clothing. [online] 2.9.2015 [cit. 14-6-2020].<https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2015/06/16/google-and-levis-want-to-put-computers-in-your-clothing/#7c0c7018230d>
2. ARTHUR. R. Savile Row's Wearable Tech Future: Why Bespoke Tailoring Makes Sense. [online] 2.9.2015 [cit. 14-6-2020] <https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2015/09/02/savile-rows-wearable-tech-future-why-bespoke-tailoring-makes-sense/#b6371a1608e7>
3. ATAP, GOOGLE. Welcome to Project Jacquard. [online]: YouTube.com, Google LLC, 29.5.2015, [cit. 2020-06-13], <https://www.youtube.com/watch?v=qObSFfdfe7I>
4. BONATO. P. Advances in wearable technology for rehabilitation. [online] 2009. [cit. 2020-06-14]. https://www.researchgate.net/figure/The-Smart-Shirt-by-Sensatex-Inc-USA-a-garment-with-embedded-sensors-for-physiological_fig2_26661730
5. BIBLIOTHECA UNIVERSALIS, Fashion History from the 18th to the 20th Century, Taschen, 2015, ISBN-13: 978-3836557191
6. DHILLON, Kam. What the Hell Are Resort and Cruise Collections and Why Are They So Lucrative?.[online]. [cit. 2020-06-16]. <https://www.highsnobiety.com/p/why-are-resort-cruise-pre-collections-important/>
7. GUGLIELMO. C. 10 years ago today: Remembering Steve Jobs make iPhone history. [online] 27.1.2017. [cit. 2020-02-03]. <https://www.cnet.com/news/iphone-at-10-apple-steve-jobs-make-iphone-history-remembering/>
8. HOEFER, Alfons, *Stoffe : 1. Textilrohstoffe, Garne, Effekte*, 7. völlig überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main : Deutscher Fachverlag, 1992, ISBN 3-87150-366-5
9. CHALOUPKOVÁ, M.; *Dějiny odívání 20. století*, Závěrečná práce, Olomouc s. 3, 2015
10. MARKET NEWS, Rosner Introduces Jacket with Integrated Infineon Electronics - Concept of Wearable Electronics Gains Momentum. [online]. 26.7.2004. [cit. 2020-06-16]. <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/market-news/2004/132017.html>
11. MCFALL-JOHNSEN, Morgen. The fashion industry emits more carbon than international flights and maritime shipping combined. Here are the biggest ways it

- impacts the planet. [online]. [cit. 2020-06-14] <https://www.businessinsider.com/fast-fashion-environmental-impact-pollution-emissions-waste-water-2019-10>
12. KRCHOVÁ, P. České rukavice pro hasiče získaly prestižní ocenění Red Dot Design Award.[online] 21.8.2018 [cit. 2020-06-17]. <https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/ceske-rukavice-pro-hasice-ziskaly-prestizni-oceneni-red-dot-design-award>
 13. PELÍŠKOVÁ, M; SÁHA, P; Vliv lehčené struktury na elektrické vlastnosti polymerních kompozitů s elektrovodivými plnivý. Referát. Chemické listy, 106; 2012; str. 1104 - 1109
 14. POUPLYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s
 15. LINTI, C., HORTER, H., OSTERREICHER, P.: et al., Int. Workshop on Wearable And Implantable, Body Sensor Networks, Proceeding, 2006, 135-137.
 16. LIZÁK, P. - MILITKÝ, J.; Technické textilie. Nadácia pre rozvoj textilného vysokého školstva v Ružomberku; 2002, str. 302
 17. SEYMOUR, S. Functional Aesthetics - Visions in Fashionable Technology. 2010th Ed. Springer. 2011. s. 10. ISBN-13: 978-3709103111
 18. STARÁ, Lenka; Využití uhlíkových vláken v oděvním průmyslu; Bakalářská práce; Liberec, 2013; str. 20
 19. ŠEVCŮ, P. Pošlete SMS do hotelu a oni vám ty boty vytisknou, říká o současné 3D technologii hybridní designér Oldřich Vojta. [online] 18. 6. 2018 [cit. 2020-06-12]. <https://olomouc.rozhlas.cz/poslete-sms-do-hotelu-a-oni-vam-ty-boty-vytisknou-rika-o-soucasne-3d-technologie-7447844>
 20. ŠTÝBROVÁ, M.; *Dějiny obouVání - Boty, botky, botičky*; s. 171. NLN, 2009. ISBN 978-80-7106-986-7
 21. TEDx TALKS.Textile that improves the human performance, Borre Akkersdijk, TEDxUniversiteitVanAmsterdam. [online] 28.6.2018 [cit. 2020-06-13]. <https://www.youtube.com/watch?v=CpPraZscvNM&t=17s>
 22. TURETTA, J. Steve Jobs iPhone 2007 Presentation (HD). [online]. YouTube.com. 13. 5. 2013. [cit. 2020-06-11] <https://www.youtube.com/watch?v=vN4U5FqrOdQ&t=6s>

23. VŠETEČKA, R. V Plzni vyrábějí chytré oblečení. [online] 18.6.2008 [cit. 2020-06-14]. https://www.idnes.cz/technet/technika/v-plzni-vyrabeji-chytre-obleceni-umi-volat-i-nabijet.A080617_144151_tec_technika_vse
24. YI, SASIKUMAR, CHIRENJEEVI. Encapsulated Textile Organic Solar Cells Fabricated by Spray Coating, [online]. 9.1.2019 [cit.2020-06-15] <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/slct.201803929>
25. BEZ AUTORA. CHYTRÉ RUKAVICE S ČIDLY, KTERÉ VYVINULI ČEŠTÍ VÝZKUMNÍCI, CHTĚJÍ HASIČI Z CIZINY. [online] 10.11.2017. [cit. 2020-06-16] <https://www.applycon.cz/?s=rukavice>
26. BEZ AUTORA. Solar Ski Jacket. [online]. 2008. [cit. 2020-06-16]. http://www.archiviozegna.com/en/product_tree/353/detail
27. BEZ AUTORA. Project Jacquard. [online] 2015 [cit. 2020-06-16] <https://atap.google.com>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1. Steve Jobs prezentuje první Iphone20
 Dostupné z: GUGLIELMO. C. 10 years ago today: Remembering Steve Jobs make iPhone history. [online] 27.1.2017. [cit. 2020-02-03]. <https://www.cnet.com/news/iphone-at-10-apple-steve-jobs-make-iphone-history-remembering/> [online], 2020, 2. 3.
- Obrázek 2. Příklad začlenění elektricky vodivé dráhy formou zatčení konduktivní přize již při výrobě materiálu21
 Dostupné z: ATAP, GOOGLE. Welcome to Project Jacquard. [online]: YouTube.com, Google LLC, 29.5.2015, [cit. 2020-06-13], <https://www.youtube.com/watch?v=qObSFdf7I>
- Obrázek 3. Inteligentní bunda Rosner z roku 2004.....23
 Dostupné z: VŠETEČKA. R. V Plzni vyrábějí chytré oblečení. [online] 18.6.2008 [cit. 2020-06-14]. https://www.idnes.cz/technet/technika/v-plzni-vyrabeji-chytre-obleceni-umi-volat-i-nabijet.A080617_144151_tec_technika_vse
- Obrázek 4. Rukavice značky Holík International se zabudovanými senzory. Vlevo při zásahu za použití laserového ukazovátka.....24
 Dostupné z: BEZ AUTORA. CHYTRÉ RUKAVICE S ČIDLY, KTERÉ VYVINULI ČEŠTÍ VÝZKUMNÍCI, CHTĚJÍ HASIČI Z CIZINY. [online] 10.11.2017. [cit. 2020-06-16] <https://www.applycon.cz/?s=rukavice>
- Obrázek 5. Vlevo - Košile GWDT institutu Georgia Tech, vpravo - Inteligentní košile Sensatex.....25
 Dostupné z: BONATO. P. Advances in wearable technology for rehabilitation. [online] 2009. [cit. 2020-06-14]. https://www.researchgate.net/figure/The-Smart-Shirt-by-Sensatex-Inc-USA-a-garment-with-embedded-sensors-for-physiological_fig2_26661730
- Obrázek 6. Vlevo - Smart podprsenka.26
- Obrázek 7. Elektronické plavky schopné ukazovat stav ultrafialového záření a dobu opalování.....27
 Dostupné z: LINTI, C., HORTER, H., OSTERREICHER, P.: et al., Int. Workshop on Wearable And Implantable, Body Sensor Networks, Proceeding, 2006, 135-137.
- Obrázek 8. Elektronické plavky schopné ukazovat stav ultrafialového záření a dobu opalování.....28
 Dostupné z: BEZ AUTORA. Solar Ski Jacket. [online]. 2008. [cit. 2020-06-16]. http://www.archiviozegna.com/en/product_tree/353/detail
- Obrázek 9. Znázornění similarity: dotykového panelu (vlevo), tkaniny (vprostřed) a tkaniny s el. vodivou přízí.29
- Obrázek 10. Nahoře elektricky vodivé přize vyrobené společností Google. Dole detailní pohled na hedvábnou přízi přes mikroskop31
 Dostupné z: POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s

Obrázek 11. Jednotlivé elektricky vodivé nitě, hrubou silou vypárané z textilu a napojené a elektrody	32
Dostupné z: POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s	
Obrázek 12. Konduktivní nitě s předem nadefinovaným místem výstupu propojené s další elektronikou.	33
Dostupné z: POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s	
Obrázek 13. Tkanina <i>Project Jacquard</i> plně kompatibilní a vhodná k propojení s chytrým telefonem	34
Dostupné z: POUPYREV, Ivan. Jacquard and Soli Presentations at Google IO 2015, In: YouTube.com, Google LLC, 21.2.2016, [cit. 2020-06-15], Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7GJo_kPLCTQ&t=1075s	
Obrázek 14. Prošívané elektricky vodivé přize do levého ramenního popruhu. Vlevo detail, vpravo celek	35
Dostupné z: Z oficiálních stránek výrobce, Project Jacquard. [online] 2015[cit. 2020-06-15] https://atap.google.com/jacquard/products/ysl/	
Obrázek 15. Denimová bunda Levi's opatřená dotykovými senzory umístěnými na rukávu bundy	36
Dostupné z: ARTHUR. R. Google And Levi's Want To Put Computers In Your Clothing. [online] 2.9.2015 [cit. 14-6-2020]. https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2015/06/16/google-and-levis-want-to-put-computers-in-your-clothing/#7c0c7018230d	
Obrázek 16. Výsledky testování provedeném na CPS, znázorněné v tabulce a na grafu	47
Obrázek 16. Render aplikace při pop-up notifikaci. Míra rizika vzniku dermatologického onemocnění	51
Obrázek 17. Render aplikace při pop-up notifikaci. Míra rizika přivození si úrazu následkem prochlazení pohybového aparátu	52
Obrázek 18. Render aplikace při pop-up notifikaci. Zjištění jestli je obuv již proschlá či nikoli ...	52
Obrázek 19. Moodboard	59

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 2: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 3: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 4: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 5: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 6: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 7: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 8: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 9: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 10: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 11: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 12: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 13: Sensorická obuv Hermés

Příloha P 14: Sensorická Obuv Hermés 3D model podešve

Příloha P 15: Sensorická obuv Hermés Podešev

PŘÍLOHA P 1: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 2: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 3: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 4: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 5: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 6: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 7: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 8: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 9: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS

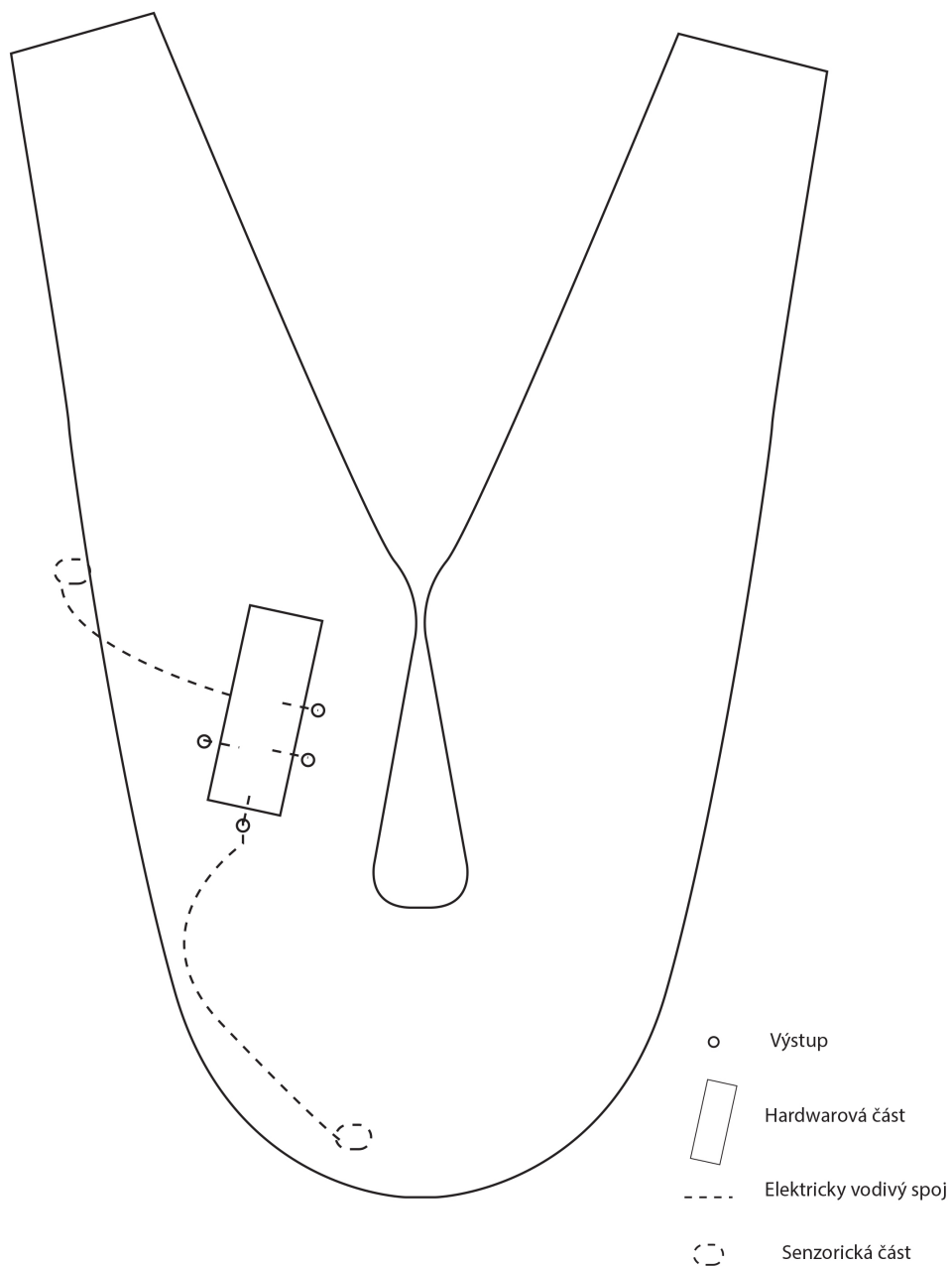


PŘÍLOHA P 10: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 11: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



PŘÍLOHA P 12: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS

PŘÍLOHA P 13: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS



**PŘÍLOHA P 14: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS 3D MODEL
PODEŠVE**



PŘÍLOHA P 15: SENZORICKÁ OBUV HERMÉS PODEŠEV

