



Diplomová práce

Chytrý náramek pro snímání fyziologických dat umožňující účinnou prevenci a léčbu v telemedicině

Smart bracelet for sensing physiological data for effective
prevention and treatment in telemedicine

Autor: BcA. Lucie Koháková

Studijní program: N212 Design
Studijní obor: 15150 Ústav designu

Vedoucí: prof. ak. soch. Marian Karel

Praha, květen 2023

© Lucie Koháková

České vysoké učení technické v Praze, 2023

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ARCHITEKTURY

AUTOR, DIPLOMANT: BcA. Lucie Koháková
AR 2022/2023, LS

NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:

CHYTRÝ NÁRAMEK PRO SNÍMÁNÍ FYZIOLOGICKÝCH DAT UMOŽŇUJÍCÍ ÚČINNOU PREVENCI A LÉČBU V TELEMEDICÍNĚ

SMART BRACELET FOR SENSING PHYSIOLOGICAL DATA FOR EFFECTIVE PREVENTION AND TREATMENT IN TELEMEDICINE

JAZYK PRÁCE: ČESKÝ

Vedoucí práce: prof. ak. soch. Marian Karel **Ústav:** Ústav designu/ 15150

Oponent práce: Ing. Jakub Hajer

Klíčová slova
(česká): *nositelná zdravotní pomůcka, šperk, diagnostika, míra přijetí, sklo, monitoring zdravotních funkcí, telemedicína, design help, biofeedback*

Anotace
(česká): Diplomová práce se zabývá designérským návrhem zdravotní pomůcky, která slouží ke zkvalitnění diagnostiky a léčby pacientů s rizikem kardiovaskulárních chorob. Autorka zde kombinuje biomedicínské technologie a práci se šperkem a navrhuje řešení návrhem skleněného náramku, který umožňuje uživatelkám nepřetržitou prevenci. Důležitým cílem tohoto projektu je snaha zlepšit vztah pacientů k nošení zdravotních pomůcek na veřejnosti eliminováním negativních emocí, které mohou uživatelé pociťovat. Práce je členěna do několika částí, kdy v první části je shrnut teoretický úvod a literární rešerše, která předcházela samotnému návrhu, dále se zabývá formulací vizí a přes popis navrhování pokračuje až k finálnímu návrhu. Součástí práce je i praktická konstrukce daného zařízení a krátkodobé uživatelské testování, které se zaměřilo na ergonomii a pohodlnost používání.

Anotace (anglická): The thesis deals with the design of a medical device that serves to improve the diagnosis and treatment of patients at risk of cardiovascular diseases. Here, the author combines biomedical technology and jewellery work and proposes a solution by designing a glass bracelet that allows the wearer to have continuous prevention. An important goal of this project is to try to improve patients' attitudes towards wearing medical devices in public by eliminating the negative emotions that wearers may feel. The thesis is structured in several parts, where the first part summarizes the theoretical introduction and the literature search that preceded the design itself, then deals with the formulation of the vision and continues through the description of the design process to the final design. The thesis also includes the practical design of the device and short-term user testing, which focused on ergonomics and ease of use.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne
23.5.2023

podpis autora-diplomanta



Tento dokument je nedílnou a povinnou součástí diplomové práce / portfolia a CD.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury
2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: Lucie Koháková

datum narození: 27.9.1997

akademický rok / semestr: LS 2022 / 23

obor: DESIGN

ústav: DESIGN

vedoucí diplomové práce: Prof. ak. soch. Marian Farel

téma diplomové práce:

viz přihláška na DP Designhelp - biofeedback

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

cíl projektu je vytvoření inovativního konceptu nositelného designu (wearables)
pro měření biometrických dat (biofeedback)

2/

Pro AÚ/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program

Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

- rešerše
- syntéza
- analýza

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

bude specifikováno v průběhu semestru

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)

vzhledem k charakteru projektu (metabolová - mezikulturní spolupráce)
bude specifikováno v průběhu semestru

Datum a podpis studenta 13.2.2023 Lucie Koháková

Datum a podpis vedoucího DP 13.2.23 MARIAN FAREL

Datum a podpis děkana FA ČVUT

registrováno studijním oddělením dne

13.2.23

Anotace

Diplomová práce se zabývá designérským návrhem zdravotní pomůcky, která slouží ke zkvalitnění diagnostiky a léčby pacientů s rizikem kardiovaskulárních chorob. Autorka zde kombinuje biomedicínské technologie a práci se šperkem a navrhuje řešení návrhem skleněného náramku, který umožňuje uživatelkám nepřetržitou prevenci. Důležitým cílem tohoto projektu je snaha zlepšit vztah pacientů k nošení zdravotních pomůcek na veřejnosti eliminováním negativních emocí, které mohou uživatelé pociťovat. Práce je členěna do několika částí, kdy v první části je shrnut teoretický úvod a literární rešerše, která předcházela samotnému návrhu, dále se zabývá formulací vizí a přes popis navrhování pokračuje až k finálnímu návrhu. Součástí práce je i praktická konstrukce daného zařízení a krátkodobé uživatelské testování, které se zaměřilo na ergonomii a pohodlnost používání.

Anotation

The thesis deals with the design of a medical device that serves to improve the diagnosis and treatment of patients at risk of cardiovascular diseases. Here, the author combines biomedical technology and jewellery work and proposes a solution by designing a glass bracelet that allows the wearer to have continuous prevention. An important goal of this project is to try to improve patients' attitudes towards wearing medical devices in public by eliminating the negative emotions that wearers may feel. The thesis is structured in several parts, where the first part summarizes the theoretical introduction and the literature search that preceded the design itself, then deals with the formulation of the vision and continues through the description of the design process to the final design. The thesis also includes the practical design of the device and short-term user testing, which focused on ergonomics and ease of use.

Klíčová slova: nositelná zdravotní pomůcka, šperk, diagnostika, míra přijetí, sklo, monitoring zdravotních funkcí, telemedicína, design help, biofeedback

Key words: wearable medical device, jewelry, diagnostics, acceptance rate, glass, health function monitoring, telemedicine, design help, biofeedback

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mě v průběhu přípravy a tvorby diplomové práce podporovali.

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucím mé diplomové práce prof. ak. soch. Marianu Karlovi a MgA. Josefu Šafaříkovi, DiS, PhD. za vedení mé diplomové práce, cenné připomínky a podporu. Další velký dík patří doktorandce MgA. Jitce Frouzové za cenné konzultace a pomoc hlavně s metodikou celého procesu navrhování.

Dále moc děkuji mému externímu konzultantovi Ing. Marku Novákovi, Ph.D. za vedení v oblasti technologie a za obrovskou pomoc při výrobě prototypu.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům, kteří mně byli oporou po celou dobu projektu, hlavně mamince, na které jsem mohla neustále testovat a ověřovat nové varianty a vést cenné myšlenkové brainstormingy.

OBSAH

1.	ÚVOD.....	9
1.1	Motivace.....	10
2.	ANALYTICKÁ ČÁST.....	12
2.1	Nositelná elektronika: wearables.....	12
2.1.1	Historie „wearables“.....	13
2.1.2	Chytré hodinky.....	16
2.1.3	Fitness náramky.....	17
2.2	Diagnostické metody monitoringu životních funkcí.....	18
2.2.1	Monitory životních funkcí.....	18
2.3	Měření a zdravotní funkce.....	19
2.3.1	Měření tepu.....	21
2.3.2	Měření krevního tlaku.....	22
2.3.1	Měření EKG.....	22
2.3.2	Monitoring stresu.....	25
2.3.1	Měření kyslíku v krvi.....	26
2.3.1	Měření cukru v krvi.....	28
2.3.2	Monitoring spánku.....	28
2.3.3	Bezkontaktní měření teploty.....	29
2.4	Míra přijetí veřejně nositelných zdravotních pomůcek na veřejnosti.....	30
2.5	Šperk.....	31
2.5.1	Trendy v kategorii šperků pro ženy středního a vyššího věku.....	33
2.5.1	Propojení technologie a šperku.....	33
2.6	Uživatel.....	36
3.	VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE.....	37
3.1	Cílová skupina.....	37
3.2	Formulace vize a směr projektu.....	38
3.3	Koncepční východiska.....	39
4.	PROCES NAVRHOVÁNÍ.....	41
4.1	Usercase.....	41
4.1.1	Modularita.....	43
4.1.2	Zapínání.....	43
4.2	Koncepty.....	46
4.2.1	Koncept č.1.....	46
4.2.2	Koncept č.2.....	47
4.2.3	Koncept č.3.....	48
5.	PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ.....	50

6.	VÝSLEDNÝ NÁVRH	57
6.1	Varianta 1.....	58
6.2	Varianta 2.....	59
6.3	Varianta 3.....	60
6.4	Použité materiály.....	61
6.5	Modularita	61
6.6	Napájení a přenos dat	61
6.7	Zapínání.....	62
6.8	Měřicí moduly.....	62
6.9	Storyboard.....	65
6.10	Ovládání	66
6.10.1	Mobilní aplikace.....	66
6.11	Jméno.....	67
6.12	Barevné varianty	67
7.	TECHNICKÁ DOKUMENTACE	68
8.	ZÁVĚR A REFLEXE	71
9.	ZDROJE / LITERATURA.....	72

1. ÚVOD

Díky pokroku v medicíně, rozvoji technologií, zlepšení hygienických podmínek a zvýšení životní úrovně, se v posledních desetiletích celosvětově prodloužila průměrná délka života, zejména ve vyspělých zemích. Přestože lze prodloužení střední délky života považovat za známku pozitivního vývoje člověka a společnosti, důsledkem je všeobecně vyšší výskyt určitých onemocnění, které dříve byly neléčitelné. (1)

S přibývajícím věkem většinou dochází ke zhoršování fyzického i psychického zdravotního stavu jedince. To je hlavní příčinou chronických onemocnění, jako jsou srdeční choroby, mozková mrtvice, rakovina a diabetes 2. typu. Ze všech typů chronických onemocnění jsou srdeční nebo kardiovaskulární onemocnění, což je obecný termín označující skupinu poruch srdce a cév, celosvětově nejčastější příčinou úmrtí. Z 56,4 milionu úmrtí na světě v roce 2015 bylo více než 8 milionů způsobeno srdečními chorobami. (2)

Když pacienti se srdečními obtížemi navštíví lékaře za účelem běžné zdravotní prohlídky, očekává se, že nahlásí všechny příznaky související se srdcem, které se vyskytly po jejich předchozí návštěvě. Avšak bez okamžitého záznamu srdeční činnosti nebo záznamu v reálném čase mohou být vlastní zprávy pacientů zkreslené, nepřesné nebo neúplné. Vzhledem k vysoké celosvětové prevalenci srdečních onemocnění, zejména u starší dospělé populace, a potřebě přesných ambulantních informací týkajících se srdečních obtíží, bylo vyvinuto mnoho bezdrátových a senzorových technologií, jako jsou snímače na prsteníčku, chytré hodinky a aplikace pro chytré telefony, které mají pacientům pomoci pochopit a zvládat jejich srdeční obtíže v každodenním životě. Tyto bezdrátové a senzorové technologie poskytují metodu nepřetržitého záznamu biomedicínských signálů (např. srdeční frekvence), což může zlepšit diagnostiku a léčbu každodenních zdravotních potíží uživatelů. Kromě toho mohou bezdrátové a senzorové technologie vzhledem ke své všudypřítomné schopnosti zjišťovat každodenní biomedicínské signály a kvalitně nahrazovat lékařské přístroje, které jsou k dispozici pouze ve zdravotnických zařízeních. Tento vývoj může usnadnit lékařskou péči o pacienty a snížit nadměrné využívání lékařských zdrojů, což celkově povede ke zvýšení dostupnosti lékařské péče. (3)

Kontinuální měření může doplnit měření, která jsou prováděna ve zdravotnických zařízeních, ale nepříliš často a bez možnosti detekce stavu, který nastal v libovolném momentě v čase. Například některé abnormální srdeční stavy nemusí být odhaleny, když pacienti navštíví kliniku na pravidelnou kontrolu srdce. Proto může být používání nositelných technologií využito k odhalení abnormálních srdečních stavů a snížit mortalitu pacientů. Integrací detekce více

biomedicínských signálů do jediné nositelné technologie může být díky usnadnění používání těchto technologií dosaženo zkvalitnění prevence a detekce srdečních onemocnění, a tak může výrazně snížit úmrtnost na srdeční choroby.

Na trhu se sice v současnosti nachází již mnoho nositelných zařízení (wearables) a produktů, které byly navrženy speciálně pro měření srdečního stavu pacientů s kardiovaskulárním onemocněním, ale přestože většina pacientů s kardiovaskulárním onemocněním jsou lidé nad 60 let, návrh stávajících nositelných technologií není založen na potřebách právě této skupiny uživatel. Starší dospělí by měli průběžně sledovat a diagnostikovat svůj srdeční stav bez ohledu na to, zda u nich bylo kardiovaskulární onemocnění již dříve diagnostikováno. V této souvislosti je potřeba se zaměřit na tyto témata: ochotu uživatelů používat nositelné technologie a na jejich akceptaci jejich používání. (3)

Právě na toto potenciální psychosociální stigma, které může být s používáním takových zařízení spojeno, jsem se v mé diplomové práci zaměřila a skrze navrhování produktu do kterého budou začleněny prvky stylu, módy a osobního vyjádření jsem chtěla docílit toho, aby prostředek působil méně klinicky a více jako přirozená součást každodenního života uživatele.

1.1 Motivace

O téma „Design help“ se zajímám už od bakalářského studia, které jsem zakončila projektem, kde jsem díky poznatkům a výzkumům z oboru fyziologie navrhla lampičku pro malé děti LUNA, která neblokuje usínací hormon melatonin, a tak je novorozencům a jejich rodičům dopřán zdravý spánek podporující správnou funkci jejich biorytmu.



Obr. 01: Luna, Bakalářská práce

Měla jsem motivaci v tématu „Design Help“ pokračovat a pokusit se ještě víc přiblížit k oboru biomedicíny. Nejvíce mě oslovilo navrhování zdravotnických pomůcek, které považuji za smysluplný způsob, jak průmyslový designér má možnost pozitivně ovlivnit své okolí. Dobře navržené zdravotnické pomůcky

mohou zlepšit vztah pacienta ke své léčbě, zlepšit odpověď pacienta na danou terapii, zajistit lepší kvalitu života a přispět k celkovému pokroku ve zdravotnictví.

Další téma, které se společně s biomedicínskými pomůckami prolíná v mém projektu je šperk.

K navrhování šperků mám osobitý vztah. Přechod od průmyslového designu ke šperku nebyl lineární. Změna nastala v rámci mého studia na mexické univerzitě University Autónoma de México, kde jsem celý semestr strávila ve šperkařské dílně s předměty věnujícími se designu a navrhování šperku. Musím říct, že mě šperkařství v tamních podmínkách mi dalo impuls k propojení dvou z prvního pohledu neslučitelných oborů: Biomedicíny + výroby šperku.



Obr. 02: Šperkařské dílny na UNAM

2. ANALYTICKÁ ČÁST

2.1 Nositelná elektronika: wearables

Nositelná elektronika, běžně označovaná jako „wearables“ z anglického pojmu („wearable technology“) se stala rychle se rozvíjejícím oborem. Stalo se to něčím, co má potenciál změnit zdravotní péči tím, že poskytuje inovativní řešení pro monitorování a kontrolu nad zdravotním stavem v podstatě kdykoli během dne. Tato zařízení se obvykle nosí na těle nebo jsou integrována do oděvu či doplňků a jsou vybavena různými senzory a technologiemi, které mohou shromažďovat a přenášet data v reálném čase. Shromažďované údaje mohou zaznamenávat fyzickou aktivitu, fyziologické parametry, jako je srdeční tep, krevní tlak a teplota, spánkový režim a faktory prostředí. Schopnost nepřetržitě sledovat tyto parametry může poskytnout cenné informace o zdravotním stavu jednotlivce, umožnit časnou detekci nevýrazných symptomů, a tak usnadnit personalizovanou a proaktivní zdravotní péči. Oblast nositelné elektroniky se v průběhu let významně rozvinula díky pokroku v technologii senzorů, miniaturizaci a konektivitě. Nositelná zařízení mají nyní různé podoby, například chytré hodinky, fitness trackery, chytré oblečení, chytré brýle a další. Tato zařízení našla v medicíně a zdravotnictví různorodé uplatnění, od monitorování a řízení chronických onemocnění, telezdravotnických aplikací, sledování sportovních aktivit a kondice až po prevenci.



Obr. 03 - Wearable Fitness Technology, zdroj: web (4)

Koncept nositelných technologií se datuje několik desetiletí zpět, přičemž mezi první příklady patří používání naslouchadel a kardiostimulátorů. Moderní éra wearables se však začala prosazovat na počátku roku 2010, kdy byla představena zařízení zaměřená na spotřebitele, jako jsou fitness trackery a chytré hodinky. Tato zařízení si získala popularitu díky své schopnosti monitorovat a sledovat různé aspekty zdraví a wellness, jako jsou ušlé kroky, srdeční tep, spánkový režim a další, což uživatelům umožňuje získat přehled o jejich každodenních aktivitách a činit informovaná rozhodnutí o jejich životním stylu.

Úspěšné přijetí a používání nositelných zařízení však do značné míry závisí na jejich ergonomickém designu, který zahrnuje zohlednění lidských faktorů a návrh zařízení, která jsou pohodlná, snadno se používají a uživatelé je přijímají. Klíčovým principem ergonomie nositelné elektroniky je návrh zaměřený na uživatele. Zahrnuje zohlednění potřeb, schopností a preferencí koncových uživatelů v procesu návrhu. To zahrnuje pochopení antropometrie (velikost a tvar těla), biomechaniky (pohyb a držení těla), smyslového vnímání (zrak, hmat a sluch) a kognitivních aspektů (pozornost, paměť a rozhodování) uživatelů. Návrh zaměřený na uživatele zahrnuje také provádění uživatelského testování a shromažďování zpětné vazby za účelem iterativního zlepšování návrhu nositelných zařízení.

Pohodlí je klíčovým aspektem ergonomie nositelné elektroniky. Vzhledem k tomu, že nositelná zařízení jsou určena k dlouhodobému nošení na těle, je pohodlí uživatelů zásadní pro zajištění jejich přijetí a použitelnosti. U pohodlných zařízení je méně pravděpodobné, že budou uživatelům způsobovat nepohodlí, únavu nebo podráždění, a je pravděpodobnější, že je budou nosit trvale. Mezi faktory, které ovlivňují pohodlí nositelných zařízení, patří hmotnost, velikost, tvar, flexibilita, nastavitelnost a umístění na těle. Dobře navržená „wearables“, která upřednostňují pohodlí, přizpůsobení a snadné používání, mohou výrazně zlepšit celkový uživatelský zážitek. Je pravděpodobnější, že uživatelé budou nadále používat zařízení, které se pohodlně nosí, dobře padne a snadno se používá, což vede ke zvýšení uživatelského komfortu. (5) (6)

2.1.1 Historie „wearables“

Nejjednodušším příkladem nositelné technologie jsou krokoměry, které se vrátily až k japonskému zařízení zvanému "manpo-kei" - měřiči 10 000 kroků, vyrobenému v roce 1965. Jeho cílem bylo pomoci lidem udržovat jejich aktivitu tím, že denně ujdou 10 000 kroků. (7)

一日一万歩あるきましょう

万歩メーター

MANPO-METER

◎ 日本万歩クラブ推薦



東京オリンピック以来高まった国民の体力づくり、そのあらわれが「一日一万歩運動」です。きょう何歩あるいたかしら？小さく軽く美しいデザインの「万歩メーター」は、日本万歩クラブ推薦の歩数計です。白・黒・ベージュ・赤の4色がありますから、お好きな色をお選び下さい。(全国有名デパートで販売中)

¥2,200

製造元
ヤマサ時計計器株式会社

Obr. 04: Reklama na originální manpo-kei neboli "měřič 10 000 kroků", zdroj: web (7)

Od té doby ušly měřiče aktivity dlouhou cestu a staly se multifunkčními zařízeními, která dokážou sledovat více než jen počet kroků. Koncept nositelné elektroniky, kdysi omezený na oblast science fiction, se v 21. století rychle proměnil v realitu. V posledních dvou desetiletích došlo k výraznému posunu ve vývoji a zavádění nositelných zařízení, která mění způsob, jakým komunikujeme s technologiemi, a zlepšují různé aspekty našeho života. Velký zvrat v oblasti nositelné elektroniky přinesla v roce 2006 společnost Apple. Ten přišel s iPodem Nano, který sloužil k přehrávání hudby (vážil méně než 50 gramů) a bylo možné ho připojit na tělo – na předloktí. V rámci spolupráce s Nike (který byl již tehdy gigantem v oblasti sportovního průmyslu) vznikl program, který dokázal mapovat uběhnuté či ujitě vzdálenosti uživatele, který na sobě měl připevněn iPod. Díky tomu měl uživatel například při běhu či chůzi přehled o uražené vzdálenosti a jeho tempu, které zařízení pomocí trasování měřilo. iPod však neskončil pouze zde. V další aktualizaci se iPod rozšířil o měření spálených kalorií během sportu, a to na základě uživatelem do zařízení zanesených základních biometrických údajů. Díky tomu zařízení vyhodnotilo přibližně spálené kalorie, což bylo pro sportovně založené uživatele motivující. iPod Nano byl jedním z prvních zařízení nositelné elektroniky, které začalo přehrávač hudby a videí využívat pro sportovní účely. (8)

Další zásadní průlom v uvádění prvních fitness trackerů, přišel, když v roce 2009 vydala společnost Fitbit. Bylo to malé zařízení, které si uživatelé připínali na oblečení, obvykle na opasek nebo kapsu, a sledovali tak svou fyzickou aktivitu a spánkový režim. Fitbit Tracker byl vybaven 3D snímačem pohybu, který detekoval pohyb a převáděl jej na data, což uživatelům umožňovalo sledovat jejich kroky, ušlou vzdálenost, spálené kalorie a kvalitu spánku. Zařízení mělo také digitální hodiny, stopky a tichý vibrační budík. Uživatelé mohli svá data bezdrátově synchronizovat s počítačem nebo chytrým telefonem pro další analýzu a sledování. Fitbit Tracker byl průkopníkem v oblasti nositelných fitness trackerů, který uživatelům poskytoval pohodlný a snadný způsob, jak sledovat úroveň své denní aktivity a stanovovat si fitness cíle. Rychle si získal oblibu mezi fitness nadšenci, jedinci, kteří dbají na své zdraví, a těmi, kteří se snaží zlepšit svou celkovou pohodu. Od uvedení prvního trackeru Fitbit na trh značka pokračuje v inovacích a rozšiřování své produktové řady a zavádí do svých fitness trackerů nové funkce, designy a vlastnosti. Společnost Fitbit se pustila i do dalších nositelných zařízení, jako jsou chytré hodinky, bezdrátová sluchátka a chytré váhy, čímž dále upevnila svou pozici předního hráče na trhu nositelné elektroniky. (9)



Obr. 05: První fitbit, zdroj: web (10)

S dalším technologickým pokrokem jsme byli svědky nástupu dalších nositelných zařízení, jako například chytré brýle. Prvním modelem brýlí nositelné elektroniky byly Google Glass, které zkoumaly potenciál rozšířené reality v každodenním životě, ačkoli se již od začátku potýkaly s problémy, jako společenské přijetí, obavy o soukromí a nevolnost u poměrné části uživatelů. Další byly chytré hodinky, jako jsou Pebble, Sony SmartWatch a Samsung Gear – ty přenesly funkce chytrého telefonu na naše zápěstí a umožnily nám přijímat oznámení, telefonovat a sledovat naši kondici. Náhlavní soupravy pro rozšířenou realitu a virtuální realitu, jako jsou Oculus Rift a Microsoft HoloLens, představily pohlcující zážitky pro hry, zábavu a profesionální aplikace. V desetiletí mezi lety 2010 a 2020 došlo k významnému technologickému pokroku, který dále urychlil vývoj nositelné elektroniky. Jedním z klíčových faktorů tohoto pokroku byla miniaturizace součástí, zlepšení technologie snímačů a pokrok v oblasti výdrže baterií a konektivity. Výsledkem bylo uvedení sofistikovanějších a rozmanitějších nositelných zařízení. (11)

2.1.2 Chytré hodinky

Chytré hodinky jsou nositelná zařízení, která jsou určena k nošení na zápěstí jako tradiční hodinky, ale mají další funkce, které přesahují rámec měření času. Obvykle obsahují senzory, bezdrátové připojení a displej, což uživatelům umožňuje interakci s různými funkcemi a aplikacemi.



Obr. 06: Apple Watch, zdroj: web (12)

Používání chytrých hodinek si v posledních letech získalo značnou popularitu a jejich obliba mezi spotřebiteli roste. První komerčně dostupné chytré hodinky byly představeny na počátku roku 2010, ale teprve později v tomto desetiletí začaly být chytré hodinky přijímány a používány v širším měřítku. Technologický pokrok, zlepšení designu a estetiky a rostoucí důraz na sledování zdravotního stavu a kondice přispěly k tomu, že uživatelé chytré hodinky přijali v takové míře. Dnes se

chytré hodinky staly běžnými nositelnými zařízeními, která nabízejí širokou škálu funkcí a uživatelé je hojně využívají k různým účelům, včetně sledování zdraví a kondice, komunikace, oznámení, ovládní hudby, navigace a dalších. (13)

2.1.3 Fitness náramky

Podobným zařízením k chytrým hodinkám jsou fitness náramky neboli fitness trackery, které nabízejí mnohem méně funkcí a jsou primárně navrženy tak aby byly lehké, elegantní a minimalistické a připomínaly náramek, zatímco chytré hodinky mají často výraznější a univerzálnější design, který připomíná tradiční hodinky s větším displejem a více tlačítky nebo ovládacími prvky.



Obr. 06: Funkce fitness náramků, zdroj: web (15)

Fitness náramek se obvykle nosí také na zápěstí jako náramek a obvykle obsahuje snímače, které mohou měřit ukazatele, jako jsou ušlé kroky, uražená vzdálenost, spálené kalorie, srdeční tep, spánkový režim a někdy i GPS pro sledování venkovních aktivit. Fitness náramky mají často jednoduchý a menší displej nebo LED kontrolky, které zobrazují základní informace, a mohou se bezdrátově synchronizovat s chytrým telefonem nebo počítačem a poskytovat podrobnější údaje a analýzy prostřednictvím doprovodné aplikace. (14)



Obr. 01: Xiaomi Smart Band, zdroj: web (15)

V porovnání s chytrými hodinkami mají fitness náramky zpravidla delší výdrž baterie, a to díky jednodušším funkcím a menším displejům, protože jsou zaměřeny především na sledování kondice a vyžadují méně energie. Také se nutně nemusí jednat jen o náramek na zápěstí, ale Nyní existují trackery třeba i ve formě prstenu (např. Oura). Spotřebitel si tak může vybrat tracker, který mu vyhovuje, aniž by musel obětovat volbu stylu.

2.2 Diagnostické metody monitoringu životních funkcí

Měření životních funkcí pomáhá odhalit nebo monitorovat zdravotní problémy. Mohou být měřeny ve zdravotnickém zařízení, doma, na místě lékařské pohotovosti nebo jinde. Mezi životní funkce, které zdravotníci běžně kontrolují patří: tělesná teplota, tepová frekvence, dechová frekvence a krevní tlak. Monitorování životních funkcí je potřebné při závažnějších onemocněních, nebo pokud je zapotřebí stav pacienta přesněji sledovat (např. po některých zákrocích a operacích, po podání léků ovlivňujících krevní tlak, tepovou frekvenci nebo dechovou činnost) je vhodné průběžně monitorovat životní (vitální) funkce nemocného. Monitorování umožňuje ošetřovatelskému personálu bezprostředně reagovat na případné změny či poruchy životních funkcí a zabránit tak ohrožení života nebo zhoršení zdravotního stavu.

2.2.1 Monitory životních funkcí

Monitor životních funkcí neboli také monitor je specializovaný zdravotnický diagnostický přístroj, který slouží ke sledování zdravotního stavu pacienta a k monitorování jeho základních životních (vitálních) funkcí. Měřené funkce se liší podle typu monitoru a podle jeho určení.

Pod pojmem „základní životní funkce“ máme na mysli, zdali jsme při vědomí, dýcháme a zdali máme funkční krevní oběh. Tyto základní životní funkce jsou pak reprezentovány následujícími fyziologickými parametry či signály. Jedná se o krevní tlak, srdeční frekvenci, dechovou činnost (včetně vyhodnocování EtCO₂, tj. vyhodnocování objemu CO₂ ve vydechané směsi), nasycení krve kyslíkem (také saturace krve kyslíkem, tzv. parametr SpO₂ – neboli vyhodnocování obsahu kyslíku v kapilární krvi), EKG neboli elektrokardiogram, což je průběh elektrické aktivity srdce (elektrického napětí) v čase a též tělesná teplota.

Tyto přístroje mohou mít různou podobu a mohou obsahovat různé části. V zásadě se jedná o jednodušší počítač, který má několik periférií, s kterými musí komunikovat. Všechny takové zařízení obsahují jeden nebo více senzorů, zpracování dat z těchto senzorů a zobrazovací zařízení. Dále může monitor životních funkcí obsahovat komunikační rozhraní pro zaznamenávání, zpracování, či zobrazování biometrických dat mimo samotný monitor. Vzhledem k použití u lůžka pacienta se také někdy nazývá lůžkový monitor neboli „bedside“ (přejato z anglického jazyka). (16)

Monitory životních funkcí můžeme rozdělit na dva druhy podle dvou zásadních přístupů, které se zde uplatňují. Jedním je koncepce tzv. jednoúčelových monitorů životních funkcí a druhým je koncepce tzv. modulárních monitorů životních funkcí, kde se uplatňuje princip, kdy po zasunutí modulu je modul rozpoznán a monitor již pak dále pracuje se známým zařízením, čemuž se říká funkce „plug-and-play“. První skupina: jednoúčelové monitory mají od výrobce stanoveno, co mohou monitorovat a už se to nedá změnit, zatímco u modulárních je tomu přesně naopak. To znamená, že lze definovat, jaké moduly, to jest jaké životní funkce chceme monitorovat. Takovýto monitor životních funkcí lze tedy konfigurovat podle potřeby daného zdravotnického zařízení. Kromě toho lze u modulárních monitorů využívat více modulů (zásuvné jednotky), které se dají měnit podle potřeby. Jednotlivé zásuvné moduly pak odpovídají jednotlivým měřeným parametrům anebo skupině parametrů. Takovými typickými zásuvnými jednotkami jsou modul pro neinvazivní a invazivní krevní tlak, modul EtCO₂, modul (může být realizováno pouze vstupem monitoru) pro měření nasycení krve kyslíkem, modul (může být realizováno pouze vstupem monitoru) pro snímání EKG neboli elektrokardiogramu a též modul (může být realizováno pouze vstupem monitoru) pro měření tělesné teploty.

Základním příslušenstvím každého monitoru životních funkcí jsou jednak tzv. sety neboli hadičky se specializovanými zakončeními pro měření krevního tlaku či objemu CO₂ ve vydechované směsi a dále většinou kabely, které se skládají z jednotlivých vodičů a využívají se k propojení modulu monitoru a elektrod či prstového a jiného senzoru. Jednou z dalších důležitých funkcí u monitoru životních funkcí jsou výstražná upozornění ve zvukové či vizuální podobě. Ty se spouštějí v případě překročení nastavených mezních přípustných hodnot u pacienta. Jednou z nejčastějších situací při spuštění takového alarmu jsou například výstražná upozornění překročení nastavených hodnot krevního tlaku.

V současnosti, se s rozvojem různých druhů komunikačních rozhraní včetně bezdrátových, prosazuje trend bezdrátové komunikace i u těchto měřicích zařízení. V poslední době je velice časté bezdrátové rozhraní typu Bluetooth a Wi-Fi, prostřednictvím kterých jsou pak monitory propojeny s nadřazenou centrálou za účelem přenosu dat anebo může být toto rozhraní použito pro komunikaci se senzorem, který snímá danou fyzikální veličinu na pacientovi. Jedním z typických příkladů je prstový senzor SpO₂, který má rozhraní Bluetooth. Kromě toho je možné se bezdrátově i drátově propojit s tzv. centrálou, na které můžeme vidět údaje a průběhy pro všechny napojené pacienty a stejně tak umožňuje používat výstražná znamení v podobě alarmů. Tato centrála má pak možnost komunikovat přímo s nemocničním informačním systémem, kde jsou uložena data o pacientovi a lze tak například z konkrétní operace daného pacienta dohledat dané hodnoty fyziologických parametrů či průběhy signálů. Toto je však v České republice zatím realizováno pouze v nejmodernějších nemocnicích. (17)

2.3 Měření a zdravotní funkce

Měření zdravotních parametrů pomocí nositelných zařízení (wearables), se stává stále populárnějším díky mnoha výhodám, které nabízí. Jedním z hlavních důvodů, proč lidé používají nositelná zařízení k měření zdravotních funkcí je monitorování zdraví. Wearables poskytují uživatelům možnost nepřetržitě

sledovat své zdravotní funkce, jako je srdeční tep, spánkový režim, fyzická aktivita a další, v reálném čase. Uživatelé tak mohou získat přehled o svém zdraví a pohodě, sledovat změny v čase a činit informovaná rozhodnutí o svém životním stylu a návycích. Tato nositelná zařízení se obvykle nosí na zápěstí nebo na jiných částech těla a lze je snadno nosit po celý den, takže jsou vhodná pro průběžné sledování zdravotního stavu. Jsou také snadno dostupné, údaje jsou snadno dostupné na samotném zařízení nebo prostřednictvím připojených aplikací pro chytré telefony, což uživatelům usnadňuje sledování zdravotních funkcí na cestách. Zařízení jsou často vybavena sofistikovanými algoritmy, které analyzují shromážděná data a poskytují uživatelům personalizované poznatky a doporučení. Na základě individuálních údajů a vzorců uživatele mohou například poskytovat doporučení ohledně zlepšení kvality spánku, zvýšení fyzické aktivity nebo zvládnání stresu.



Obr. 02: Většina populárních wearables vypadá jako hodinky nebo náramek s displejem podobným hodinkám, zdroj: web (18)

Nositelná zařízení také můžou velice dobře fungovat jako motivátory a povzbuzovat uživatele k osvojení zdravějšího chování a životního stylu. Mnohá zařízení nabízejí funkce, jako je stanovení cílů, sledování pokroku a sdílení na sociálních sítích, které mohou uživatelům pomoci udržet si motivaci a odpovědnost za své zdravotní cíle. Průběžné monitorování zdraví pomocí těchto zařízení může pomoci včas odhalit potenciální zdravotní problémy, jako je nepravidelný srdeční tep, vysoká klidová tepová frekvence nebo špatná kvalita spánku, což uživatelům umožní přijmout proaktivní opatření k řešení těchto problémů dříve, než se z nich stanou vážnější zdravotní problémy.

Co hraje důležitou roli ve vytvoření pozitivního vztahu uživatele k takovémuto zařízení je přizpůsobení. Uživatel by měl mít možnost zvolit si, které parametry a

údaje jsou pro něj relevantní, a podle toho nastavit měřič tak, aby tyto hodnoty zobrazoval. Ne každý potřebuje všechny funkce, protože každý má jiné priority týkající se jeho životního stylu. Pro některé uživatele může být sledování životně důležitých metrik, jako je srdeční tep, spánkový režim a úroveň stresu, přednější, než počet kroků, uražená vzdálenost nebo spálené kalorie. Proto by aplikace pro nositelná zařízení a související aplikace pro chytré telefony měly uživateli umožnit soustředit se na tyto zásadní aspekty a ostatní možnosti odsunout do pozadí nebo je dokonce zcela vypnout.

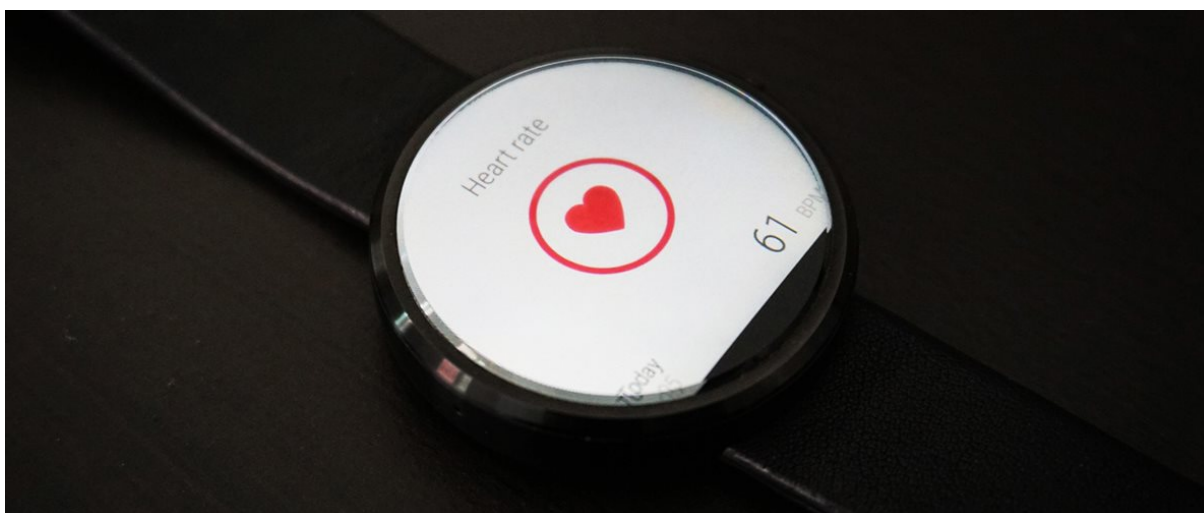
Tyto přístroje mohou hrát roli i pro společnost jako celek. Zdravotní údaje z nositelných zařízení lze anonymizovat a agregovat pro výzkumné účely, což poskytuje cenné informace o trendech zdravotního stavu populace, vzorcích onemocnění a výsledcích léčby. Nositelná zařízení lze také využít ve zdravotnictví pro vzdálené monitorování pacientů, telemedicínu a další zdravotní intervence. (18)

2.3.1 Měření tepu

Tepová frekvence je údaj, který udává frekvenci stahů srdečního svalu za minutu. Existují dva základní způsoby měření – elektrický a optický. Wearables typicky využívají optické snímání díky jeho neinvazivnosti a absenci nutnosti vodivého kontaktu na dvou místech. Zařízení obvykle snímají tepovou frekvenci pomocí optických snímačů tepové frekvence, které využívají monochromatického LED světla a fotodiodu k detekci optických vlastností tkáně. Je voleno zelené, červené nebo infračervené světlo, které prosvětluje kůži obvykle na zápěstí, kde se přístroj nosí. Světlo proniká kůží a je absorbováno cévami pod ní.

Fotodioda pak detekuje množství světla, které se po průchodu kůží odrazí zpět. Množství světla pohlceného cévami se mění se změnou tlaku (systola/diastola), což způsobuje změny v množství odraženého světla. Odražené světlo je přijímáno fotodiodou, která převádí světlo na elektrický proud. Tyto elektrické signály jsou následně zpracovány algoritmy k určení srdeční frekvence. Algoritmy chytrých zařízení analyzují změny odraženého světla a pomocí složitých algoritmů vypočítávají srdeční frekvenci na základě doby mezi jednotlivými systolami a diastolami.

Vypočítaná tepová frekvence se poté zobrazí na displeji chytrých hodinek nebo v mobilní aplikaci propojené se zařízením, takže uživatel může sledovat svou tepovou frekvenci i v reálném čase. Některé chytré zařízení umí při pravidelném nošení rozpoznat a upozornit i na velmi malé odchylky v tepu – to může být prvním signálem respiračního onemocnění (jako chřipka nebo covid-19). (13)



Obr. 09: Optický senzor na měření tepové frekvence (TF) má dnes drtivá většina chytrých a sportovních hodinek, zdroj: web (13)

2.3.2 Měření krevního tlaku

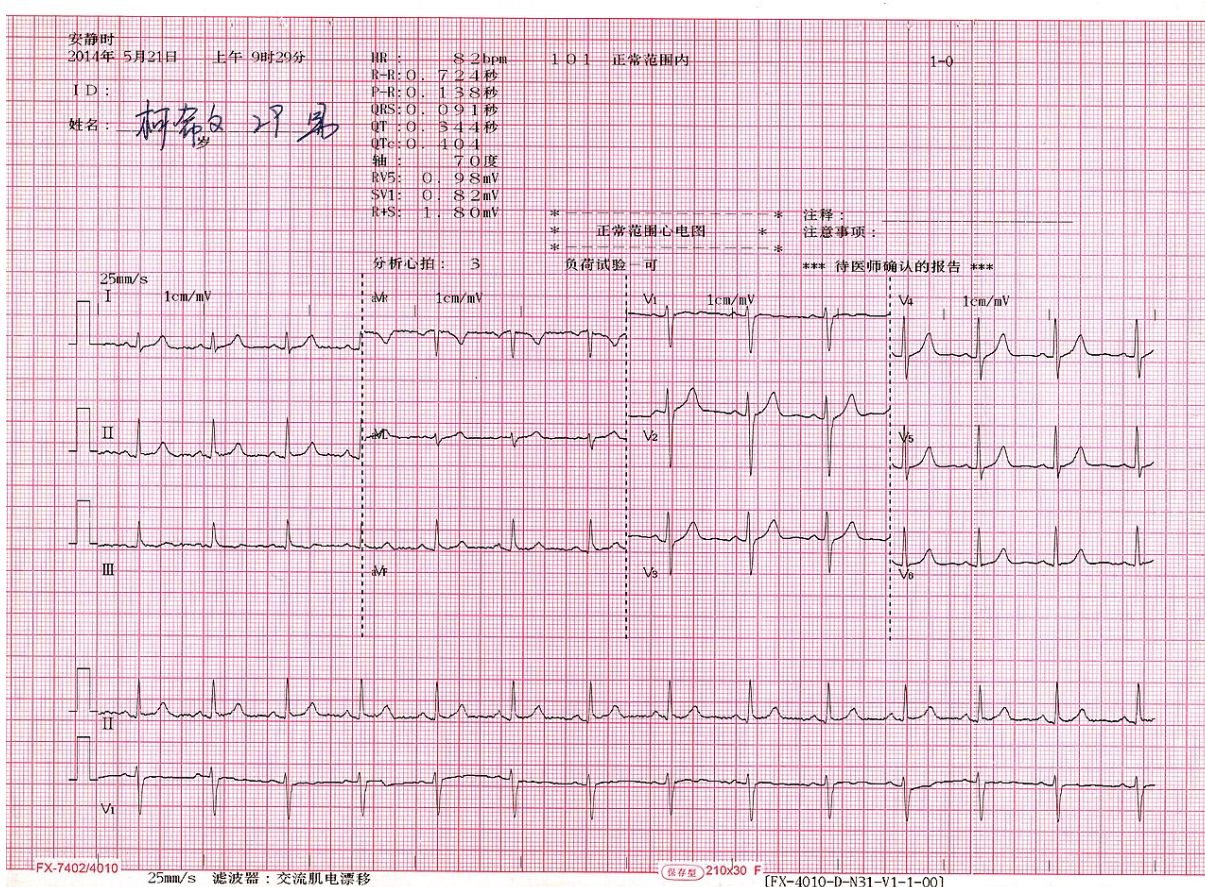
Měření tlaku jako první umožnily biometrické čipy americké firmy Valencell. Fungují podobně jako optický senzor tepu nebo okysličením krve a na základě dalších údajů pak hodinky dopočítávají údaje o krevním tlaku. Některé chytré hodinky používají k odhadu krevního tlaku optické snímače podobné těm, které se používají k měření srdeční frekvence. Tyto snímače obvykle měří změny objemu krve v zápěstních tepnách, které se pak používají k odhadu krevního tlaku. Přesnost a spolehlivost těchto odhadů se však stále zkoumá a nemusí být tak přesné jako tradiční metody měření krevního tlaku. Další zařízení používají k odhadu krevního tlaku časovou prodlevu mezi elektrickou aktivitou srdce (měřenou snímačem EKG) a tepenným pulzem na zápěstí. Tato metoda se však také stále zkoumá a nemusí být tak přesná jako tradiční měření krevního tlaku. Dále je možné používat k měření arteriální tuhosti senzory, například měřením rychlosti tlakové vlny podél arteriální stěny, a na základě těchto informací odhadnout krevní tlak. I tato metoda je však stále předmětem výzkumu a nemusí být tak přesná jako tradiční měření krevního tlaku pomocí přístroje s manžetou. (13)

2.3.1 Měření EKG

Elektrokardiografie je proces vytváření elektrokardiogramu záznamu elektrické aktivity srdce prostřednictvím opakovaných srdečních cyklů. Jedná se o elektrogram srdce, což je graf závislosti napětí na čase elektrické aktivity srdce pomocí elektrod umístěných na kůži. Tyto elektrody detekují malé elektrické změny, které jsou důsledkem depolarizace srdečního svalu následované repolarizací během každého srdečního cyklu (srdečního tepu). Ke změnám normálního EKG vzorce dochází při četných srdečních abnormalitách, včetně poruch srdečního rytmu (jako je fibrilace síní a komorová tachykardie),

nedostatečného prokrvení koronárních tepen (jako je ischemie myokardu a infarkt myokardu) a elektrolytových poruch (jako je hypokalémie a hyperkalémie). Tradičně se "EKG" obvykle rozumí dvanácti svodové EKG pořízené vleže, jak je uvedeno níže. Elektrickou aktivitu srdce však mohou zaznamenávat i jiná zařízení, například Holterův monitor, ale jedno svodové EKG jsou schopny zaznamenávat i některé modely chytrých hodinek. EKG signály lze zaznamenávat i v jiných souvislostech pomocí jiných zařízení.

Při běžném dvanácti svodovém EKG je na končetinách pacienta a na povrchu hrudníku umístěno deset elektrod. Celková velikost elektrického potenciálu srdce se pak měří z dvanácti různých úhlů ("svodů") a zaznamenává se po určitou dobu (obvykle deset sekund). Tímto způsobem je zachycena celková velikost a směr elektrické depolarizace srdce v každém okamžiku během celého srdečního cyklu.

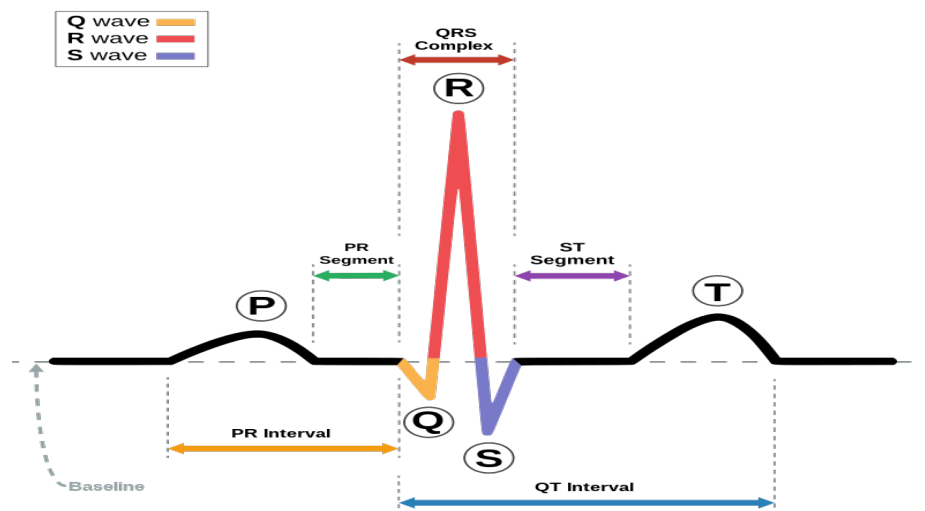


Obr. 3: Normální 12svodové EKG, zdroj: web (19)

EKG má tři hlavní složky: vlnu P, která představuje depolarizaci síní, komplex QRS, který představuje depolarizaci komor, a vlnu T, která představuje repolarizaci komor.

Během každého srdečního tepu dochází u zdravého srdce k uspořádanému průběhu depolarizace, která začíná u kardiostimulačních buněk v sinoatriálním uzlu, šíří se po celé síni a prochází přes atrioventrikulární uzel dolů do Hisova

svazku a do Purkyňových vláken, přičemž se šíří dolů a doleva po celých komorách. Tento uspořádaný průběh depolarizace dává vzniknout charakteristické EKG stopě. Kardiologovi zprostředkovává velké množství informací o struktuře srdce a funkci jeho elektrického vodivého systému. EKG lze mimo jiné použít k měření frekvence a rytmu srdečních úderů, velikosti a polohy srdečních komor, přítomnosti jakéhokoli poškození svalových buněk nebo vodivého systému srdce, účinků léků na srdce a funkce implantovaných kardiostimulátorů.



Obr. 4: ECG of a heart in normal sinus rhythm, zdroj: web (19)

Celkovým cílem EKG vyšetření je získat informace o elektrickém fungování srdce. Lékařské využití těchto informací je rozmanité a často je třeba je kombinovat se znalostí struktury srdce a příznaků fyzikálního vyšetření, aby mohly být interpretovány. EKG lze zaznamenávat jako krátké přerušované záznamy nebo jako kontinuální monitorování EKG. Kontinuální monitorování se používá u kriticky nemocných pacientů, u pacientů podstupujících celkovou anestezii a u pacientů, u nichž se zřídka vyskytuje srdeční arytmie, která by se na běžném desetičetinovém EKG pravděpodobně neprojevila. Kontinuální monitorování lze provádět pomocí Holterových monitorů, vnitřních a vnějších defibrilátorů a kardiostimulátorů a/nebo biotelemetrie. (20)

Některé hodinky jsou vybaveny senzory elektrokardiogramu (EKG), které dokáží snímat elektrickou aktivitu srdce pomocí elektrod. Srdeční sval obsahuje buňky, které jsou zodpovědné za jeho smršťování – pokud jsou srdeční buňky podrážděné, vzniká změna v elektrickém napětí, což může zařízení zaregistrovat a poskytnout grafické znázornění elektrických signálů srdce. Výrobci prémiových hodinek hovoří i o budoucí možnosti odesílání dat přímo lékaři. Uživatel zahájí měření EKG na chytrých hodinkách prostřednictvím specializované aplikace nebo funkce EKG. Stačí přiložit prst na určenou oblast snímače chytrých hodinek nebo se dotknout vestavěných elektrod na pouzdře hodinek, čímž se vytvoří elektrický

obvod. Senzor EKG v chytrých hodinkách zaznamená elektrické signály generované srdcem při jeho tlukotu. Tyto signály jsou obvykle zaznamenávány obvykle v rozmezí 30 sekund až několika minut, v závislosti na chytrých hodinkách. Algoritmy chytrých hodinek pak analyzují zaznamenané údaje EKG, aby určily elektrickou aktivitu srdce a identifikovaly případné abnormality nebo nepravidelnosti srdečního rytmu. Jakmile je analýza EKG dokončena, chytré hodinky zobrazí výsledky na displeji, který může obsahovat grafické znázornění elektrických signálů srdce, srdeční frekvence a zjištěných abnormalit. Je nutno ale podotknout, že způsob snímání u dnešních chytrých hodinek způsobuje vznik pohybových artefaktů, které zásadním způsobem degradují EKG signál. (13)

2.3.2 Monitoring stresu

Stres je stav, který nastává, je-li organismus vystaven mimořádným podmínkám (stresorům). Následuje obranná reakce, jejímž cílem je zabránit poškození organismu. Reakce jsou na psychické i fyziologické úrovni (symptomy jako zrychlení tepu, zrychlené dýchání, pocení, vyšší krevní tlak) a připravují organismus na obranu nebo útěk před nebezpečím. Chytré hodinky mohou monitorovat stres různými metodami, včetně fyziologických měření, sledování aktivity a analýzy dat. Zde je několik běžných způsobů, jak mohou chytré hodinky monitorovat stres. Nejpoužívanější metoda, jakou chytré hodinky monitorují stres je variabilita srdečního tepu, což je měřítkem časových změn mezi po sobě jdoucími úderů srdce. Bylo prokázáno, že je ukazatelem reakce organismu na stres, přičemž snížená variabilita srdečního tepu je spojena s vyšší úrovní stresu. Některé chytré hodinky používají variabilitu srdečního tepu jako parametr pro odhad úrovně stresu. Průběžným měřením a analýzou této funkce mohou chytré hodinky poskytnout přehled o úrovni stresu uživatele a indikovat, kdy může být úroveň stresu zvýšená. Hodinky většinou na stresovou situaci nejen upozorní, ale rovnou nabídnou řešení v podobě řízeného dechového cvičení, které může mnohdy pomoci. Je možné jimi docílit toho, že organismus zaznamená náš klidný dech a řekne si, že když dýcháme v klidu, asi takový stres nemáme, a poplach odvolá. (13)



Obr. 5: Aplikace Breathe od společnosti Apple, zdroj: web (21)

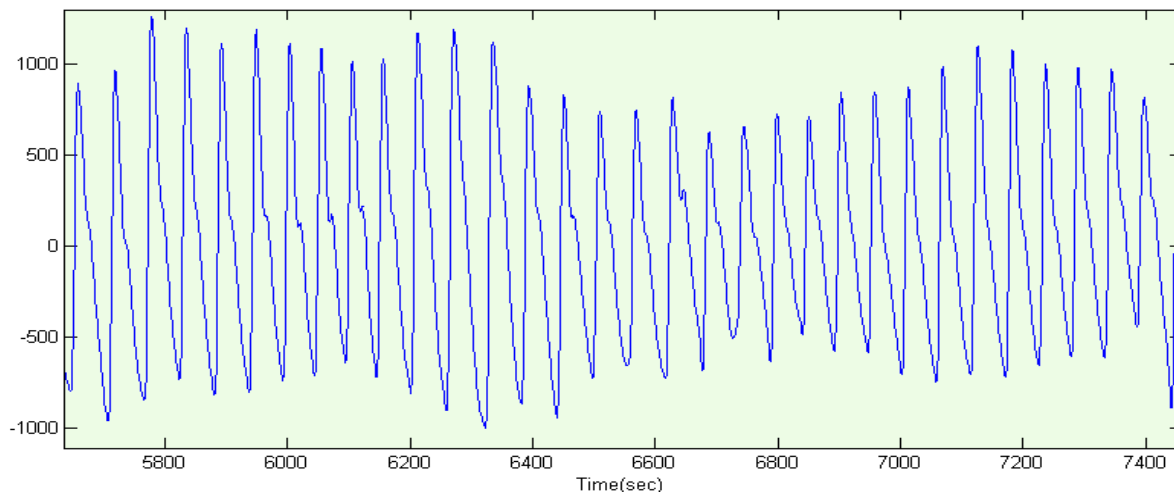
2.3.1 Měření kyslíku v krvi

Měření okysličenosti krve neboli měření saturace krve – periferní kapilární saturace kyslíkem (SpO₂), je funkce, která nás informuje o kvalitě transportu kyslíku do tkání a udává se v procentech označujících míru kyslíku navázaného na hemoglobin. Využívá se ve zdravotnictví (např. v intenzivní péči), ale nápomocné je i při sportu (především v plánování regenerace). Fotopletysmogram (PPG) je opticky získaný pletysmogram, který lze použít k detekci změn objemu krve v mikrovaskulárním lůžku tkáně. PPG se často získává pomocí pulzního oxymetru, který osvětluje kůži a měří změny absorpce světla.

Prstový pulzní oxymetr

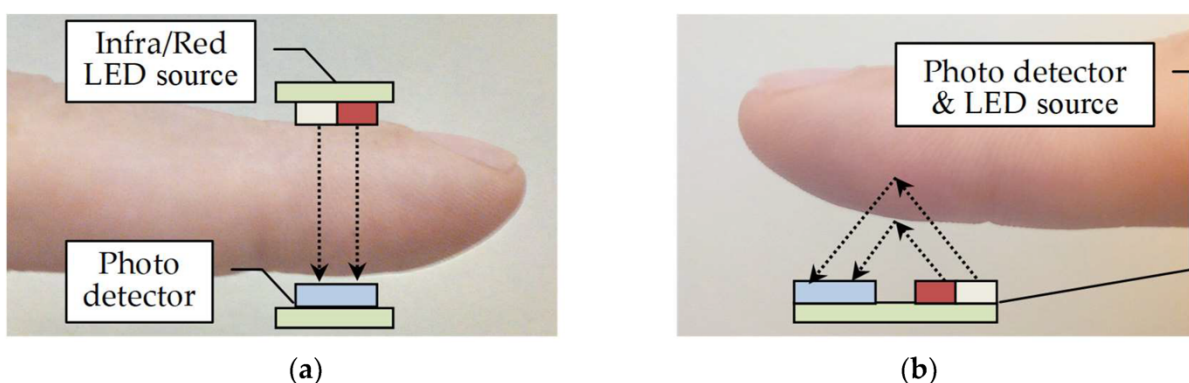
Pulzní oxymetr, který se dnes v některých (především sportovních) hodinkách nachází, je senzor, který dokáže rozpoznat hodnoty kyslíku v krvi, případně její nedostatečné okysličenosti. Pulzní oxymetrie je metoda, která se používá k měření hladiny kyslíku v krvi. Zařízení používají vestavěný optický snímač, obvykle LED (světelnou diodu) nebo několik LED, které vyzařují světlo do kůže uživatele. Světlo je absorbováno krevními cévami pod kůží a množství absorbovaného světla je ovlivněno množstvím kyslíku v krvi. Okysličená krev absorbuje světlo jinak než krev bez kyslíku. Optické snímače chytrých hodinek pak detekují množství světla odraženého od krevních cév. Odražené světlo se analyzuje a odhaduje se úroveň nasycení krve kyslíkem. Algoritmy chytrých hodinek zpracovávají data získaná z optického snímače (optických snímačů) a odhadují úroveň SpO₂. To může zahrnovat porovnání absorbovaného a odraženého světla se zavedenými kalibračními křivkami nebo algoritmy pro určení úrovně nasycení kyslíkem.

S každým srdečním cyklem přečerpává srdce krev do periferie. I když je tento tlakový puls v době, kdy dosáhne kůže, poněkud utlumen, stačí k roztažení tepen a arterií v podkoží. Pokud je pulzní oxymetr přiložen bez stlačení kůže, může být tlakový puls patrný také z žilní pleteně, a to jako malý sekundární vrchol. Změna objemu způsobená tlakovým pulzem se zjišťuje osvětlením kůže světlem ze světelné diody (LED) a následným měřením množství světla buď prošílého, nebo odraženého na fotodiodu.



Obr. 6: Reprezentativní PPG pořízené z ušního pulzního oxymetru. Změny amplitudy jsou způsobeny respiračními změnami, zdroj: web (22)

Každý srdeční cyklus se projeví jako pík, jak je vidět na obrázku. Protože průtok krve kůží může být modulován mnoha dalšími fyziologickými systémy, lze PPG použít také ke sledování dýchání, hypovolemie a dalších oběhových stavů. Navíc se tvar PPG vlny liší subjekt od subjektu a mění se podle místa a způsobu připojení pulzního oxymetru.



Obr. 7: Základní princip PPG senzorů pracujících v: (a) transmisním, (b) reflexním režimu, zdroj: web (22)

Ačkoli jsou pulzní oxymetry běžně používanými lékařskými přístroji, PPG z nich získaný se zobrazuje jen zřídka a zpracovává se pouze pro určení srdeční frekvence. PPG lze získat transmisivní absorpcí (jako na špičce prstu) nebo odrazem (jako na zápěstí nebo čele).

V ambulantních zařízeních se pulzní oxymetry běžně nosí na prstu. V případě šoku, podchlazení apod. však může dojít ke snížení průtoku krve periferií, což má za následek PPG bez rozeznatelného srdečního tepu. v takovém případě lze PPG získat z pulzního oxymetru na hlavě, přičemž nejčastějšími místy jsou ušní lalůček, nosní přepážka a čelo. PPG lze také použít v konfiguraci s několika senzory nakonfigurovat pro fotopletysmografii na více místech (MPPG), např. současným měřením z pravého a levého ušního lalůčku, ukazováčku a palce na noze, a nabídnout tak další možnosti pro hodnocení pacientů s podezřením na periferní arteriální onemocnění, autonomní dysfunkci, endoteliální dysfunkci a arteriální tuhost. MPPG také nabízí významný potenciál pro dolování dat, např. pomocí hlubokého učení, a řadu dalších inovativních technik analýzy pulzních vln. (23)

2.3.1 Měření cukru v krvi

Hladina cukru v krvi, známá také jako glukóza v krvi, se obvykle měří invazivními metodami, jako jsou glukometry na prstech nebo zařízení pro kontinuální monitorování glukózy (CGM), která se zavádějí pod kůži a měří hladinu glukózy v mezibuněčné tekutině. Momentálně, ale některé chytré hodinky přicházejí i s metodou skrze neinvazivní řešení, tedy o měření cukru bez krve. Měření glukózy má provádět optický senzor založený na principech Ramanovy spektroskopie. Jde o technologii, která k měření vlnových délek elektronů využívá laserový paprsek. Díky měření glykémie hodinkami odpadne pacientům s diabetes nepříjemné měření cukru z krve a také budou moci lépe a pružněji upravit své stravovací návyky v souvislosti s aktuálním zdravotním stavem. (13)

2.3.2 Monitoring spánku

Hodinky mohou monitorovat spánkovou aktivitu na základě několika faktorů – primárně srdečního tepu, frekvence dechu a pohybu. Podle jednotlivých hodnot a délky spánku dokážou rozeznat fáze spánku i minuty bdělosti.

Většina chytrých hodinek je vybavena akcelerometrem, který měří pohyb a zrychlení. Během spánku mohou hodinky detekovat pohyby, jako je převrácení, otáčení nebo změny polohy těla, které mohou indikovat různé fáze spánku, například REM (Rapid Eye Movement) nebo hluboký spánek. Mnoho chytrých hodinek má vestavěný monitor srdečního tepu, který k měření srdečního tepu používá optické senzory. Během spánku má srdeční frekvence tendenci se měnit v závislosti na fázích spánku. Analýzou změn srdeční frekvence mohou chytré hodinky odhadnout délku a kvalitu různých fází spánku. Můžeme najít i taková zařízení, která mají snímače okolního světla, které dokáží detekovat změny úrovně

osvětlení. Tyto snímače mohou na základě změn okolního světla pomoci určit, kdy uživatel spí nebo bdí. Součástí akcelometru někdy bývá i gyroskop v podobě jednoho MEMS čipu, který měří orientaci a pohyb. Tento snímač dokáže detekovat jemné pohyby zápěstí, které lze využít k odvození spánkové aktivity a vzorců.

Součtem různých dat ze snímačů je pomocí algoritmů zpracovaná interpretace do smysluplného vyhodnocení našeho spánku, které je schopné odhadovat délku a kvalitu spánkových fází, jakož i vypočítávat další hodnoty související se spánkem, jako je efektivita spánku, délka spánku a doba strávená v různých fázích spánku. (13)

2.3.3 Bezkontaktní měření teploty

Jednou z hlavních aplikací jednoduchých radiačních pyrometrů je bezkontaktní měření teploty lidského těla. Zvýšená tělesná teplota nebo horečka souvisí s mnoha nemocemi a může být prvním ukazatelem toho, zda je člověk zdravý, či nikoli. Pokud chcete zjistit, zda má člověk zvýšenou teplotu, musíte nejprve vědět, jaká je jeho normální teplota. Proto je důležité vědět, že existuje poměrně široké rozmezí tělesných teplot, které jsou považovány za "zdravé", a to od 36,1 °C do 37,2 °C. Každý jedinec má svou vlastní "normální" teplotu, která se navíc v průběhu dne mění. Teplota tělesného jádra nad 38 °C je obecně považována za horečku. Existují různé metody měření tělesné teploty a většina z nich neměří teplotu tělesného jádra. Měří hodnotu, která souvisí s teplotou tělesného jádra a může být použita k určení teploty tělesného jádra.

Mezi běžné metody patří rektální, orální a axilární měření teploty. Provádějí se standardními teploměry. Rektální je nejpřesnější a nejspolehlivější pro určení teploty tělesného jádra. Orální a axilární metody jsou rovněž vhodné a pohodlnější. Měření tělesné teploty běžným teploměrem trvá 30 až 60 sekund. To je přijatelná doba pro soukromé použití, ale ve zdravotnickém prostředí je čas drahý a rychlé infračervené bezkontaktní teploměry jsou nástrojem volby.

Měření teploty na čele

Čelní teploměry měří povrchovou teplotu kůže. Protože je však tato teplota hodně ovlivněna okolní teplotou, je třeba měřit v místě, kde jsou spánkové cévy přímo za kůží. Protože krev vychází přímo ze srdce, které má teplotu tělesného jádra, poskytuje toto měření nejlepší výsledky. Vzhledem k tomu, že spánkové cévy nejsou vidět, většina teploměrů na čelo se snímá rukou a přejíždí se po čele, aby se pokryla širší oblast včetně spánkových cév. Během skenování rukou přístroj zaznamená několik desítek datových bodů a vybere nejteplejší místo odpovídající poloze spánkových cév, aby vypočítal teplotu tělesného jádra. To lze provést pomocí jediného senzoru, pokud je měření velmi blízko kůži pacienta. Další možností je použití maticových snímačů s malým rozlišením, například 8x8 nebo

16x16. Ty mohou snímat celé čelo najednou a umožňují měření ve vzdálenostech od 30 cm do 1 m a více. Mohou také snímat a lokalizovat nejteplejší místo pro výpočet teploty tělesného jádra. V tomto případě je důležité, aby jednotlivé pixely "viděly" co nejmenší oblasti, aby výsledky byly co nejpřesnější. Proto potřebují optiku s poměrně malým zorným polem. Při měření ze vzdálenosti do 1 m již bude mít významný vliv absorpce atmosféry, kterou je třeba zohlednit, aby bylo možné získat přesné výsledky měření.

Screening zvýšené tělesné teploty a screening horečky

Od roku 2003, kdy se rozšířil SARS, byl Singapur jednou z prvních zemí, kde se ke kontrole šíření nemoci používaly systémy pro screening horečky s termokamerami. Od té doby se toto téma znovu objevilo pokaždé, když se do oběhu dostal nový virus, včetně pandemie prasečí chřipky v roce 2009, která podle odhadů nakazila asi 1 miliardu lidí na celém světě. Nyní, s rozšířením nového koronaviru a viru COVID-19, se systémy pro screening horečky staly opět předmětem velkého zájmu. Tyto systémy lze instalovat na veřejných místech, kde se lidé pohybují a/nebo setkávají. Jedná se o letiště, kancelářské budovy a školy, veřejnou dopravu, jako jsou autobusy a metro. A také v divadlech, kinech a na výstavištích může být zvýšený screening tělesné teploty užitečný jako bezpečnostní opatření. Systémy pro screening horečky jsou určeny ke zjišťování teploty osob procházejících bezpečnostní bránou nebo kontrolním stanovištěm, např. při příletu na letiště. K měření teploty osob je systém vybaven tepelným čidlem s prostorovým rozlišením. Kontrolní systém identifikuje čelo a změří jeho maximální teplotu. Pomocí interního prahu může okamžitě rozhodnout, zda má být osoba podezřelá z horečky. Pokud ano, měla by být osoba pro větší přesnost překontrolována běžnými teploměry na čelo.

Kromě skutečného screeningu horečky existuje ještě jedna metoda, která se nazývá screening zvýšené tělesné teploty. V tomto případě se teplota osoby porovnává s posledními 10 nebo 20 cestujícími. Pokud je teplota vyšší než průměrná teplota, je podezření, že osoba má zvýšenou tělesnou teplotu, a měla by být znovu zkontrolována lékařským teploměrem. Tato metoda pomáhá omezit vliv okolních podmínek na bezkontaktní měření tělesné teploty a může pomoci dosáhnout spolehlivějšího zjištění horečky. (24)

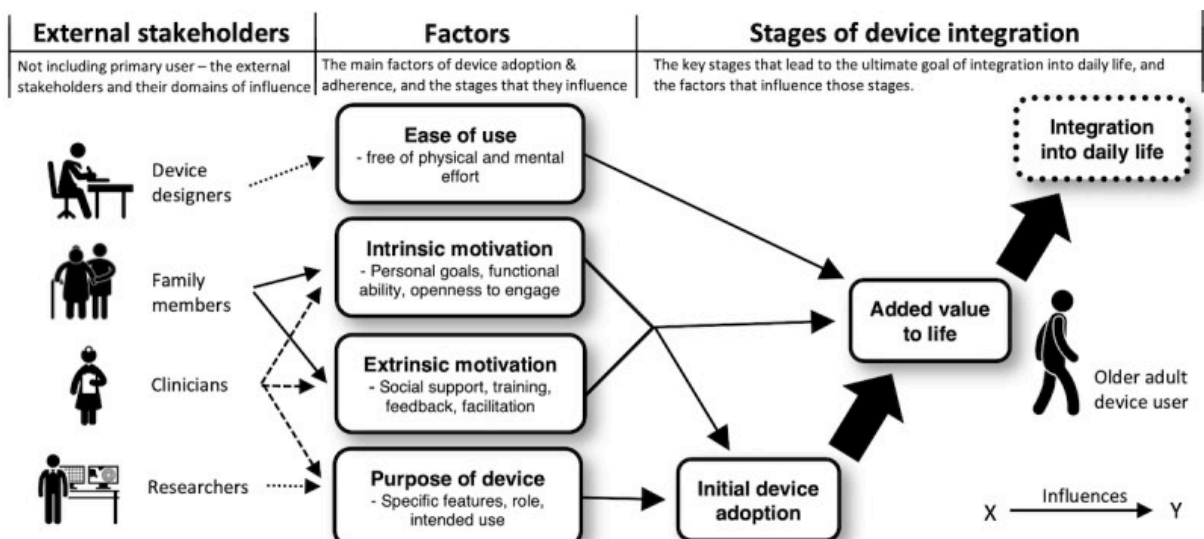
2.4 Míra přijetí veřejně nositelných zdravotních pomůcek na veřejnosti

V posledních letech došlo k rychlému nárůstu vývoje a používání nositelných chytrých zařízení, zejména ve zdravotnictví. Tato zařízení mají potenciál revolučně změnit způsob poskytování zdravotní péče tím, že poskytují údaje o zdravotním stavu člověka v reálném čase a umožňují vzdálené sledování chronických

onemocnění. Navzdory rostoucímu zájmu o nositelné chytré zdravotnické prostředky však existuje jen omezený výzkum faktorů, které ovlivňují jejich přijetí.

Snažila jsem se si pomocí studií, co na toto téma byly provedeny, co nejlépe objasnit, jaké konkrétní faktory mohou hrát roli v usnadnění přijetí uživatelů tyto zařízení používat.

Zjištění naznačují, že pro používání nositelných inteligentních zdravotnických prostředků jsou nejvíce rozhodující usnadňující podmínky. Záměr chování významně zprostředkovává vliv vnímaného rizika, vnímaných nákladů, zdravotních očekávání, vnímané snadnosti použití a sociálního vlivu na chování uživatelů. Ze studie prováděné univerzitním týmem vědců na pekingské univerzitě v Číně bylo zjištěno, že zásadní roli v předpovědi záměru chování hrají zdravotní očekávání, vnímaná snadnost použití a sociální vliv. Vnímané náklady a vnímané riziko neměly na záměr chování žádný významný vliv. (25) Další studie potvrzuje, že přidaná hodnota nositelného zařízení je výslednou rovnováhou mezi motivy (nebo jejich nedostatkem), funkcemi zařízení (a jejich přesností), snadností použití, účelem zařízení a zkušenostmi uživatele. Přidaná hodnota přispívá k úspěšné integraci zařízení do každodenního života uživatele. Samotné užitečné funkce zařízení nevedou k jeho trvalému používání. Kolem uživatele by měla být umístěna podpůrná struktura, která podporuje motivaci, podporuje zapojení vrstevníků a přizpůsobuje se preferencím uživatele. (26)



Obr. 8: Konceptuální model ulehčení přijetí ZP, zdroj: web (26)

2.5 Šperk

Šperk je obvykle drobný ozdobný předmět, který se nosí na těle nebo na oděvu, většinou vyrobený z drahých kovů a drahých kamenů, v tom případě se může nazývat klenot, nebo je zhotoven z obecných kovů (kovová bižuterie) či

syntetických materiálů (plasty, syntetické drahokamy) nebo skla (skleněná bižuterie). V poslední době vznikají šperky také spojením drahého kovu se syntetickým kamenem (např. zirkonia).

Nejčastějším příkladem šperku jsou brože, prsteny, náhrdelníky, náušnice, přívěsky, náramky a manžetové knoflíčky. Šperky mohou být připevněny na těle nebo na oděvu. Ze západního pohledu je tento termín omezen na trvanlivé ozdoby, s výjimkou například květin. Po mnoho staletí byl běžným materiálem pro výrobu šperků kov, například zlato, často v kombinaci s drahými kameny, ale mohou se používat i jiné materiály, například sklo, mušle a jiné rostlinné materiály.

Šperky mohou nosit muži, ženy i děti. V mnohých kulturách je šperk častěji ozdobou žen. V mužském šperku převažovaly ozdoby zbraní, klobouku, opasku a obuvi; některé přetrvaly do současnosti jako součást společenského obleku (ozdoba do klop, manžetové knoflíky, frakové knoflíky, sponka na kravatu, jehlice do límce). Některé šperky, například prsteny, mohou být odznakem moci, společenského postavení, osobního závazku, osobního zaslíbení, identifikace (u vojáků), nebo úřadu či diplomatického pověření úkolem.

Šperky jsou jedním z nejstarších typů archeologických artefaktů – za nejstarší známý šperk jsou považovány 100 000 let staré korálky z mušlí Nassarius. Základní formy šperků se v jednotlivých kulturách liší, ale často jsou velmi trvanlivé; v evropských kulturách se výše uvedené nejběžnější formy šperků udržely od starověku, zatímco jiné formy, jako jsou ozdoby nosu nebo kotníku, důležité v jiných kulturách, jsou mnohem méně běžné. (27)



Obr. 9: Různé příklady šperků v průběhu historie

2.5.1 Trendy v kategorii šperků pro ženy středního a vyššího věku

Ačkoli neexistují žádná pevně daná pravidla o tom, co se může nebo nemůžete nosit v určitém věku, existují určité trendy, které se promítají do jednotlivých kategorií.

„Každý kousek oblečení, i když nemá žádné štítky, předává poselství a slouží jako vyjádření stylu. V tomto smyslu existují některé šperky a drahé kameny, které pomáhají zdůraznit ty vlastnosti, které žena získá v průběhu let, jako např.: Moudrost, elegance, vyrovnanost a výraznost. Šperky pro zralé ženy jsou vytvářeny s ohledem na nadčasový ideál. Mají tendenci odrážet eleganci a třídu, a to i v těch nejskromnějších stylech. Velké třpytivé šperky v chladných, sytých barvách krásně podtrhnou přirozenou krásu krásné starší ženy. Každý, kdo viděl velký náhrdelník z Tsavoritů, Smaragdů nebo Safírů, by si dovolil nesouhlasit. Jsou skutečně oslnivé. Neměli bychom se starat o velikost šperku, ale o celkový styl a mezi klasikou vybrat něco přizpůsobeného osobnosti každé z nás.“ (28)



Obr. 10: Příklady šperků pro starší ženy, zdroj: web (28)

2.5.1 Propojení technologie a šperku

Chytrý náramek Tyia od společnosti Viawear vznikl poté, co manželka generálního ředitele Bena Isaacsona Tyia, po níž byl náramek pojmenován, byla na večeři s telefonem v tichém režimu a zmeškala příval telefonátů od chůvy, která jí oznámila, že si její syn zlomil ruku. Isaacson se zařekl, že se to už nikdy nemusí opakovat, a předal své znalosti trhu se spotřební elektronikou bývalému designovému řediteli společnosti David Yurman Walteru Chevitzovi, který vytvořil ovinovací kožený náramek opatřený vibrujícím zlatým nebo rhodiovaným pouzdem osazeným křemenem měnícím barvu nebo modrým topazem spojeným s perletí. Intenzitu vibrací a barvu, která skrze drahokam prosvítá, lze

přiřadit různým typům upozornění, takže pouhým pohledem na zápěstí poznáte, zda jde o oznámení o aktuálních zprávách nebo textovou zprávu. (29)

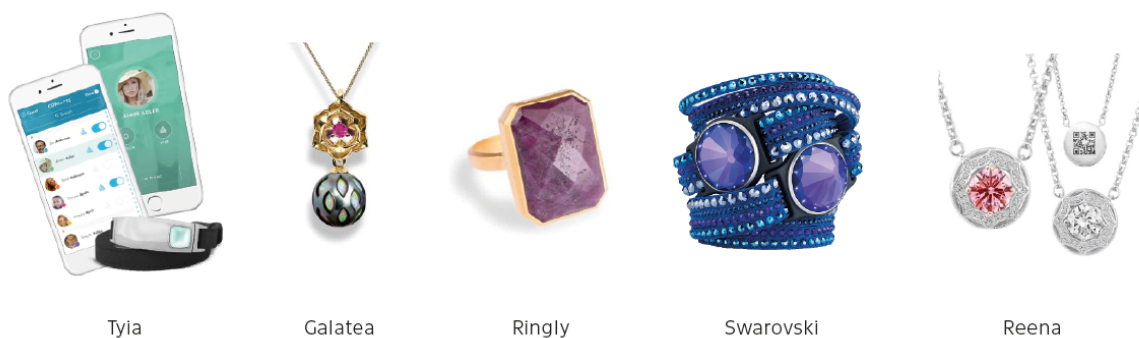
Stejným způsobem funguje i výrobek Ringly, který navrhl kolektiv inženýrů a produktových designérů, a to tak, že zprávy z mobilních telefonů předává prostřednictvím vibrací a barevných záblesků, přičemž tato technologie je nenápadně uzamčena v řadě koktejlových prstenů osazených velkým broušeným safírem, smaragdem, onyxem, měsíčním kamenem nebo křemenem. Jedinou viditelnou známkou toho, že se nejedná o obyčejný šperk, je malá kontrolka na boku pouzdra pod drahokamem.

Společnost Swarovski se spojila s firmou Misfit, která se zabývá spotřební elektronikou a kterou založil bývalý šéf společnosti Apple John Sculley, a vytvořila Swarovski Shine, technologické zařízení, které sleduje fitness aktivity a spánkový režim a je poháněno krystalem Swarovski, který je zataven do jeho povrchu a který láme denní světlo a vytváří tak solární energii. Tuto patentovanou technologii Energy Crystal lze nosit v rámci omotávacích náramků, pogumovaných pásek nebo přívěsků a pouhých několik minut na slunci ji udrží v chodu po celý den.

Zatímco mobilní zařízení a sledování kondice jsou pro šperky novou oblastí, v rámci chytrých šperků existuje frakce, která se zabývá modernizací známějších oblastí. Stejně jako si lze objednat tajné gravírování, lze nyní do šperků zabudovat hlasové a textové zprávy, což je zcela moderní způsob personalizace dárku.

Nurture by Reena je řada šperků z 18karátového zlata inspirovaná květinami a osázená laboratorně pěstovanými diamanty, kterou vymyslela kanadská klenotnice Reena Ahluwalia, která se rozhodla kolekci ozvláštnit tím, že na spodní stranu otočných prstenů a zadní stranu přívěsků ukryla QR kódy. Po naskenování mobilním telefonem se odemknou tajné zprávy a obrázky nahrané osobou, která šperk daruje.

Americká značka šperků Galatea rovněž vytvořila řadu jemných šperků s technologií skrytého doručování zpráv. Její kolekce Momento Pearl má malé mikročipy vložené do skutečných vybroušených perel, které jsou zasazeny do prstenů, náušnic a přívěsků. Když se těchto šperků dotknete vhodně vybaveným zařízením, přehrají hlasovou zprávu od osoby, která si je koupila, což může být ideální pro blízké, kteří se ocitli v odloučení. (29)



Obr. 11: Šperky a technologie, zdroj: web (29)

Společnost Oura byla založena ve Finsku v roce 2013 a je známá především díky prstenu Oura Ring. Jedná se o chytrý prsten, který pomocí senzorů sleduje různé zdravotní ukazatele, jež jsou k dispozici v aplikaci Oura. Na rozdíl od jiných fitness trackerů, které pouze zobrazují vaše údaje, Oura generuje denní skóre, které poskytuje rychlý přehled o následujících zdravotních návycích (aktivita, čilost, spánek). (30)



Obr. 12: Oura ring, zdroj: web (30)

2.6 Uživatel

Stárnutí je spojeno s fyziologickými změnami v srdci a cévách, včetně snížené elasticity, ztuhnutí tepen a snížené srdeční funkce. Tyto změny mohou přispívat ke vzniku různých onemocnění srdce, kde je vyšší riziko výskytu závažných komplikací, včetně srdečních infarktů, mozkových příhod, srdečního selhání a náhlé srdeční smrti. Snížené fyziologické rezervy starších lidí a základní zdravotní potíže způsobují, že je pro jejich organismus náročnější vyrovnat se se zátěží způsobenou těmito onemocněními. Vzhledem k vysoké celosvětové prevalenci srdečních onemocnění, zejména u starší dospělé populace, a potřebě přesných ambulantních informací týkajících se srdečních obtíží bylo vyvinuto mnoho bezdrátových a senzorových technologií, které mohou data sbírat nepřetržitě, a nejen párkrát za rok na kontrole u praktického lékaře. (31)

Bezdrátové a senzorové technologie poskytují metodu nepřetržitého záznamu biomedicínských signálů (např. srdeční frekvence), což může zlepšit diagnostiku a léčbu každodenních zdravotních potíží uživatelů. Sledování zdravotního stavu této skupiny obyvatel, zejména těch, které již trpí srdečním onemocněním, je zásadní. Hlavní důvod průběžného nebo aspoň pravidelného monitoringu je, že je díky němu možné včasné odhalení změn v kardiovaskulárním zdraví, což umožňuje včasný zásah a léčbu rizikových faktorů nebo potenciálních komplikací. Další důvod sledování je, že starší osoby často vyžadují individuální léčebné plány, protože mohou mít více komplikací, a tak mohou užívat více léků. Monitorování pomáhá poskytovatelům zdravotní péče posoudit účinnost léčby a provést nezbytné úpravy, aby se optimalizovaly jejich zdravotní výsledky. Dále může monitoring pomoci identifikovat modifikovatelné rizikové faktory a podpořit změnu životního stylu, jako je zdravá strava pro srdce, pravidelné cvičení, odvykání kouření a dodržování medikace. Technologie dálkového monitorování mohou umožnit rychlou reakci na jakékoli kritické změny nebo srdeční příhody, což zajistí včasnou lékařskou pomoc a potenciálně zabrání nepříznivým následkům. Na trhu se sice v současnosti nachází již mnoho nositelných zařízení (wearables) a produktů, které byly navrženy speciálně pro měření srdečního stavu pacientů s kardiovaskulárním onemocněním, ale přestože většina pacientů s kardiovaskulárním onemocněním jsou starší dospělí, návrh stávajících nositelných technologií není založen na potřebách a pocitech starších dospělých. Starší dospělí musí zaprvé průběžně sledovat a diagnostikovat svůj srdeční stav bez ohledu na to, zda u nich bylo kardiovaskulární onemocnění již dříve diagnostikováno. Zadruhé je významným tématem v navrhování takovéto pomůcky to, že mohou mít na ochotu starších dospělých používat nositelné technologie a na jejich akceptaci jejich používání vliv jedinečné faktory, jako je úzkost z technologií nebo strach z toho, co si bude myslet okolí. Mnoho lidí se může zdráhat používat zařízení, které je zjevně určeno pro lékařské účely, protože by mohlo přitahovat nežádoucí pozornost nebo vést k pocitům trapnosti či studu. (3)

3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE

Celému navrhování předcházela hloubková analýza a rešerše problematiky, které se budoucí produkt měl týkat. To probíhalo formou dohledání odborné literatury, zjištění, jaké produkty se momentálně na trhu nacházejí a hlavně konzultacemi, jak s odborníky, tak s cílovou skupinou, kterou jsem si hned na začátku zvolila. (Kritérii a výsledky výběru se zde budu věnovat později.)

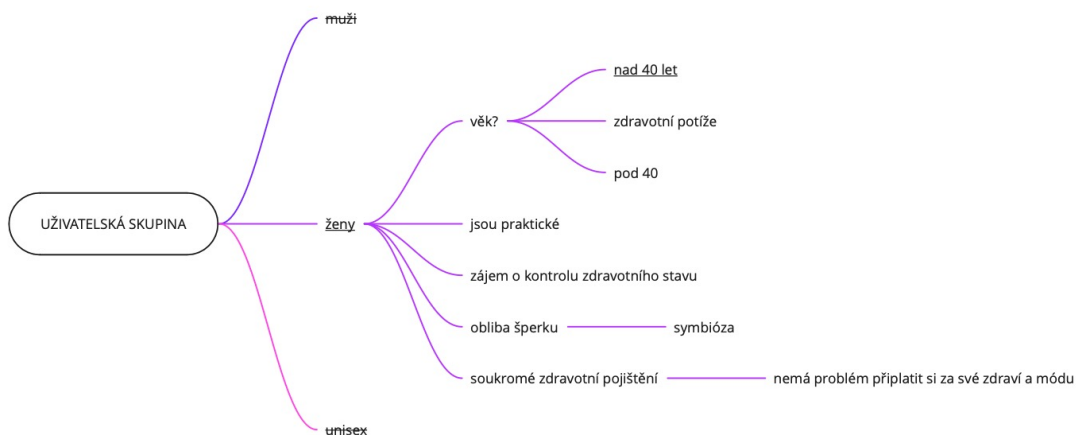
Informace z teoretické rešerše a uživatelského výzkumu mi, hlavně v oblasti technologie, poskytly základ, na němž jsem začala rozvíjet své myšlenky a vize. Po provedení důkladné teoretické rešerše, zejména v oblasti měření zdravotních funkcí v kombinaci s konzultací a odbornými znalostmi Ing. Marka Nováka, PhD., s nímž jsem na své diplomové práci od počátku spolupracovala, jsem získala představu o tom, jak bude uživatel se zařízením pracovat a na co je potřeba se při navrhování zaměřit. Tato teoretická analýza mi pomohla najít a zaměřit se na klíčové faktory, díky kterým by uživatelky mohly zařízení využít co nejefektivněji a nejpohodlněji, a tak maximalizovat jeho přínosy.

Dále jsem v rámci teoretické analýzy provedla rozsáhlý průzkum stávajících produktů, které jsou nyní dostupné na trhu. Mimo současné trendy jsem se zaměřila také na vývoj produktů v průběhu historie, abych lépe porozuměla klíčovým problémům, proč a jak vývoj probíhal k současným trendům, tak jak je známe. Rozšíření poznatků v této oblasti mi pomohlo získat ideu od jakých konceptů a trendů se mohu inspirovat a jaké principy mohu přenést do svého designu abych byla schopna vytvořit produkt, který bude plně funkční, ale zároveň bude uživatelům nabízet něco jedinečného.

3.1 Cílová skupina

Vzhledem k volbě přístroje zaměřeného hlavně na diagnostiku a prevenci kardiovaskulárních chorob, kterými trpí především starší populace, byl do jisté míry okruh cílové skupiny již předem daný. Důležitým rozhodnutím bylo, jestli budu navrhovat produkt pro muže, ženy nebo unisex. Tuto volbu bylo potřeba vyřešit vzhledem k mému rozhodnutí produkt směřovat k podobě šperku, kde hraje pohlaví uživatele značnou roli. Další dělicí aspekt byla předpokládaná životní úroveň uživatelů, neboť se jedná o produkt, který budou využívat především klienti soukromých pojišťoven.

Mojí cílovou skupinou jsou ženy střední a vyšší věkové skupiny, které si platí soukromé zdravotní pojištění. Výsledný produkt měl za cíl zajistit atraktivní zdravotní pomůcku bez možné negativní psychosociální odezvy ve veřejném prostoru.



miro

Obr. 20: Myšlenková mapa k uživatelské skupině

3.2 Formulace vize a směr projektu

Po přijetí základní problematiky a porozumění zadání, které mi bylo ze strany firmy Preciosa předloženo, jsem si mohla začít specifikovat určitou vizi a směr, kterým bych se v projektu chtěla dále zabývat.

Nejdříve zmíním vizi od Preciosy, která mi sloužila, jako odrazový můstek. Zadáním, které jsem dostala, bylo vyvinout moderní nástroj pro prevenci a diagnostiku, který bude moci být případně klinicky hodnocen a uveden na trh. Účelem bylo tímto nabídnout klinikám smysluplné řešení pro medicínu a zároveň usnadnit péči o pacienty. Za tímto záměrem měl vzniknout produkt demonstrující možnost kombinace různých diagnostických funkcí v rámci jednoho výrobku.

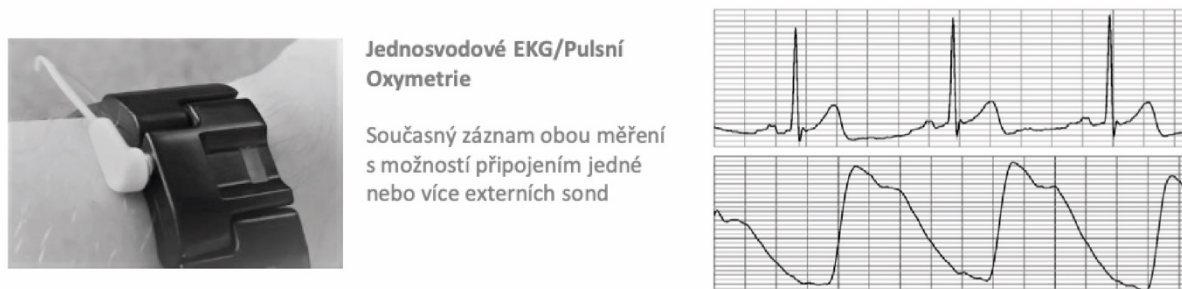


Obr. 21: Demo verze Preciosa

Tato demo verze pro mě byla dobrým odrazovým můstkem, od kterého jsem mohla svoje navrhování začít. Již od začátku procesu jsem tak měla stanovených pár hranic, kterých jsem se měla držet, ale zároveň mi byl poskytnut velký prostor pro vlastní inovaci a nalezení vlastního konceptu.

Vybrala jsem si několik faktorů, které pro mě byly klíčové a kterých jsem se chtěla držet abych si zúžila počet možných cest, kterými jsem se mohla vydat. Na

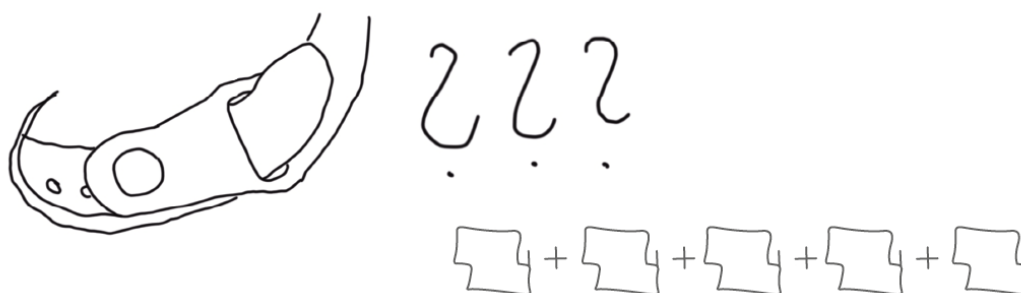
základě toho jsem začala formulovat jasnou vizi, která bude naplňovat, jak funkční požadavky, jako technologickou funkčnost, akceptaci cílovou skupinou a uživatelský komfort, tak požadavky estetické, které byly s cílovou skupinou také významně spojeny. Dále bylo velmi důležité se zaměřit od raného konceptu a vize na technickou proveditelnost a komerční životaschopnost. Tyto faktory jsem po celou dobu navrhování konzultovala hlavně s Ing. M. Novákem, PhD. a vedoucím vývoje v Preciose Ing. J. Hajerem.



Obr. 22: Demo verze Preciosa

3.3 Koncepční východiska

Největší výzvou pro mě na začátku navrhování, po zpracování rešerše a získání poznatků z výzkumů, bylo vymyslet hlavní koncepci fungování náramku. Cílem bylo vytvoření zdravotní pomůcky, s velikou škálou technologických omezení, u které byl kladen velký důraz na správnou funkci a ergonomii. Všechny tyto požadavky měly být skryté v nenápadném šperku, s dodržением mého hlavního záměru: potlačit potenciální psychosociální stigma, které může být spojeno s používáním diagnostické pomůcky na veřejnosti, vyvoláváním nežádoucí pozornosti, vést k pocitům trapnosti či studu.



Obr. 23: Jakou cestou se vydat?

Řešila jsem, jak bude náramek fungovat. Jakou podobu budou mít vyměnitelné moduly, abych umožnila modularitu a jak se bude náramek zapínat. Již od začátku jsem se chtěla vyhnout zapínání, jako je například u Apple Watch. To sice

umožňuje dobrá funkční řešení, ale popírá to dimenzi šperku, kterou jsem chtěla v mém návrhu, co nejvíce podpořit.

4. PROCES NAVRHOVÁNÍ

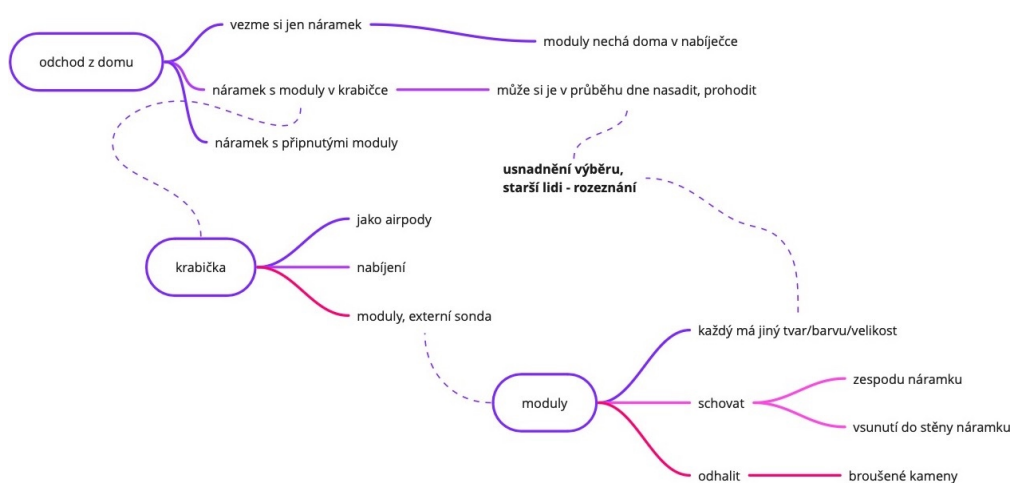
Po důkladné teoretické rešerši a analýze toho, co se na trhu momentálně vyskytuje za produkty jsem měla pocit, že už lépe rozumím potřebám vybrané cílové skupiny. Díky několika konzultacím s doktorem Ing. M. Novákem, PhD. z fakulty Biomedicínského inženýrství a Ing. J. Hajerem jsem mohla začít s upřesňováním výsledného konceptu návrhu a vymezit si několik klíčových aspektů, které by měl výrobek mít. Tato setkání, která probíhala během celého navrhovacího procesu, společně s konzultacemi s mými vedoucími, mi pomohla ujasnit si cíle a záměry, a tak jsem byla schopná zahájit generování koncepčních návrhů, od nejasných skic k jasným myšlenkovým směrům.

Začala jsem náčrtem hrubých nápadů a rozvržením si možných cest. Následovalo skicování a základní 3D prototypy, abych viděla, jak návrhy fungují v reálnější podobě. Jak jsem postupovala, průběžně jsem vyhodnocovala své návrhy s ohledem na cíle projektu a podle toho je měnila a upravovala.

V průběhu procesu navrhování jsem svůj postup konzultovala, jak s mými vedoucími, tak s Ing. M. Novákem, PhD., tak s Ing. J. Hajerem z Preciosy a referenty příslušné cílové skupiny. Snažila jsem se získat co nejvíce zpětné vazby, která mi umožnila návrh zdokonalit a provést potřebné úpravy, aby byl výsledný koncept co nejkvalitnější a reagoval na co nejvíce problémů.

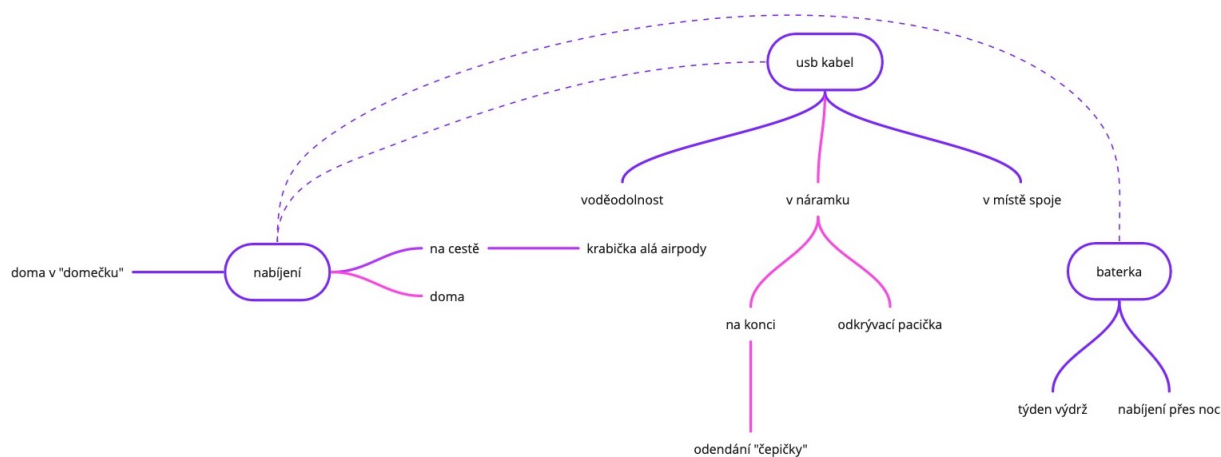
4.1 Usercase

Definování co nejpřesnějšího scénáře používání produktu bylo pro začátek vývoje klíčové. V případě náramku, který má být určen k vysoké interakci s uživatelem bylo nesmírně důležité definovat si konkrétní usercase, který bude odpovídat požadavkům uživatelů.



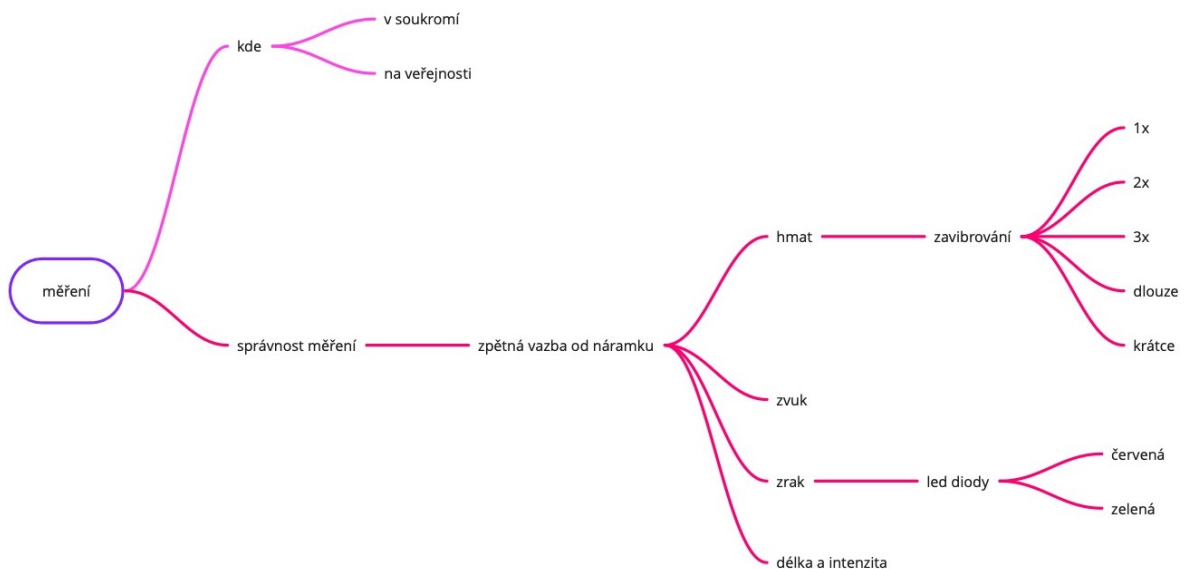
Obr. 24: Myšlenková mapa usercasu

Nejdříve bylo nezbytné určit různé scénáře, ve kterých bude náramek používán. To se odvíjelo od dané cílové skupiny, životního stylu uživatele, tak jeho každodenní činnosti a prostředí. Věděla jsem, že musím navrhnout něco elegantního, co ale bude pohodlné natolik aby to uživatele nevadilo nosit téměř pořád. Další otázkou bylo, co to znamená „téměř pořád“. Zamýšlela jsem se nad tím, jestli náramek bude žena nosit jen v určitých fázích dne nebo během celého dne a také jestli bude náramek využíván v noci (např. aby si uživatelka mohla naměřit kvalitu spánku a jiné zdravotní funkce důležité v této fázi denního cyklu). Z uživatelského výzkumu, kdy jsem se tázala několika respondentů z mé cílové skupiny, jsem se dozvěděla, že většina z nich nechce mít něco na ruce, když spí, a tudíž jsem se rozhodla používání omezit na denní používání, protože pohodlí uživatelů pro mě bylo od začátku designování z hlavních pilířů, na kterých jsem celý projekt chtěla postavit. Stanovila jsem si, že se produkt bude používat hlavně přes den a přes noc bude možné náramek nabíjet pomocí USB kabelu. Ale jelikož baterie vydrží jeden až dva týdny, nebude to potřeba vykonávat každý večer.



Obr. 25: Myšlenková mapa nabíjení

Dalším důležitým aspektem bylo vědět, kdy a jak často bude uživatel náramek nosit. Určení, zda bude náramek nošen nepřetržitě, nebo pouze v určitých časových úsecích dne, ovlivnilo požadavky na výdrž baterie, frekvenci nabíjení, odolnost zařízení a pohodlnost nošení (materiál, váha). To, jak se náramek bude nabíjet bylo zásadní pro zajištění pohodlí uživatele. Bude se nabíjet bezdrátově? Pomocí nabíjecího doku? Nebo přes USB kabel? Klíčovou roli při navrhování bezproblémového nabíjení hrálo pochopení preferencí uživatele a zvážení praktičnosti možností nabíjení.



Obr. 26: Myšlenková mapa měření

Velice důležitou funkcí náramku bylo přesné měření parametrů souvisejících s diagnostikou. Proto bylo nutné určit, které zdravotní funkce bude náramek schopen měřit. Definováním těchto zdravotních funkcí mi pomohlo hlavně objasnit si jak a kam začlenit potřebné senzory do designu náramku.

Pečlivým definováním usercasu náramku, zahrnující uživatelský scénář, způsob používání, mechanismus nabíjení a vybrání konkrétních zdravotních funkcí, které by měřil, jsem se posunula o krok blíže v navrhování finálního konceptu.

4.1.1 Modularita

Od začátku jsem se snažila dosáhnout, aby jedinečnost náramku byla v tom, že si ho každá uživatelka může nastavit podle svých potřeb, respektive podle své diagnózy. K tomu bylo potřeba aby části obsahující elektroniku na měření bylo možné bez problému zaměňovat. Řešení, o kterých jsem uvažovala: připínací moduly na stěnu náramku, náramek celý poskládaný z modulů, moduly, které je možné zasunout do stěny anebo modularitu vypustit a všechno zakomponovat do jediného kusu.

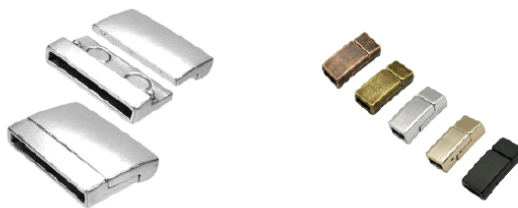
4.1.2 Zapínání

Zapínání náramku jsem řešila poměrně dlouho. Musela jsem vymyslet takový způsob, při kterém bude možné mít zařízení pohodlně, ale pevně uchycené na ruce. Protože každý uživatel má jiný obvod zápěstí bylo potřeba také myslet na to, jak zajistit, aby si každý mohl zvolit svojí konkrétní velikost. Na zmíněné potřeby nejvíce odpovídá klasické zapínání, jak známe z běžných náramkových hodinek. Řemínek, nebo jinak utahující systém. Takové řešení jsem, ale nepovažovala za

optimální. Abych se dokázala správně rozhodnout, udělala jsem si moodboard řešení, která se dají použít.



Kloubové zapínání: Kloubové zapínání se skládá z tyčinky, která se zasune do poutka a zapne náramek. Tento typ zapínání se snadno nastavuje a lze jej použít na různé styly náramků.



Magnetické zapínání: Magnetické zapínání je vhodnou volbou pro náramky, které je třeba upravovat. Skládá se ze dvou kusů kovu, které se při přiblížení k sobě přitahují. Tento typ zapínání lze snadno nastavit.



Nastavitelné posuvné zapínání: Tento typ zapínání je ideální pro náramky, které je třeba nastavit na různé velikosti zápěstí. Skládá se z malé kovové trubičky nebo korálku, který se posouvá po šňůrce nebo řetízku a umožňuje nositeli nastavit délku náramku tak, aby se přizpůsobil jeho zápěstí.

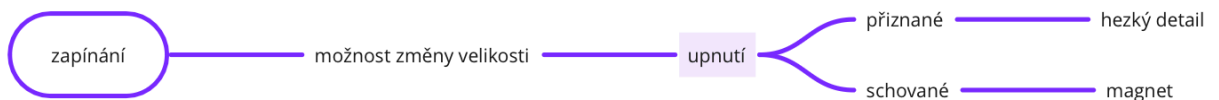


Humří spona: Humří spona je běžný typ spony, která se používá na mnoha typech šperků. Skládá se z malého pružinového mechanismu, který lze otevřít a zavřít jednou rukou. Tento typ zapínání se snadno nastavuje a lze jej použít na různých stylech náramků.



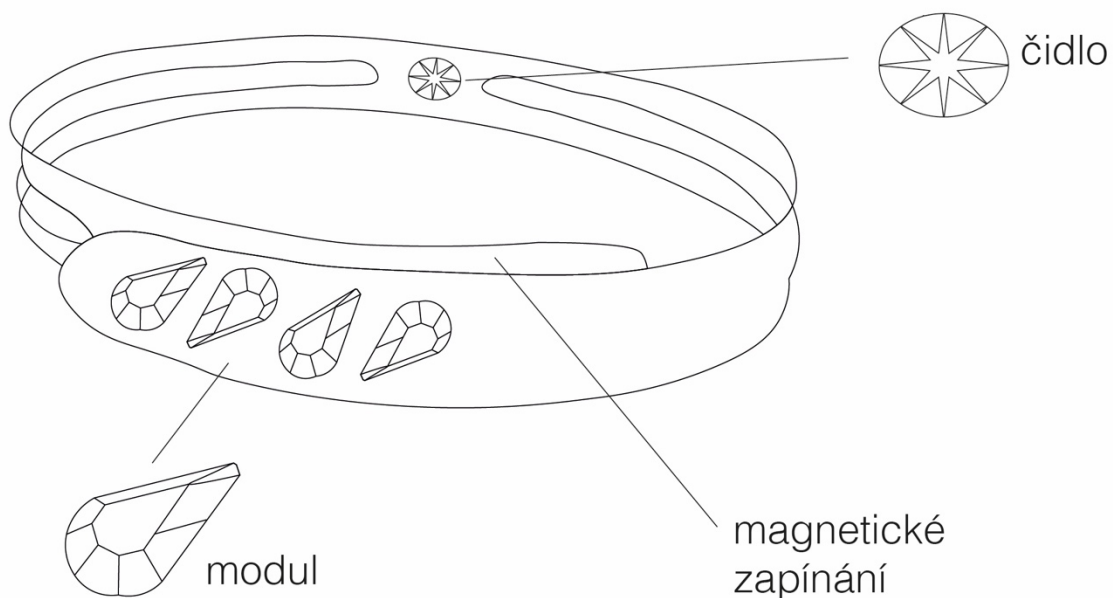
Krabičkové zapínání: Krabičkové zapínání je bezpečnou a stylovou volbou pro skleněný náramek, který je třeba upravit. Skládá se ze dvou kusů kovu, které do sebe zapadají jako dílky puzzle. Tento typ zapínání lze přizpůsobit různým velikostem zápěstí jednoduchou úpravou délky náramku.

Obr. 27: Možnosti zapínání



Obr. 28: Moodboard zapínání

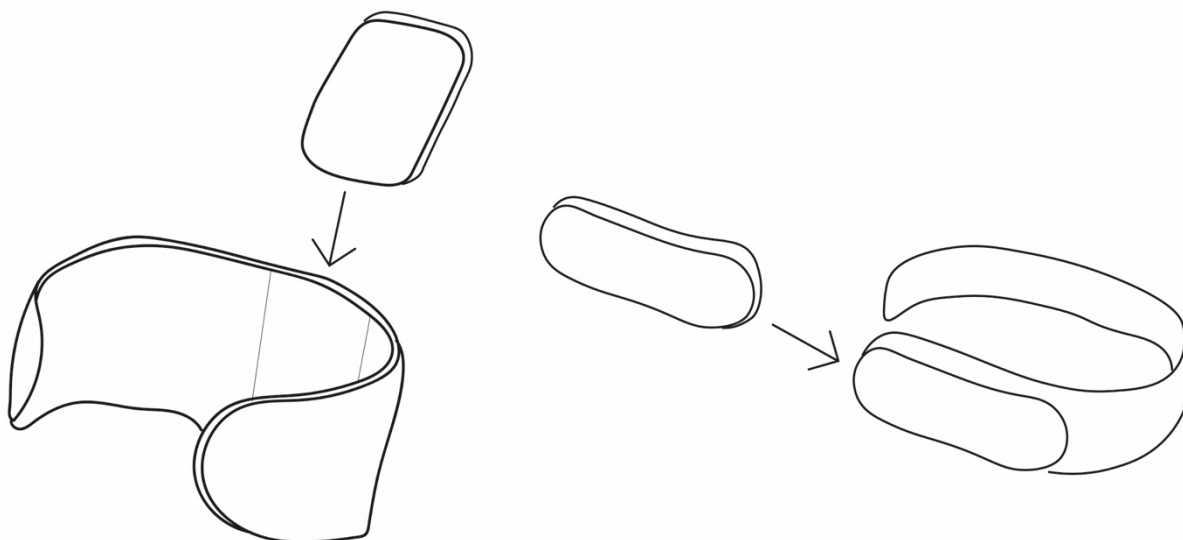
Nakonec jsem se rozhodla čerpat inspiraci z úplně jiného zdroje, než jsou chytré hodinky, řemínky a náramky a rozhodla jsem se použít jednoduchost elastické gumičky.



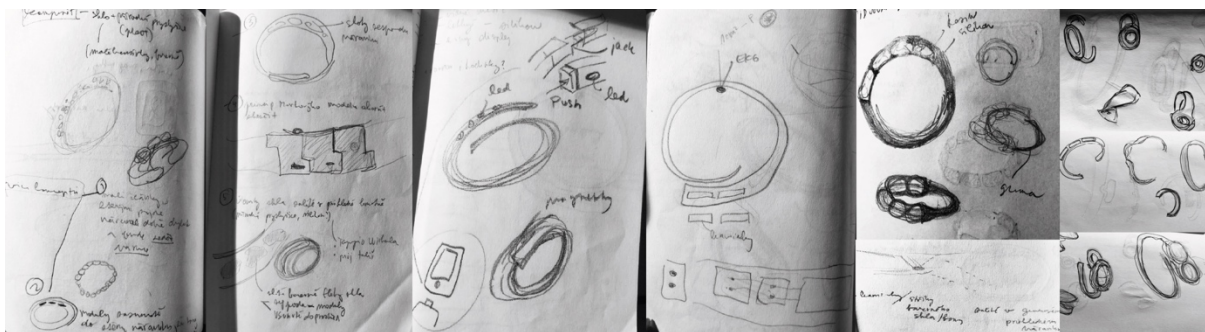
Obr. 31: Zapínání a utahování pomocí magnetu

4.2.2 Koncept č.2

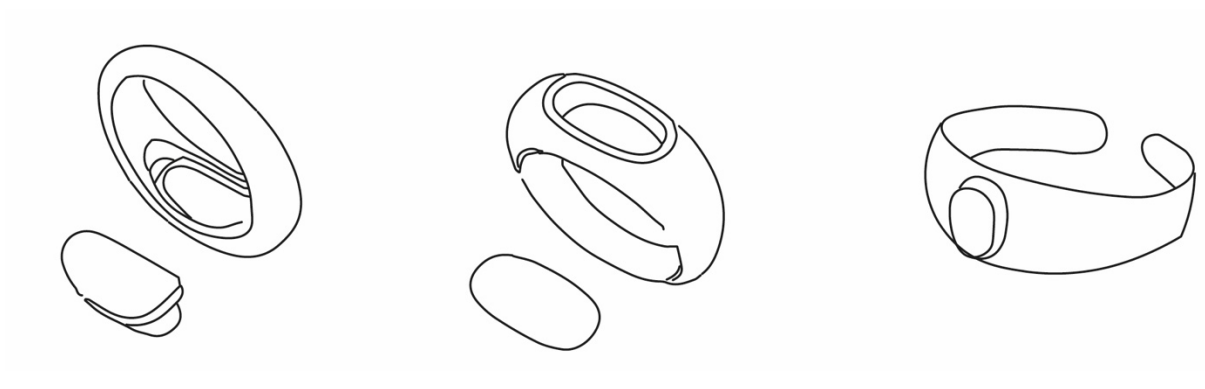
Druhý koncept byl založen na myšlence, že by se měřící moduly zasouvali nebo zacvakávaly přímo do stěny náramku. Materiál „pásku“ by mohl být buď ze skla, z pryskyřice nebo ze silikonu.



Obr. 32: Modul se zasouvá přímo do stěny náramku



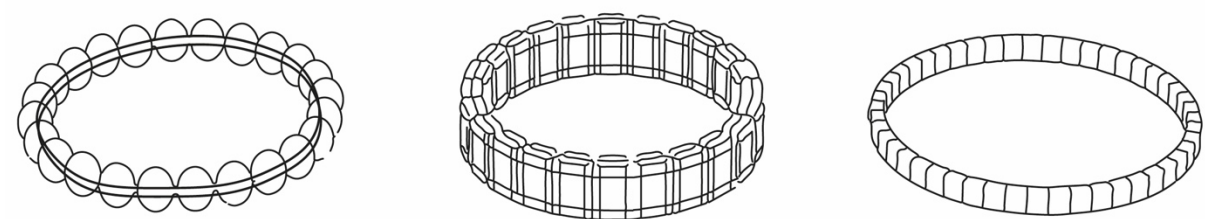
Obr. 33: Skici



Obr. 34: Skici

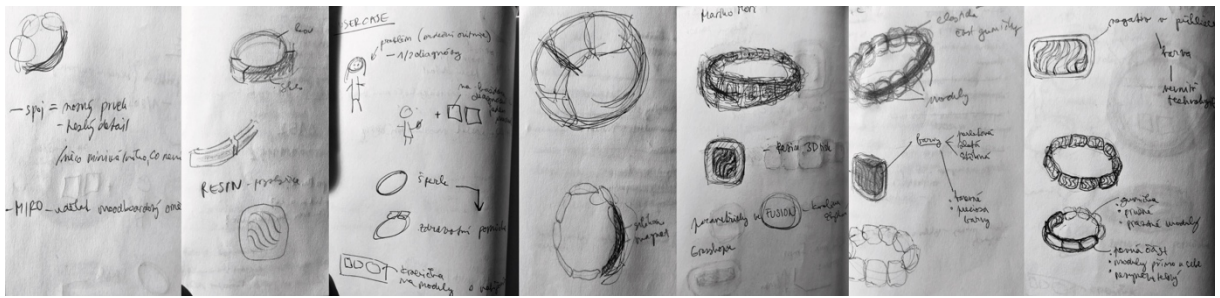
4.2.3 Koncept č.3

Třetím konceptem byla myšlenka udělat z jednotlivých modulů „korálky navlečené na gumičce“. Inspiroval mě princip dětských náramků na gumičce s velkými alá broušenými kameny.



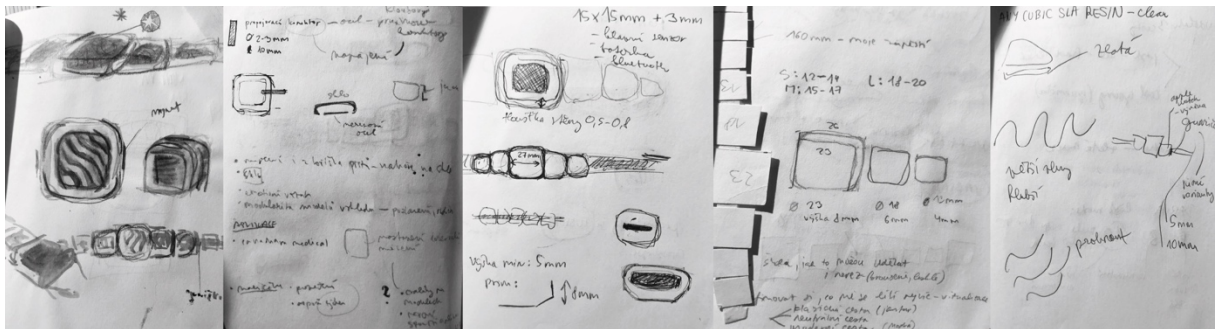
Obr. 35: Skici

Tento koncept se zdál s ohledem na uživatele nejnovativnější, nejpraktičtější a nabízel mnoho silných a zábavných možností, kam se dál posunout.



Obr. 36 : Skici

V tomto konceptu jsem si začala hrát s představou, že by jednotlivé dílky mohly být průhledné, aby technologie uvnitř byla vidět. Původně jsem zamýšlela části udělat z pryskyřice a dovnitř zamíchat úlomky barevného skla. Původně jsem pro průhledné dílky chtěla použít Polymethylmetakrylát (PMMA), který se často používá jako lehká nebo nerozbitná alternativa skla. Tento materiál má výborné optické vlastnosti, barevnou stálost a vysoce kvalitní povrch. Také je vhodný k použití u výrobků, kterou jsou v kontaktu s kůží člověka, protože je zdravotně nezávadný a na dotek příjemný.



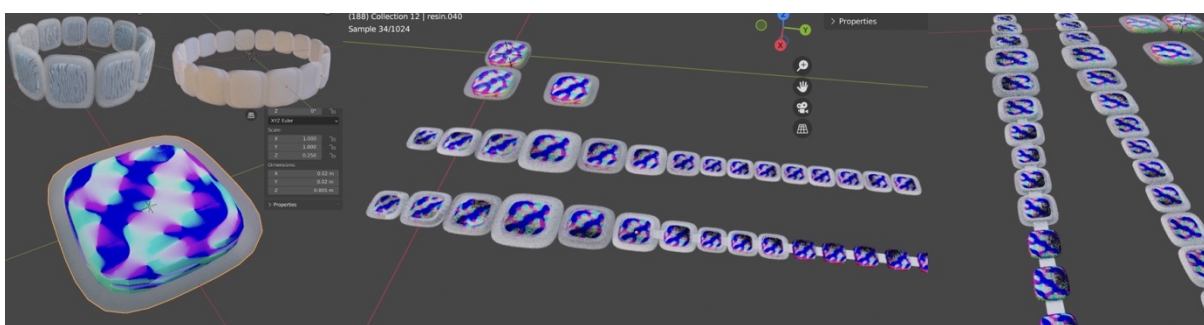
Obr. 37: Skici

5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

Návrh jsem prototypovala a testovala pomocí papírových modelů, 3D modelů a výtisků z 3D tiskárny.

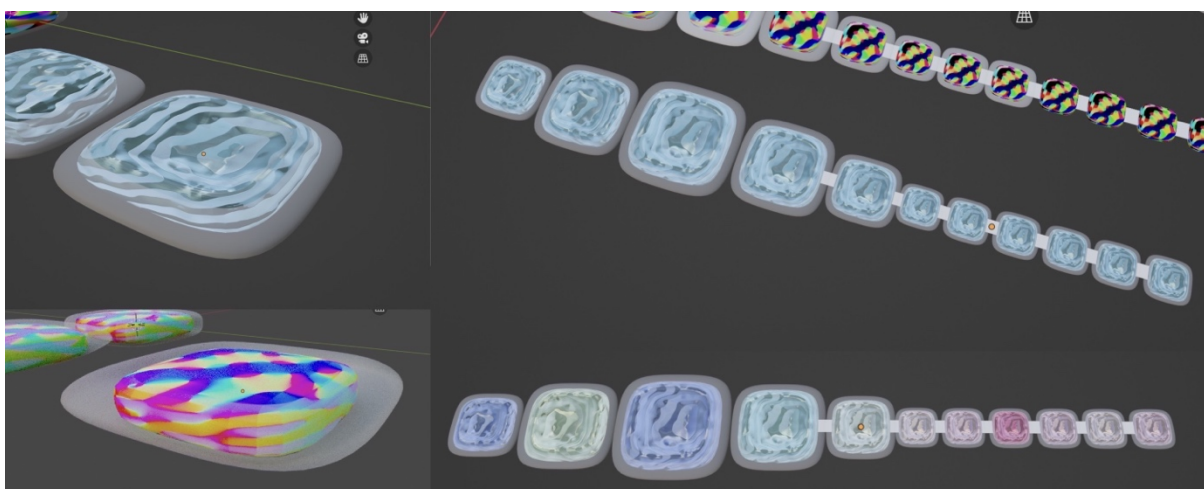


Obr. 38: Ověřování velikosti



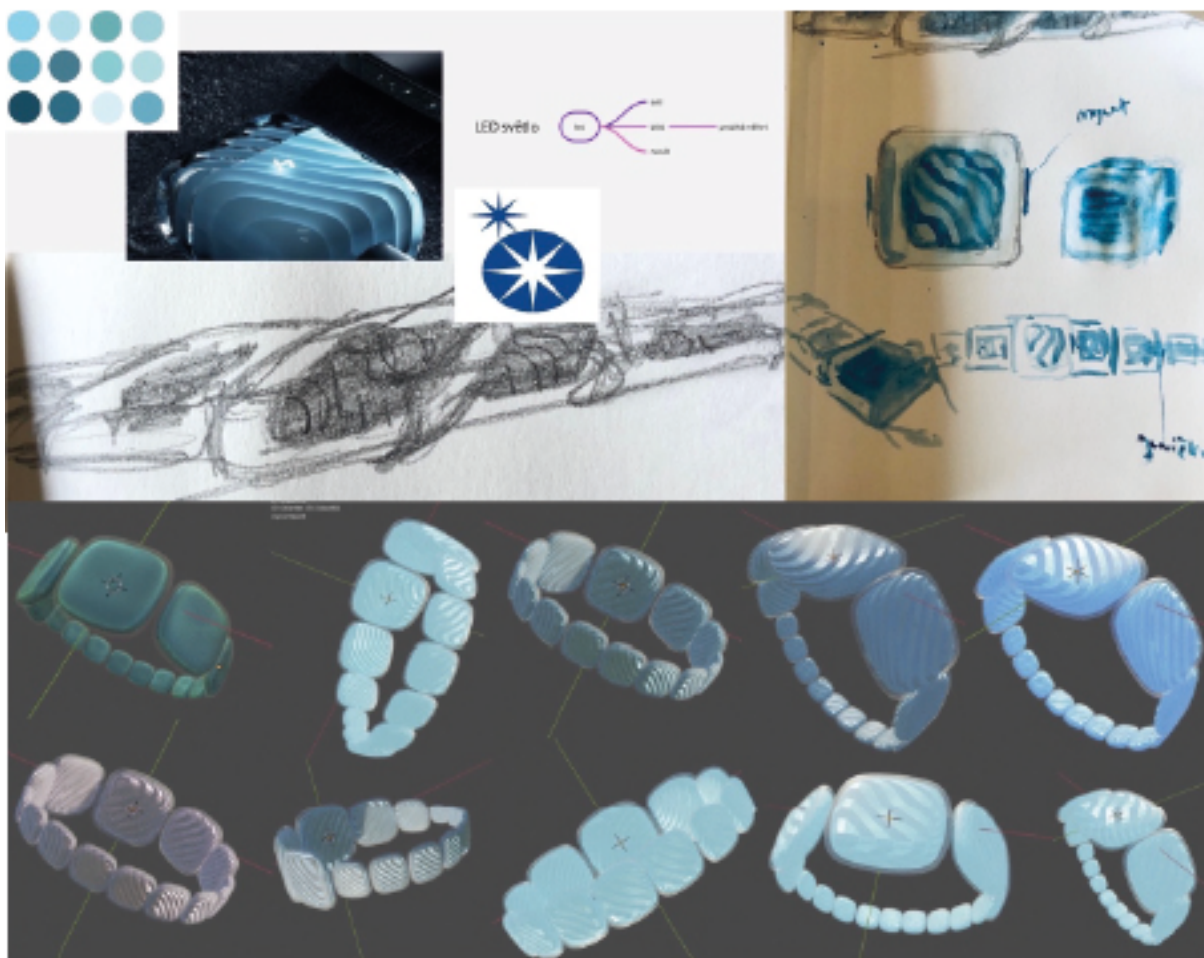
Obr. 39

Chtěla jsem se držet nápadu, že jednotlivé díly budou průhledné: buď z PMMA nebo ze skla. Uvnitř měla být elektrotechnika schovaná nanesením barvy nebo jiné povrchové úpravy do negativu segmentu. Dále jsem se zaměřovala hlavně na tvar modulu, velikosti a tvaru negativu.



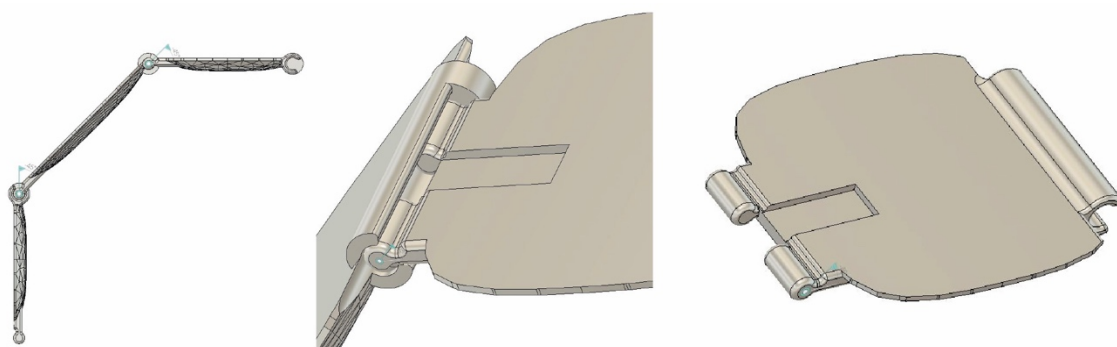
Obr. 40

Nejdříve byl negativ dílku hladký a kopíroval tvar vnějšího tvaru. Pak jsem začala testovat různé varianty, kdy je vnitřek více organický a umožnění tak i hru se světlem.



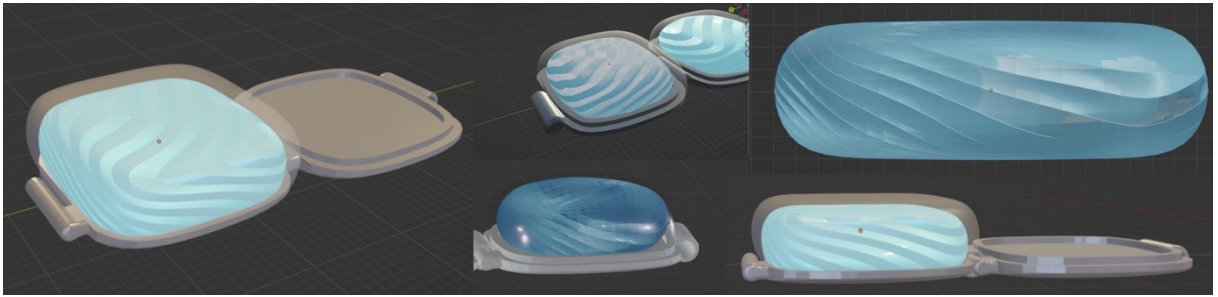
Obr. 41, 42 : Prototypování negativu a barev

Dále bylo důležité zamyslet se nad tím, jakým způsobem budou jednotlivé segmenty propojeny.



Obr. 43

Při navrhování tvaru jednotlivého dílku hrála roli především předpokládaná velikost elektroniky a technologická omezení výroby.



Obr. 44

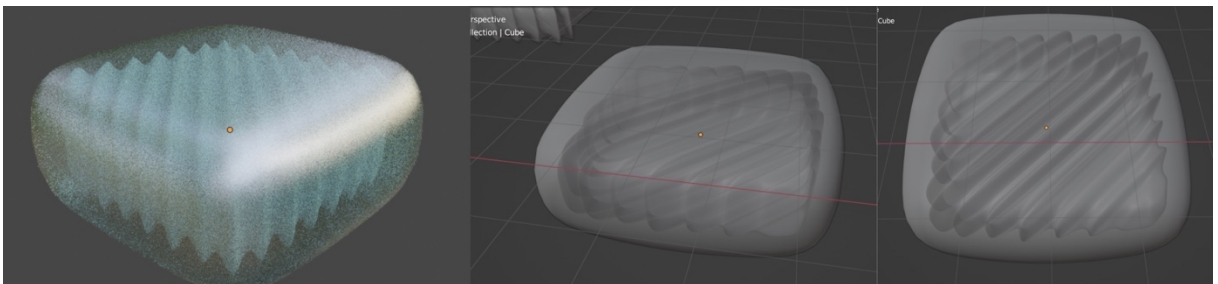
Tvarové varianty jsem ověřovala pomocí 3D tisku, konkrétně technologie Polyjet. Na výtiscích byly testovány i základní povrchové úpravy, jako je mat, lesk, brus a barva.



Obr. 45



Obr. 46: Barevný tisk

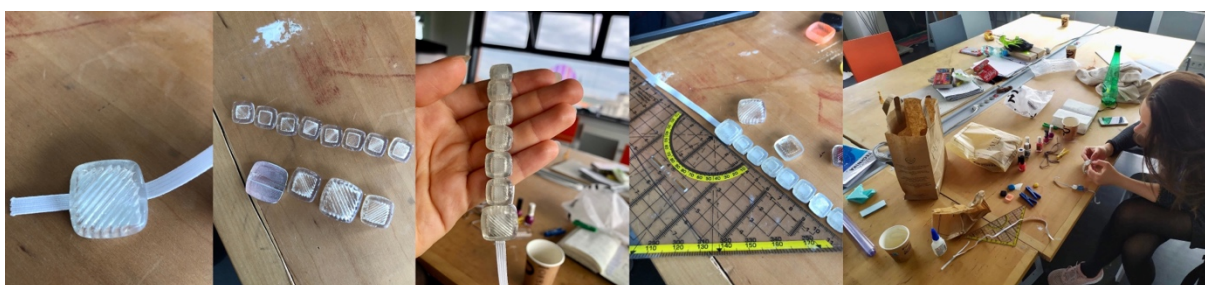


Obr. 47

Posléze došlo ke kompletaci makety náramku, kdy byly použity frézované hliníkové díly bez konektorového mechanismu a 3D vytisknuté výrobky imitující sklo, a to za účelem validace celého konceptu primárně z hlediska komfortu při každodenním nošení.



Obr. 48: Vytisknuté moduly



Obr. 49: Výroba prototypu

Byly zhotoveny dvě varianty. Hotové prototypy jsem pak testovala, jak na sobě, tak na jedné z potenciálních uživatelek.



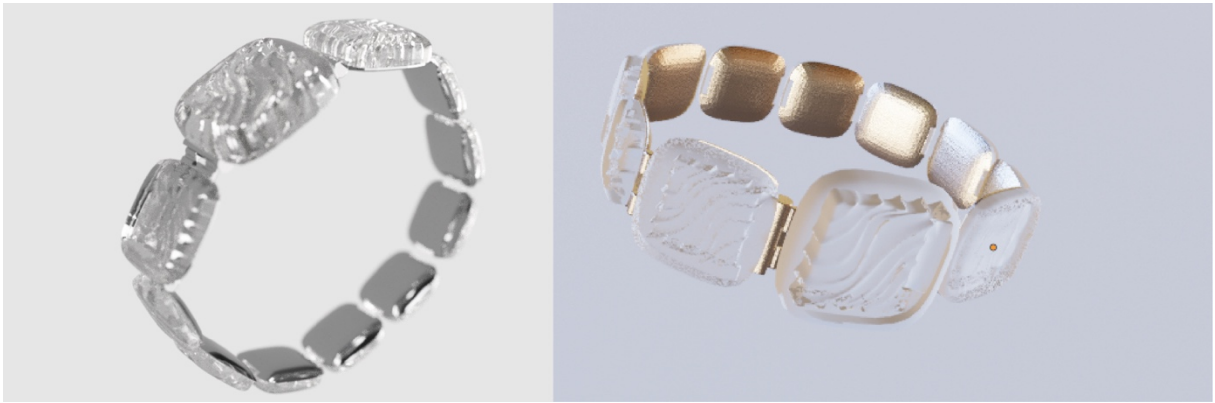
Obr. 50: Testování první verze

První varianta se drží původního plánu a jde cestou tradiční elegance myšlenou pro cílovou skupinu. Druhá cesta je více experimentálnější. Jde o 3 měřící moduly upevněné na jednoduché gumičce. Toto řešení je myšleno, jako možná varianta pro odlehčení tradiční cesty.



Obr. 51: Barevná verze

Následovaly úpravy jak vnitřní části, tak vnějšího tvaru. Organický tvar v negativu se musel zjednodušit z důvodu vyrobiteľnosti ze skla.

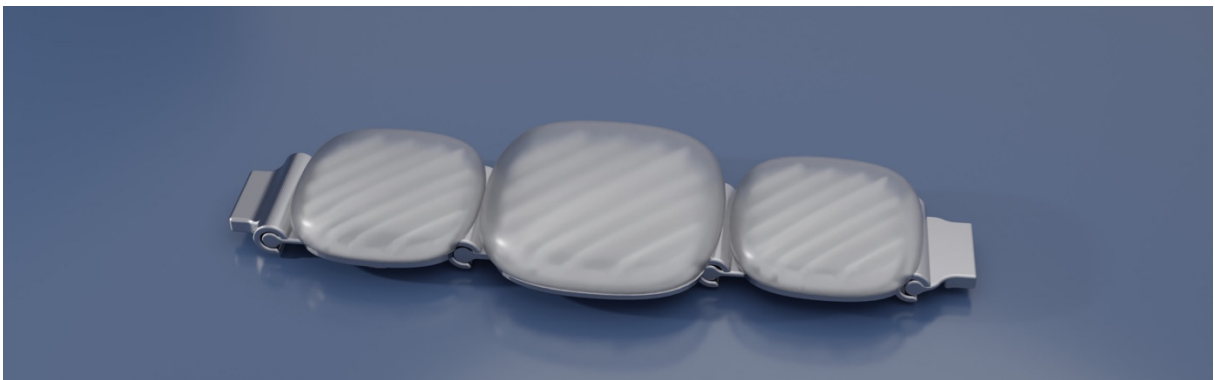


Obr. 52: Upravená varianta



Obr. 53

Podle dalšího ověřování v 3D tisku jsem model poupravila do finálního tvaru. V poslední variantě byla upravena tloušťka stěny do větších rozměrů. To umožňuje větší možnosti hrát si s optikou. Také bude díky silnější stěně výroba levnější, sníží se zmetkovost a menší požadavky na technologii.



Obr. 54



Obr. 55: Dále jsou rozvíjeny tři varianty tvarů



Obr. 56: Testování barevných variant



Obr. 57: Výroba finálního prototypu

6. VÝSLEDNÝ NÁVRH

Celý koncept se v rámci semestru vyvíjel. S každou novou variantou se výsledek formoval až do své finální podoby. Ta je postavena na zadaných cílech z počátku projektu, ale i na těch, které vyvstaly během procesu.

Finálním návrhem je skleněný šperk na ruku pro prevenci a diagnostiku s možností kombinace různých diagnostických funkcí v rámci jednoho výrobku.

Účelem tohoto konceptu není jen nabídnout designová, hardwarová a softwarová řešení, postavena na klinicky ověřených měřících technikách ale i naplnit požadavky uživatelské skupiny a zpříjemnit jim prevenci a péči o své zdraví kdekoli a kdykoli během dne, bez toho, aby měli z nošení zdravotního zařízení a jeho používání na veřejnosti nepříjemné pocity.



Obr. 58: Vizualizace finálního prototypu

6.1 Varianta 1



Obr. 59: Fotografie první verze



Obr. 60

6.2 Varianta 2



Obr. 61: Fotografie druhé verze



Obr. 62, 63

6.3 Varianta 3



Obr. 64: Fotografie třetí verze



Obr. 65, 66

6.4 Použité materiály

Díky spolupráci s výrobcem a jeho širokou škálou technologických možností pojící se právě se sklem, jsem nakonec sklo zvolila jako hlavní materiál celého návrhu.

Skleněné moduly jsou zasazené do destiček z chirurgické oceli. Ty slouží zaprvé jako lůžko pro elektroniku a zadruhé tvoří část konektoru pro přenos napájení od hlavního modulu ke dvěma funkčním modulům. Tyto funkční moduly jsou umístěny ze stran hlavního.

Nerezovou ocel 316L jsem zvolila pro její vyhovující technologické vlastnosti, biokompatibilitu, zdravotní nezávadnost a cenu. Další, ačkoliv dražší alternativou je použití titanové slitiny 6Al4V, která je též biokompatibilní a používána i pro implantabilní zdravotnické prostředky.

Malé moduly, sloužící pouze jako „korálky“ jsou mechanicky spojeny proužkem elastické pryže, díky které je náramek roztažitelný podle individuální potřeby uživatelek.

6.5 Modularita

Modularita náramku je vyřešena konstrukcí ze skleněných modulů. Náramek se skládá ze dvou hlavních částí. První část je z malých skleněných korálků, které vypadají jako samotné moduly a jsou spojeny elastickou pryží. Díky této části je náramek pružný a přizpůsobitelný různým velikostem zápěstí. Zároveň je možné vyrobit různé varianty velikostí těchto částí.

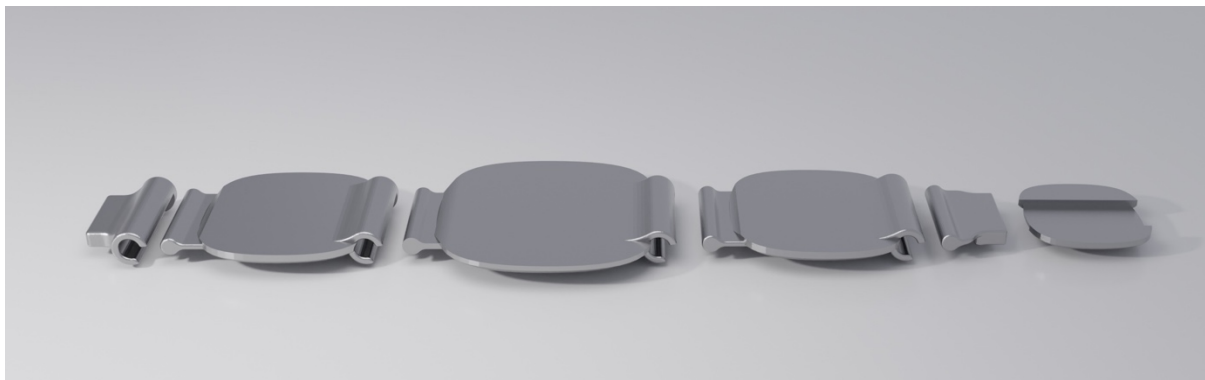
Druhá část se skládá ze tří modulů s elektronikou. Hlavní, uprostřed, je modul, který obsahuje zdroj energie: Li-Ion baterii a hardware schopný komunikovat s ostatními aktivními moduly a telefonem prostřednictvím rozhraní Bluetooth Low Energy (BLE). K tomuto centrálnímu modulu je z každé strany připojen jeden menší modul, který zahrnuje hardware pro měření jedné konkrétní funkce. Tyto dva měřicí moduly si uživatel může nakombinovat, jak potřebuje a je možné je během dne kdykoli zaměňovat.

6.6 Napájení a přenos dat

Součástí návrhu designu byla i technická realizovatelnost propojení jednotlivých modulů. Na základě rešerše vyplynuly dvě oblasti, kterým je potřeba se věnovat – napájení a přenos dat.

Přenos dat lze s výhodou vyřešit pomocí vytvoření malé bezdrátové sítě vycházející z principu Body Area Network (BAN), kdy je využito transceiverů o velmi malém vysílacím výkonu, schopném přenášet data v rámci několika desítek centimetrů. Přenos napájení bezdrátově by byl na základě rešerše příliš cenově

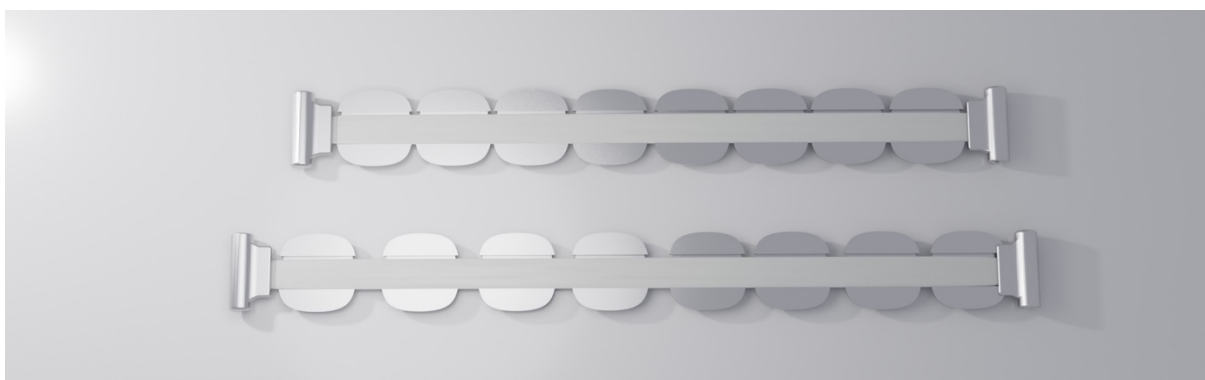
nákladný. Vzhledem k tomu, že zařízení podobného typu jsou napájena výhradně bezpečným malým napětím (do 5 V), lze uvažovat o implementaci ohebného konektoru o dvou propojeních pro stejnosměrné napájení. Na základě výše zmíněného došlo k návrhu ohebného konektoru, který slouží k mechanickému spojení modulů a přenosu energie.



Obr. 67

6.7 Zapínání

Zapínání náramku je vyřešeno elasticou pryží v jedné části produktu. Díky ní je náramek lehce snímatelný, pohodlný a díky dostatečnému kontaktu se zápěstím umožňuje kvalitně provádět měření.



Obr. 68

6.8 Měřicí moduly

V hlavním modulu se nachází baterie a řídicí elektronika schopna komunikovat s mobilním telefonem prostřednictvím rozhraní Bluetooth a zároveň s ostatními moduly. Tento modul je sám o sobě schopen monitorování pohybu pomocí tříosého akcelerometru, případně kombinace akcelerometru a gyroskopu. Tato data lze použít např. pro detekci pádu, monitorování pohybu nebo spánku.



Obr. 69: Výměnné měřicí moduly

V aktuální podobě náramku jsem uvažovala tři rozšiřující moduly. Prvním z nich je modul pro měření EKG signálu. Oproti komerčně dostupným řešením, které zpravidla v tomto formátu a velikosti nabízí pouze jednosvodové EKG, lze pomocí použití magnetického konektoru uvažovat i pořízení vícesvodového EKG signálu - např. Pětisvodového, který oproti jednosvodovému poskytne lékaři daleko větší spektrum dat, nad kterými lze provádět diagnostiku. Druhým přídatným modulem je modul měření PPG/SPO2. Na základě rešerše se jeví vhodné použít např. Integrovaný modul Maxim Electronic MAX30102, který v miniaturním pouzdře o velikosti 5,6 mm x 3,3 mm x 1,55 mm integruje jak zdroje světla, tak fotodiodu včetně elektroniky pro zpracování dat a číslicový výstup. (32) Tento modul je schopný zprostředkovat optické měření tepové frekvence, informace o saturaci krve (SPO2) a také i přibližné měření krevního tlaku. Z hlediska přesnosti

a vypovídací hodnoty naměřených dat jsem se rozhodla jít nikoliv optickým měřením ze zápěstí, které je zpravidla zatíženo chybami měření a pohybovými artefakty, ale měřením z bříška prstu přímým přiložením na snímací povrch modulu. Za tímto účelem je ve skleněném dílu vytvořena prohlubeň, která má za úkol zamezit nechtěnému pohybu prstu při průběhu měření a tím přispět k získání klinicky validních dat. Třetím modulem je modul bezkontaktního měření teploty, který může být založen např. na senzoru MLX90615. (33) Tento modul je schopen měřit bezkontaktně teplotu lidského těla např. z čela s přesností $\pm 0,1$ °C. Toto měřidlo je možné použít nikoliv pouze pro měření tělesné teploty uživatele náramku, ale i pro monitoring nemocného dítěte bez nutnosti nočního probouzení.

6.9 Storyboard



Diagnóza od lékaře



Určení, jaké moduly bude pacient potřebovat



Stanovení diagnostického plánu lékařem - jak se měřit a co



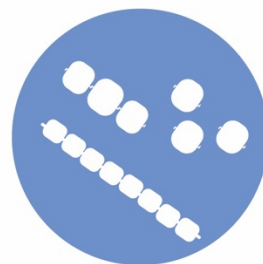
Objednání náramku podle druhu modulů, velikosti zápěstí a preference stylu



Doručení náramku a vybraných modulů



Propojení s mobilní aplikací



Poskládání a výběr modulů podle potřeby uživatele



Nasazení na ruku



Měření



Přenos dat do aplikace



Odeslání výsledků lékařovi

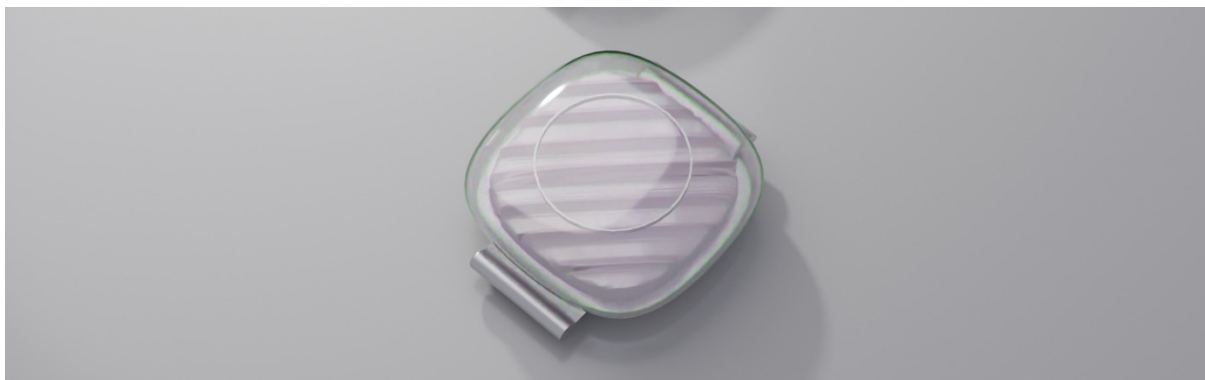


Neustálý přehled o stavu pacienta

Obr. 70

6.10 Ovládání

Ovládání je vyřešeno bezkontaktní metodou, kdy je na hlavním modulu umístěno kapacitní tlačítko pod milimetrem zespodu pokoveného skla. Přiložením prstu aktivujeme náramek, dvojnásobným poklepáním zahájíme měření. Díky tomu může měření začít autonomně bez trvale aktivovaného Bluetooth.



Obr. 71

6.10.1 Mobilní aplikace

Aplikace slouží hlavně jako zobrazovací médium. Zajišťuje stáhnutí dat a propojení s klinikou. Také je možné brát v úvahu aktivaci zařízení přes aplikaci, ale v tom případě by zařízení muselo trvale komunikovat přes Bluetooth, což může být problematické.



Obr. 72

6.11 Jméno

Stejně jako měsíc, s názvem Dione, krouží kolem planety Saturn, Dione se elegantně pohybuje kolem zápěstí své uživatelky.

DI•one

Obr. 73

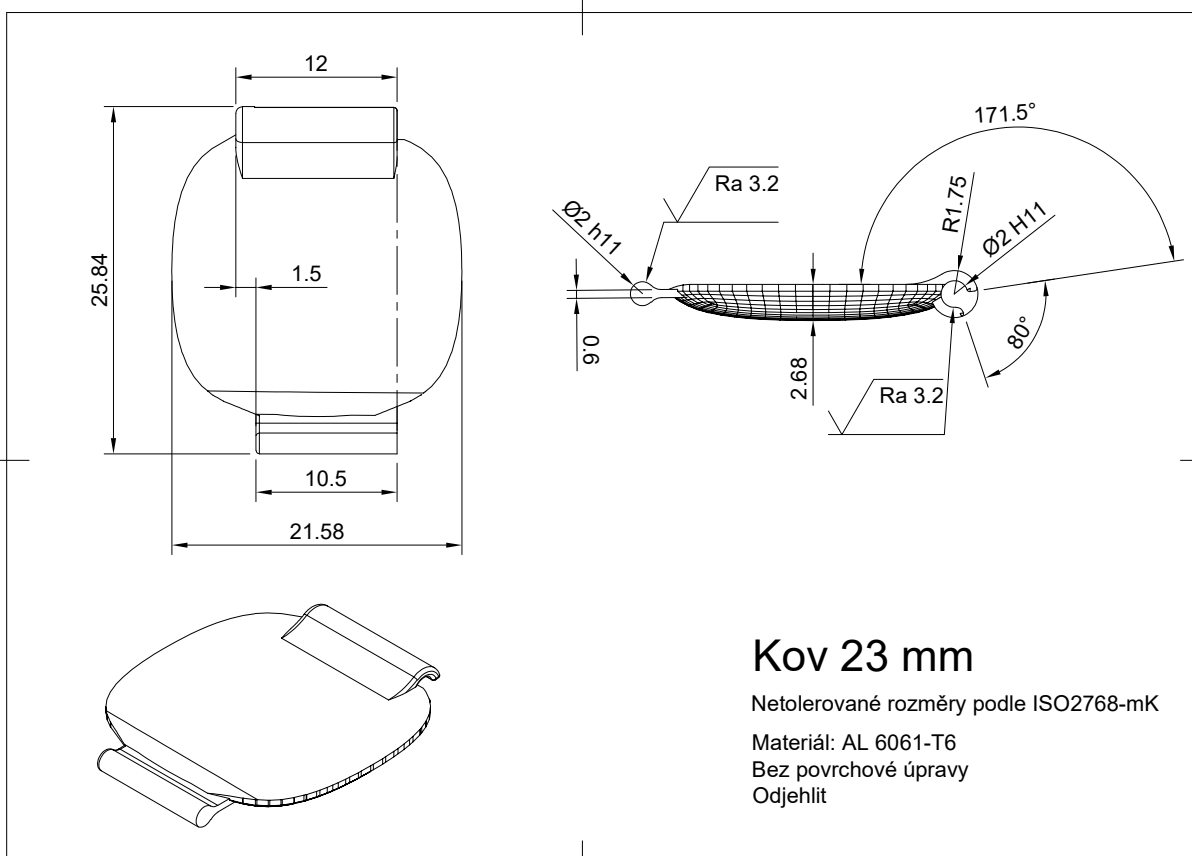
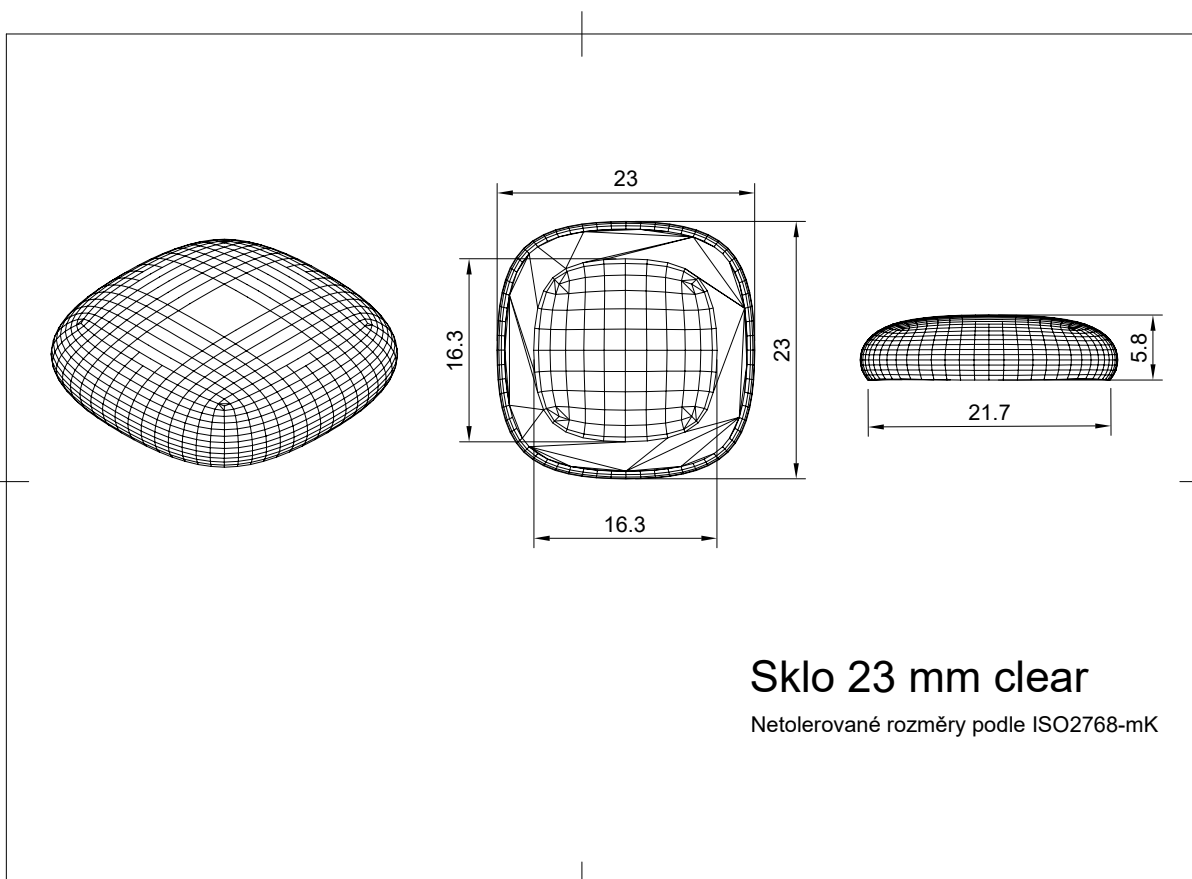
6.12 Barevné varianty

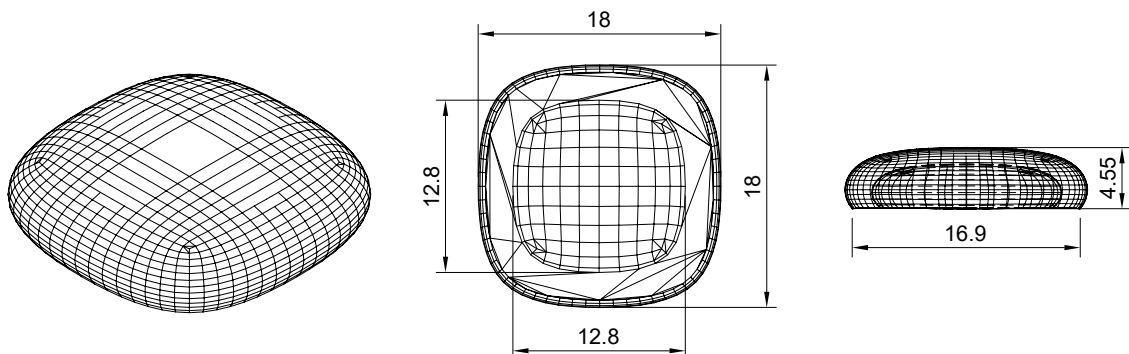
Ačkoli jsem navrhovala pro cílovou skupinu žen ve středním a vyšším věku, výsledný design by mohl zaujmout i mladší ženy a dívky. Kromě samotných variabilit tvarů, uživatelka může také ocenit různé barevné varianty.



Obr. 74: Barevné varianty

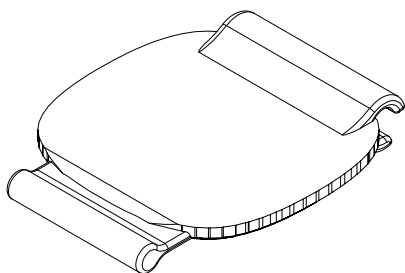
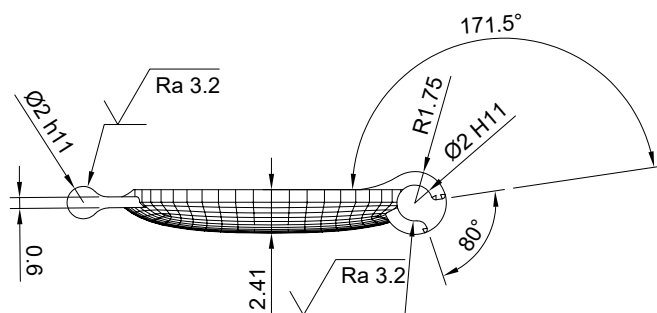
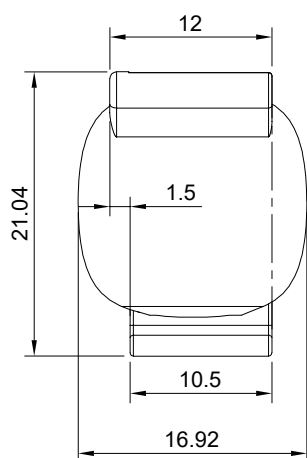
7. TECHNICKÁ DOKUMENTACE





Sklo 18 mm clear

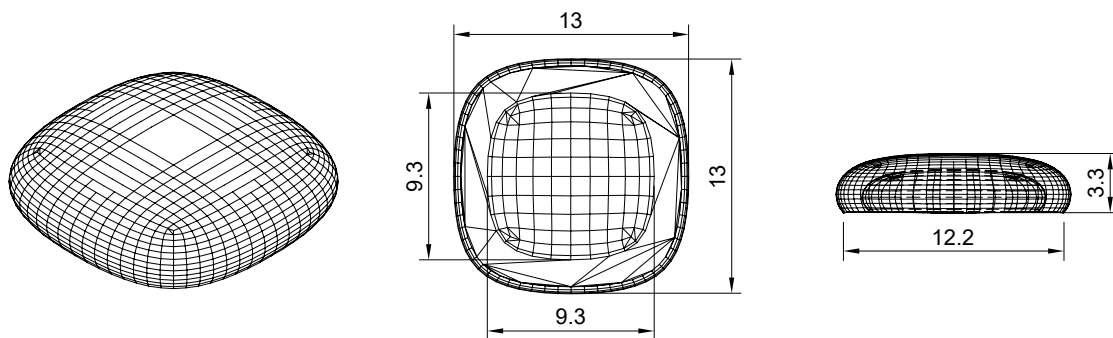
Netolerované rozměry podle ISO2768-mK



Kov 18 mm

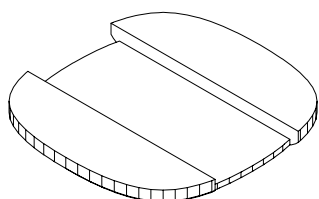
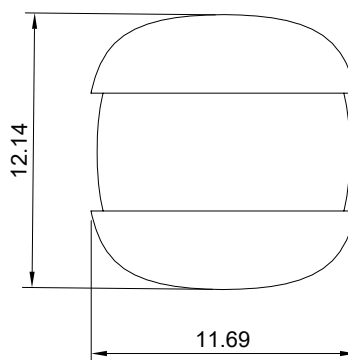
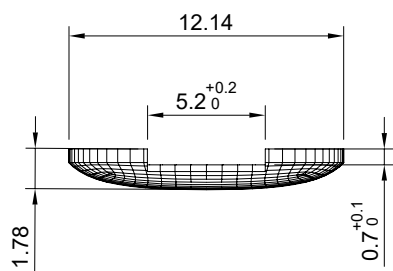
Netolerované rozměry podle ISO2768-mK

Materiál: AL 6061-T6
Bez povrchové úpravy
Odjehlit



Sklo 13 mm clear

Netolerované rozměry podle ISO2768-mK



Kov 13 mm

Netolerované rozměry podle ISO2768-mK

Materiál: AL 6061-T6
 Bez povrchové úpravy
 Odjehlit

8. ZÁVĚR A REFLEXE

V počátku projektu vytvoření šperku pro snímání biometrických dat za účelem zkvalitnění prevence a léčby v oblasti dálkové diagnostiky byl návrh spolupráce od českého výrobce skla Preciosa. Zadáním bylo navrhnout moderní nositelné zařízení pro prevenci a diagnostiku v oboru zdravotnictví. V rámci jednoho výrobku měla být umožněna kombinace různých diagnostických funkcí. K tomuto cíli postupně přibýly nové roviny pojící se s tématem potenciálního psychosociálního stigmatu spojeného s používáním zdravotnického prostředku na veřejnosti. Tyto dva požadavky mě nasměrovaly k hledání optimálního řešení v této oblasti.

Věřím, že můj záměr výsledný design náramku splňuje. Výraz produktu nepřipomíná klasické zdravotní pomůcky na měření zdravotních funkcí, ani chytré hodinky, či chytré náramky, ale přitom je plně zachována technologická funkčnost.

Cesta k finálnímu návrhu se v průběhu procesu různě proměňovala a provázely ji četné změny. Například v úvodní fázi projektu jsem nepovažovala sklo za adekvátní materiál, ale díky spolupráci s výrobcem a seznámení se s jeho širokou škálou technologických možností pojící se právě se sklem, jsem nakonec sklo zvolila jako nejlepší alternativu materiálového řešení. V budoucnu jsem rozhodnutá produkt ze skla realizovat. Nyní pro mě bylo nejdůležitější abych u jednotlivých segmentů náramku dosáhla jak nejlepšího estetického a funkčního řešení, tak aby byl segment efektivně vyrobitelný.

Závěrem mohu konstatovat, že jsem úspěšně splnila úkol, který jsem si na začátku vytváření tohoto projektu stanovila. Podařilo se mi vyvinout koncept produktu, jehož hlavním cílem je zkvalitnění prevence a léčby v oblasti telemedicíny a zároveň se zmírněním potenciálního psychosociálního stigmatu spojené s používáním zdravotnického prostředku na veřejnosti.

Celý projekt byl nepostradatelnou zkušeností, kterou považuji pro moji další práci za velice přínosnou. Rozšířila jsem si obzory především v oblasti navrhování designu pro zdravotnictví, jak spolupracovat na designovém návrhu s technologií, jaké jsou široké možnosti práce se sklem a také v práci s 3D modelováním. Velmi si vážím příležitosti, které mi bylo ve firmě Preciosa poskytnuto a doufám, že tento projekt neskončí jen diplomovou prací, ale bude mít reálné pokračování. Realizace ve spolupráci s velkým českým výrobcem mě motivuje věnovat se šperku, sklu v kombinaci se zdravotnictvím i do budoucna.

9.ZDROJE / LITERATURA

1. Tsai, T. H., Lin, W. Y., Chang, Y. S., Chang, P. C., & Lee, M. Y. Technology anxiety and resistance to change behavioral study of a wearable cardiac warming system using an extended TAM for older adults. *National Library of Medicine*. [Online] 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227270>.
2. **Organization, World Health.** World Health Organization. *The top 10 causes of death*. [Online] 2017. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>.
3. Prieto-Avalos, G., Cruz-Ramos, N. A., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J. L., Rodríguez-Mazahua, L., & Guarneros-Nolasco, L. R. Wearable Devices for Physical Monitoring of Heart: A Review. *Biosensors*. *National Library of Medicine*. [Online] 2022. <https://doi.org/10.3390/bios12050292>.
4. Top 5 Smart Clothes for Workout Freaks in the Market Right Now. *wt-obk*. [Online] 2018. <https://wt-obk.wearable-technologies.com/2018/08/top-5-smart-clothes-for-workout-freaks-in-the-market-right-now/>.
5. Stefana, E., Marciano, F., Rossi, D., Cocca, P., & Tomasoni, G. Wearable Devices for Ergonomics: A Systematic Literature Review. *National Library of Medicine*. [Online] 2021. <https://doi.org/10.3390/s21030777>.
6. Peake, J. M., Kerr, G., & Sullivan, J. P. A Critical Review of Consumer Wearables, Mobile Applications, and Equipment for Providing Biofeedback, Monitoring Stress, and Sleep in Physically Active Populations. *National Library of Medicine*. [Online] 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6031746/>.
7. Watch your step: why the 10,000 daily goal is built on bad science. *theguardian*. [Online] 2018. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2018/sep/03/watch-your-step-why-the-10000-daily-goal-is-built-on-bad-science>.
8. Ošťádalová, Nikola. *Bakalářská práce: Zdravotní přínosy používání nositelné elektroniky pro člověka*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2020.
9. Santo, Brian. IEEE SPECTRUM. *THE CONSUMER ELECTRONICS HALL OF FAME: FITBIT*. [Online] 2019. <https://spectrum.ieee.org/the-consumer-electronics-hall-of-fame-fitbit>.
10. Dasilva, Peter. The First Fitbit. *IEEE SPECTRUM*. [Online] 2019. <https://spectrum.ieee.org/the-consumer-electronics-hall-of-fame-fitbit>.
11. Channa, A., Popescu, N., Skibinska, J., & Burget, R. The Rise of Wearable Devices during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *Sensors*. *National Library of Medicine*. [Online] 2021. <https://doi.org/10.3390/s21175787>.
12. Apple Watch SE. *Alza.cz*. [Online] 2022. <https://www.alza.cz/apple-watch-se-2022-44mm-temne-inkoustovy-hlinik-s-temne-inkoustovym-sportovnim-reminkem-d7403278.htm>.

13. Rungo.cz. alza.cz. *Chytré hodinky a zdravotní funkce*. [Online] 2021. <https://www.alza.cz/chytre-hodinky-a-zdravotni-funkce#mereni-tepu>.
14. Ošťádalová, Nikola. *Zdravotní přínosy používání nositelné elektroniky pro člověka*. [Bakalářská práce] Olomouc : autor neznámý, 2020.
15. Xiaomi Smart Band 7 NFC. *Xiaomi*. [Online] 2023. <https://www.xiaomicesko.cz/xiaomi-smart-band-7-nfc.html>.
16. Monitor životních funkcí. *Wikipedia*. [Online] 2001. [Citace: 21. duben 2023.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Monitor_%C3%ADch_funkc%C3%AD.
17. Doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D., ČVUT FBMI. Přístroje sledující životní funkce. *Hospitalin*. [Online] 10. 11 2013. [Citace: 21. Duben 2023.] <https://www.hospitalin.cz/svet-nemocnic/veda-a-vyzkum/pristroje-sledujici-zivotni-funkce-89.html>.
18. Punktum Digital GmbH, Berlin. Design wearables that people want to use. *punktum*. [Online] <https://punktum.net/insights/design-wearables-people-want-to-use/>.
19. Wikipedia. *Wikipedia*. *Elektrokardiogram*. [Online] 2007. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogram>.
20. André Lourenco, Hugo Silva, Carlos Carreiras, And Fred. Outliner Detection in Non-intrusive ECG Biometric System. *International Conference Image Analysis and Rocognition*. místo neznámé : Springer Link, 2013.
21. What is the Science Behind the Apple Watch “Breathe” App in watchOS 3? *mactrast*. [Online] 2016. <https://www.mactrast.com/2016/09/science-behind-apple-watch-breathe-app-watchos-3/>.
22. PPG. *wikipedia.org*. [Online] 2006. <https://en.wikipedia.org/wiki/Photoplethysmogram#/media/File:PPG.PNG>.
23. Allen, John. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *IOPSCIENCE*. 2007.
24. Human Body Temperature Measurements. *Heiman Sensor*. [Online] https://www.heimansensor.com/body-temperature?fbclid=IwAR2RgY4vuRgJJle_5bZ-9_x31WfP49ut5Oxt3N3IDwSLt51_S1geCb_HcW4.
25. Yin, Z., Yan, J., Fang, S., Wang, D., & Han, D. National Library of Medicine. *User acceptance of wearable intelligent medical devices through a modified unified theory of acceptance and use of technology*. [Online] 2022. <https://doi.org/10.21037/atm-21-5510>.
26. Moore, K., O'Shea, E., Kenny, L., Barton, J., Tedesco, S., Sica, M., Crowe, C., Alamäki, A., Condell, J., Nordström, A., & Timmons, S. Older Adults' Experiences With Using Wearable Devices: Qualitative Systematic Review and Meta-synthesis. *National Library of Medicine*. [Online] 2021. <https://doi.org/10.2196/23832>.
27. contributors, Wikipedia. Jewellery. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. [Online] 2023. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jewellery&oldid=1154018882>.

28. Mansutti, Daniel. JEWELRY FOR OLDER LADIES AND HOW TO WEAR THEM. *Albert Hern*. [Online] 2022. <https://alberthern.com/blogs/news/top-5-jewelry-pillars-for-older-ladies-and-how-to-wear-them>.
29. magazine, vo+. VO+. *The marriage of the technology and jewellery*. [Online] 2016. <https://www.vo-plus.com/en/jewelry-features/16the-marriage-of-the-technology-and-jewellery>.
30. Oura Ring Gen 3 Review: When Fashion Meets Data. *healthline*. [Online] 2023. <https://www.healthline.com/health/fitness/oura-ring>.
31. Aging, NIH National Institute on. Heart Health and Aging. *National Insitute of Aging*. [Online] 2018. <https://www.nia.nih.gov/health/heart-health-and-aging>.
32. High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health. *cz.mouser.com*. [Online] <https://cz.mouser.com/datasheet/2/609/MAX30102-3128143.pdf>.
33. mlx90615. *melexis*. [Online] <https://www.melexis.com/-/media/files/documents/product-flyers/mlx90615-product-flyer-melexis.pdf>).
35. MUDr. Jan Mrózek, MUDr. Radim Kryza. Monitorování životních funkcí. *web.archive.org*. [Online] 13. prosinec 2012. [Citace: 21. duben 2023.] https://web.archive.org/web/20141213013010/http://mnof.cz/data/files/user/kardiologie/05_monitorovani_zivotnich_funkci.pdf.
36. ECG of a heart in normal sinus rhythm. [Online] <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography?fbclid=IwAR3t0hOQdA99bdT6mWdVLsqP02RNCgB3AoRiLokrfKIKgU-qHKnbGM6snic#/media/File:SinusRhythmLabels.svg>.
37. Normal 12lead EKG. *wikipedia*. [Online] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Normal_12_lead_EKG.jpg.
38. Institute of Measurement Science. Comparative Measurement of the PPG Signal on Different Human Body Positions by Sensors Working in Reflection and Transmission Modes. *mdpi*. [Online] 2020. https://www.mdpi.com/2673-4591/2/1/69?fbclid=IwAR1oMbdgbAaQIIJRIJnbUH_uNPYqwpIMgB25vmsF2uVkpWQIHCvBGYDsIDA
39. Comstock, Jonah. Eight years of Fitbit news leading up to its planned IPO. *Mobil Health News*. [Online] 2015. <https://www.mobihealthnews.com/43423/eight-years-of-fitbit-news-leading-up-to-its-planned-ipo>.
40. Alston, Greg. gear diary. *Tyia is a Techy, Yet Luxury Smart Bracelet Designed For Women*. [Online] 2015. <https://geardiary.com/2015/06/22/tyia-is-a-techy-yet-luxury-smart-bracelet-designed-for-women/>.

Grafické zdroje

4. Top 5 Smart Clothes for Workout Freaks in the Market Right Now. *wt-obk*. [Online] 2018. <https://wt-obk.wearable-technologies.com/2018/08/top-5-smart-clothes-for-workout-freaks-in-the-market-right-now/>.
7. Watch your step: why the 10,000 daily goal is built on bad science. *theguardian*. [Online] 2018. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2018/sep/03/watch-your-step-why-the-10000-daily-goal-is-built-on-bad-science>.
10. Dasilva, Peter. The First Fitbit. *IEEE SPECTRUM*. [Online] 2019. <https://spectrum.ieee.org/the-consumer-electronics-hall-of-fame-fitbit>.
12. Apple Watch SE. *Alza.cz*. [Online] 2022. <https://www.alza.cz/apple-watch-se-2022-44mm-temne-inkoustovy-hlinik-s-temne-inkoustovym-sportovnim-reminkem-d7403278.htm>.
15. Xiaomi Smart Band 7 NFC. *Xiaomi*. [Online] 2023. <https://www.xiaomicesko.cz/xiaomi-smart-band-7-nfc.html>.
13. Rungo.cz. *alza.cz*. *Chytré hodinky a zdravotní funkce*. [Online] 2021. <https://www.alza.cz/chytre-hodinky-a-zdravotni-funkce#mereni-tepu>.
18. Punktum Digital GmbH, Berlin. Design wearables that people want to use. *punktum*. [Online] <https://punktum.net/insights/design-wearables-people-want-to-use/>.
19. Wikipedia. Wikipedia. *Elektrokardiogram*. [Online] 2007. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogram>.
21. What is the Science Behind the Apple Watch “Breathe” App in watchOS 3? *mactrast*. [Online] 2016. <https://www.mactrast.com/2016/09/science-behind-apple-watch-breathe-app-watchos-3/>.
22. PPG. *wikipedia.org*. [Online] 2006. <https://en.wikipedia.org/wiki/Photoplethysmogram#/media/File:PPG.PNG>.
26. Moore, K., O'Shea, E., Kenny, L., Barton, J., Tedesco, S., Sica, M., Crowe, C., Alamäki, A., Condell, J., Nordström, A., & Timmons, S. Older Adults' Experiences With Using Wearable Devices: Qualitative Systematic Review and Meta-synthesis. *National Library of Medicine*. [Online] 2021. <https://doi.org/10.2196/23832>.
28. Mansutti, Daniel. JEWELRY FOR OLDER LADIES AND HOW TO WEAR THEM. *Albert Hern*. [Online] 2022. <https://alberthern.com/blogs/news/top-5-jewelry-pillars-for-older-ladies-and-how-to-wear-them>.
29. magazine, vo+. VO+. *The marriage of the technology and jewellery*. [Online] 2016. <https://www.vo-plus.com/en/jewelry-features/16the-marriage-of-the-technology-and-jewellery>.
30. Oura Ring Gen 3 Review: When Fashion Meets Data. *healthline*. [Online] 2023. <https://www.healthline.com/health/fitness/oura-ring>.

