



NATÁLIA BODNÁROVÁ | HEALTHSCAN

FA ČVUT | ÚSTAV PRŮMYSLOVÉHO DESIGNU | ATELIÉR TVARŮŽEK | 3. ROČNÍK | ZS 2021/22

— Obsah

Zadání	4
Analytická část	6
Proces navrhování	11
Finální návrh	30
Zdroje	37



1. Zadání

Medicínská technika

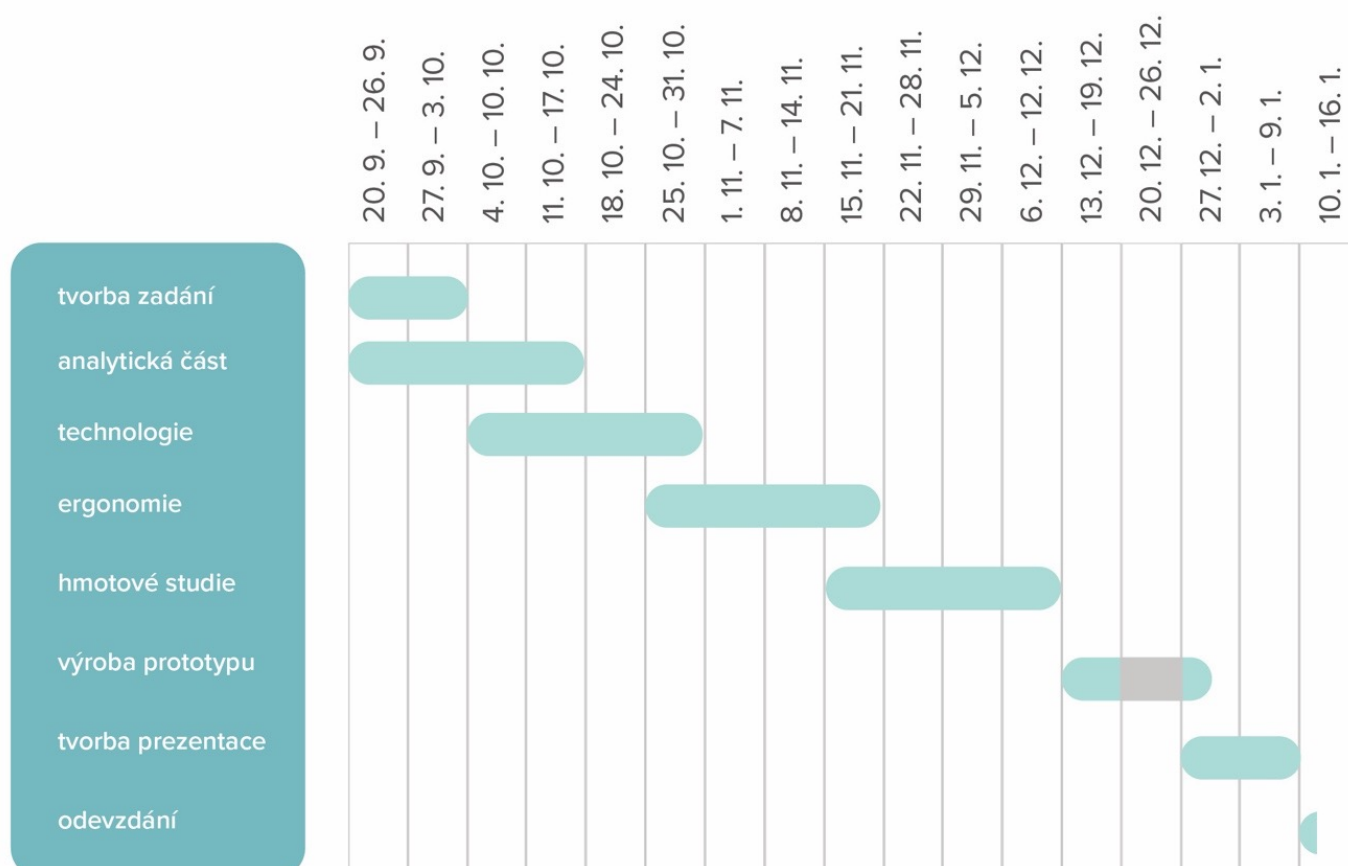
Cílem projektu bylo navrhnout medicínské zařízení, dle vlastního výběru, které bude zohledňovat, jak specííka prostředí, ve kterém se bude používat, tak i současné trendy v:

- ergonomii
- uživatelském komfortu
- a estetice.

Rozhodla jsem se pro návrh zařízení, které by našlo uplatnění v oblasti telemedicíny.

Časový harmonogram

Na tvorbě zařízení jsem pracovala od začátku října 2021. Sled jednotlivých kroků, které vedly ke vzniku výsledného produktu, je zobrazen na přiloženém časovém harmonogramu.





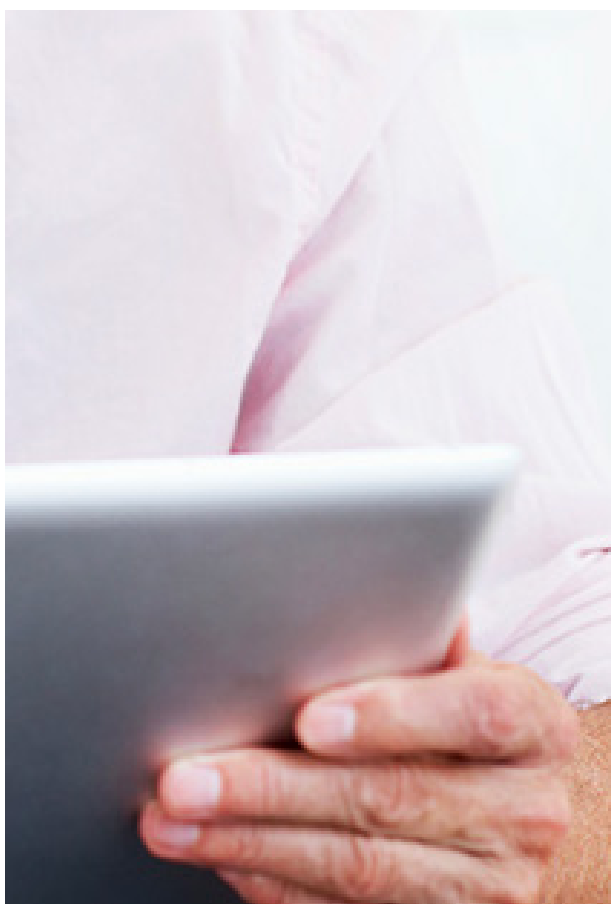
— 2. Analytická část

Cílová skupina

Cílovou skupinou jsou starší lidé a pacienti, kteří potřebují pravidelné monitorování tlaku a glykémie. Dojíždění k lékaři, dlouhé čekání v čekárnách a nebezpečí infekce, to všechno jsou důvody pro vytvoření zařízení, které může mít pacient doma a svépomocně nebo pomocí svého ošetřovatele zabezpečit pravidelnou kontrolu a přenos dat k ošetřujícímu lékaři.

Definice stáří dle WHO

Na biologické úrovni je stárnutí důsledkem akumulace nejrozličnějších molekulárních a buněčných poškození v průběhu času. Stáří přináší vznik komplexních zdravotních stavů, které se obvykle vyskytují až později v životě a nespádají do samostatných kategorií nemocí. Běžně se jim říká geriatrické syndromy.



Staří lidé a technologie

Současné statistiky uvádějí, že až 53% lidí nad 65 let vlastní smartphone. Staří lidé si však nejsou jistí svými schopnostmi, což je demotivuje nové technologie používat.

Konkrétní problémy, se kterými se senioři setkávají při používání technologií patří nedostatečná instruovanost a podpora od výrobce; nedostatek sebevědomí (frustrace, porovnávání se s mladšími generacemi); zdravotní problémy (horší zrak, snížená citlivost v prstech, špatný sluch); jazyková bariéra; zhoršené paměťové schopnosti, a nedostatečná pozornost.

Telemedicína

Telemedicína je intenzivně se rozvíjející trend poskytování medicínských služeb na velké vzdálenosti pomocí přenosu dat.

Díky telemedicině mohou pacienti z pohodlí vlastního domova provádět pravidelná měření, která se automaticky odesílají lékaři. Ten na základě sesbíraných měření vyhodnotí zdravotní stav pacienta a diagnózu společně s léčebným postupem pacientovi sdělí prostřednictvím videohovoru.



— 2.1. Analýza trhu



Pilips Tempus IC2

Zařízení Philips Tempus IC2 je komplexní řešení vhodné pro telemedicínu, ale pro staršího pacienta uživatelsky až příliš náročné. Využívá se v letecké přepravě cestujících a stevardi k jeho používání potřebují odbornou instruktáž.

TytoCare Medical Exam Kit

Zařízení TytoCare Medical Exam Kit je vysoce technologicky inteligentní, ale pro starší lidi je ergonomicky nevyhovující. Navíc futuristický design zařízení může staršího člověka odradit od používání.



Total Vitals monitor

Zařízení TotalVitals monitor rovněž zachycuje širokou škálu životních funkcí, ale obsahuje velké množství kabeláže, což znesnadňuje uskladnění, manipulaci a narušuje estetiku.

Biosensor BX100

Zařízení Biosensor BX100 od společnosti Philips je technologicky na nejvyšší úrovni, ale využívá se na intenzivní 24hodinový monitoring pacienta. Je vhodný pro nemocnice a pacienty s vážným zdravotním stavem.





Health Kit for Home Use

Zařízení Health Kit for Home Use sice zahrnuje funkci teploměru a oxymetru bez nutnosti propojení kabelem, ale opět se skládá ze samostatných komponentů, které se mohou snadno ztratit. Kromě toho, zařízení neobsahuje glukometr.

— 2.2. Výstup analýzy

Z uvedené analýzy vyplynulo, že na trhu v současnosti není přístroj, který by měřil tlak, glykémii, oxymetrii a teplotu a navíc by byl pro staršího pacienta ergonomicky i uživatelsky přijatelný.

Moje konkrétní návrhy pro ergonomické a uživatelské zlepšení jsou:

- **Kompaktnost** – příslušenství je pevnou součástí přístroje
- **Přehlednost** – zvětšení obrazovky, přehlednější zobrazení informací
- **Zjednodušení** – redukce množství tlačítek
- **Komfort při měření** – využití neinvazivních technologií měření

Nadstavbou celého zařízení by mohla být mobilní aplikace, pomocí níž pacient vidí data svých měření a provádí online konzultaci s lékařem.

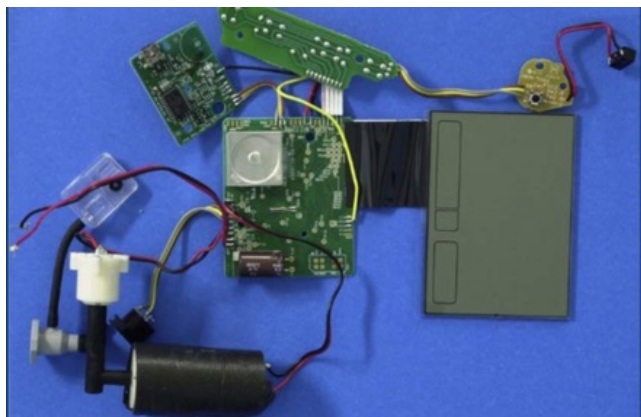


3. Proces navrhování

Proces

Vznikající zařízení kombinuje měření tlaku, glykémie, oxymetrie a teploty. Nevyhnutnou součástí celého procesu bylo obeznámení se s fungováním jednotlivých elektronických komponentů. Následně jsem se věnovala ergonomii, tvarosloví a grafice.

— 3.1. Technologie

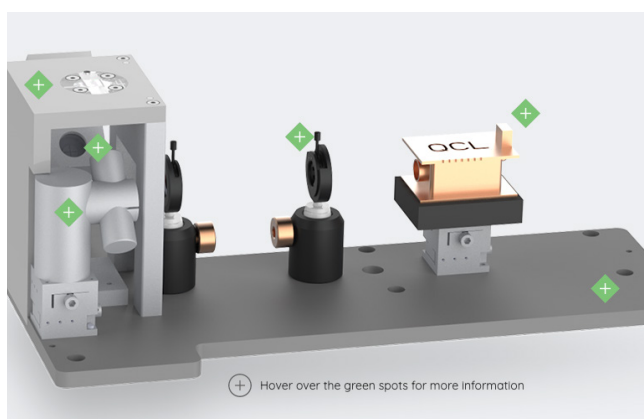
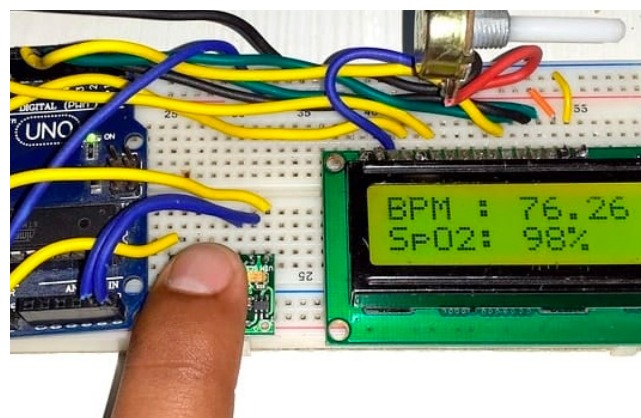


Tlakoměr

Elektronika uvnitř tlakoměru Omron HEM-790ITCAN.

Pulzní oxymetr

Senzor MAX 30100 měřící pulz a oxymetrii přiložením prstu.

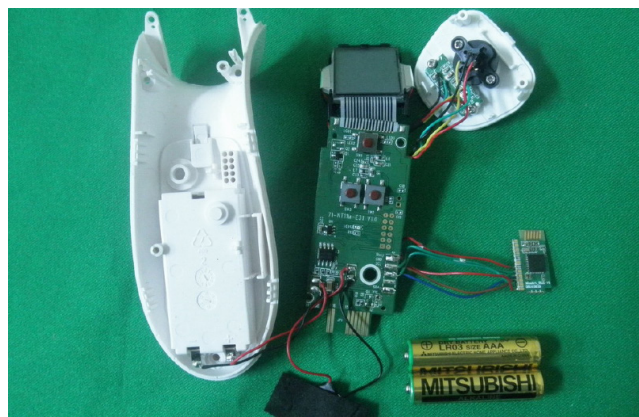


Neinvazivní glukometr

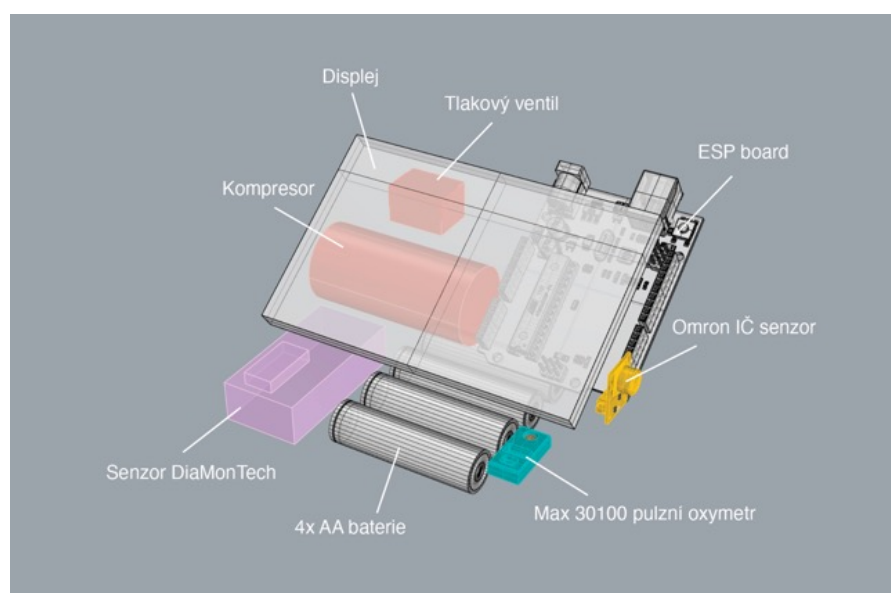
Elektronika uvnitř neinvazivního glukometru DiaMonTech, který vyvíjí vědci na Goethe univerzitě ve Frankfurtu.

Infračervený teploměr

Elektronika uvnitř bezkontaktního infračerveného teploměru AVITA NTW-17XX.



— 3.2. Funkce a zástavba

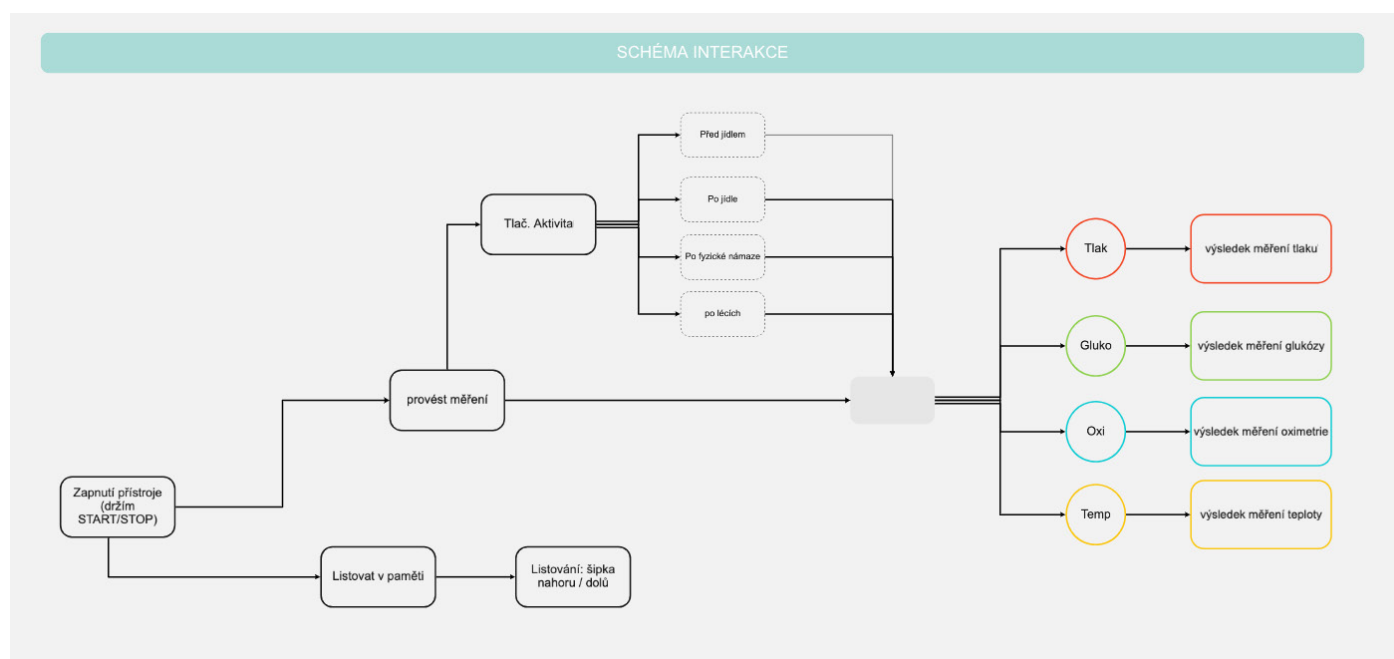


Zástavba

Na základě studia technologicke proveditelnosti jsem si vy-specifikovala zástavbu přístroje.

Funkce

Kromě měření tlaku, pulzní oxymetrie, glykémie a teploty by přístroj uživateli sděloval i: datum, čas a teplotu; ID uživatele; průběh měření; výsledek měření; paměť měření; záznam aktivity před měřením; zasílání výsledků doktorovi a tele-konzultaci pomocí aplikace.

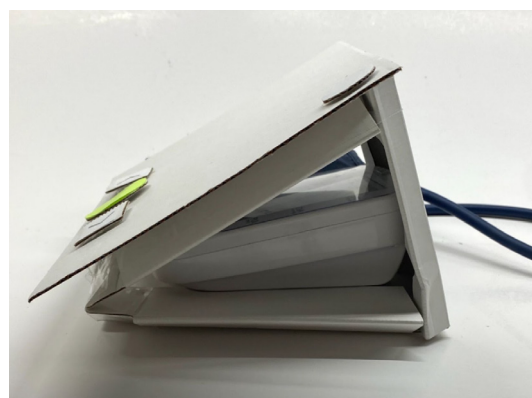


— 3.3. Ergonomie



Displej

Na základě měření jsem pro lepší viditelnost na displej (zamezení odlesku) zvolila úhel sklonu displeje 35°.

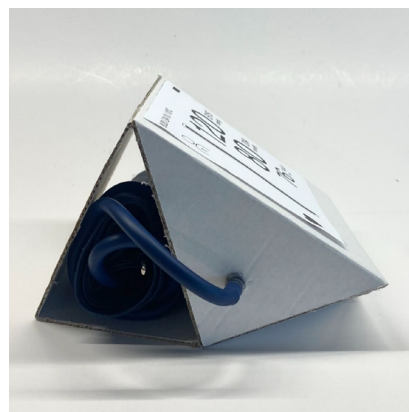
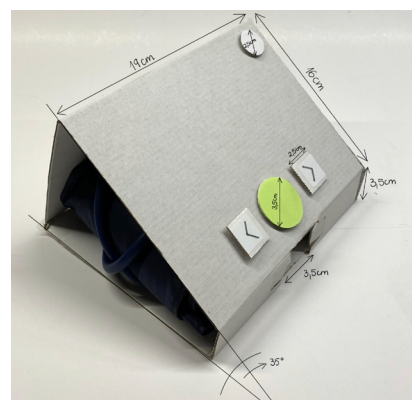


Manžeta

Nejpre jsem manžetu umístila do volného prostoru pod přesahujícím displejem, co přístroj značně rozšiřovalo. Proto jsem se rozhodla manžetu umístit do "tunelu".

Umístění do vzniklého tunelu nebylo vhodné, protože by uživatel neviděl, kam manžetu vkládá a zároveň by hrozilo vytažení manžety z opačné strany.

Proto jsem raději volila variantu umístění manžety do držáku za displejem, který umožňuje snadné vyjmutí a vrácení manžety zpět na své místo.



Oxymetr

Oxymetr jsem nejdříve umístila pod displej přístroje. To se ukázalo jako ergonomicky nevhodné. Pro pohodlné vsunutí prstu bylo nutné přemístit přístroj na kraj stolu, kde hrozí pád přístroje.

Dále jsem vyzkoušela použít výjimitelný oxymetr. U této alternativy je velká pravděpodobnost, že ho uživatel nevrátí na své místo.

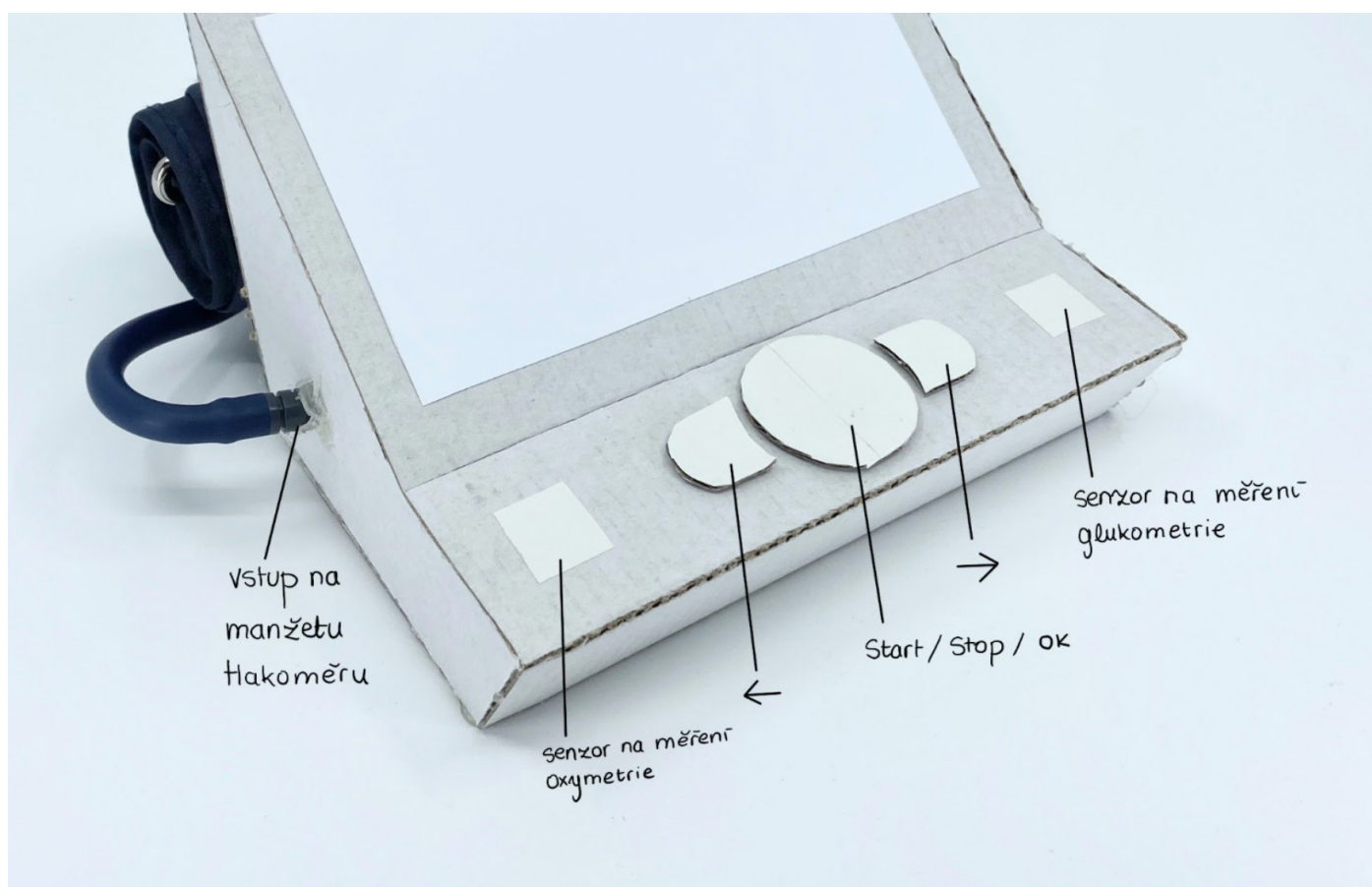
Na konec jsem se rozhodla pro použití senzoru MAX 30100, který měří pulzní oxymetrii pouhým přiložením prstu na senzor.



Tlačítka a senzory

Tlačítka na šikmé ploše byly, z důvodu vyvinutí tlaku při použití, nepraktické.

Umístěním tlačítek na vodorovnou plochu pod displej jsem dosáhla lepšího komfortu pro stisk a zároveň prostor pro umístění senzorů na měření glukózy a oxymetrie.

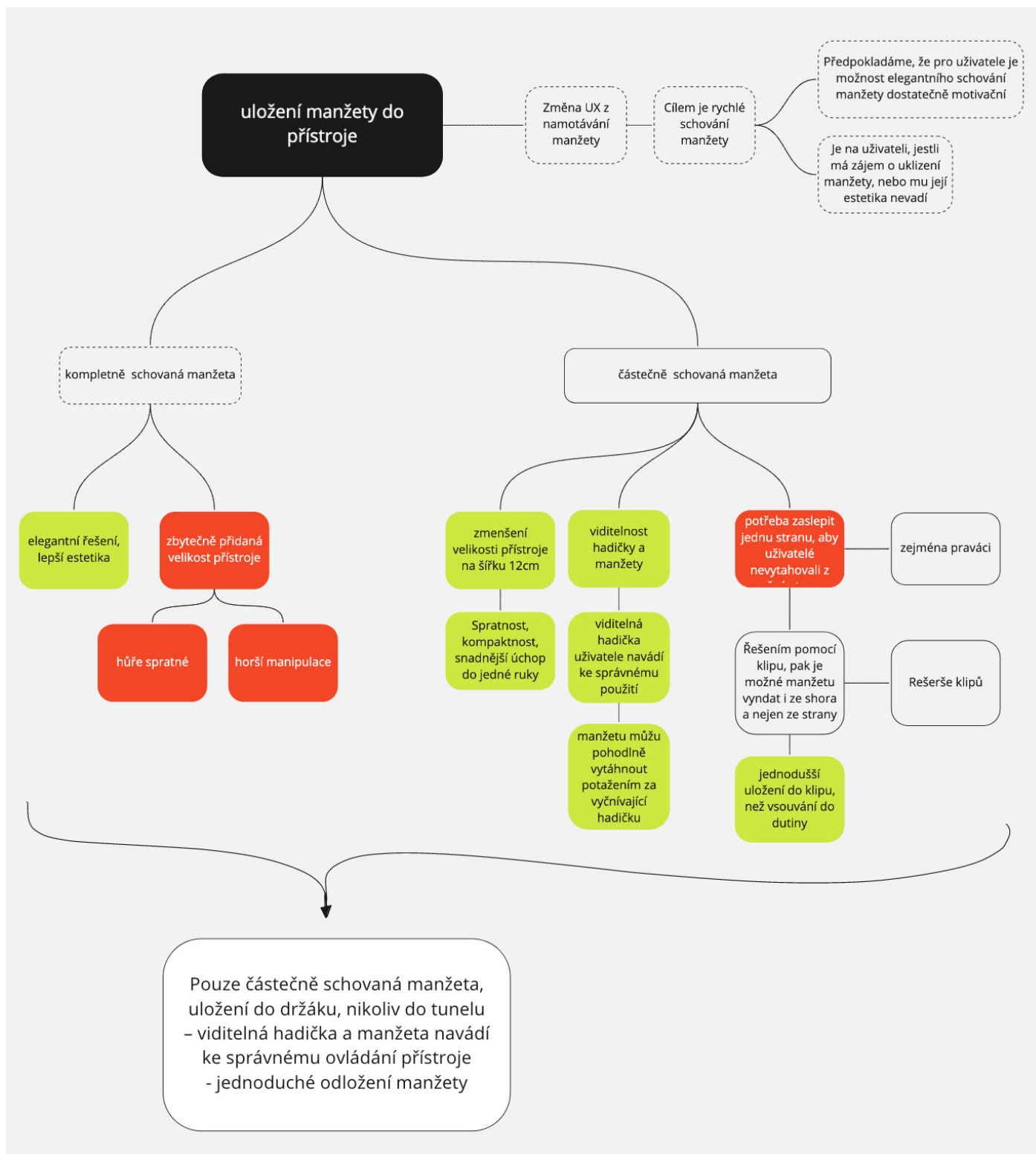




Teploměr

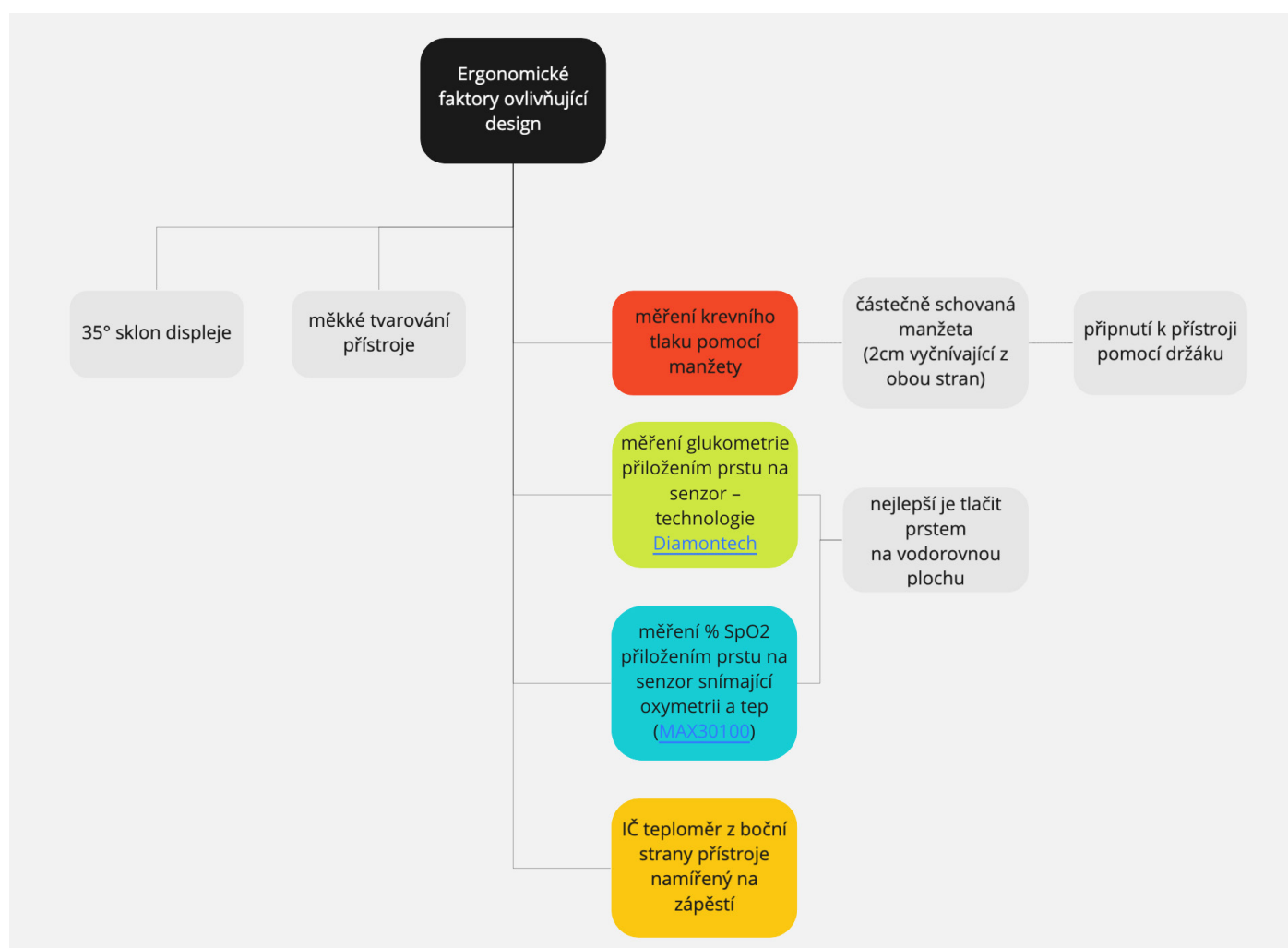
Pro zařízení jsem volila zabudovaný, bezkontaktní infračervený teploměr, který umožňuje měření teploty ze zápěstí. Umístila jsem ho na pravou stranu přístroje. Umístění teploměru jsem zvýraznila hmotou vystupující z těla přístroje.

3.4. Ergonomická analýza



Výstup

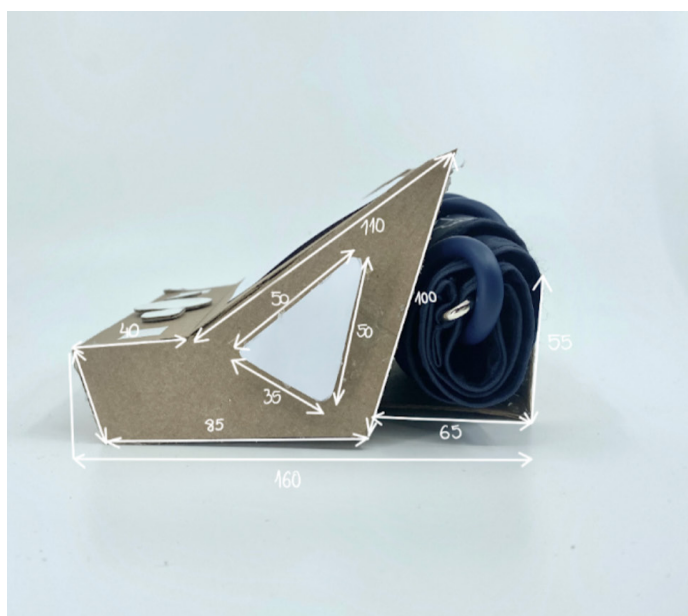
Výstup z ergonomické analýzy displeje, manžety a senzorů je zaznamenaný na uvedených schématech.





Výsledek analýzy

Na základě ergonomické analýzy jsem vytvořila model, který definoval rozměry, úhly, zkosení a umístění tlačítek a senzorů. S tímto modelem jsem pracovala v další části – hmotové studii.



— 3.5. Hmotové studie



Moodboard

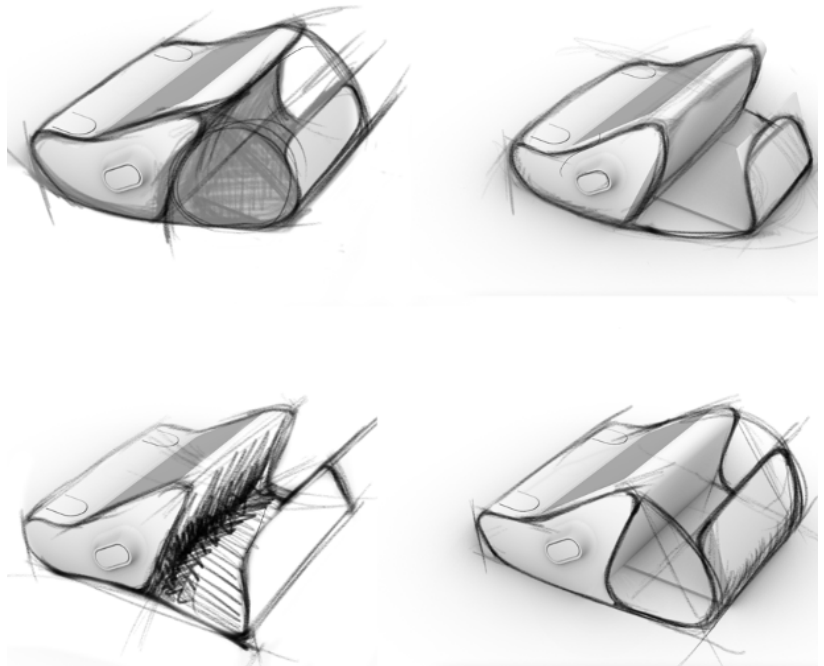
Účelem hmotové studie bylo dodat zařízení měkký výraz, který odpovídá medicínským zařízením do domácnosti. Vytvořila jsem moodboard přístrojů, které se blížily méj vizi.

Skici

Zaoblení, která jsem odsledovala na současných přístrojích tohoto typu jsem do mého modelu začala vnášet pomocí skic.

Zároveň jsem se zamýšlela nad tím, které hrany má smysl zaoblovat:

- přední hrana → přímo vystupuje k uživateli, lépe ohraničuje plochu s kruhovými tlačítky,
- zadní stěna → ostrá hrana překáží při vstupu manžety X změkčená hrana umožňuje snadné vklouznutí manžety.

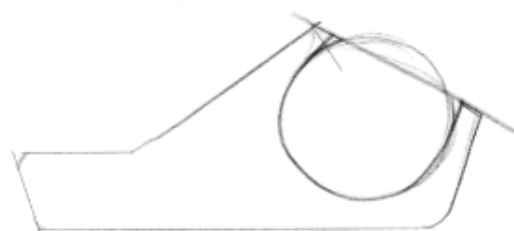
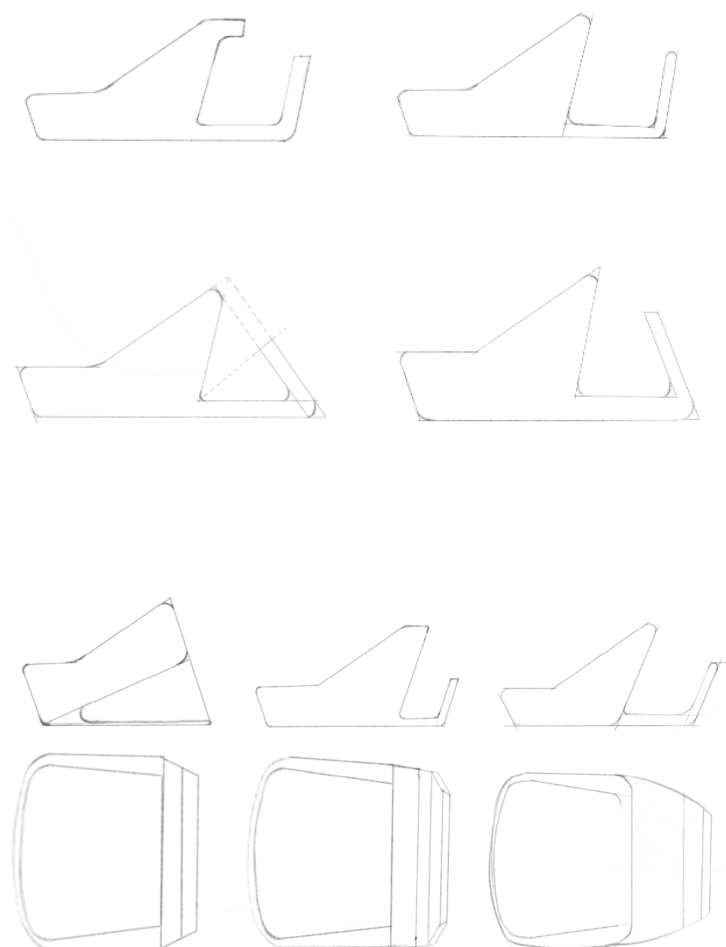




Držák

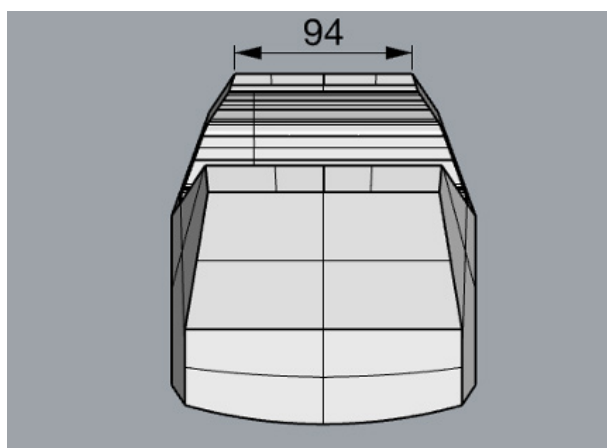
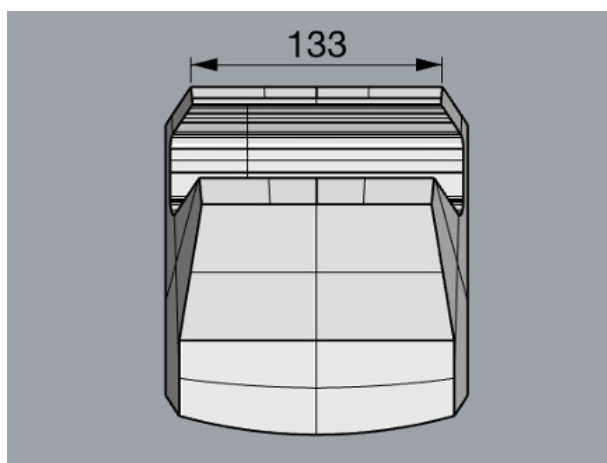
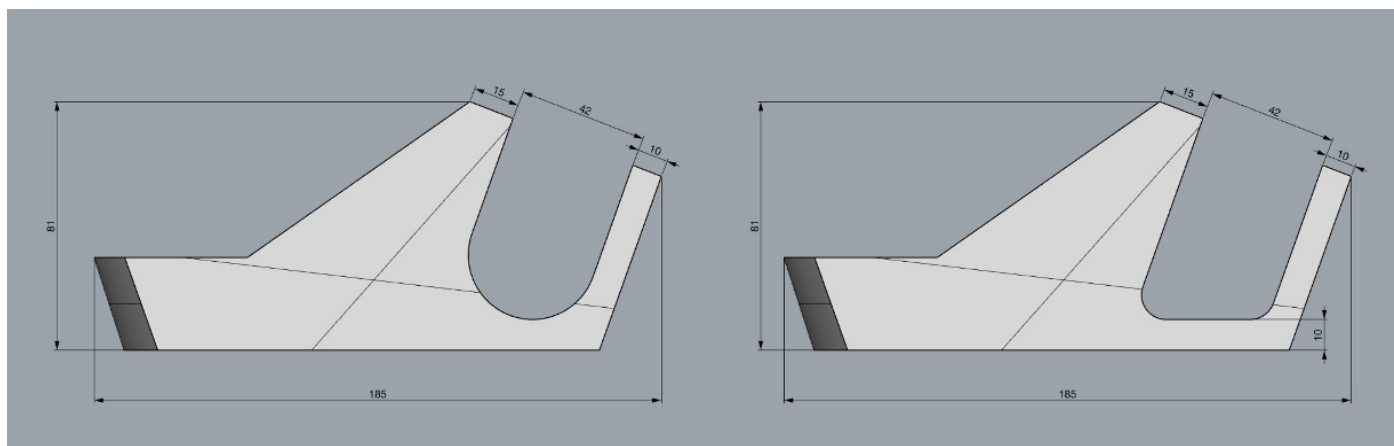
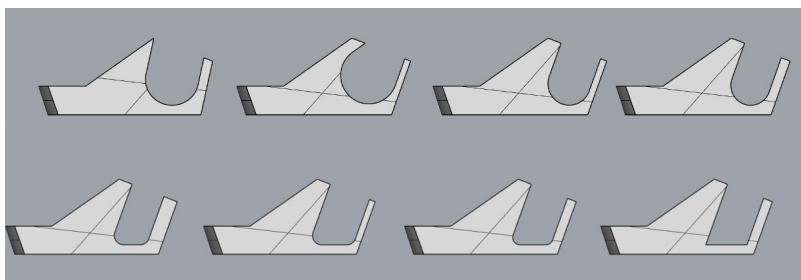
Zaoblený přístroj působil vlídně, ale držák na manžetu byl neproporční vůči zbylé hmotě. Vrátila jsem se ke skicování se snahou sjednotit držák s přístrojem.

Ze skic mě zaujala varianta, kde nepracuji s držákem, jako se samostatným dílem, ale vytvářím ho pomocí vykousnutí hmoty v zadní části. Držák se tak stává přirozenou součástí přístroje.



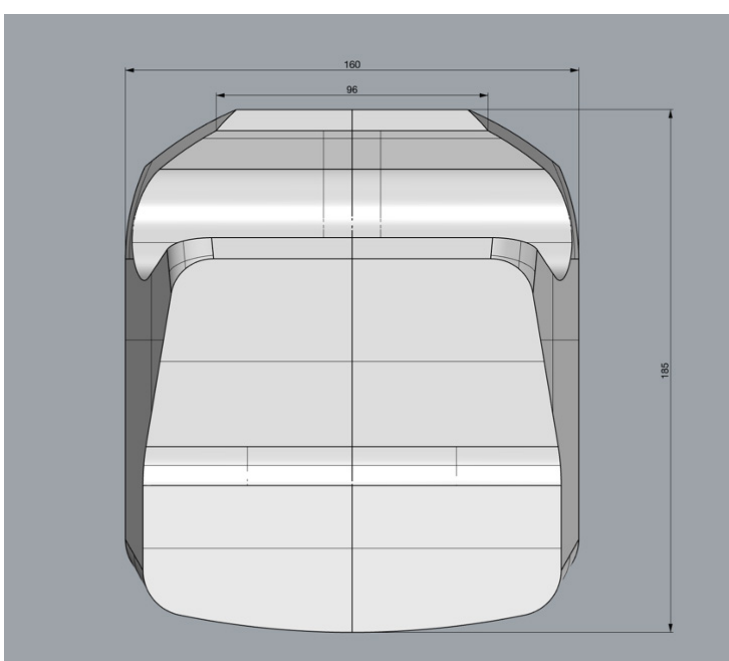
Výřez do hmoty

Výřez na držák ve tvaru oválu kopíruje s tvarem senzorů a zároveň kopíruje tvar smotané manžety.



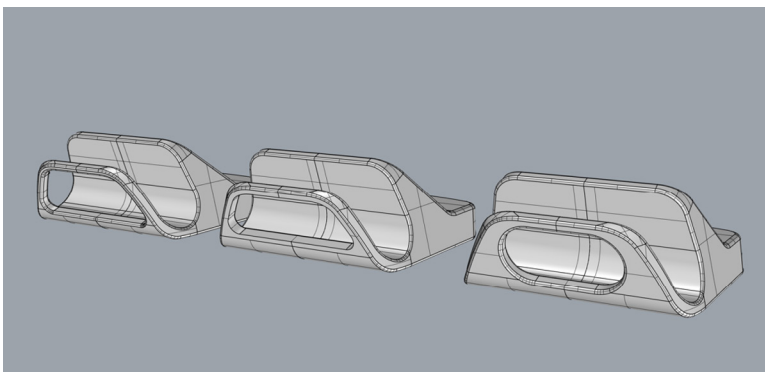
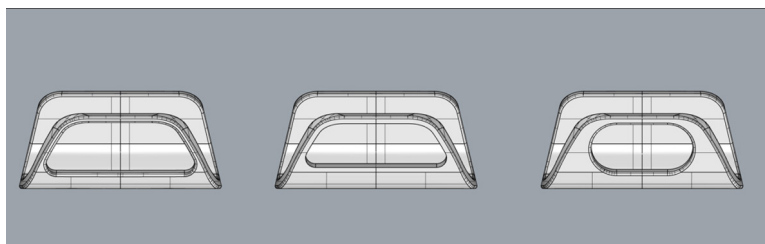
Výřez do hmoty

Stojan jsem po stranách skosila, aby se tím přístroj zúžil. Následně jsem ho napojila na přední část přístroje pomocí kuželové plochy.



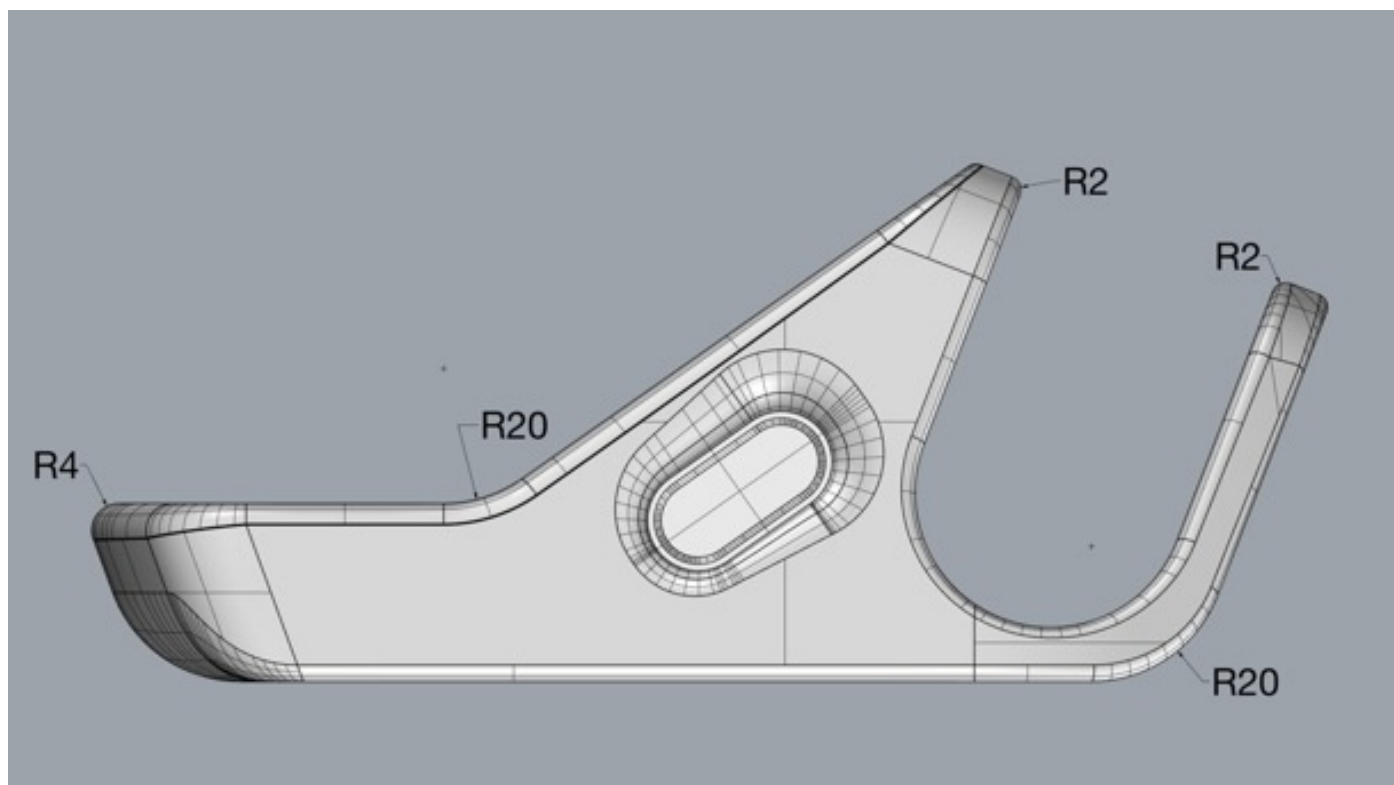
Výřez držáku

Pro větší odlehčení hmoty jsem navrhla výřez i do držáku na manžetu. Rozhodovala jsem se mezi třemi variantami uvedenými na obrázku. Zvolila jsem třetí variantu zleva ve tvaru oválu, protože koresponduje s tvarem senzorů. Opakováním se tvar oválu stal motivem celého projektu.

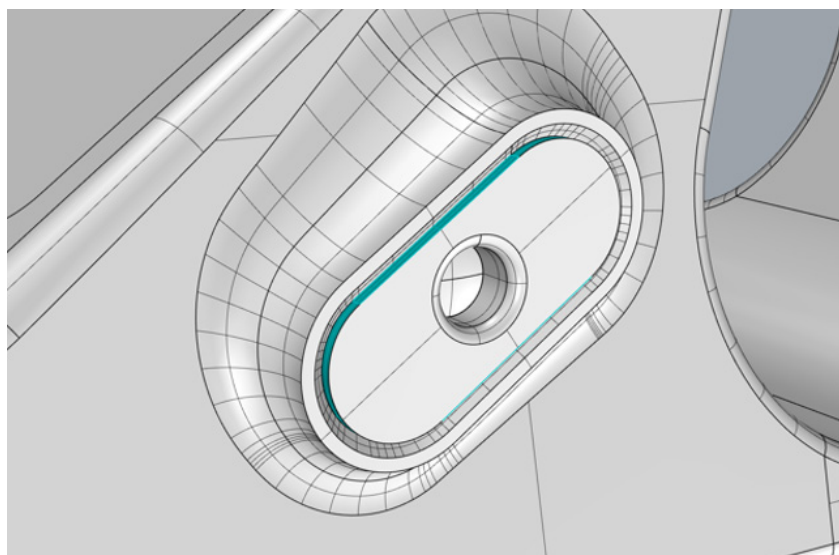


Radiusy

Spodní hrany přístroje a hranu mezi displejem a plochou pro tlačítka jsem opracovala radiusem R20 (kopírování výřezu na manžetu). Přední hranu jsem opracovala radiusem R4. Zbylé hrany jsem opracovala radiusem R2.



— 3.6. Detaily

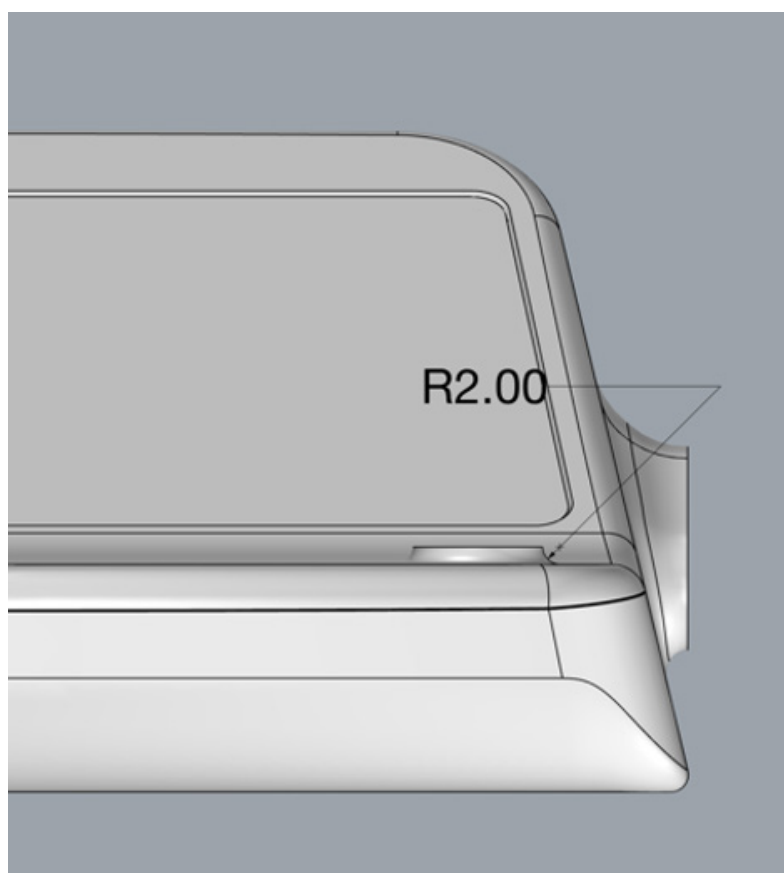
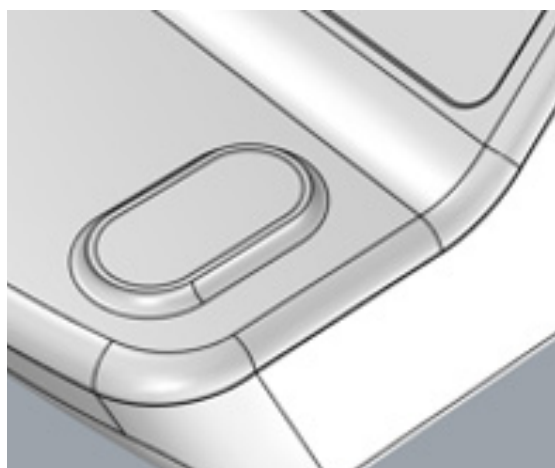


Senzor na měření teploty

Pro umocnění dojmu, že jde o senzor vystupující z přístroje, nikoliv o tlačítko, jsem senzor vymodelovala formou nálitky.

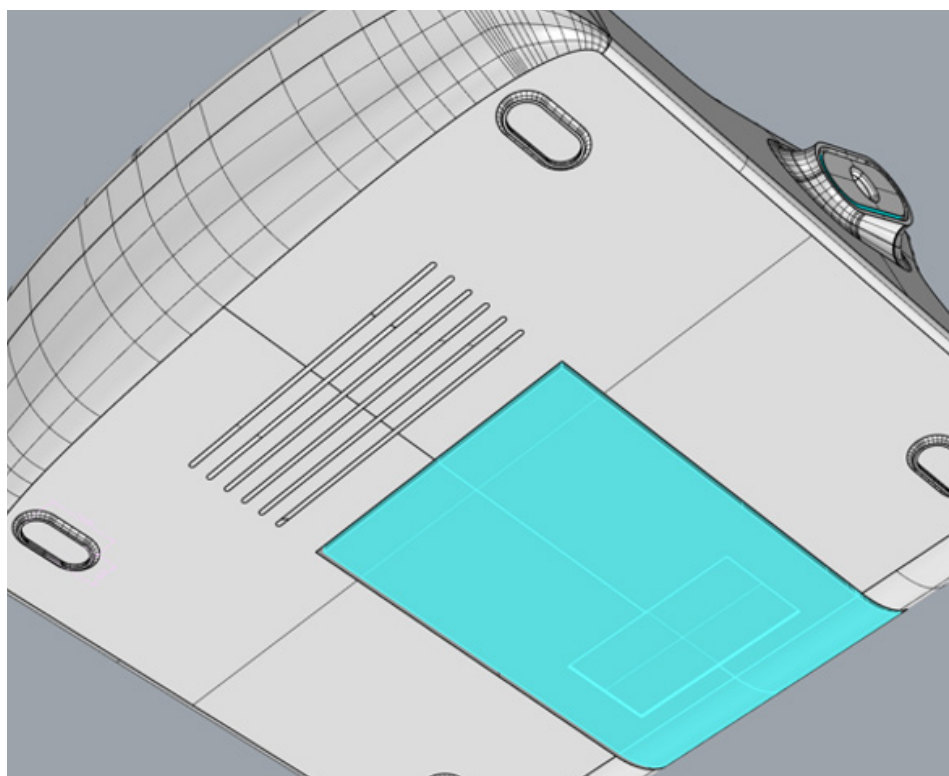
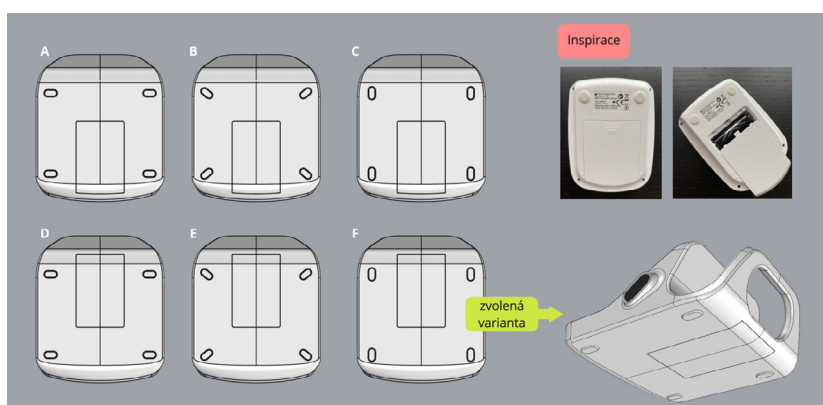
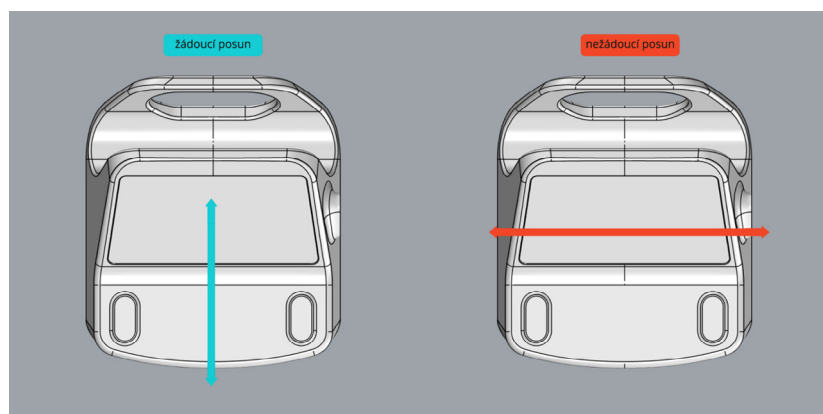
Senzory na glukometrii a oxymetrii

Kromě bočního senzoru na měření teploty jsem nálitky zopakovala i u senzorů na měření glukometrie a oxymetrie.



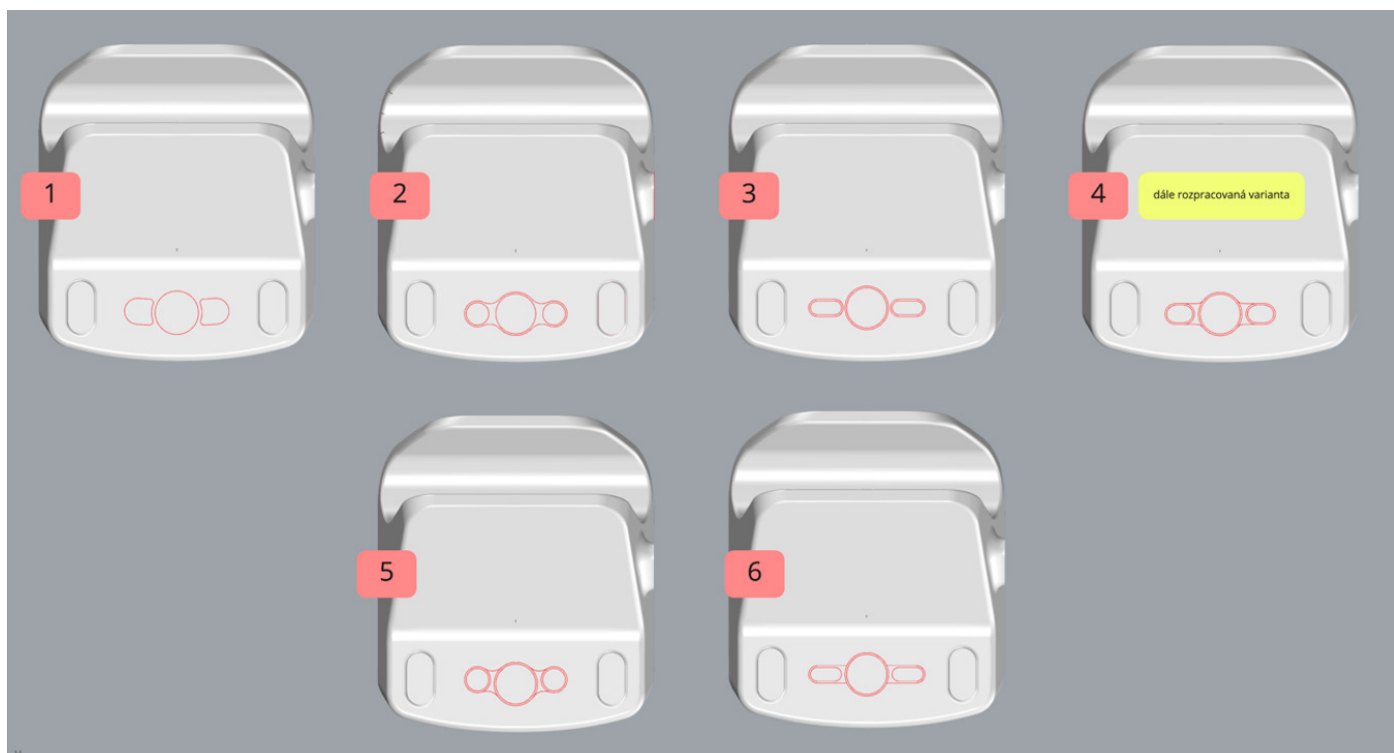
Protiskluzové nožičky

Na spodní stranu přístroje jsem umístila otvor na baterky, kde jsem se inspirovala tlakoměrem Sanitas. Gumové nožičky jsem navrhla ve tvaru senzorů. O jejich správné orientaci jsem se rozhodovala na základě analýzy žádoucích a nežádoucích posunů přístroje po podložce.



Větrání

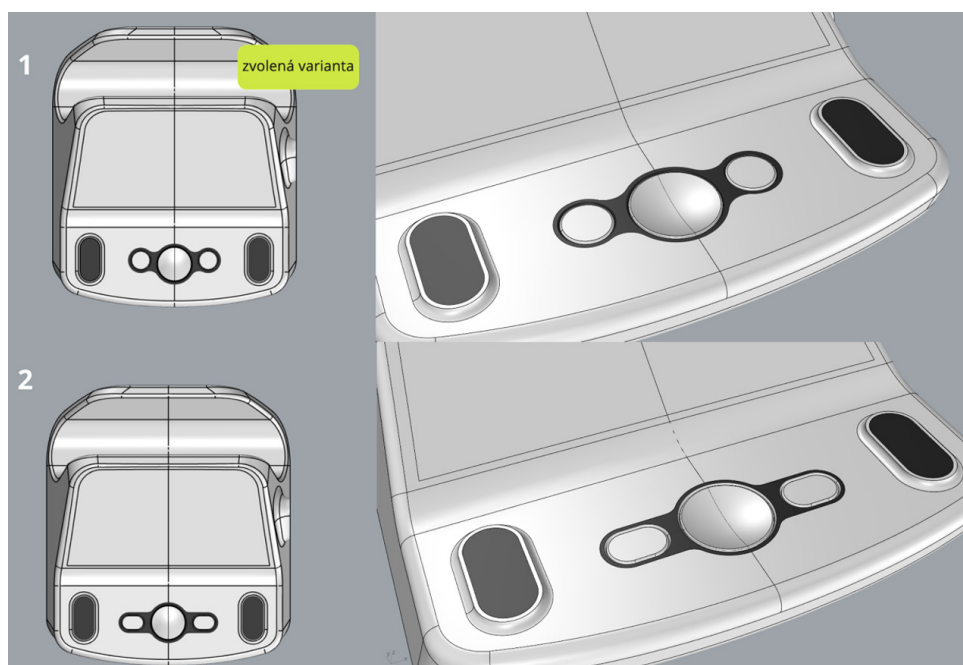
Větrání jsem zabezpečila formou šesti paralelních výřezů na spodní straně přístroje.



Tlačítka

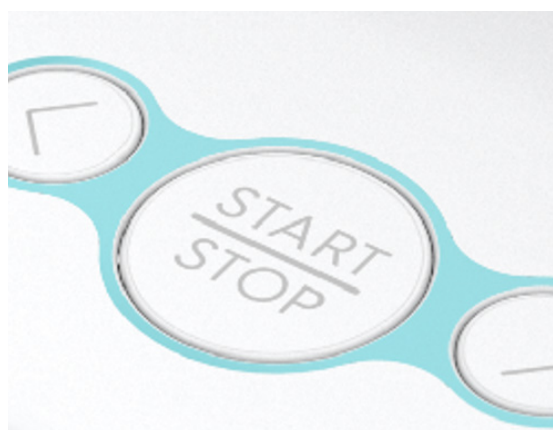
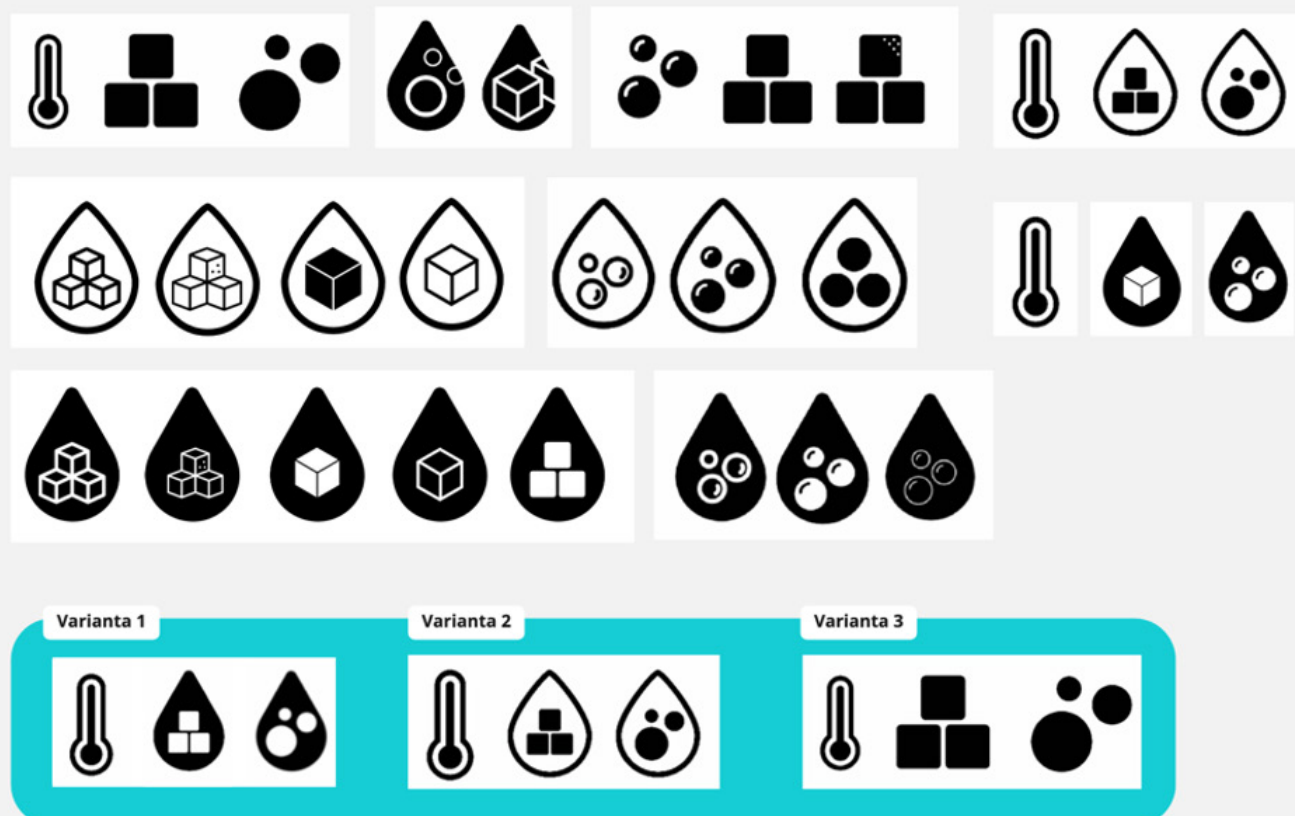
Pro návrh tlačítek jsem rozpracovala 6 variant.

Rozhodla jsem se pro kruhovou variantu č. 5, protože byla v kontrastu vůči senzorům. Hravější charakter tlačítek navíc koresponduje s designem přístrojů do domácího prostředí. Barevné ohraničení tlačítek zabezpečuje jejich lepší viditelnost.



— 3.7. Grafika

Návrhy piktogramů

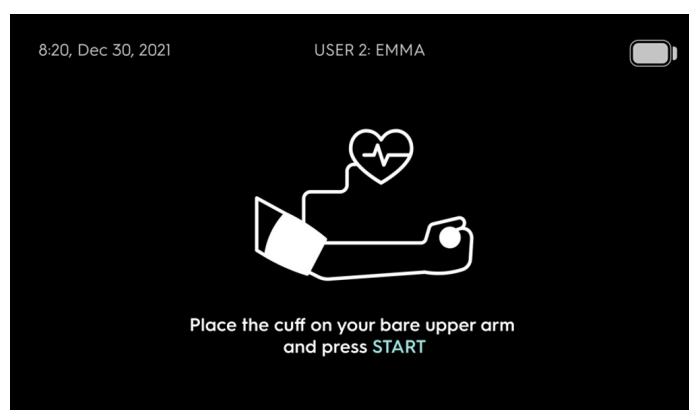
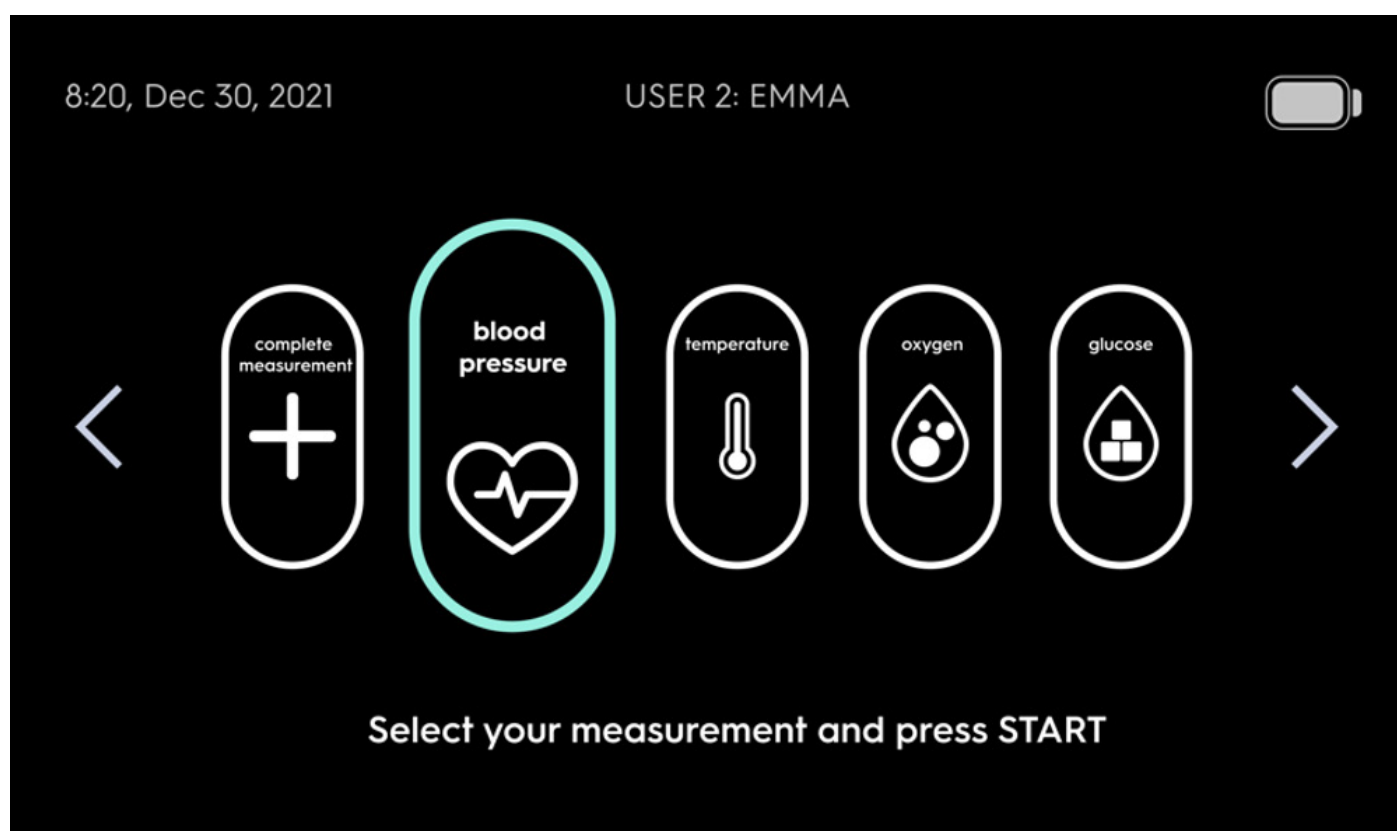


Piktogramy, CE štítek, zvýraznění tlačítek



Logo, displej

HealthScan

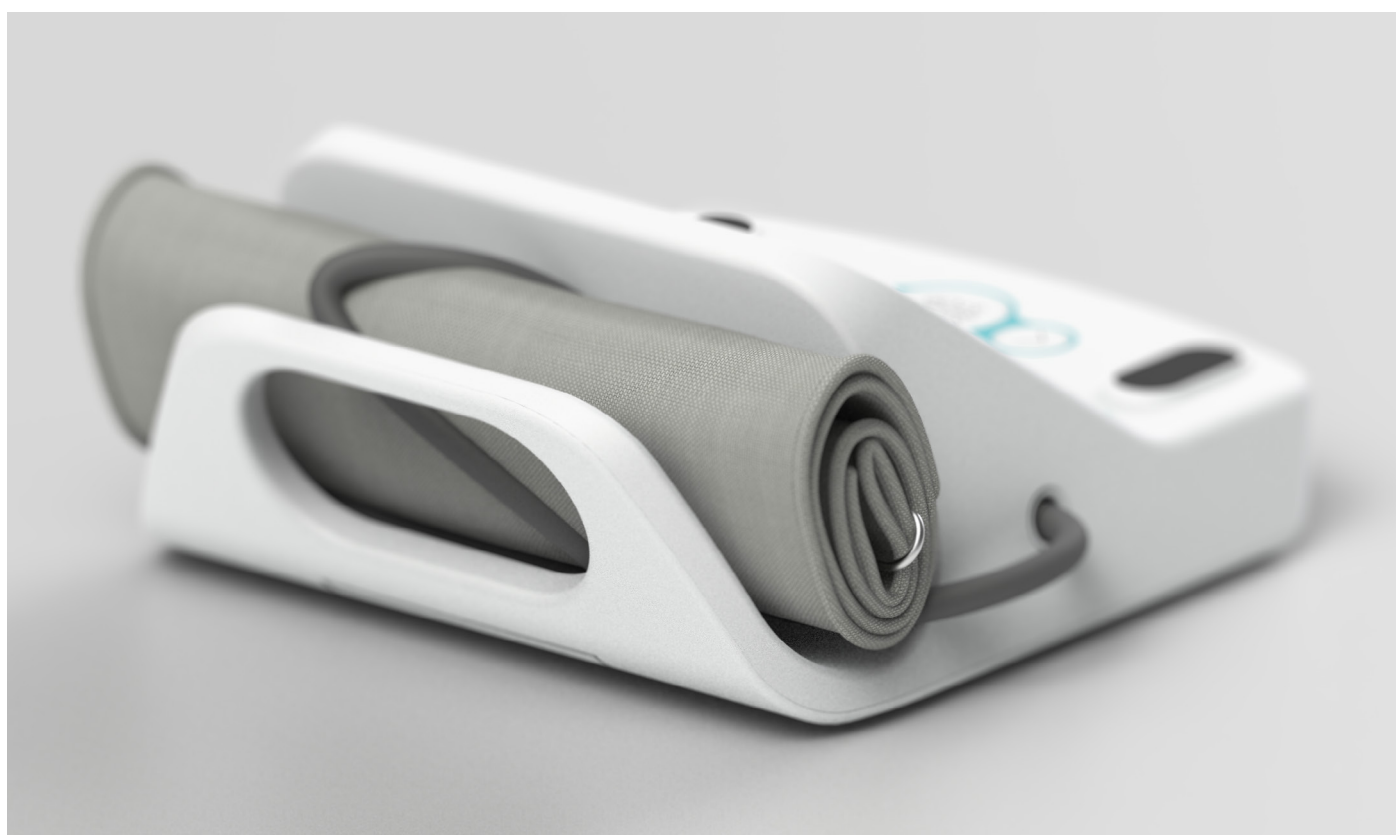




4. Finální návrh

HealthScan

Přístroj HealthScan se řadí mezi zařízení vhodné pro telemedicínu. Umožňuje monitorování pacientů na dálku, zefektivňuje domácí péči a nabízí konzultaci s lékařem z pohodlí svého domova. Mezi základní funkce přístroje patří měření tlaku digitálním tonometrem a senzorické měření teploty, oxymetrie a glykémie. Součástí návrhu je i mobilní aplikace, pomocí které může pacient sledovat statistiky svých měření a uskutečnit online konzultaci s lékařem.



— 4.1. Interakce



Tlakoměr

Měření tlaku pomocí manžety.



Glukometr

Neinvazivní měření obsahu glukózy.



Oxymetr

Měření pulzní oxymetrie.



Teploměr

Měření teploty přiložením zápěstí.



Uložení manžety

Ukládání manžety do přístroje.

— 4.2. Mobilní aplikace

HealthScan+

Součástí návrhu je i mockup mobilní aplikace HealthScan+, díky níž uživatel vidí statistiky svých měření a prostřednictvím videohovoru se může spojit se svým lékařem.

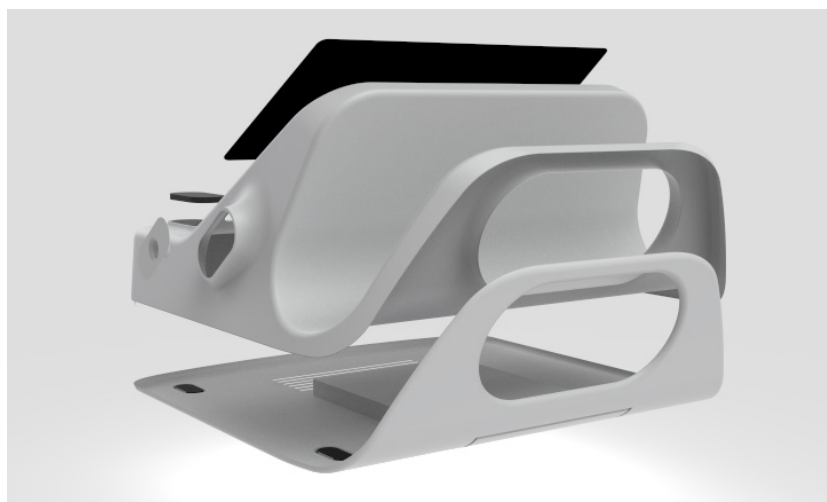
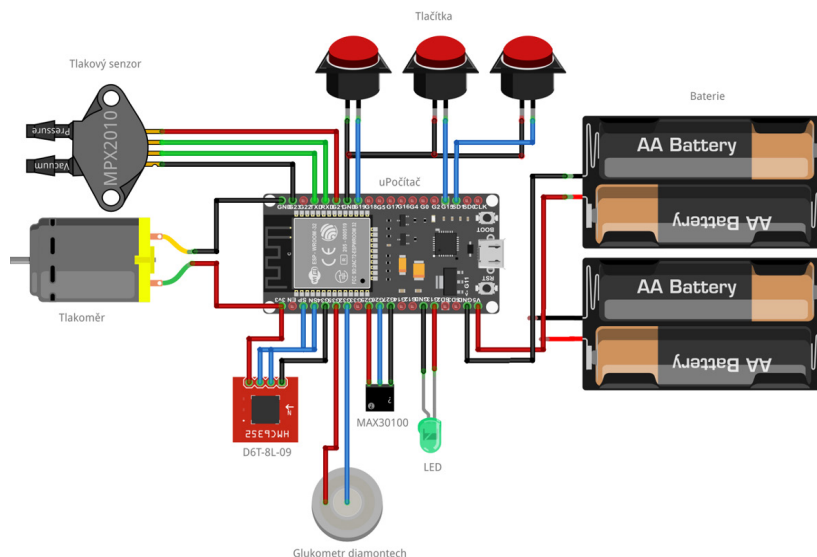


— 4.3. Technologie výroby

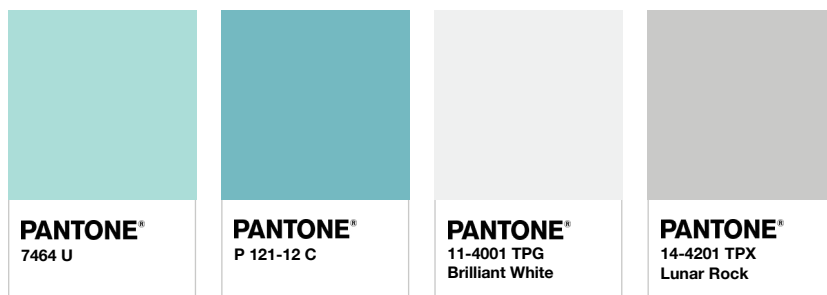
Elektronika

Základní schéma zapojení obsahuje:

- ESP board
- 4x AA baterie
- Displej
- Kompresor
- Tlakový ventil
- Senzor DiaMonTech
- Max 30100 pulzní oxymetr
- Omron IČ senzor
- LED
- Tlakové senzory



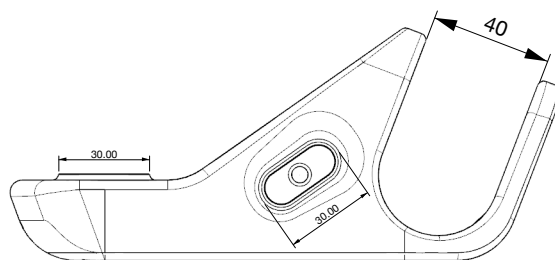
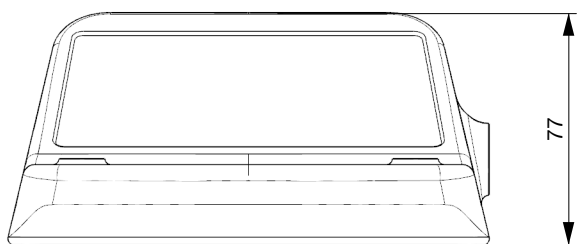
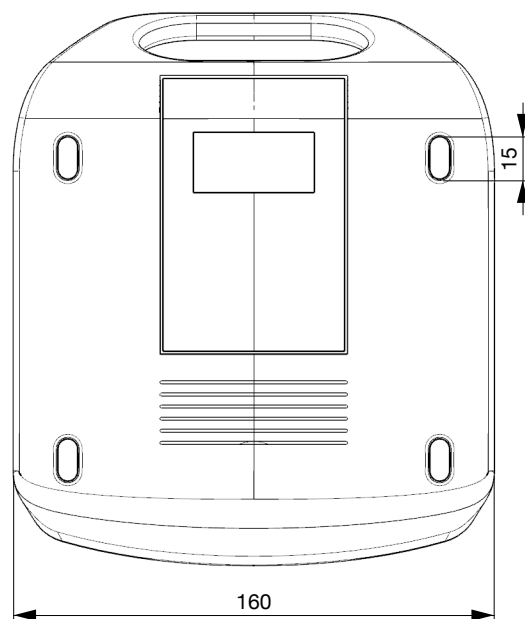
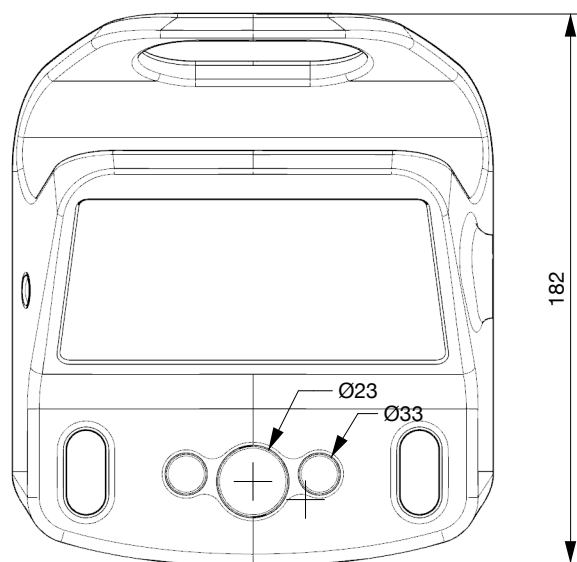
Materiál a barevná škála



Finální produkt bude vyroben z ABS plastu použitím technologie vstřikování.

Barevná škála vychází z estetiky medicínských zařízení.

Rozměrový výkres



M 2:5, rozměry jsou uvedené v mm

— 5. Zdroje

Obrazové zdroje:

Philips, Tempus IC2 [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC00-2001/tempus-ic2-integrated-monitor-and-tele-medicine-solution>

Philips, Tempus IC2 [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2014/01/Tempus_Pro_telemedicine_device

Philips, Tempus IC2 [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.aviationtoday.com/2020/07/07/vista-jet-brings-tempus-ic2-telemedicine-onboard-global-fleet/>

TytoCare Medical Exam Kit [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.tytocare.com/how-tyto-works/>

TotalVitals monitor [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
https://marketing.globalmed.com/acton/attachment/33826/f-6feac0da-d2b4-4383-8455-d6ddf-c8bf6ee/1/-/-/-/-/Product%20Sheet_TotalVitals_April%202021.pdf

Philips, Biosensor [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC989803203011/biosensor-bx100-wearable-biosensor>

Philips, Biosensor [online].[cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC989803203011/biosensor-bx100-wearable-biosensor>

Health Kit for Home Use, Arman Design [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.armandesign.com/projeler/ros-io-health-kit-medical-device-design/>
 Otevřený tlakoměr bez displeje; bez hlavní desky [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
[https://docplayer.net/50659356-Costing-analysis-on-](https://docplayer.net/50659356-Costing-analysis-on-the-omron-hem-790itcan-arm-cuff-blood-pressure-monitor.html)

[the-omron-hem-790itcan-arm-cuff-blood-pressure-monitor.html](https://docplayer.net/50659356-Costing-analysis-on-the-omron-hem-790itcan-arm-cuff-blood-pressure-monitor.html)

Otevřený tlakoměr bez displeje; bez hlavní desky [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://docplayer.net/50659356-Costing-analysis-on-the-omron-hem-790itcan-arm-cuff-blood-pressure-monitor.html>

Blokové schéma senzoru MAX 30100 [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>

DiaMonTech neinvazivní metoda měření glukózy v krvi [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://www.diamontech.de/home>

Rozebraný bezdotykový IČ teploměr [online]. [cit.2022-1-5]. Dostupné z:
<https://fccid.io/UV3NTW-17XX/Internal-Photos/Internal-Photos-3354655>

Elektronické zdroje:

Ageing and health [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

ANDERSON, Monica a Andrew PERRIN. Technology use among seniors [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.pewresearch.org/internet/2017/05/17/technology-use-among-seniors/>

CATTAMANCHI, Adithya. Pulse Oximetry: Purpose, Uses, and How to Take a Reading [online]. 2021 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/pulse-oximetry#whats-next>

CHEN, Ge. Validity of the Use of Wrist and Forehead Temperatures in Screening the General Population for

COVID-19: A Prospective Real-World Study [online]. 2020 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8266026/>

Co je to telemedicína? [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <http://ezdrav.cz/co-je-to-telemedicina/>

DiaMonTech [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.diamontech.de/home>

DORAISWAMY, Sathyanarayanan. Telehealth Use in Geriatrics Care during the COVID-19 Pandemic—A Scoping Review and Evidence Synthesis [online]. 2021 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7918552/>

FREESTYLE Libre senzor [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.lekarna.cz/freestyle-libre-senzor/#dodatecne-informace>

HERTZBERG, Otto. Depth-selective photothermal IR spectroscopy of skin: potential application for non-invasive glucose measurement [online]. 2017 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/an/c6an02278b>

Jak funguje infračervený teploměr [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.mobilnystore.cz/co-je-noveho/jak-funguje-infracerveny-teplomer/>

JEFFERSON, Robin. More Seniors Are Embracing Technology. But Can They Use It? UCSD Researchers Suggest Asking Them. [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/robinseatonjefferson/2019/06/28/more-seniors-are-embracing-technology-but-can-they-use-it-ucsd-researchers-suggest-asking-them/?sh=7d7cd5022323>

JENSEN, Sarah. How do glucometers work? [online]. 2011 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://engineering.mit.edu/engage/ask-an-engineer/how-do-glucometers-work/>

KOZIN, Gene. How Do Blood Pressure Monitors Work? [online]. 2018 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://techblog.livongo.com/how-do-blood-pressure-monitors-work/>

TANG, Liu. Non-Invasive Blood Glucose Monitoring Technology: A Review [online]. 2020 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7731259/>

The Ultimate Guide to Remote Patient Monitoring Devices [online]. 2020 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z:

<https://welkinhealth.com/remote-patient-monitoring-devices/>

VAPORTZIS, Eleftheria, Maria CLAUSEN a Alan J. GOW. Older Adults Perceptions of Technology and Barriers to Interacting with Tablet Computers: A Focus Group Study [online]. 2017 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5649151/>