



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN PŘENOSNÉHO ULTRAZVUKOVÉHO PŘÍSTROJE

DESIGN OF PORTABLE ULTRASOUND DEVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petra Koluchová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Petra Koluchová**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design přenosného ultrazvukového přístroje

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Ultrazvuk je jednou z nejpoužívanějších diagnostických metod v současné medicíně. Kromě specializovaných vyšetřovacích stanic nacházejí uplatnění zejména v oblastech ambulantní a akutní péče přenosné ultrazvukové přístroje, které umožňují rychlou diagnózu v podmínkách, kdy není možné plnohodnotné přístroje použít. Potenciál rozvoje tohoto typu produktu je v použití moderních technologií, univerzálnosti, ergonomie a atraktivního designu.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem práce je návrh designu přenosného medicínského ultrazvukového přístroje. Cílovou skupinou jsou zejména vyšetřující lékaři a potažmo vyšetřovaní pacienti. Hlavními materiály přístroje jsou plasty, předpokládá se sériová výroba.

Dílní cíle bakalářské práce:

- analýza stávajících řešení a výběr koncepce pro vlastní návrh,
- variantní návrhy ve formě kresebných a 3D skic,
- zpracování vybrané varianty do podoby 3D modelu,
- vytvoření grafické dokumentace návrhu,
- realizace fyzického modelu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2018.pdf

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELD, Charlotte a Peter FIELD (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

TICHÁ, Jana a Jan KAPLICKÝ. Future systems. Vyd. 1. Praha: Zlatý řez, 2002. ISBN 80-901562-6-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá designem přenosného ultrazvukového přístroje. Cílem práce je navrhnout zařízení, které bude plnit všechny potřebné funkce a bude eliminovat slabé stránky již vyráběných ultrasonografů. Podařilo se odstranit problém s často se poškozujícím kabelem tak, že přenos dat bude uskutečněn bezdrátově. Přenosný ultrasonograf umožňuje lékařům rychlé ambulantní vyšetření.

KLÍČOVÁ SLOVA

přenosný ultrazvukový přístroj, sonda, design, lékařství

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with a conception of portable ultrasound devices. The main object is to design a device fulfilling all requirements and eliminating weak aspects of those already on sale. One problem with cable damage was solved by implementing wireless controls. Portable ultrasonography machines allow doctors to perform fast ambulant examinations.

KEYWORDS

portable ultrasound device, probe, design, medicine

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOLUCHOVÁ, P. *Design přenosného ultrazvukového přístroje*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu Ing. arch. Vladimíru Haltofovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování tématu. Dále bych chtěla poděkovat MUDr. Peteru Kepičovi za odborné informace. Také děkuji rodině a přátelům za podporu a trpělivost během celého studia.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. arch. Vladimíra Haltofa, Ph.D. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1	Designérská analýza	14
2.1.1	Vývoj přenosných ultrazvukových přístrojů	14
2.1.2	Příklady stávajících výrobků	15
2.2	Technická analýza	20
2.2.1	Základní vlastnosti ultrazvuku	20
2.2.2	Zobrazování orgánů ultrazvukem	21
2.2.3	Ultrazvukový diagnostický přístroj	22
2.2.4	Biologické účinky ultrazvuku	23
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	24
3.1	Analýza problému	24
3.2	Cíl práce	24
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	25
4.1	Varianta I	25
4.2	Varianta II	26
4.3	Varianta III	27
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	28
5.1	Tvar ultrazvukového přístroje	30
5.2	Tvar vyšetřovací sondy	31
5.3	Příslušenství	32
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	33
6.1	Vnitřní uspořádání ultrazvukového přístroje	33
6.2	Ovládací prvky ultrazvukového přístroje	34
6.3	Vnitřní uspořádání vyšetřovací sondy	34
6.4	Ovládací prvky vyšetřovací sondy	35
6.5	Použité materiály	36
6.6	Rozměrové řešení	36
6.7	Ergonomické řešení	37

6.7.1	Ergonomie ultrazvukového přístroje	37
6.7.2	Ergonomie vyšetřovací sondy	38
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	39
7.1	Barevné řešení	39
7.2	Grafické řešení	40
7.2.1	Logotyp	41
8	DISKUZE	42
8.1	Psychologická funkce	42
8.2	Ekonomická funkce	42
8.3	Sociální funkce	42
9	ZÁVĚR	43
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	44
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	47
11.1	Použité fyzikální veličiny	47
11.2	Použité zkratky	47
11.3	Použité anglické výrazy	47
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	48
13	SEZNAM TABULEK	49
14	SEZNAM PŘÍLOH	50
	FOTOGRAFIE MODELU	51
	ZMENŠENÝ POSTER	52

1 ÚVOD

Přenosné ultrazvukové přístroje se používají v lékařství od 80. let 20. století. Od té doby prošly vývojem. Dnes jsou to sofistikovaná a kvalitní zařízení. Na trhu jsou k dispozici přenosné ultrazvuky různých velikostí, od větších obrazovek až po malé displeje. Díky snadné dostupnosti a neinvazivnímu způsobu vyšetření se stala ultrasonografie velmi rozšířenou diagnostickou zobrazovací metodou.

Snadná manipulace s přenosným ultrazvukovým přístrojem je výhodou oproti klasickým celotělovým ultrasonografům. Mají relativně nízkou hmotnost, malé rozměry a jsou ihned připraveny k použití. Tyto parametry jsou pro lékaře důležité v případě nutnosti rychlé diagnostiky pacienta.

Obsahem této bakalářské práce je návrh přenosného ultrazvukového přístroje, který najde využití pro pohotovou diagnózu pacienta. Nemusí být tak přesná, jako velké vyšetření celotělovým ultrasonografem. Zařízení by přesto mělo být lehce přenosné, kompaktní, snadno omyvatelné, skladovatelné a mělo by zaujmout svým designem.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

Ultrasonografie je v dnešní době velmi rozšířenou a dostupnou diagnostickou zobrazovací metodou. Výhodou přenosných ultrazvukových přístrojů je jejich nízká hmotnost a možnost použití i mimo ordinaci. Nejčastěji jsou využívány na odborných lékařských pracovištích, například interně, traumatologii, gynekologii, urologii a kardiologii. Za dobu používání prošly prudkým technickým rozvojem.

2.1.1 Vývoj přenosných ultrazvukových přístrojů

Historie ultrazvukové diagnostické zobrazovací metody sahá do 50. let 20. století. Na počátku 60. let 20. století se začaly ve Velké Británii a v Japonsku vyrábět první komerčně dostupné lékařské ultrazvukové přístroje pro dvojrozměrné zobrazování. V této době se objevila i ultrasonografie založená na Dopplerově principu. V 80. letech 20. století se začaly používat první mobilní ultrazvukové přístroje, které ovšem až do konce devadesátých let neměli k dispozici lehce přenosné baterie. Koncem osmdesátých let se ultrazvukové vyšetření dostalo do popředí zobrazovacích metod a stalo se běžně dostupným v nemocničních zařízeních a odborných ambulancích. V dnešní době jsou na trhu miniaturní přenosné ultrazvuky, například Vscan od GE Healthcare. Tyto přístroje malých rozměrů mají nižší cenu, proto jsou i dostupnější pro jednotlivé lékaře. Převratnou novinkou jsou vysoce pokročilé snímače od společnosti Philips, které se propojí přes USB kabel se smart zařízením s operačním systémem Android a nainstalovanou aplikací Lumify, dostupnou na Google Play. V roce 2016 představila společnost Clarius Mobile Health bezdrátový přenosný ultrazvuk kompatibilní s Androidem i iOS. [1-5]



obr. 2-1 První přenosný ultrazvukový přístroj ADR 2130 [6]

2.1.2 Příklady stávajících výrobků

Stávající produkty na trhu jsou odlišné. Existují přenosné ultrazvukové přístroje, které se skládají z monitoru a ovládacího panelu. Dále se nabízejí zařízení v podobě dotykového tabletu. Rozdíl je v úrovni výbavy a funkčnosti. Od toho se posléze odvíjí cena.

Chison SonoTouch

SonoTouch (obr. 2-2) je prvním dotykovým přenosným ultrazvukem s 10" displejem. Oproti starším modelům, vyráběným firmou Chison, je elegantní a upoutá odlišným designem. Relativně velká tloušťka displeje způsobuje masivnější vzhled. Výhodou je snadné dezinfikování a čištění. Stojánek umístěný na zadní straně umožňuje nastavení polohy displeje pro optimální úhel pohledu. Zároveň plní funkci madla na přenášení. Přístroj obsahuje software s intuitivním uživatelským rozhraním. Hmotnost je 5 kg a rozměry jsou (315 x 234 x 55) mm. Systém naběhne 30 sekund po zapnutí a baterie vydrží na jedno nabití až 2,5 hodiny. SonoTouch obsahuje kromě USB, DICOM 3.0, Wi-Fi i široké spektrum vyšetřovacích sond. CHISON Medical Technologies Co., LTD., je předním výrobcem ultrazvukových systémů. Nabízí širokou škálu přístrojů od cenově dostupných až po špičkové. Vyrábí zařízení určené jak pro humanitní, tak pro veterinární medicínu. [7, 8]



obr. 2-2 Přenosný ultrazvukový přístroj Chison SonoTouch [9]

eZono™ 3000

Přenosný ultrazvuk eZono™ 3000 (obr. 2-3) určený pro anestezii má barevnou dotykovou LCD obrazovku. Přístroj se vyrábí s madlem na přenášení, které je umístěno na vrchní straně. Ultrazvuk je dostupný pouze v bílé variantě. Tvarování je jednoduché díky tomu, že se jedná pouze o obrazovku, ke které se následně připojí vyšetřovací sondy. Dezinfikování a omývání je snadné díky tomu, že se nejedná o složité členěný přístroj s vyčnívajícími ovládacími prvky. Hmotnost tohoto přenosného ultrazvuku činí 4,9 kg a jeho rozměry jsou (324 x 282 x 93) mm. Vestavěná paměť je 4 GB. Do paměti je možné nahrát až 30 000 obrázků nebo 31 minut videozáznamu. eZono™ 3000 disponuje vstupem na kartu, USB 2.0 a zabudovaným mikrofonom. Čas náběhu operačního systému je nižší než 20 sekund. Dobíjecí lithium-iontové baterie vydrží až 2,5 hodiny. eZono je mladá firma založená v roce 2004 a sídlí v Jeně v Německu. [10-12]



obr. 2-3 Přenosný ultrazvukový přístroj eZono™ 3000 [11]

Terason uSmart 3300

Přenosný ultrazvuk uSmart 3300 (obr. 2-4) má 15" displej, panel se specifickými ovládacími prvky a klávesnicí. Laptopové provedení působí, oproti ultrazvukům v podobě tabletu, poněkud zastarale. Celkový vzhled produktu působí masivně, těžce a neprofesionálně. Nevýhoda ovládacího panelu tkví v dezinfikování těžce dostupných malých mezer. Pozitivem jsou nárazuvzdorné gumové hrany pouzdra přístroje a možnost uchycení ultrazvuku do speciálního vozíku. Zajímavým prvkem jsou podsvícená tlačítka a rukojeť zabudovaná v ovládacím panelu. Hmotnost činí 6,7 kg a rozměry jsou (389 x 89 x 396) mm. Přístroj má zabudovanou CD/DVD+RW mechaniku, web kameru a konektory pro ethernet, HDMI, sluchátka a mikrofon. Operační systém Windows je možné spustit do 35 sekund po zapnutí. Vyměnitelná lithium-iontová baterie je schopna vydržet 1 hodinu provozu. Terason, divize společnosti Teratech Corporation, založená v roce 1994, je velmi úspěšná firma na trhu, která dodává přístroje do mnoha zdravotnických zařízení. [13-15]



obr. 2-4 Přenosný ultrazvukový přístroj Terason uSmart 3300 [16]

Fukuda Denshi FFsonic UF-4100

FFsonic UF-4100 (obr. 2-5) je přenosný černobílý ultrazvukový přístroj zastaralého vzhledu se 7" monitorem. Na boční straně se nachází box pro uložení kontaktního gelu a vyšetřovací sondy. Vzhledem k rozměrům a hmotnosti není příliš kompaktní a nepřenáší se tak snadno jako jiné novější přístroje. Hmotnost je 10 kg a rozměry jsou (332 x 260 x 312) mm. Dezinfikování a omývání je složitější v místech ovládacího panelu. Existuje možnost připojení další sondy a videoprinteru. Celý přenosný ultrazvuk můžeme postavit na k tomu určený vozík. Fukuda Denshi Co. Ltd. je globální společnost založená v roce 1939 a má centrálu v japonském Tokiu. Zaměřuje se na výzkum, vývoj, výrobu a prodej elektronických zdravotnických zařízení. [17, 18]



obr. 2-5 Přenosný ultrazvukový přístroj Fukuda Denshi FFsonic UF-4100 [19]

GE Healthcare Vscan Extend™

Vscan Extend (obr. 2-6) je unikátní přenosný ultrazvukový přístroj pro rychlou akutní diagnostiku. Snadno použitelný nástroj nabízí výjimečnou klinickou flexibilitu a intuitivní dotykový displej. Výhodou je kapesní velikost přístroje. Hmotnost včetně baterie je 0,321 kg a rozměry jsou (76 x 168 x 22) mm. Jedná se pouze o displej, do něhož se připojí vyšetřovací sonda. Ovládání je velice podobné, například smartphonu. Ultrazvukový přístroj podporuje Wi-Fi a DICOM technologii. Do paměti je možno ukládat snímky i zvukové záznamy. Přístroj se snadno udržuje. Systém se spouští do 10 sekund po zapnutí. Celková doba skenování je 60 minut s plně nabitou baterií. Společnost GE Healthcare se sídlem ve Spojeném království spadá pod společnost General Electric Company a poskytuje transformační lékařské technologie a služby. [20-22]



obr. 2-6 Přenosný ultrazvukový přístroj GE Healthcare Vscan Extend™ [21]

tab. 2-1 Porovnání parametrů jednotlivých přístrojů

	Hmotnost	Rozměry	Výdrž baterie	Rychlost náběhu systému
Chison SonoTouch	5 kg	(315 x 264 x 55) mm	2,5 h	30 s
eZono™ 3000	4,9 kg	(324 x 282 x 93) mm	2,5 h	20 s
Terason uSmart 3300	6,7 kg	(389 x 89 x 396) mm	1 h	35 s
Fukuda Denshi FFsonic UF-4100	10 kg	(332 x 260 x 312) mm	neuvádí se	neuvádí se
GE Healthcare Vscan Extend™	0,321 kg	(76 x 168 x 22) mm	1 h	10 s

2.2 Technická analýza

Lékaři až do konce 19. století získávali znalosti, jak funguje lidské tělo uvnitř, pouze zprostředkovaně. Nyní jim umožňují pohled do nitra těla v neporušeném stavu různé diagnostické zobrazovací metody. Patří mezi ně skiografie, skiaskopie, ultrasonografie, počítačová tomografie, magnetická rezonance, digitální subtrakční angiografie, PET/CT a další. Právě ultrasonografie je pro svoji biologickou neškodnost a neinvazivní způsob vyšetření nevyhnutelným pomocníkem lékaře. [23-25]

2.2.1 Základní vlastnosti ultrazvuku

Ultrazvukové vlny jsou mechanicko-elastické kmity částic prostředí s frekvencemi vyššími než 20 kHz. To znamená, že jejich frekvence leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha. Frekvenční pásmo využívané v lékařství je 2 MHz – 30 MHz. Ve vakuu se ultrazvuk nešíří. Od zvuku se ultrazvuk liší pouze kvantitativně. [26-29]

tab. 2-2 Rozdělení zvuku a jeho použití [26]

	Frekvence (Hz)	Vlnová délka	Použití
Infrazvuk	pod 16	100 m	Otřesy budov
Zvuk (slyšitelný)	16 – 20 000	100 m – 7,5 cm	Řeč, hudba
Ultrazvuk	20 000 – 1 miliarda	7,5 cm – 1,5 μ m	Vyšetřování materiálů, ultrasonografie
Hyperzvuk	víc než 1 miliarda	pod 1,5 μ m	Ultrazvuková mikroskopie
Diagnostický ultrazvuk	1 – 10 milionů	1,5 mm – 0,15 mm	Lékařská diagnostika

Během šíření zvukové vlny se netransportuje žádný materiál. Molekuly pouze kmitají okolo své klidové polohy. Tím přenášejí svůj pohyb, kmitání, na ostatní sousedící částice. Kmitání molekul se opakuje v pravidelných vzdálenostech nazývaných vlnová délka λ a v určitých časových intervalech, které se nazývají doba kmitu T . Frekvence f je počet kmitů za sekundu. Platí tyto vztahy, kde c je rychlost:

$$f = 1 / T$$

$$\lambda = c / f = c \cdot T$$

Vlnění se dělí na longitudinální (podélné, v měkkých tkáních) a transversální (příčné, v kostech). Rychlost závisí na prostředí, ve kterém se ultrazvukové vlny šíří. Průměrná rychlost ultrazvuku v měkkých tkáních je 1540 m/s. [2, 26, 27]

tab. 2-3 Rychlost šíření ultrazvuku a hustota tkání těla [26]

Látka	Rychlost v m/s	Hustota ρ /g/ml
Tuk	1 400	0,97
Dřeň kostí	1 700	0,97
Sval	1 568	1,04
Mozek	1 530	1,02
Kost	3 600	1,7
Organické sklo	2 500	1,18
Voda	1 484	0,9982

Zdrojem ultrazvukových kmitů jsou látky s piezoelektrickými vlastnostmi. Bývají to většinou elektricky buzené piezoelektrické měniče. Piezoelektrický jev objevili bratři Curieovci v roce 1880. Moderní ultrazvukové sondy vysílají vlnění přerušovaně v impulzech. [26, 29]

2.2.2 Zobrazování orgánů ultrazvukem

Soudružnost a elasticnost tělesných tkání umožňuje pronikání ultrazvukového podélného vlnění. Některé paprsky se odrážejí, jiné pronikají do hloubky a část se utlumí a vrací se zpět. Každá tkáň působí na paprsky jinak. Díky tomu lze tento princip využít pro zobrazování. [26]

tab. 2-4 Rozdělení tkání z hlediska intenzity absorpce ultrazvuku [26]

Absorpce ultrazvuku	Tělesná tkáň
Velmi nízká	Sérum, krev
Nízká	Tuková tkáň
Střední	Mozek, játra, sval, ledvina
Vysoká	Kůže, šlachy, chrupavka
Velmi vysoká	Kost

Pokud se odráží ultrazvukové vlnění od pohybující se překážky (například erytrocyty v cévách), mění se jeho frekvence a vzniká tím Dopplerův jev. Z této změny lze určit rychlost, směr a objem proudící tekutiny. Z toho vychází metoda měření rychlosti toku krve. [1, 26, 29]

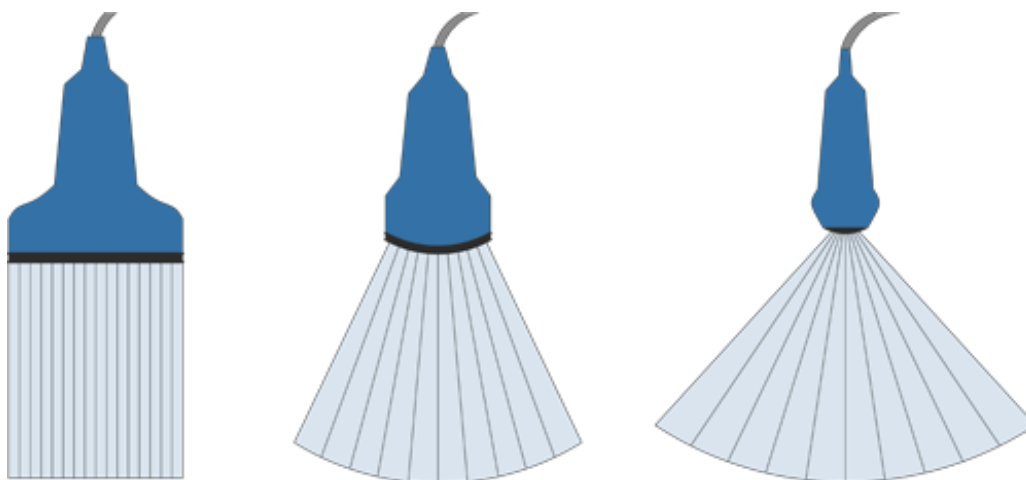
V ultrazvukové diagnostice existují různé druhy zobrazení, které se nazývají módy.

- A – mód je nejstarší a nejjednodušší způsob zobrazení. Jde o jednorozměrné zobrazení, které je signálem z jednoho měniče. Označení nese podle anglického amplitude. Především se používá v echoencefalografii.
- B – mód je dvojrozměrné zobrazení a je základem tomografie. Tento způsob zobrazení se dělí na statické a dynamické. Nazývá se podle anglického slova brightness. Čím je signál silnější, tím je bod jasnější.
- M – mód je zobrazení vyvinuté pro zachycení pohyblivých anatomických struktur. Využívá se zejména v kardiologii k vyšetření srdce. Název vychází z anglického Time Motion, což znamená pohyb v čase. [2, 26]

2.2.3 Ultrazvukový diagnostický přístroj

Ultrazvukový diagnostický přístroj je složité a propracované zařízení. Vytváří tomografické obrazy tělesných tkání. Soudobé přístroje jsou plně digitalizované. Pouze vlastní snímání obrazu je analogové. Je možné vytvoření presetů pro jednotlivá vyšetření. Také je možnost následného postprocessingu. Získaná data se mohou uložit do paměti nebo přenést do nemocniční počítačové sítě. Ultrazvukové přístroje se dělí na dva základní typy, existují celotělové a přenosné ultrasonografy. Přístroj se v podstatě skládá ze čtyř částí. [1, 26]

- Vyšetřovací sonda (transducer)
- Centrální elektronická část
- Zobrazovací jednotka (obrazovka)
- Záznamová jednotka

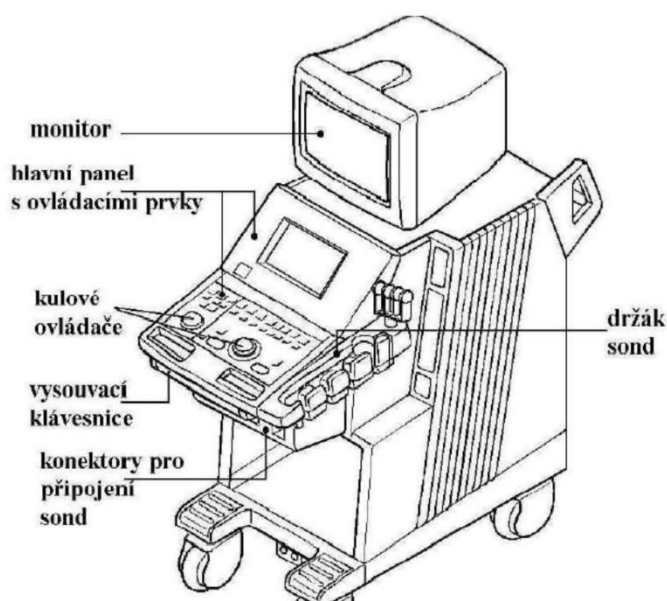


obr. 2-7 Zobrazovací linie ultrazvukových sond (lineární sonda, konvexní sonda, sektorová sonda) [30]

Vyšetřovací sondy prošly za dobu používání složitým vývojem. Podle geometrického tvaru vzniklého obrazu je rozlišujeme na sektorové, konvexní a lineární (obr. 2-7). Pro vyšetření břišních orgánů je nejvhodnější kombinace konvexní a lineární. Na jednotlivá vyšetření se používají sondy s různou frekvencí. Dle typu přístroje lze připojit jednu nebo více sond. Pro správnou orientaci obrazu musí být správně natočena podle rysky na ní umístěné. Použitým materiálem při výrobě je plast a část, která přichází do styku s pokožkou pacienta, je pogumovaná. Při vyšetření musí být mezi sondou a pokožkou ještě kontaktní prostředek. Používají se gely rozpustné ve vodě, které se nanášou v tenké vrstvě a po vyšetření se dají snadno odstranit.

Rozložení jednotlivých prvků na ovládacím panelu se liší podle výrobce. Displej se nachází v centru zorného pole vyšetřujícího, pod ním jsou umístěny ovládací prvky. Mezi důležitější patří trackball (kulový ovladač), specifická tlačítka a klávesnice. Tyto prvky je možné najít spíše u celotělových a starších přenosných ultrasonografů.

Záznam z vyšetření je možné uložit v elektronické podobě, ale také je možné pořídit jeho tištěný snímek. [1, 26]



obr. 2-8 Schéma celotělového ultrasonografu [1]

2.2.4 Biologické účinky ultrazvuku

- Tepelné účinky
- Kavitační účinky
- Mikroproudění
- Radiační účinky
- Jiné účinky

[26]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

V současné době většina výrobců nabízí přenosné ultrasonografy, které jsou propojeny s vyšetřovací sondou kabelem, což vyvolává potíže. Jelikož je propojující kabel velkou mírou namáhaný při práci se sondou, často guma pokrývající jeho povrch popraská. Posléze se s takto poničeným kabelem špatně pracuje a do vzniklých spár se začínají dostávat nečistoty. Výměna nebo oprava kabelu je finančně náročná.

Další slabou stránkou těchto přístrojů jsou jejich rozměry a hmotnost. Mnohdy by lékařům stačilo mít menší zařízení, které by během vyšetření snadno udrželi v jedné ruce a druhou by drželi vyšetřovací sondu. Takovýto kompaktní přístroj by po vyšetření mohli lehce přenést k dalšímu pacientovi nebo uschovat.

Mezi problémy patří i složité ovládání některých vyráběných přístrojů. Pokud má přenosný ultrasonograf vícero ovládacích prvků v podobě tlačítek a pokud je členitý, znesnadňuje to dezinfikování a čištění přístroje.

3.2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvořit návrh designu přenosného lékařského ultrazvukového přístroje, který bude plnit všechny potřebné funkce. Budou u něj eliminovány slabé stránky již vyráběných ultrasonografů s využitím potenciálu moderních technologií, ergonomie a atraktivního designu.

Dílními cíli tohoto návrhu jsou:

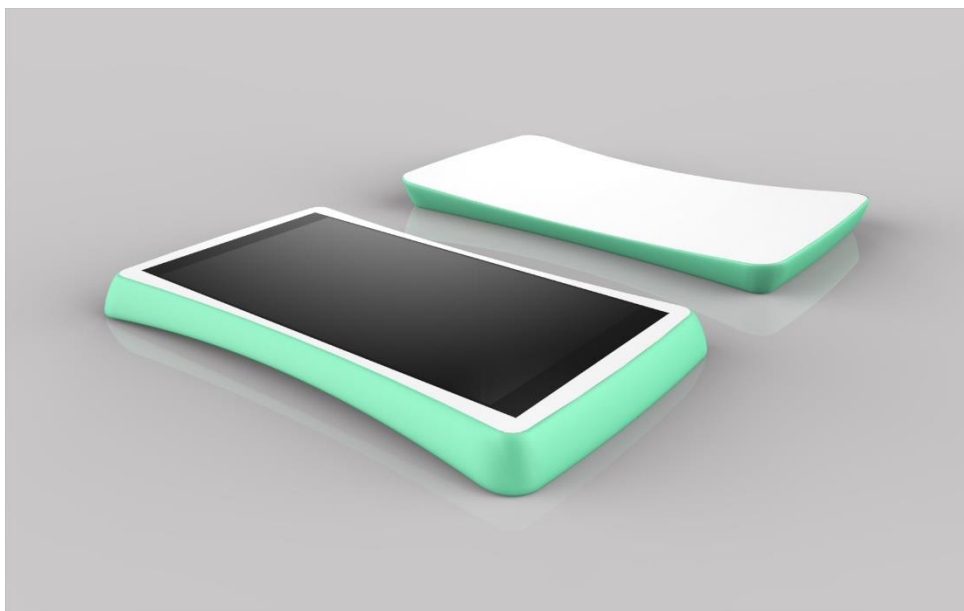
- Ergonomické tvarování
- Vyřešení problému s kabelem mezi displejem a sondou
- Snížení velikosti a hmotnosti
- Snadné čištění a dezinfikování
- Intuitivní ovládání
- Přenos dat z přístroje do PC
- Čistý design odpovídající funkci přístroje

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Při navrhování přenosného ultrasonografu jsem se zaměřila na to, aby přístroj vyhovoval lékařům při jejich odborné práci. Snažila jsem se docílit netradičního tvarování, aby se zařízení odlišilo například od chytrých telefonů a tabletů. Inspirací při navrhování mi byly ultrazvukové vlny. Díky tomu jsem dosáhla organických oblých tvarů. Přenosný ultrazvukový přístroj by měl vzhledem odrážet prostředí, ve kterém bude používán. Také tvar by měl odpovídat funkci.

4.1 Varianta I

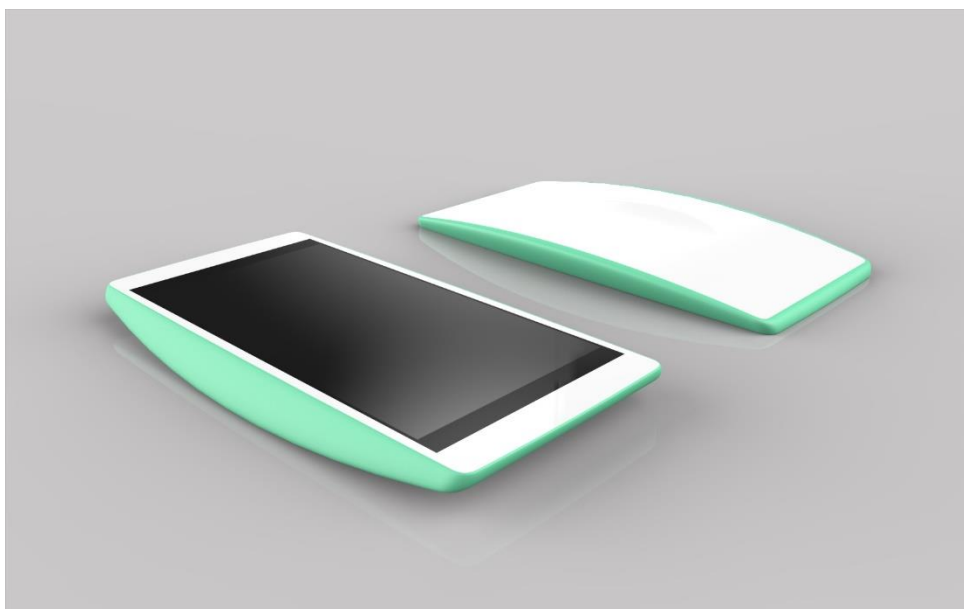
První variantní studie designu má tvar, u kterého jsem se nechala inspirovat šířícími se vlnami ultrazvuku. Ty mají při šíření ze sektorové a konvexní sondy tvar oblouku. Zařízení se bude snadno zvedat z rovných podložek a to právě díky obloukovitému vykrojení spodní části. Vykrojení návrh vizuálně odlehčuje. Přístroj se od displeje směrem ke spodní straně mírně rozšiřuje. Z toho plyne dojem větší stability. Díky pogumování bočních stran je držení přístroje pohodlné a zároveň tento prvek plní ochranou funkci, například při pádu. Pogumování zabíhá mírně i pod nejnižší body, na kterých přístroj stojí a působí tak protiskluzově. Rohy jsou zaobleny a dodávají návrhu větší jemnost. Do bočních stran mohou být umístěny ovládací prvky, ale také reproduktor nebo zdířka pro dobíjecí kabel. Povrch přenosného ultrazvukového přístroje nemá žádné prvky, které by znesnadňovali čištění a dezinfikování. Dotykový displej je dostatečně velký, aby data byla snadno čitelná.



obr. 4-1 Varianta I

4.2 Varianta II

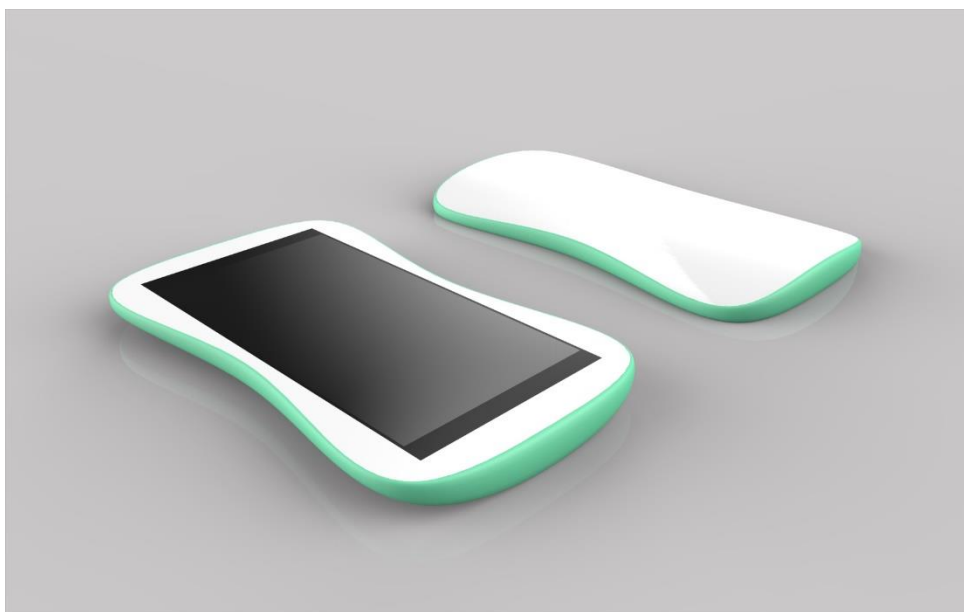
U druhé variantní studie jsem použila stejný prvek a to oblouk inspirovaný šířením ultrazvukové vlny. Pouze jsem jej otočila. Díky tomuto vyklenutí se bude zařízení dobře držet v dlani. Do spodní strany byl vykrojen tvar, který zajišťuje stabilitu ultrasonografu. Přístroj se při položení na rovnou plochu nehoupá. Zařízení se mírně rozšiřuje směrem ke spodní straně. Boční strany jsou podobně jako u předešlé varianty pogumovány a rohy jsou zaobleny. Ovládací a další funkční prvky by našly umístění na některé z bočních stran. Displej je v rovině a dostatečně velký na to, aby dotykové ovládání bylo komfortní a data byla dobře čitelná. Druhý variantní návrh neobsahuje takové prvky, které by ztěžovaly čištění a dezinfikování přístroje. Také je zde minimum míst, na kterých by se usazoval prach a nečistoty. Vhodným materiálem použitým na zadní kryt zařízení by byl lehký plast.



obr. 4-2 Varianta II

4.3 Varianta III

Třetí variantní studie designu je organicky tvarovaná. Spodní strana přenosného ultrazvukového přístroje je vyklenutá a umožňuje tak pohodlné držení. Aby bylo zařízení stabilní, je na spodní straně odečtena hmota, která má ve výsledku tvar elipsy. Tento prvek není použitý pouze z funkčního hlediska, ale plní zároveň funkci estetickou. Odečtením hmoty jsem dosáhla fyzického i optického odlehčení přístroje. Tvar může při pohledu shora evokovat číslo osm nebo tvar nekonečna. Vykrojení boků plní funkci odlehčení a je zde použito z ergonomických důvodů. Dostatečně veliký a dobře čitelný displej je mírně zapuštěn pod úroveň horní strany přenosného ultrasonografu. Tímto je obrazovka chráněna proti poškrábání nebo prasknutí při nechtěných situacích, například při pádu. Boky přístroje jsou pogumovány a jemně zaobleny. Na těchto pogumovaných plochách vzniká prostor pro umístění ovládacích i jiných funkčních prvků. Údržba zařízení by byla snadná, neboť by zde nebyla místa, kde by se usazoval prach a nečistoty. Při výrobě bych navrhovala použití lehkého plastu.



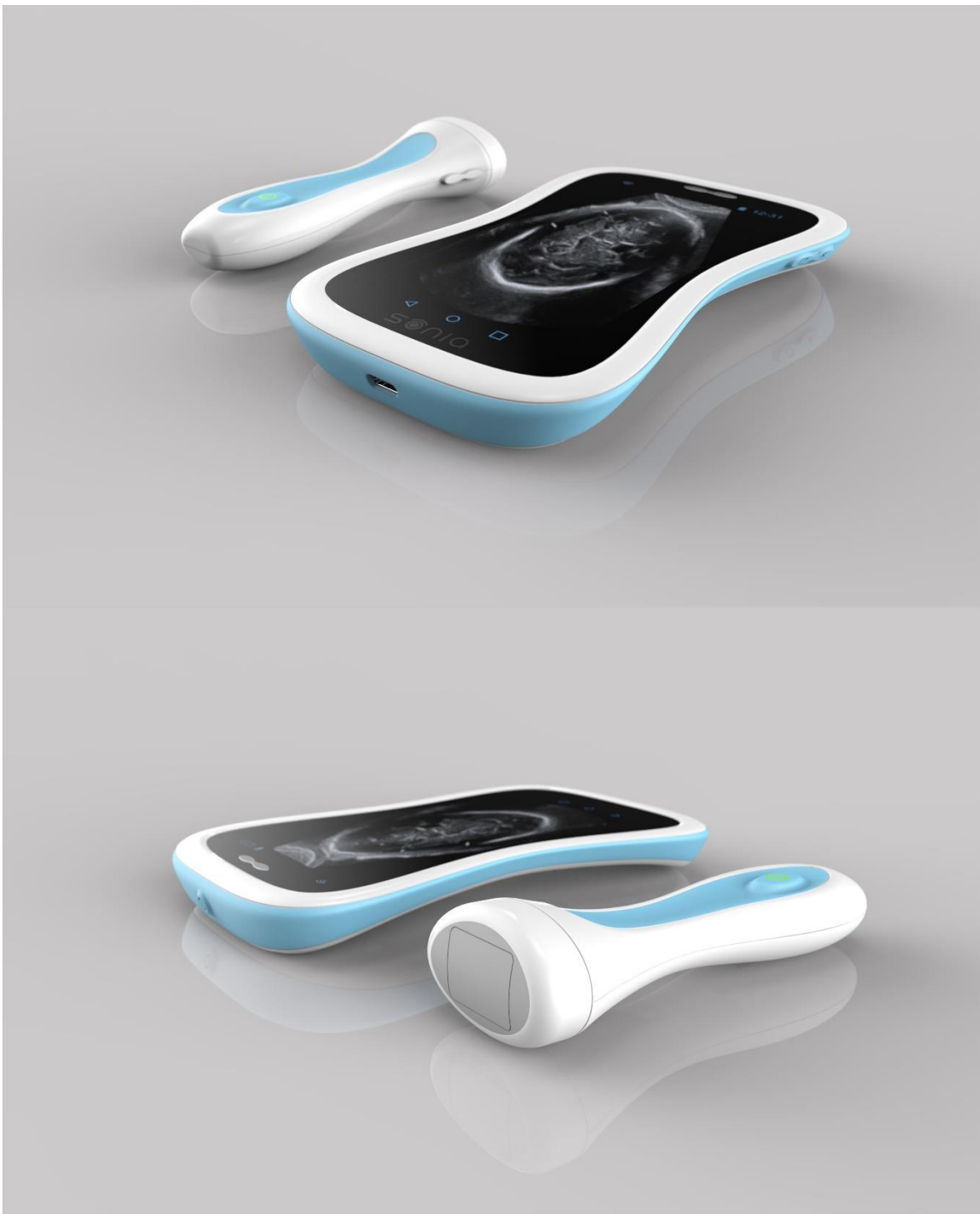
obr. 4-3 Varianta III

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální návrh přenosného ultrazvukového přístroje vychází z variantního návrhu III. Tento návrh byl nejvíce odlišný od stávajících produktů dostupných na trhu. Je organicky tvarovaný, což se hodí do nemocničních zařízení. K němu jsem posléze navrhla vyšetřovací sondu, která s ním vizuálně koresponduje.



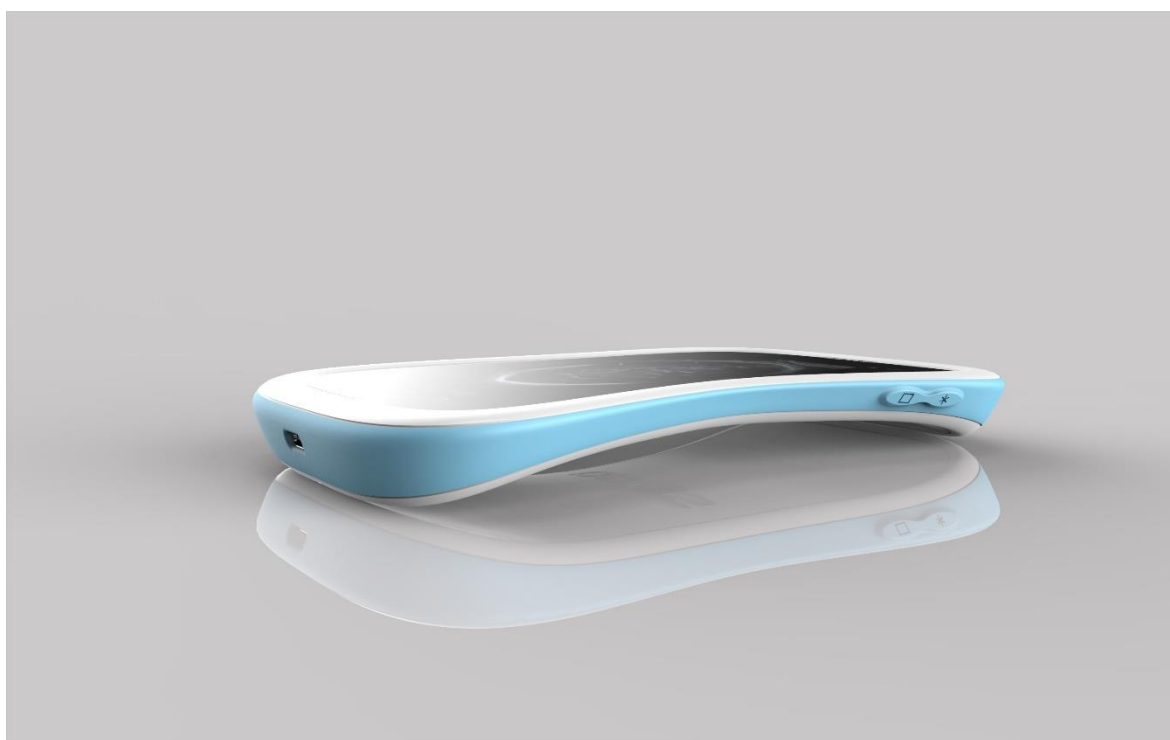
obr. 5-1 Finální tvarové řešení (pohled zepředu, pohled zezadu)



obr. 5-2 Finální tvarové řešení (perspektivní pohledy)

5.1 Tvar ultrazvukového přístroje

Hlavním motivem tvaru přístroje jsou organické křivky, které byly inspirovány tvarem vln ultrazvuku vycházejících z vyšetřovací sondy. Ty mohou při pohledu shora připomínat tvar osmičky nebo nekonečna. Z bočního pohledu vidíme vyklenutí přístroje, které může v pozorovateli evokovat přemostění mezi dvěma body. Zadní strana přístroje je prohnutá i v druhém směru tak, aby byla dobře uchopitelná vyšetřujícím lékařem. Displej díky černému lemování až po okraj přístroje, nenarušuje celkový měkký vzhled ultrasonografu. Obrazovka je z horní strany překryta mírně vyklenutým sklem. Na displeji je umístěn reproduktor, který tvarově vychází z půdorysu přístroje. Stejně tak i dvojice ovládacích prvků na boční straně je inspirována tvarem zařízení. Tlačítko sloužící k zapnutí a vypnutí ultrasonografu je jednoduchého kruhového tvaru a je umístěno uprostřed horní boční strany přístroje. Na spodní boční straně je otvor, ve kterém je situované USB-C.



obr. 5-3 Finální tvarové řešení ultrazvukového přístroje

5.2 Tvar vyšetřovací sondy

Vyšetřovací sonda má v průřezu tvar elipsy. Od spodní části se průřez postupně rozšiřuje, následně zužuje a nakonec opět rozšiřuje. Tyto proměny vytvářejí křivku, která připomíná motiv použitý při tvarování přístroje. Do vzniklého tvaru je z jedné strany odečtena plocha, která tvoří plytkou prohlubeň. Vyšetřovací ultrazvuková sonda má ve své horní části hlavu se sektorovým zakončením. Ve spodní části končí tvar sondy plochou formovanou do oblouku. Důležitými prvky pro ovládání jsou dvě tlačítka sloužící pro takzvaný screenshot a freeze, která jsou umístěna z boční strany, blízko hlavy se sektorovým zakončením. Třetím a posledním ovládacím prvkem na ultrazvukové sondě je tlačítko sloužící pro zapnutí a vypnutí, které je umístěno ve spodní části vyhloubené plochy.



obr. 5-4 Finální tvarové řešení vyšetřovací sondy

5.3 Příslušenství

Kromě ultrazvukového vyšetřovacího přístroje a sondy byla také navržena podložka pro bezdrátové indukční nabíjení, která opět vychází z motivu použitým při tvarování ultrasonografu. V podložce je prohlubeň, která kopíruje tvar přístroje a sondy. Pro snadné vyjmutí obou zařízení jsou na krajích vytvarovaná vyhloubení. Pod podložku je možné uschovat stočený nabíjecí kabel. Její celkové rozměry jsou (215 x 200 x 35) mm.

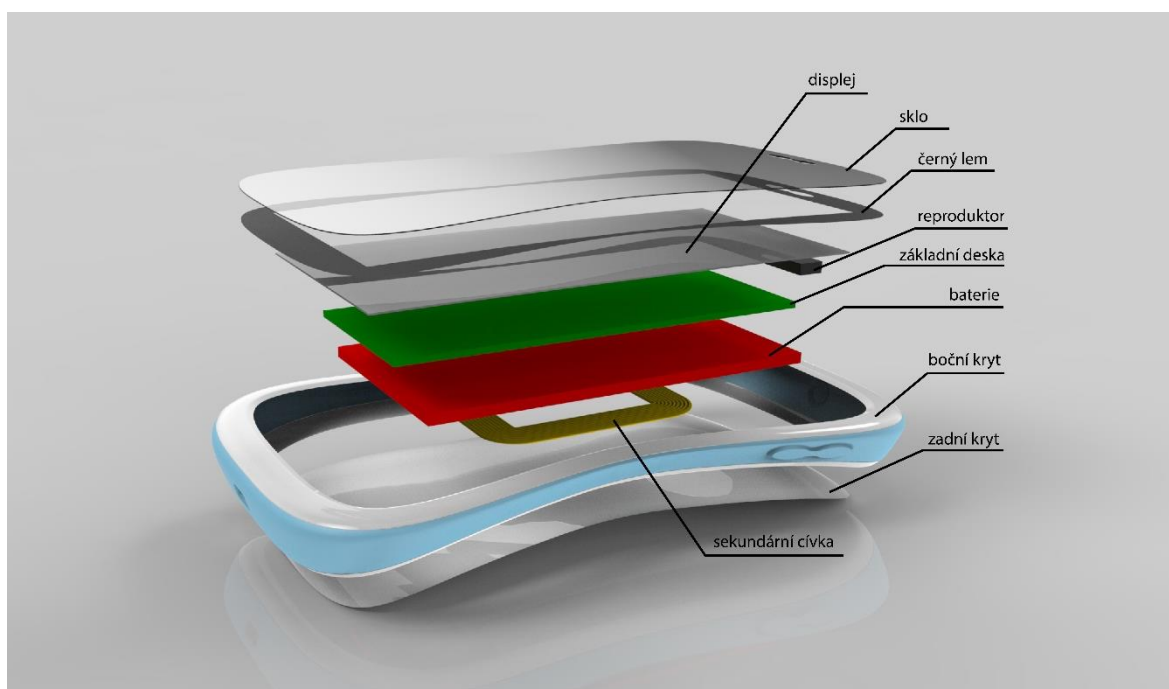


obr. 5-5 Tvarové řešení nabíjecí podložky (perspektivní pohled shora, perspektivní pohled zespodu)

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Vnitřní uspořádání ultrazvukového přístroje

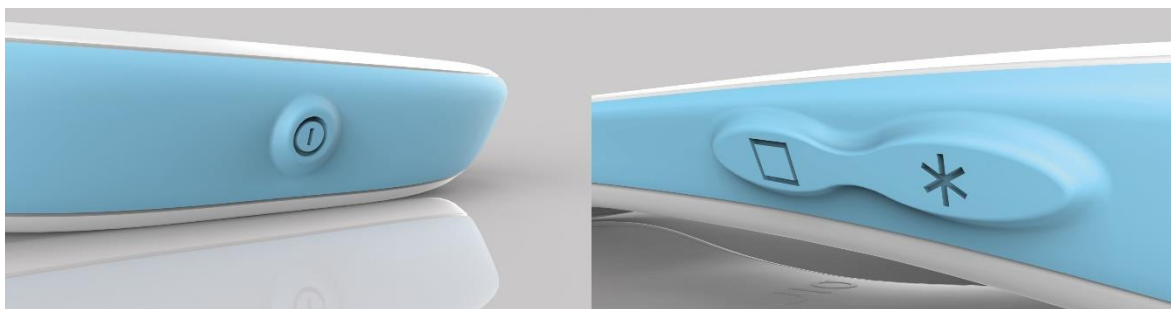
V přenosném ultrazvukovém přístroji je umístěna sekundární cívka sloužící pro bezdrátové nabíjení, baterie, základní deska, reproduktor, USB-C vstup, displej, černý lem okolo displeje a vrchní mírně prohnuté sklo.



obr. 6-1 Schéma vnitřního uspořádání ultrazvukového přístroje

6.2 Ovládací prvky ultrazvukového přístroje

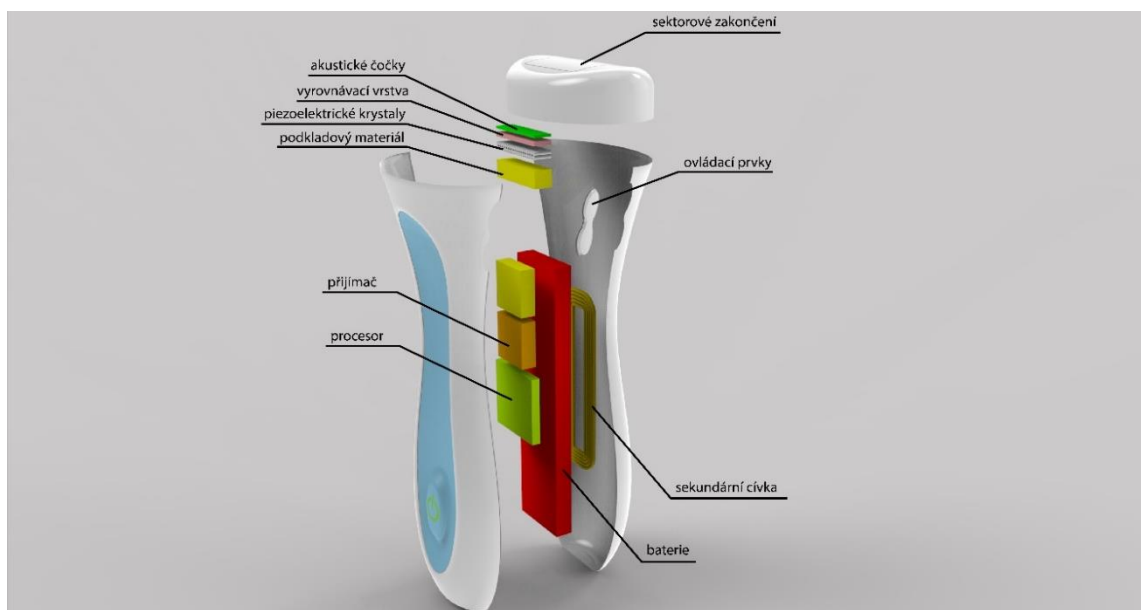
Přenosný ultrasonograf nese na sobě zvenku trojici ovládacích prvků v podobě tlačítek. Všechna tři jsou umístěna na bočních stranách přístroje. Uprostřed vrchní boční strany je umístěno tlačítko pro zapnutí a vypnutí zařízení. Na pravé boční straně jsou tlačítka situována pro takzvaný screenshot a freeze.



obr. 6-2 Ovládací prvky ultrazvukového přístroje

6.3 Vnitřní uspořádání vyšetřovací sondy

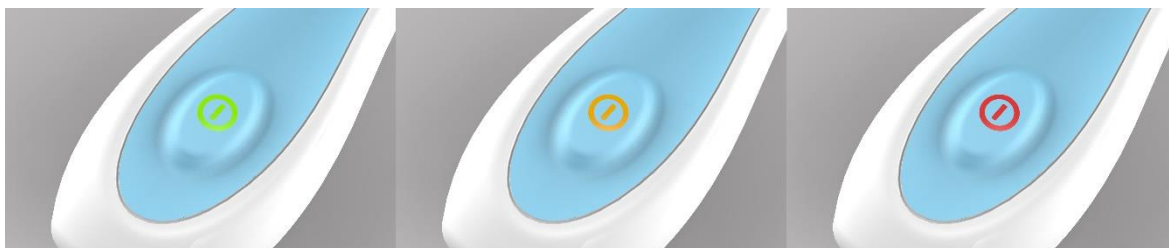
Uvnitř ultrazvukové vyšetřovací sondy se nacházejí, stejně jako u výše popsaného ultrazvukového přístroje, sekundární cívka a baterie. Dále můžeme v nitru sondy najít procesor, přijímač a vysílač. Blízko hlavy se sektorovým zakončením se v sondě nacházejí akustické čočky, piezoelektrické krystaly, vyrovnávací vrstva a podkladový materiál.



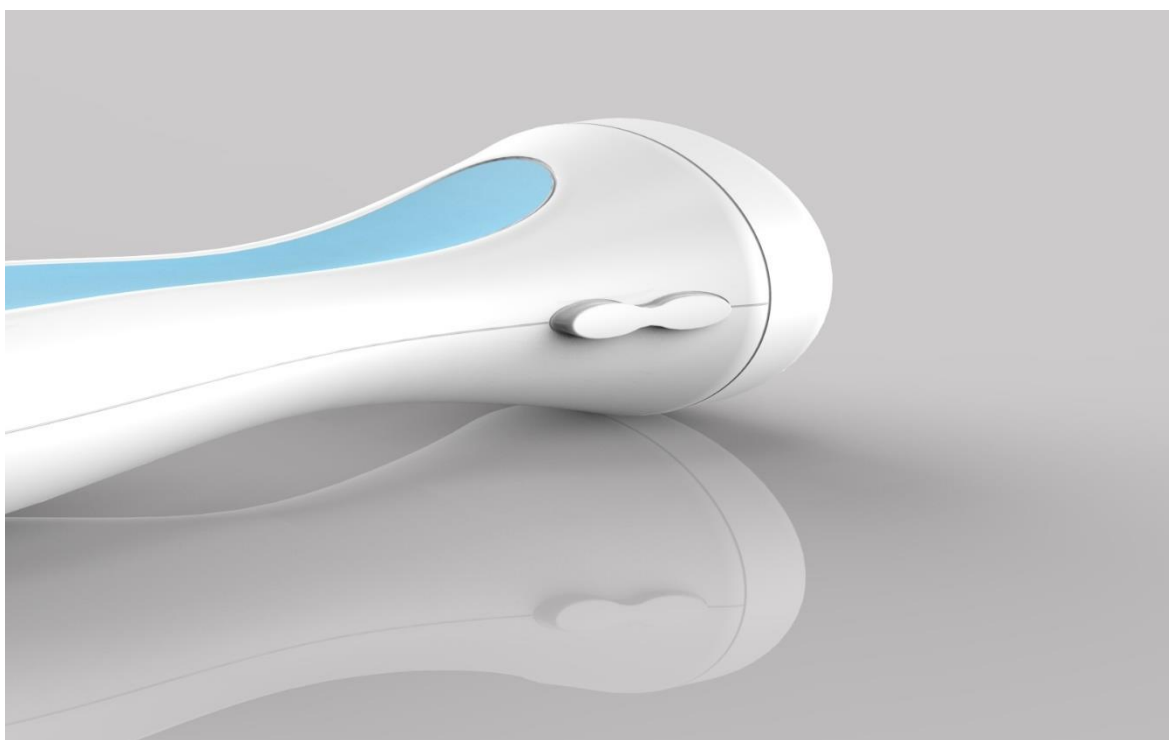
obr. 6-3 Schéma vnitřního uspořádání vyšetřovací sondy

6.4 Ovládací prvky vyšetřovací sondy

Na vyšetřovací ultrazvukové sondě se nachází, stejně jako na přenosném ultrasonografu, trojice ovládacích prvků. Prvním ovládacím prvkem je tlačítko pro zapnutí a vypnutí zařízení. Dvojice tlačítek pro screenshot a freeze zároveň plní funkci rysky, která je důležitá pro zjištění správné orientace přístroje.



obr. 6-4 Tlačítko pro zapnutí a vypnutí sondy (barvy indikace stavu baterie)



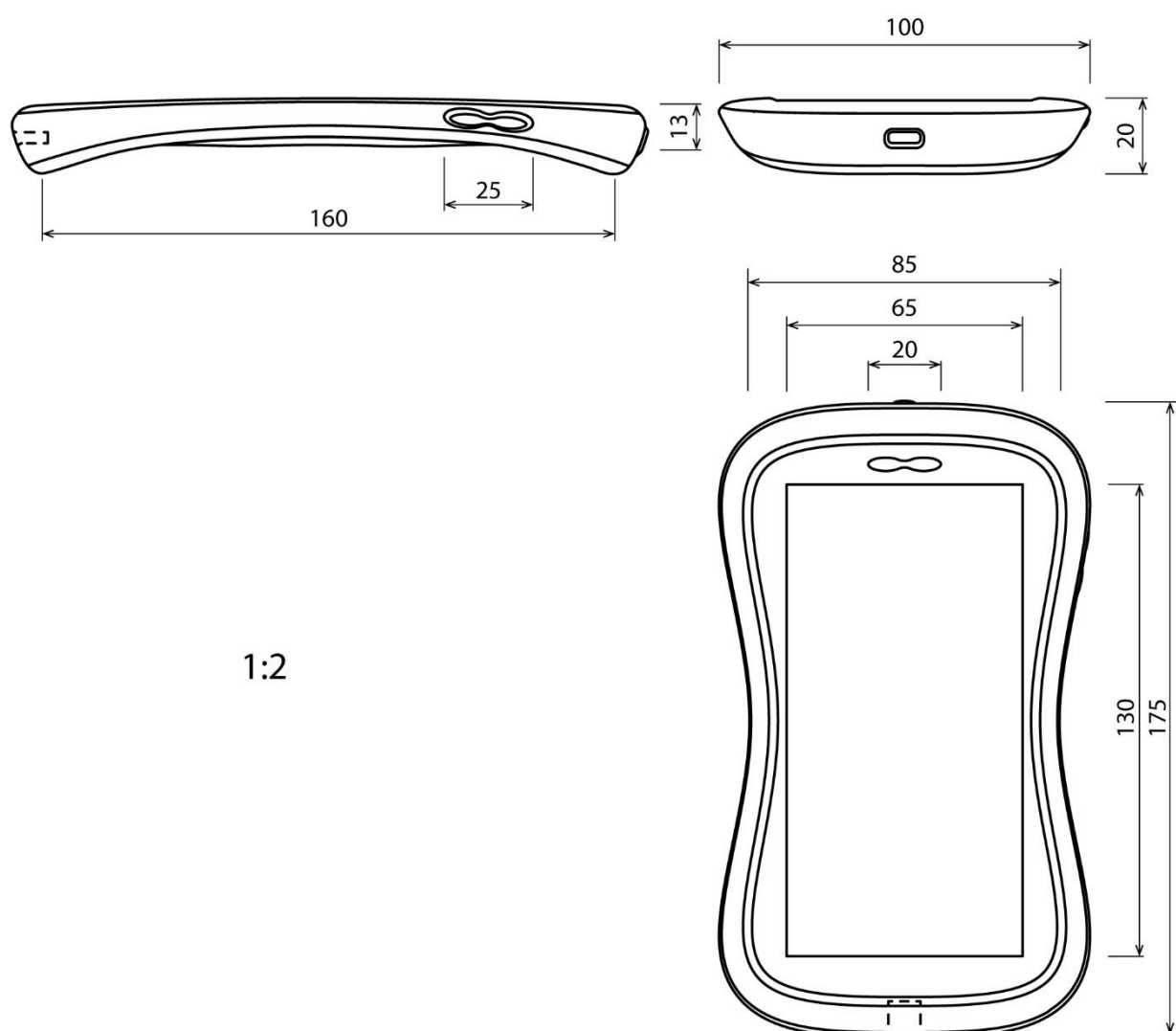
obr. 6-5 Dvojice tlačítek (screenshot, freeze)

6.5 Použité materiály

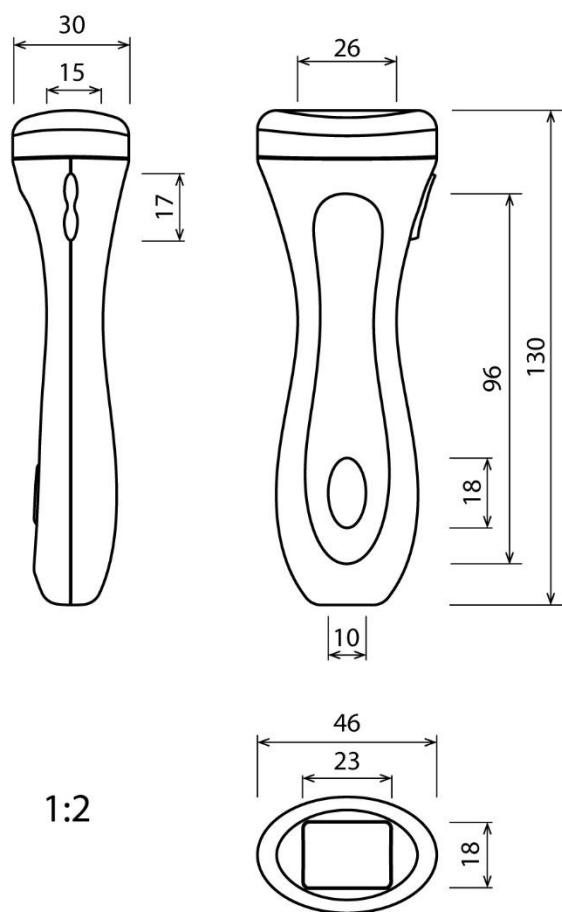
Hlavním použitým materiálem na ultrazvukový přístroj i sondu je plast, který musí být odolný vůči agresivním dezinfekčním prostředkům. Dalším aplikovaným materiálem je silikon, který je využitý v místech, kde se přístroj drží v ruce a také tam, kde jsou nějaké ovládací prvky. Díky silikonu, který pokrývá boční strany ultrazvukového přístroje, bude zařízení v ruce více držet a nebude vyklouzávat. Zároveň plní funkci ochrannou, například kdyby přístroj spadl. Podložka pro bezdrátové nabíjení přístroje a sondy by byla vyrobena z plastu.

6.6 Rozměrové řešení

Velikost je u přenosného ultrazvukového přístroje velice důležitý parametr. Rozměry plynou z ergonomických požadavků a z funkčního hlediska.



obr. 6-6 Rozměry ultrazvukového přístroje



obr. 6-7 Rozměry vyšetřovací sondy

6.7 Ergonomické řešení

Přenosný ultrazvukový přístroj je po dobu používání stále držen v ruce, stejně tak ultrazvuková sonda. Proto je ergonomická stránka návrhu důležitá.

6.7.1 Ergonomie ultrazvukového přístroje

Ultrazvukový přístroj je tvarován tak, aby se dobře držel v levé ruce. Výřezy po stranách jsou prvky, které úchop zpříjemňují. Na ovládací tlačítka lékař pohodlně dosáhne ukazovákem nebo prostředníkem levé ruky. Podobně dobře, za pomoci ukazováku, lze ovládat i tlačítko pro zapnutí a vypnutí. Při zadávání údajů o pacientovi, nebo při úpravách snímků, využívá lékař dotykového displeje, který má podobný systém ovládání jako takzvaný smartphone.

6.7.2 Ergonomie vyšetřovací sondy

Vyšetřovací ultrazvuková sonda je určena pro práci v pravé ruce, a proto je tak i tvarována. Rozměry tlačítka pro vypnutí a zapnutí jsou dostatečně veliké. Stisknutí tohoto ovládacího prvku bude poněkud tužší, kvůli nechtěnému zmáčknutí tlačítka během vyšetření. Vyhĺoubení z jedné strany vyšetřovací sondy tvoří pohodlnou plochu pro palec. Ukazovák pravé ruky má lékař umístěn na ovládacích prvcích po pravé straně sondy. Tyto prvky, jak už bylo výše zmíněno, plní funkci rysky a zároveň jsou to tlačítka pro screenshot a freeze. Jejich stisknutí je rovněž tužší, kvůli nechtěnému zmáčknutí.



obr. 6-8 Ergonomie ultrazvukového přístroje a vyšetřovací sondy

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevnost i grafika byly navrhovány s ohledem na tvarování ultrazvukového přístroje i vyšetřovací sondy a také s ohledem na prostředí, ve kterém bude zařízení používáno.

7.1 Barevné řešení

Zvolené barvy jsou jemného charakteru. Vždy jde o kombinaci barvy bílé s nějakou doplňující. Bílá barva je symbolem čistoty, jemnosti a perfekcionismu. Působí rozjasňujícím dojmem a nepohlcuje tvar. Doplňující barva je vybrána podle typické barevnosti nemocničního zařízení. [31]

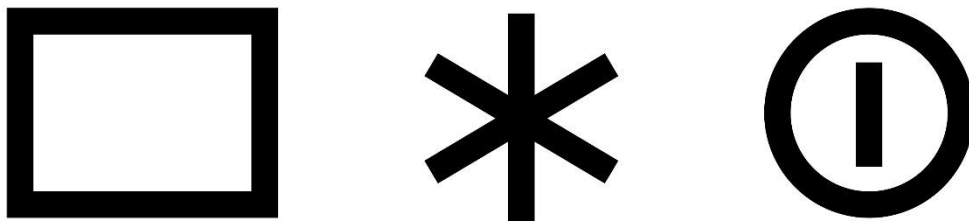
Na vyšetřovací ultrazvukové sondě je dioda, která indikuje stav baterie. Podle barevnosti diody poznáme, zda je sonda dostatečně funkční. Pokud svítí zeleně, je baterie nabitá. Dioda následně přes oranžovou barvu postupně přechází do barvy červené, což znamená nízkou úroveň nabití.



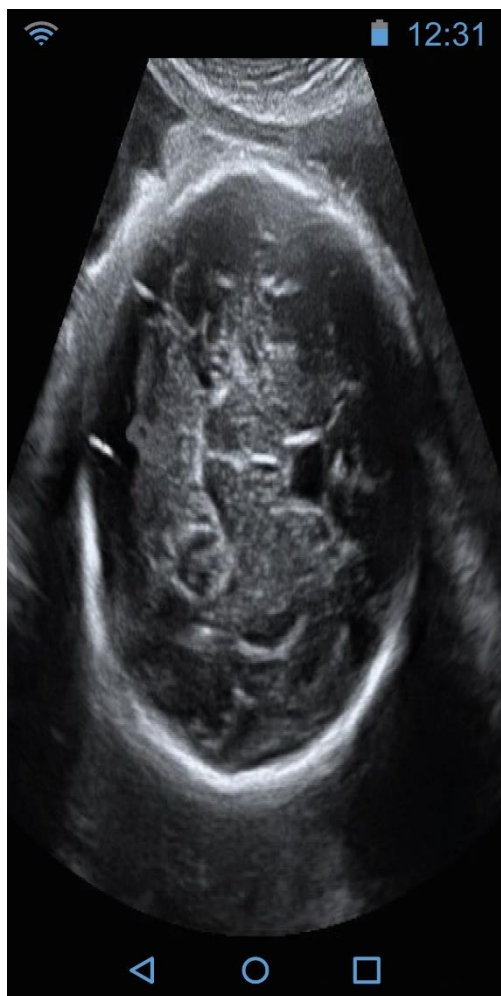
obr. 7-1 Barevné varianty

7.2 Grafické řešení

Grafika je využita na ovládacích prvcích v podobě piktogramů. Grafické řešení také vychází z tvarového řešení, kde jsou některé části z jiného materiálu odlišné barvy, například silikon a plast.



obr. 7-2 Piktogramy pro screenshot, freeze, zapnutí a vypnutí



obr. 7-3 Displej přístroje

7.2.1 Logotyp

Pojmenování SONIA dostal přenosný ultrazvukový přístroj podle slova „sono“, což je ve zdravotnictví zkratka pro ultrazvukové vyšetření. Zároveň je to latinské slovo pro „tón“. SONIA je anglická verze jména Soňa. Význam tohoto jména je moudrost.



obr. 7-4 Barevná a černobílá verze logotypu

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Tvar navrženého ultrazvukového přístroje a sondy je oblý a organický, který se hodí do zdravotnických zařízení. Jemný vzhled by při vyšetření nenavozoval nepříjemné pocity. Ovládacích prvků je málo díky dotykovému displeji a napomáhá to jednoduchému a intuitivnímu ovládání. Také barevnost zařízení je volena tak, aby korespondovala s prostředím, ve kterém se s ultrasonografem bude pracovat. Bílá barva v kombinaci se světle modrou působí čistým a klidným dojmem.

8.2 Ekonomická funkce

Cena přístroje by mohla přesáhnout výši ceny vyráběných přenosných ultrazvukových přístrojů, které jsou dostupné na trhu. Důvodem vyšší ceny je několik faktorů. Prvním z nich je způsob bezdrátového nabíjení. Je to sice poslední dobou více oblíbený a rozvíjející se způsob, ale stále není standardem. Druhým důvodem vyšší ceny by mohl být styl přenášení dat z vyšetřovací sondy do přístroje. Data by byla přenášena bezdrátově pomocí Wi-Fi. Dalším a určitě ne posledním faktorem je to, že na trhu existují levnější varianty, kde si uživatel zakoupí pouze sondu. Tu následně propojí se svým smart zařízením, například s mobilním telefonem nebo tabletem.

8.3 Sociální funkce

Přenosný ultrasonograf je určen pro profesionální použití. Cílovou skupinou jsou lékaři, kteří pracující v oborech, ve kterých může být tento přístroj využíván. Nespornou výhodou ambulance vybavené tímto zařízením je, že pacient může být okamžitě vyšetřen, aniž by musel čekat v pořadníku na prohlídku velkým ultrazvukovým přístrojem.

9 ZÁVĚR

Na základě designérské analýzy a po srovnání několika produktů dostupných na trhu, navrhuji přenosný ultrazvukový přístroj, který bude mít menší rozměry displeje než většina nabízených přenosných ultrasonografů. Rozhodla jsem se pro nahrazení přenosu dat kabelem pomocí bezdrátového přenosu přes Wi-Fi. Také jsem využila systému bezdrátového nabíjení ultrasonografu i sondy. Nabíjecí podložka zároveň plní funkci odkládacího prostoru pro přístroj a sondu.

Během navrhování byly zhotoveny na 3D tiskárně pracovní modely, které posloužily pro vytvoření reálnější prostorové představy konceptu a doladění ergonomických aspektů.

Celkové rozměry přenosného ultrasonografu jsou (175 x 100 x 20) mm, rozměry vyšetřovací sondy jsou (130 x 46 x 30) mm a rozměry nabíjecí podložky jsou (215 x 200 x 35) mm. Výsledný tvar je oblý a jemný, není agresivní a nevyvolává nepříjemné pocity, což je u lékařského vyšetření důležité. Pacient by měl být v psychické pohodě a tomu napomáhá i zvolená barevnost.

Přenos ultrasonografu je snadný díky malým rozměrům a nízké hmotnosti. Lékař může přístroj lehce přenášet jak po zdravotnickém zařízení, tak si ho může vzít s sebou na delší cestu. Při druhé variantě by ho měl uložený v nabíjecí podložce, která by byla zavřená, například v textilním vyztuženém pouzdru.

Ambulance vybavené tímto přístrojem mohou zavčas odhalit zdravotní problémy, protože pacient nemusí dlouho čekat na vyšetření velkým ultrasonografem.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HRAZDIRA, Ivo. *ÚVOD DO ULTRASONOGRAFIE: V OTÁZKÁCH A ODPOVĚDÍCH* [online]. Brno: Klinika zobrazovacích metod LF MU, Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně, 2008 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf
- [2] KROPOVÁ, Ivona. *Historie diagnostického zobrazování*. Olomouc, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Lada Skácelová.
- [3] Vscan Family - Ultrasound - Products. *GE Healthcare* [online]. General Electric Company, 2018 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/ultrasound/vscan_family
- [4] Philips Lumify | Portable Ultrasound Machine. *Philips - Česká republika* [online]. Koninklijke Philips N.V., 2018 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.lumify.philips.com/web/>
- [5] *Clarius - Portable Handheld Pocket Ultrasound Scanners* [online]. Clarius Mobile Health, 2018 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.clarius.com/>
- [6] WOO, Joseph. *ADR 2130. Obstetric ultrasound -- a comprehensive guide to ultrasound scans in pregnancy* [online]. Hong Kong: FHKAM (O&G), 2006 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.ob-ultrasound.net/adr.html>
- [7] VMK - Dotykový ultrazvuk SonoTouch. *VMK - Vše pro RTG* [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.vmk-rtg.cz/ultrazvuk-chison-sonotouch.htm>
- [8] Profile - Color Doppler Ultrasound|B/W System Ultrasound|Veterinary Ultrasound-CHISON Medical Technologies Co., Ltd. *Color Doppler Ultrasound|B/W System Ultrasound|Veterinary Ultrasound-CHISON Medical Technologies Co., Ltd.* [online]. 2012 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.chison.com/about.asp?action=intro>
- [9] SonoTouch 30 - Color Doppler Ultrasound|B/W System Ultrasound|Veterinary Ultrasound-CHISON Medical Technologies Co., Ltd. In: *Color Doppler Ultrasound|B/W System Ultrasound|Veterinary Ultrasound-CHISON Medical Technologies Co., Ltd.* [online]. 2012 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: http://www.chison.com/products_detail.asp?id=153
- [10] EZono® 3000 - eZonoGuiding you with vision. *EZono - Guiding You With VisionGuiding you with vision* [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.ezono.com/ezono-3000/>
- [11] Ultrazvuk e-Zono - CHEIRÓN a.s. / ...dýcháme za vás. *CHEIRÓN a.s. - odsávací jednotky, anesteziologické přístroje, operační sály* [online]. CHEIRÓN, 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.cheiron.eu/blog/product/ultrazvuk-e-zono/>

- [12] About us - eZonoGuiding you with vision. *EZono - Guiding You With Vision*Guiding you with vision [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.ezono.com/about-us/>
- [13] MEDATA | usmart 3300 - Přenosný ultrazvuk pro nejnáročnější. *MEDATA - Váš partner v péči o zdraví* [online]. 2010 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.medata.cz/index.php?page=produkty/terason/usmart3300>
- [14] Portable Ultrasound Scanner| Terason 3300. *Terason – Portable Ultrasound Machine Manufacturers* [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.terason.com/usmart-3300/>
- [15] Terason's History. *Terason – Portable Ultrasound Machine Manufacturers* [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.terason.com/about/history/>
- [16] New User Interface Improves Comfort & Speed | Medical Device Design. *Bleck Design Group* [online]. North Chelmsford: Bleck Design Group, 2015 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.bleckdesigngroup.com/project/terason-ultrasound-system>
- [17] Fukuda Denshi USA | FFsonic UF-4100. *Fukuda Denshi | Global Network* [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: http://www.fukuda.com/fukuda_usa/uf-4100.htm
- [18] About us | Fukuda Denshi USA. *Fukuda Denshi | Global Network* [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: http://www.fukuda.com/fukuda_usa/about.htm
- [19] FFsonic UF-4100. In: *CNA Medical - medical spare parts, supplies and new & refurbished equipment* [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.cnamedical.com/FukudaUF-4100.pdf>
- [20] Inovativní systém Vscan Extend s podporou Wi-Fi a DICOM technologií | Electric Medical Service, s.r.o. Brno. *Diagnostické ultrazvukové systémy GE Healthcare | Electric Medical Service, s.r.o. Brno* [online]. 2018 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <http://www.ultrazvuky.cz/zbozi/40/vscan-extend/>
- [21] Vscan Extend - Vscan Family - Ultrasound - Categories. *GE Healthcare in UK* [online]. 2018 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: http://www3.gehealthcare.co.uk/en-gb/products/categories/ultrasound/vscan_family/vscan_extend
- [22] O nás - GE Healthcare. *Úvodní strana - GE Healthcare* [online]. 2018 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: http://www.gehealthcare.cz/cs-cz/about_us
- [23] *Magazín Leonardo* [Český rozhlas - audioarchiv]. Moderuje Jan Burda. Praha, 2013.
- [24] TICHÝ, Lubomír. Vyšetřovací metoda – PET/CT. *Medicína pro praxi*. 2009, 6(1), 46-49.

- [25] *DIAGNOSTICKÉ ZOBRAZOVACÍ METODY: pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace* [online]. Brno: MASARYKOVA UNIVERSITA V BRNĚ, Lékařská fakulta, 2004 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/podzim2007/BFZM051p/um/DIAGNOSTICKE_ZOBRAZOVACI_METODY.pdf
- [26] KOVÁČ, Alexander, Martin DEMEŠ, Róbert GRAY, Frederico Manuel GONCALVES, Eva GONCALVESOVÁ, Peter KLESKEŇ a Ján PODOBA. *Abdominálna ultrasonografia*. 2. rozš. vyd. Žilina: Osveta, 1995. ISBN 80-217-0469-1.
- [27] REGAZZO, Richard a Marcela REGAZZOVÁ. *Ultrazvuk: základy ultrazvukové defektoskopie*. Praha: BEN - technická literatura, 2013, 290 s. : il. (některé barev.). ISBN 978-80-7300-466-8.
- [28] ŠIMONOVÁ-ČEŘOVSKÁ, J. *Ultrazvuk a jeho použití v praxi*. 2. rozš.vyd. Praha: Elektrotechnický svaz českomoravský, 1945, 167 s.
- [29] OBRAZ, Jaroslav. *Ultrazvuk v měřicí technice*. 2., upr. vyd. Praha: SNTL, 1984, 485 s. : obr., fot., tb., grafy, schémata.
- [30] Ultrasonografie. *Jt architekt* [online]. Sandra Jüttnerová, 2015 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: http://www.jtarchitekt.cz/lekarske_vyuziti.html
- [31] Bílá barva - Význam barev | Najdise.cz. *Horoskop 2018, Horoskop na tento týden Najdise.cz* [online]. Najdise.cz, 2018 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <http://vyznam-barev.najdise.cz/bila-barva>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

11.1 Použité fyzikální veličiny

f	frekvence
T	perioda
λ	vlnová délka
c	rychlost

11.2 Použité zkratky

iOS	iPhone Operation System
USB	Universal Serial Bus
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
Wi-Fi	Wireless Fidelity
LCD	Liquid Crystal Display
CD	Compact Disc
DVD + RW	Digital Versatile Disc – Rewriteable
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
PET	Positron Emission Tomography
CT	Computer Tomograph
PC	Personal Computer
3D	Three Dimensional

11.3 Použité anglické výrazy

Smartphone	chytrý telefon
Screenshot	snímek obrazovky
Freeze	zmražení

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

obr. 2-1	První přenosný ultrazvukový přístroj ADR 2130 [6]	14
obr. 2-2	Přenosný ultrazvukový přístroj Chison SonoTouch [9]	15
obr. 2-3	Přenosný ultrazvukový přístroj eZono™ 3000 [11].....	16
obr. 2-4	Přenosný ultrazvukový přístroj Terason uSmart 3300 [16]	17
obr. 2-5	Přenosný ultrazvukový přístroj Fukuda Denshi FFsonic UF-4100 [19]	18
obr. 2-6	Přenosný ultrazvukový přístroj GE Healthcare Vscan Extend™ [21].....	19
obr. 2-7	Zobrazovací linie ultrazvukových sond [30]	22
obr. 2-8	Schéma celotělového ultrasonografu [1].....	23
obr. 4-1	Varianta I.....	25
obr. 4-2	Varianta II	26
obr. 4-3	Varianta III	27
obr. 5-1	Finální tvarové řešení (pohled zepředu, pohled zezadu)	28
obr. 5-2	Finální tvarové řešení (perspektivní pohledy).....	29
obr. 5-3	Finální tvarové řešení ultrazvukového přístroje	30
obr. 5-4	Finální tvarové řešení vyšetřovací sondy	31
obr. 5-5	Tvarové řešení nabíjecí podložky	32
obr. 6-1	Schéma vnitřního uspořádání ultrazvukového přístroje	33
obr. 6-2	Ovládací prvky ultrazvukového přístroje	34
obr. 6-3	Schéma vnitřního uspořádání vyšetřovací sondy	34
obr. 6-4	Tlačítko pro zapnutí a vypnutí sondy (barvy indikace stavu baterie)	35
obr. 6-5	Dvojice tlačítek (screenshot, freeze)	35
obr. 6-6	Rozměry ultrazvukového přístroje	36
obr. 6-7	Rozměry vyšetřovací sondy	37
obr. 6-8	Ergonomie ultrazvukového přístroje a vyšetřovací sondy	38
obr. 7-1	Barevné varianty	39
obr. 7-2	Piktogramy pro screenshot, freeze, zapnutí a vypnutí.....	40
obr. 7-3	Displej přístroje.....	40
obr. 7-4	Barevná a černobílá verze logotypu	41

13 SEZNAM TABULEK

tab. 2-1	Porovnání parametrů jednotlivých přístrojů	19
tab. 2-2	Rozdělení zvuku a jeho použití [26].....	20
tab. 2-3	Rychlost šíření ultrazvuku a hustota tkání těla [26].....	21
tab. 2-4	Rozdělení tkání z hlediska intenzity absorpce ultrazvuku [26]	21

14 SEZNAM PŘÍLOH

Fotografie modelu (A4)

Zmenšený poster (A4)

Poster (A1)

Model (M 1:1)

FOTOGRAFIE MODELU



ZMENŠENÝ POSTER



DESIGN PŘENOSNÉHO ULTRAZVUKOVÉHO PŘÍSTROJE / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Petra Kolučová / Vedoucí práce: Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D. / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2017/18

