Abstrakt

V této práci se věnuji hlavně tvarování ultrazvuku jako celku. Nejdůležitějším prvkem pro vznik kompletního vzhledu byla koncepce nosné části přístroje s integrovanou počítačovou jednotkou. Od základní koncepce jsem postupovala k návrhu dílčích částí přístroje a sjednocovala celkový vzhled ultrazvuku.
Funkce přístroje je poměrně složitá a její rozbor je časově náročný, proto v této práci uvádím jen vývoj designu a ergonomické aspekty návrhu.
Snahou bylo přiblížit lékařské diagnostické přístroje pacientům a vybudit v nich pozitivní myšlení. Barevná varianta je zvolena s ohledem na psychiku vyšetřovaného člověka.

As a main in this project is the shape. The feature component for completely creation look was the conception of the base part of the machine with buit-in computer unit. I was get along from the base conception to the design partial fragments of the machine and associate complex look of ultrasound.
The function of the machine is relatively difficult and analysis of it is complicated in time. That is why I am introducing only evolution of design and ergonomy.
The aspire was to approach medical diagnostic machines to patients and raise the positive thinking to them. The colour alternation is choose with the respect to psyche of examine human at the same time.

Bibliografická citace mé práce

HORÁKOVÁ, V. Design ultrazvukového přístroje pro zdravotnictví. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 76 s. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem během zpracování textové části čerpala, jsem uvedla v seznamu použité literatury.

V Brně dne 16.5.2008 Veronika Horáková

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé práce,
panu akad. soch. Ladislavu Křenkovi, Ph.D. za jeho věcné a praktické připomínky, a za trpělivost při vzniku této práce.

Dále rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod 17

2. Historie 19
2.1. Vývojová analýza 22

3. Design 27
3.1. Technická analýza 27
3.2. Produkce současných výrobců 34

4. Tvarové (kompoziční) řešení 39
4.1. Variantní studie designu 39
4.1.1. Design sond 42
4.1.2. Design klávesnice 43
4.2. Barevná a grafická řešení 44

5. Ergonomické řešení 47
5.1. Pracoviště s monitorem 47
5.2. Výhody pracovních poloh sedu a stoje 47
5.3. Vlastní řešení..... 48

6. Provozně technologické řešení 51
6.1. Demontáž zadního krytu 51
6.2. Držák sond 53

7. Rozbor designérského návrhu 55
7.1. Technická část 55
7.2. Ergonomická funkce 57
7.3. Psychologická funkce 57
7.4. Estetické aspekty 57
7.5. Ekonomický rozbor 57
7.6. Sociální funkce 57

8. Závěr 59

9. Použitá literatura 61

10. Citace 63

11. Seznam obrázků 65

12. Seznam příloh 67

1. Úvod

Společnosti zabývající se výrobou lékařských přístrojů stále více rozvíjejí design svých produktů. Dříve design ustupoval před ekonomickou stránkou a spotřebitelé si raději pořídili levnější produkt nebo přístroj i za cenu jednoduchého a nepříliš nápaditého vzhledu. Dnešní lidé jsou naopak ochotni připlatit si za dobrou image svého doplňku do bytu, elektrospotřebičů nebo nového auta. Zároveň je kladen důraz na ergonomii a další obory, které jsou schopny posoudit, popřípadě upravit tvarové nedostatky spotřebních věcí. Došlo k velkému vývoji ve prospěch člověka, výrobky se mu více přizpůsobují jak technologicky, tak estetiky a v mnoha oborech již přístroje dávno nahradily pracovní sílu.

Ultrazvuk je přístroj, který napomáhá v situacích, kdy je třeba poměrně rychle rozpoznat přesnou diagnózu. V současné době je sonografie využívána především v gynekologii a porodnictví, ale také v očním lékařství, neurochirurgii, radiologii, onkologii nebo rehabilitační medicíně.

Koncept ultrazvukového přístroje je řešen s ohledem na ergonomii a zároveň je snahou přiblížit jej nejen lékaři, ale i pacientovi s ohledem na psychologii. Cílem je vytvořit nejen pěkný design, ale zároveň také funkční podobu tohoto přístroje a inovovat vzhled stávajících modelů.

2. Historie

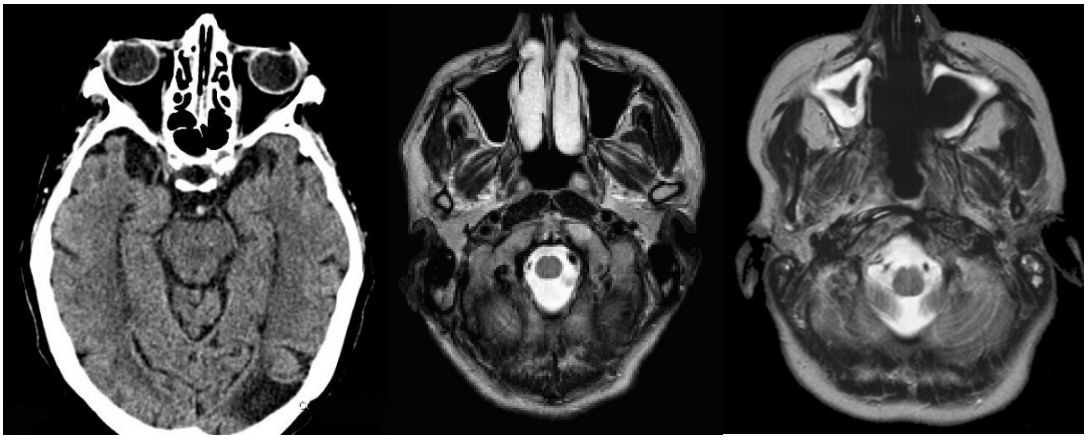
Zobrazovací diagnostika se objevila zhruba před 110 lety, již roku 1895, kdy byly objeveny doposud neznámé paprsky W.C.Rontgenem. V temné komoře při svých pokusech s katodovými paprsky zjistil, že při elektrickém výboji ve výbojové trubici, která byla uzavřena v černém kartonu, stínítko pokryté vrstvou kyanidu platinobarnatého světélkuje i na vzdálenost 2 metrů.

Tato metoda měla různé nevýhody. Při rentgenovém vyšetření není možné pořídit řez lidským tělem a přístroj vysílá zdraví ohrožující záření.

Obr. 2.1. Rentgenová lampa [1]

Tyto důvody vedly vědce k vývoji dalších lékařských přístrojů, které by byly schopny tyto nedostatky pokrýt. První z nich, tedy řez lidským tělem jsme již v současné době schopni pořídit pomocí počítačové tomografie (CT).

Problém radiační zátěže je možné řešit pomocí magnetické rezonance nebo ultrazvukové diagnostiky.

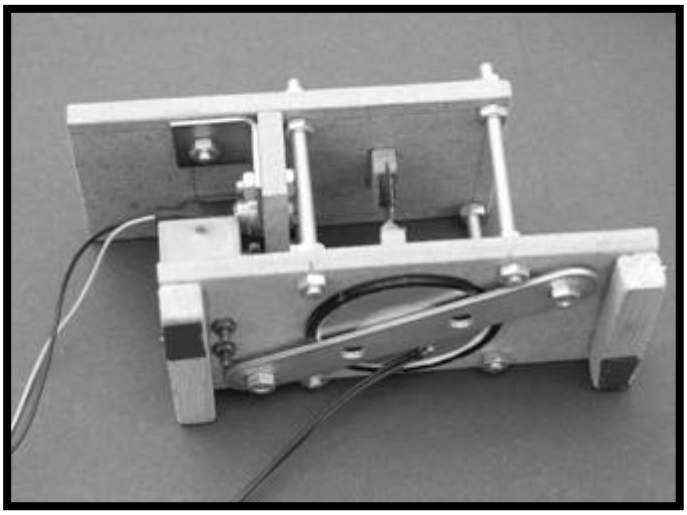


Obr. 2.2. Snímek hlavy pořízený pomocí CT(vlevo), Roentgenu(uprostřed) a Magnetická rezonance(vpravo) [2]

Na začátku cesty vývoje ultrazvuku bylo zkonstruování piezoelektrických měničů.

První z nich, který byl zdrojem ultrazvuku byl vyroben v r. 1916 je přiřazován P. Langevinovi původem z Francie. Piezoelektrický jev přitom již dávno předtím objevili bratři Curieové (1880). Tento jev se dal dobře využít pro kapalné prostředí. Je možné přesně regulovat výkon, což umožňuje jeho elektrická povaha. Téměř ve stejném období bylo tohoto principu využito i pro měření intenzity ultrazvuku. Další objevy již těsně následovaly v té době nové poznatky.

K významnému pokroku ve vývoji se dospělo zdokonalením piezoelektrických zdrojů a konstrukcí měniče s fokusací, který sestrojil J. Gruetzmacher v r. 1935. Bylo možné využít ultrazvuk o extrémně vysokých intenzitách v malých objemech kapaliny.

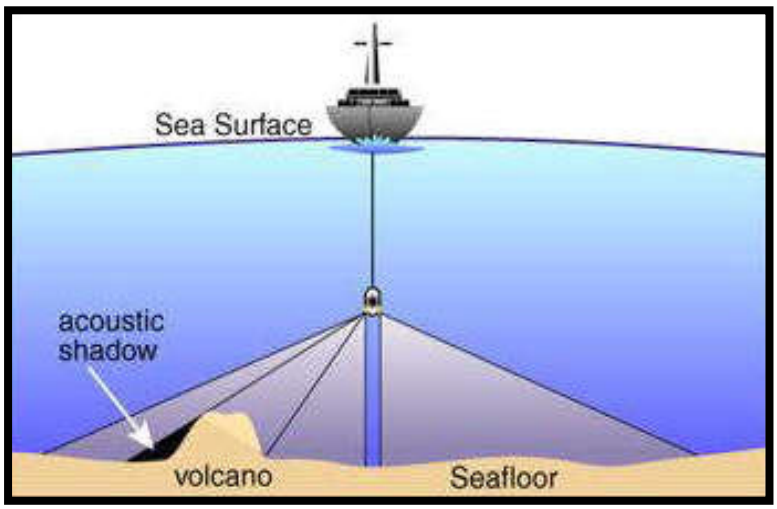


Obr. 2.3. Piezoelektirický měnič [3]

V roce 1928 získal Američan G.W. Pierce britský patent za konstrukci magnetostrikční vibrátor, který byl využíván jako zdroj ultrazvuku. Magnetostrikční jev byl objeven v r. 1847 J.P.Joulem. je to alternativní mechanismus, pomocí kterého lze získávat nízkofrekvenční ultrazvuk.

Sonar byl používaný již před druhou světovou válkou, byl vynalezen pro sledování ponorek. Mohl lokalizovat i jejich vzdálenost, vysílal zvukové vlny šířící se vodou a sledoval vracející se echa. V roce 1920 mohli vědci monitorovat mořské dno a rozlišit vulkány, hornaté pásy a hluboké příkopy.

Po válce byl sonar používá pro měření hloubky vody. Zařízení, které vysílalo zvukové vlny šířící se vodou a sledovalo vracející se echa. První mapa podmořského dna byla vydána v roce 1960.



Obr. 2.4. Podmořský sonar [4]

Identifikace ponořených objektů a cílů inspirovala tehdejší výzkumné pracovníky z oblasti ultrasonografie ke zkoumání možnosti využití tohoto konceptu v medicíně.

Jako zdroj ultrazvuku se až do konce první světové války používaly různé druhy píšťal, (např. Galtonova) a vodních trysek. Zpočátku se pozornost soustřeďovala na ultrazvuk, který se šířil tuhými tělesy a plyny. Prozatím nebyly k dispozici zdroje, které by umožnily kmity s frekvenci stovek kHz a vyšších.

První odrazová diagnostika byla použita ve zdravotnictví v roce 1949. Podařilo se získat odrazy od žlučových kamenů a cizích těles v těle.

Obr. 2.5. Galtonova píšťala z roku 1900 [5]

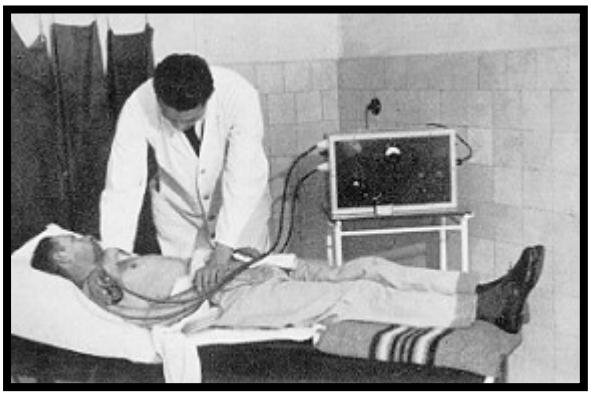
Lékařský ultrazvuk má krátkou historii, byl vynalezen v roce 1953 Inge Edlerovou a Carlem Hellmuthem Hertzem na Lund university cardiologist, který v té době byl postgraduálním studentem v oboru jaderné fyziky. Z počátku sloužil přístroj k detekci pohybu srdečního svalu.

V padesátých letech se objevují ultrazvukové metody, které využívají Dopplerův princip a tak je možné určovat směr a rychlost pohybu orgánů, které ultrazvuk odrážejí.

Dodnes je tato metoda pro svou minimální rizikovost nejvyužívanější v gynekologii a porodnictví.

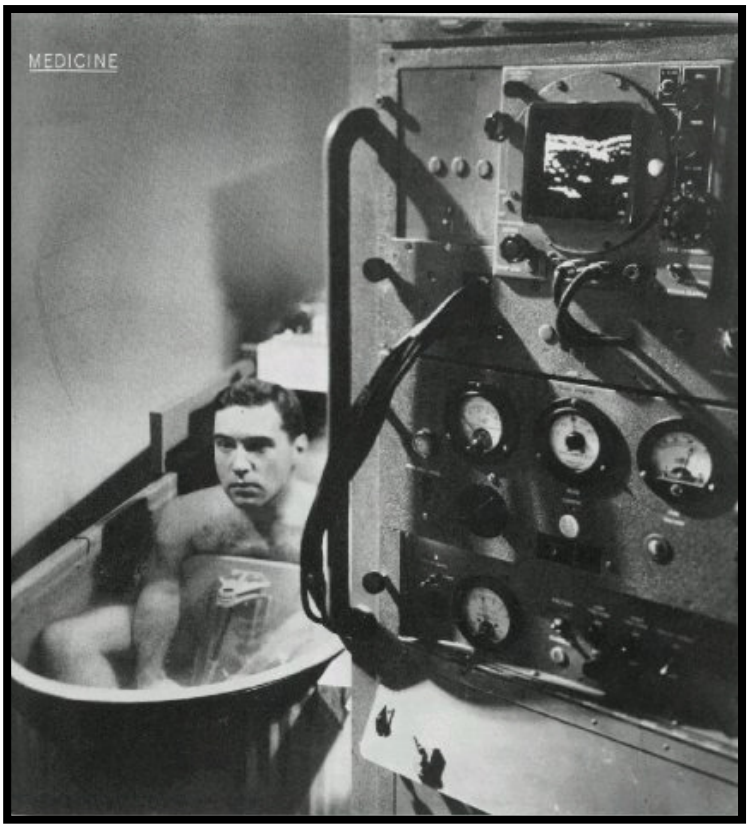
2.1. Vývojová analýza

Sonografie prošla od svého počátku vývojem nejen konstrukčním, technickým, ale i v designu se začínaly objevovat odlišnosti. Z počátku se tato metoda používala pro rehabilitační účely, později se také začala využívat pro zobrazování orgánů, v gynekologii a porodnictví. Design je ovlivněn pouze funkcí samotného přístroje a postupně se vyvíjel.



Obr. 2.6. Terapeutický ultrazvuk z roku 1940 [6]

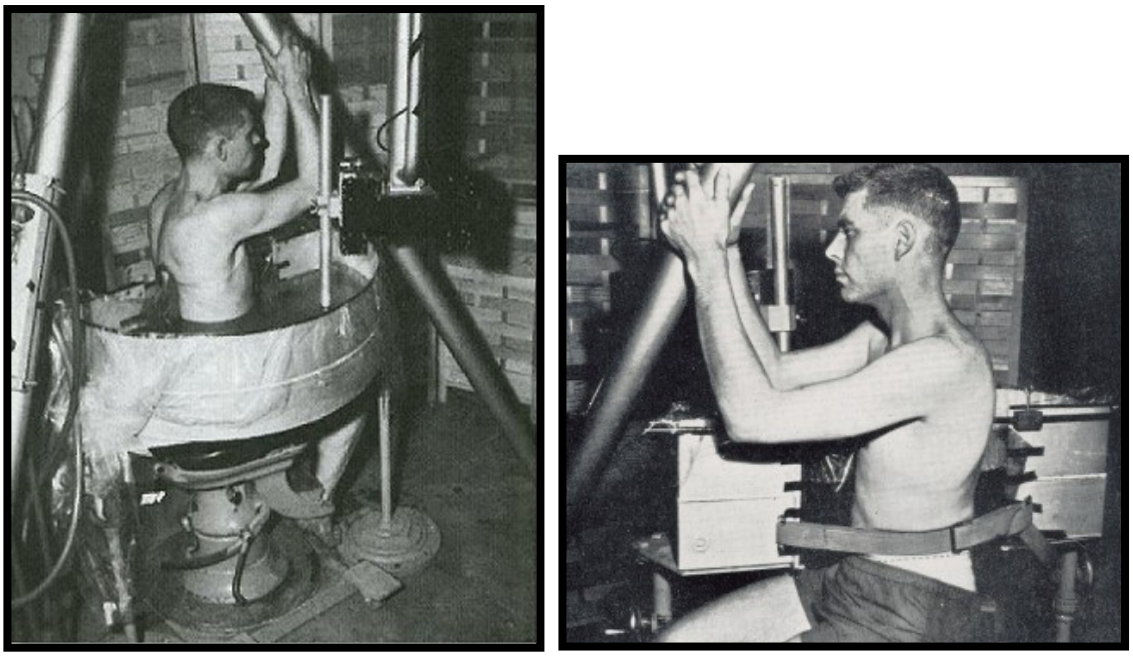
První ultrazvuk od Howryho, Blisse a Posakonyho se objevil v časopise Life Magazine v roce 1954. Snímal pacienta ponořeného pod vodou. Na obrázku je zobrazen přístroj při monitorování. Posakony byl figurantem a jeho snímaná ledvina je vidět na osciloskopu vpravo nahoře. Sonograf byl tehdy pouze ve zkušebním experimentální provozu.



Obr. 2.7. Prototyp ultrazvuku z roku 1954 [7]

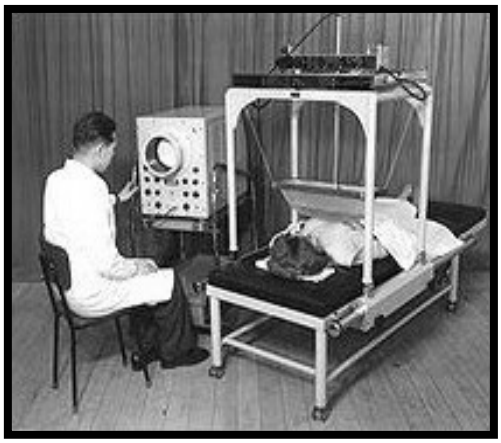
Jeden z prvních lékařských diagnostických ultrazvuků (Pan-scanner) pracoval s pomocí nádrže a plastového pytle naplněného vodou. Tento přístroj byl v praxi používán již v roce 1957. Design byl odvozen od jeho funkce. Ponoření pacienta do vody nebylo v tomto případě nutné a zachovala se tak i výhoda regulace paprsku při monitorování. Půlkruhová nádrž s plastovou fólií byla v přímém kontaktu s kůží pacienta. Snímač připevněný na trojnožce nad nádrží snímal obraz a mohl se pohybovat po půlkruhové dráze. Pacient byl spojen s nádrží popruhem a seděl na staré zubařské židli, se kterou se periodicky pohybovalo nahoru a dolů. Pomocí této technologie bylo možné získat obraz jater, sleziny, ledvin a močového měchýře.

Nebyl k dispozici žádný počítač pro zobrazování snímků. Lékaři používali fotografický film. Fotoaparát s otevřenou závěrkou nahrával signály a přenášel obraz na CRT monitor.



Obr. 2.8. Pan-scanner zepředu, zezadu [8]

První japonský ultrazvuk založený na bázi vodního vaku. Poprvé byl v gynekologii použit v roce 1960. Design v této době nebyl prozatím vyvinut a celou konstrukci přístroje tvořila jednotka se zdrojem a nosná část, na kterou byl zavěšen vodní vak.



Obr. 2.9. Water-bag B-mód* [9]

*B-mód: Ultrazvuk využívá různých zobrazovacích módů: A-mode, B-mode, M-mode, Doppler,... Nepohyblivý B-obraz (mód) lze získat nasnímáním odrazů ultrazvukového svazku v průběhu pohybu sondou na paměťovou obrazovku.

Následoval ultrazvuk SAL-10A vyroben roku 1978. Byl navržen japonským inženýrem Kazuhirou Linumou a jeho součástí již byla lineární sonda, která dovolovala monitorování lidského těla jinak, oproti dosud konvenčním způsobům. Poměrně robustní přístroj byl později vytlačen daleko menším přenosným modelem SAL-20A.

Design těchto přístrojů byl v počátcích, jelikož byly dostupné jen některé druhy materiálů. Také barvy nejsou pro návrh rozhodující. Zejména konstrukce a uspořádání interních součástí určuje tvar většině přístrojů, které v tomto období vznikají.

Obr. 2.10. Ultrazvuk SAL-10A [10]

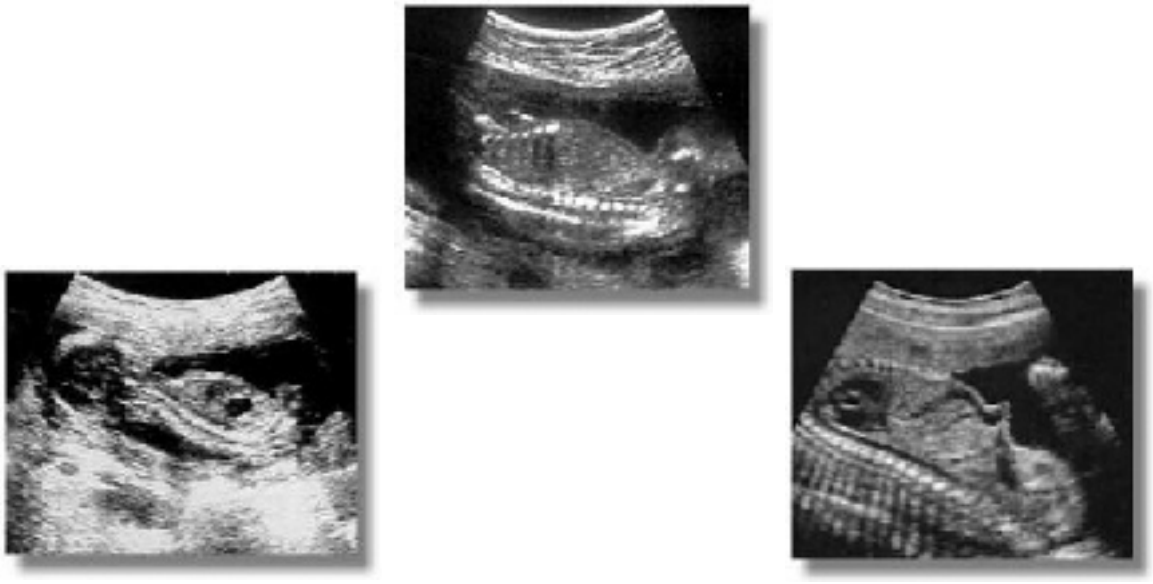
Obr. 2.11. Ultrazvuk SAL-20A, s lineární sondou (nahoře) [11]

Právě v 80. letech dochází u ultrazvuků k určitému posunu z hlediska designu. Přístroje již nejsou čistě konstrukční záležitostí, přesto jsou zatím možnosti stále omezené jak z hlediska zobrazení, použitelných technologií, tak materiálů.

Přístroj SDR1550**,** jeden z nejmladších ultrazvuků, které měly k dispozici transvaginální sondu (Obr.3.1.7), pochází z roku 1985. Začíná se již podobat počítači a dnešním přenosným sonografům.

Obr. 2.12. Ultrazvuk SDR1550 [12]

Ultrazvuková diagnostika je dnes k lékařským účelům využívána denně. Svoji oblibu si získala zejména v gynekologii a porodnictví, kde je pro dnešní budoucí maminky nepostradatelnou součástí nejen při diagnostice vývojových vad plodu, které je možné rozpoznat již v ranném stádiu těhotenství. Od počátku diagnostiky plodu pomocí sonografie došlo k značnému vývoji v zobrazení plodu. Zatímco v osmdesátých letech bylo možné potvrdit těhotenství zhruba v 18 týdnech těhotenství, dnes je to možné již v 6 týdnu.



Obr.2.13. Rozdíly v kvalitě zobrazení, r.1985, r.1990, r.1995 [13]

3.1. Technická analýza

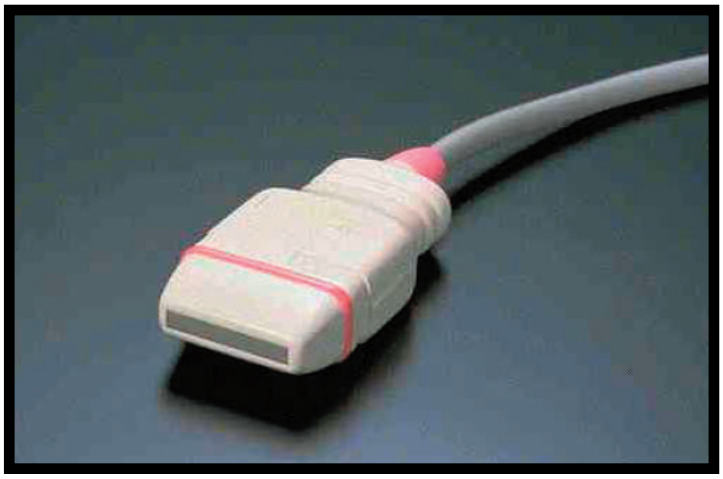
Každý orgán v lidském těle odráží jinak ultrazvukové vlnění. Podle doby, za kterou se vyslaný signál vrátí se vytvoří výsledný obraz. Převod na obraz je řízen počítačem, pomocí něhož je možno obraz ukládat a dodatečně s ním pracovat.

Vyšetřovací sondy

Jednou z nejdůležitějších částí ultrazvuku je sonda. Jejich použití se odvíjí od jejich tvaru. Základní druhy sond jsou lineární, sektorové a konvexní.

Lineární sonda

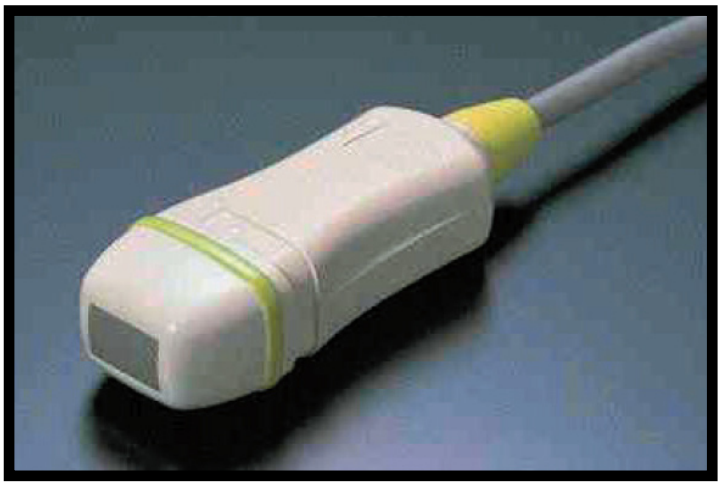
obsahuje v řadě uspořádané piezoelektrické krystaly, které jsou elektronicky buzeny. Obraz má obdelníkový tvar, který umožňuje vidět lépe tkáně položené blíže k sondě, než vzdálenější.



Obr.3.1. Lineární sonda [14]

Sektorová sonda

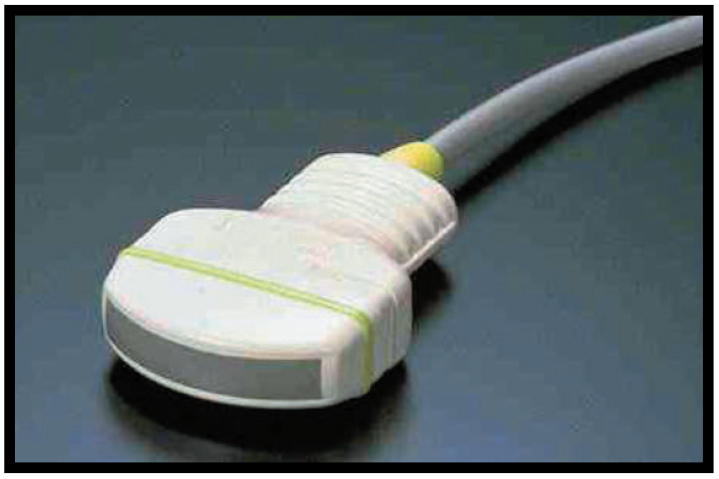
je vhodná pro zobrazení hlouboko položených tkání (15-20cm). Produkuje vějířovitý obraz, který se s hloubkou tkáně rozšiřuje. Byl používán mechanický kývavý pohyb jednoho nebo více měničů, pomocí níž je možné pořídit 15-60 snímků za sekundu při úhlu rozevření 90°. V současnosti je u sektorových sond použit elektronicky vychylovaný ultrazvukový svazek.



Obr.3.2. Sektorová sonda [14]

Konvexní sonda

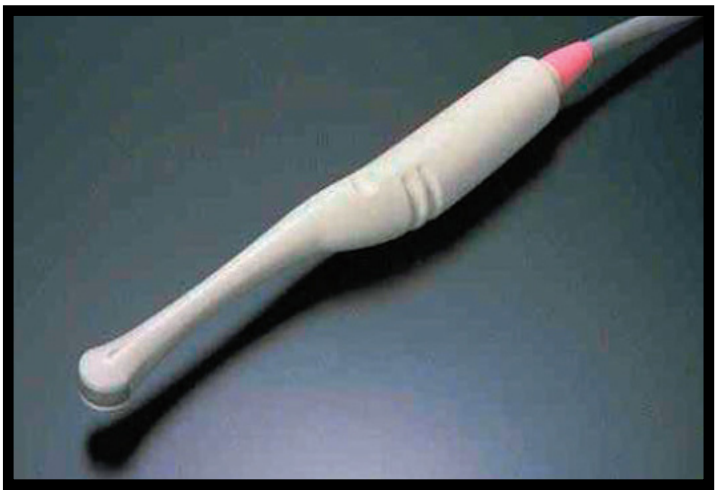
je kombinací sond lineární a sektorové. Má v řadě uspořádané piezoelektické krystaly jako sonda lineární a konvexní tvar s měniči, pomocí něhož lze docílit zobrazení jako u sektorové sondy. Obraz má tvar podobající se kávovému filtru. Výhodou této sondy je, že je možné zakřiveným tvarem stykové plochy a přitlačením odstranit nepříznivé vniknutí vzduchu mezi sondu a kůži pacienta.



Obr.3.3. Konvexní sonda [14]

Transvaginální/trasnrektální sonda

Slouží k bližšímu zobrazení orgánů ležících v blízkosti tělesných dutin. Transvaginální sondy se používají při vyšetření malé pánve, trasrektální při vyšetření prostaty.



Obr.3.4. Transvaginální/transrektální sonda [14]

Současné sondy využívají různých druhů generování vlny. Je to mechanický princip, elektromechanický, optický, termický, piezoelektrický.

Dodnes je piezoelektrický princip generování vlny použit při konstrukci všech sond. Piezoelektrický jev využívá přeměny obousměrné mechanické deformační energie na energii elektrickou a naopak. Současné přístroje umožňují změřit a zobrazit až 30 snímků za sekundu.

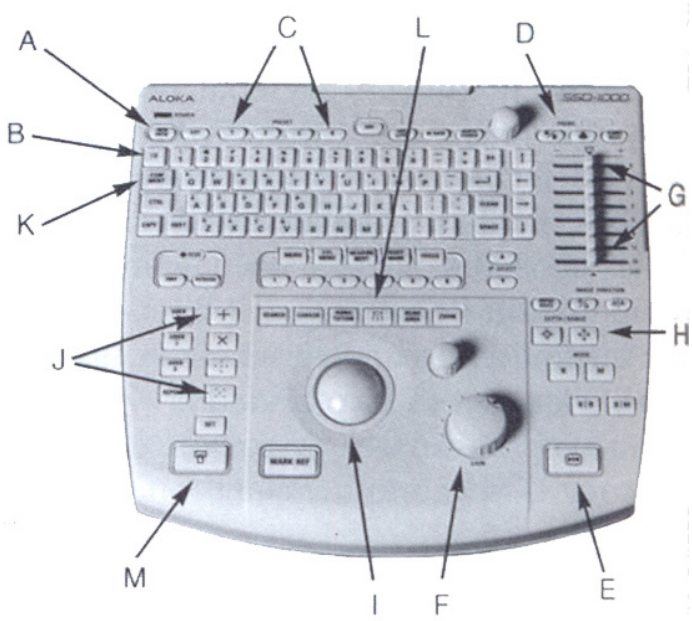
Čím větší je ultrazvuková frekvence, tím lepší je rozlišení na větší vzdálenosti.

Při vyslání ultrazvukové vlny se tělem pacienta šíří podélná tlaková vlna. Při setkání vlny s tělesnými orgány je část signálu pohlcena, část rozptýlena a část odražena. Po odražení slabšího ultrazvukového signálu je sondou znovu přijat a jsou vyhodnoceny akustické vlastnosti vyšetřovaných částí.

Ovládací panel

Každý ovládací panel je odlišný jak tvarově, tak i umístěním prvků. Jednou z nejdůležitějších součástí je kulový ovladač. Tento miltifunkční prvek usnadňuje práci při vyšetření. Dalším základním prvkem je klávesnice, pomocí níž se zadávají do systému údaje o pacientovi. Regulačními prvky je možné ovládat osvětlení obrazu. Jejich bližší fukce je popsána dále.

Kromě těchto prvků najdeme na panelu funkční klávesy, nejčastěji pro zvětšení obrazu, zmenšení, zmrazení, výměnu sondy, 2D, 3D obraz, a daší.

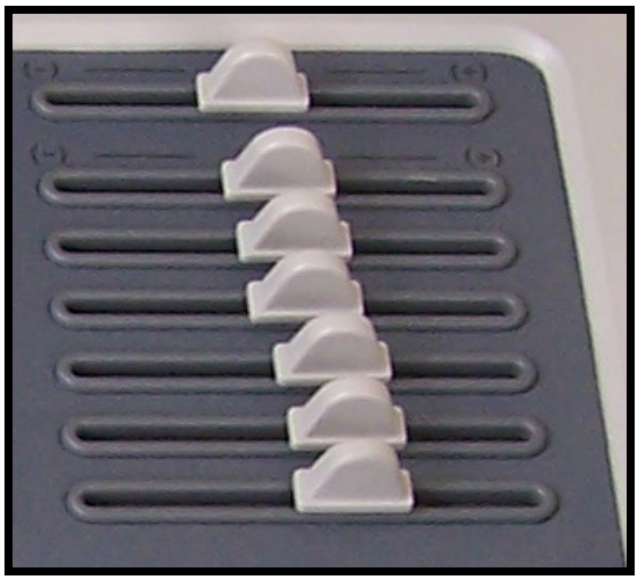


Obr. 3.5. Klávesnice ultrazvuku [15]

A	Změna pacienta
B	Zadání jména
C	Změna menu
D	Změna sondy
E	Zastavení obrazu (“Freeze”)
F	Celkové zesílení
G	Vyrovnání hloubky zesílení
H	Zvětšení/zmenšení (“Depth”)
I	Pohyb značek či měřících bodů (“Trackball”)
J	Měření
K	Popisky na obrázcích (“Comment”)
L	Bodymarker (kde byla sonda)
M	Obrazová dokumentace/tisk

Regulační prvky

Důležitou součástí přístroje je schopnost zesílení pomocí prvků TCG (time gain compensation). Bez ní by obraz blízký sondě byl přesvětlený a obraz vzdálenější tmavý. V některých případech jsou prvky TCG zabudovány uvnitř, většinou je ale třeba si obraz upravit pomocí regulačích prvků. Bývají umístěny na pravé straně ovládacího panelu, méně často na boku monitoru.



Obr. 3.6. Regulační prvky [16]

Kulový ovladač (trackball)

Tento prvek je používán pro více funkcí při práci s přístrojem. Lze se pomocí něho pohybovat po obrazovce, měnit velikost a polohu barevné oblasti a měnit nebo umísťovat značky na obrazovce. Při vyšetření se většinou ovládá levou rukou, proto je zapotřebí určitý cvik při jeho používání. Je jedním z nepostradatelných doplňků současných ovládacích panelů ultrazvuku.

Obr. 3.7. Kulový ovladač [17]

Držák sond

Je téměř nepostradatelnou součástí každého ultrazvuku. Přístroj je třeba občas přemístit, a proto je třeba vyřešit problém umístění sond při transportu, popřípadě jejich odložení během vyšetření. Nejsou však nutné u přenosných ultrazvuků, kde by spíše překážely. Existují i varianty sonogarfů, které mají k dispozici pouze lineární sondu, což může způsobit občas potíže při vyšetření. Nejvíce rozšířené jsou držáky pro tři sondy. Lékař tak má možnost si zvolit

Obr. 3.8. Držák sond [18]

hloubku snímání obrazu.

Monitor

Dominantní a zároveň nepostradatelnou součástí je obrazovka, na které jsou vidět všechny detaily, lze odměřovat vzálenosti a kontrolovat rozměry. Pokud je dostatečně veliká, je možné umístit na obrazovku více pohledů, nebo podrobně sledovat detaily.

K stejnému typu přístrojů je možné připojit druhou obrazovku a umístit ji vedle lůžka, nebo například na strop nad pacienta. Ten může po celou dobu při vyšetření sledovat situaci a mít přehled o postupu lékaře, popřípadě přímo konzultovat diagnózu.

Obr. 3.9. Monitor [19]

3.2. Produkce současných výrobců

Obr. 3.10. Ultrazvuk UF- 550XTD tellus [20]

Ultrazvuk je jednoduchý, přesto elegantní.

Dominantní části přístroje jsou jedny z hlavních částí. Je to monitor a klávesnice, což představuje důležitost těchto komponent. Monitor je mírně nadsazen, aby vyhovoval zornému poli lékaře.

Ovládací panel s klávesnicí je umístěn ve vodorovné rovině, jako u většiny podobných přístrojů. Mírně nakloněná rovina by pro práci s takovým typem přístroje byla vhodnější a pohodlnější, přesto není předepsána. Sondy umístěné na boku jsou po ruce vyšetřujícímu lékaři a nebudou překážet.

Zdrojová jednotka uprostřed je poměrně malá a v její pomyslné stabilitě jí podporuje širší podvozek.

Chybí zde odkládací prostor na různé nezbytné maličkosti při vyšetření. Barevně je přístroj dobře sladěn.

Obr.3.11. Ultrazvuk BTL-8650 [21]

Z celkového pohledu působí tento ultrazvuk nekompaktně. Prostor mezi klávesnicí a tělem přístroje by mohl být využit lépe proto, aby samotná pohonná jednotka nemusela být tak široká a zabírat tolik místa. Přemisťování není usnadněno, nejsou zde madla pro snadnější manipulaci.

Celkově moderně uspořádaný přístroj působí na první pohled lehce. Celému přístroji dominuje ovládací panel s držáky sond po stranách, které mohou při ovládání přístroje v některých případech lékaři překážet. Více místa na ruce okolo ovládacích prvků bude pozitivně působit při práci a sloužit jako opěrný bod. Kulový ovladač by měl být větší, je totiž jednou z nejdůležitějších částí panelu a tedy by mu měl dominovat. Barevné rozlišení tlačítek a knoflíků zjednoduší orientaci na panelu a vyzdvihne nejčastěji používané prvky. Tvarování panelu působí dynamicky a pohodlně, přesto mírně robustně.

Velkou výhodou monitoru je možnost nastavitelnosti ve vertikální i horizontální rovině. Přední kola umístěna na podvozku se jakoby oddělují od samotného přístroje.

Barevnost je vyvážená, volila bych světlejší odstín modré barvy.

Obr.3.12. Ultrazvuk BTL-DC 6 [22]

Přístroj působí robustně a těžce. Obrazovka je upevněna pomocí kloubového mechanismu, který může být využit pro jednodušší náhled pacientů na ni, přesto dodává dojem, jako by s tímto přístrojem příliš nesouvisela. Oproti tomu ovládací panel vypadá uspořádaně a přehledně. Kulový ovladač je dobře dostupný a panel poskytuje dostatek místa pro opření rukou při manipulaci s přístrojem. Součástí panelu jsou držáky sond umístěné na pravé straně, jejich poloha je logická a současně i praktická vzhledem k předpokládanému umístění lůžka pacienta. Chybí zde sebemenší úložný prostor pro různé maličkosti nebo pomůcky při vyšetření.

Madlo na zadní straně ultrazvuku je velice praktickým prvkem pro pohodlné přemisťování, který by neměl chybět na žádném podobném přístroji.

Spodní část ultrazvuku je možná až příliš robustní záležitostí z celkového pohledu tvoří hlavní část přístroje, ovšem předsunutím panelu s obrazovkou se schovává za ovládací prvky. Toto předsunutí zároveň tvoří přístroj více prostorově závislý.

Chybí zde více dynamičnosti a lehkosti, hlavně ve spodní části. Stejně tak i barevné provedení je příliš jednoduché. Více poutavých prvků by přispělo ke přátelštějšímu vzhledu.

Obr.3.13. Ultrazvuk Sonoace X4 [23]

Mohutný přístroj budící na první pohled respekt je ve skutečnosti v celku povedeným kouskem z dílny designérů. Jedná se o přístroj japonských distributorů.

Ovládací panel (Obr.4.7.) je vyřešen poměrně přehledně a jejich barevné odlišení přispívá k lepší orientaci. Madlo v přední části je vhodným prvkem pro otáčení v horizontální rovině. Lékař má tak mnoho místa pro ovládání kulového ovladače, aniž by při tom zavadil o jiná tlačítka nebo páčky.

Držák sond je umístěn z boku a zároveň mírně vzadu, nemůže tak překážet při vyšetřeních.

Zdrojová jednotka je dynamicky tvarovaná a tomu také odpovídá její barevné řešení. V její zadní části vyčnívající madlo se zdá méně zapracované do celkového vzhledu.

Podvozek je široký jako ovládací panel, což posiluje jeho stabilitu a zároveň skladnost.

Obr.3.14. Ultrazvuk Sonoace X4 [23]

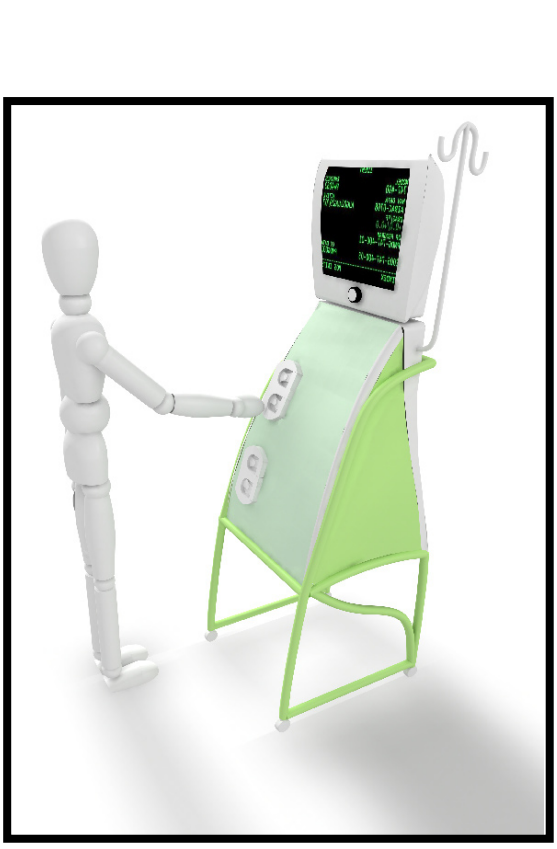
Tvarové řešení vychází z předchozích návrhů a částečně je inspirováno předdiplomním projektem, kde jsem řešila design dialýzy. Jednoduché tvarování a promyšlené křivky dodávají přístroji lehký svěží vzhled. Barevnost nesmí být příliš výrazná, aby příjemně působila na psychiku pacienta. Pastelové barvy jsou základním předpokladem pro přístroj patřící do lékařského prostředí.
Dialýza je přístroj podobající se ultrazvuku nejen uspořádáním svých ovládacích prvků a umístěním monitoru, proto byl vybrán jako koncept pro projekt, na který lze diplomovou práci navázat a vycházet z ní.

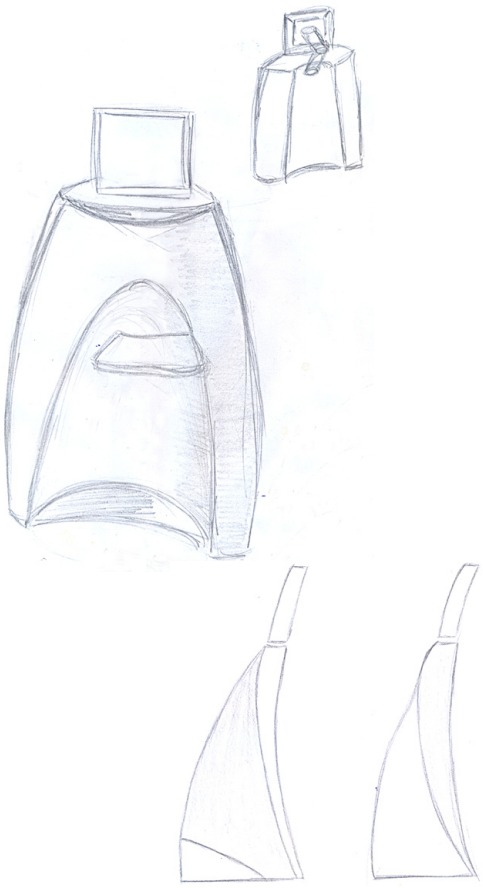
Dnes se produkce lékařského zařízení liší podle výrobce. Každý si udržuje svůj standard, kvalitu, barevnost a navazuje na předchozí modely. Přístroje pracují se zabudovaným počítačem, proto návrh není příliš limitován požadavky na výsledný tvar.

Při každém novém projektu je třeba se zamyslet nad funkcí navrhovaného objektu a nad místem, kde bude toto zařízení používáno. U ultrazvuku je potřeba se zpočátku se zamyslet nad celkovým tvarem celého přístroje a až poté ho začít doplňovat o dílčí součásti a příslušenství.

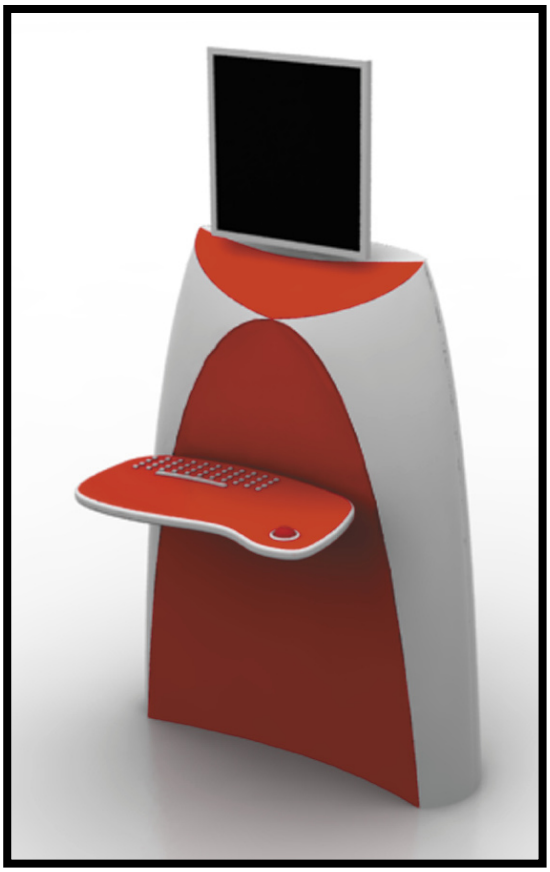
4.1. Variantní studie designu

Po počáteční fázi skicování byla vybrána jedna varianta, která nejvíce odpovídala požadavkům a byla dále rozvíjena. V této části se postupně začalo s vývojem vzhledu a hledáním odpovídajících křivek, které by tento přístroj vystihly.





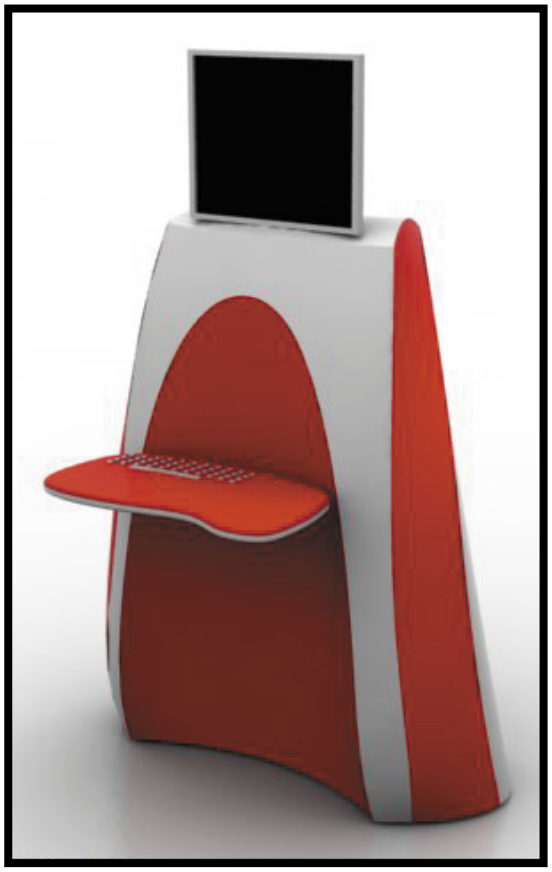
Obr. 4.1. Dialýza, skici



Varianta č.1

Varianta č.2

Varianta č.3



Varianta č.4

Obr. 4.2. Tvarové varianty

Varianta č.1

Variantní studie tvaru přístroje je řešena jednoduše. Křivky horní plochy a spodní červené plochy na sebe navazují a tak dodávají celé přední části netradiční vzhled. Přesto by neměly na sebe tak úzce navazovat. Přístroj je z boku opticky úzký a proto působí lehce. Takto tvarované ostré hrany horní plochy mohou omezit výhled pacienta na monitor během vyšetření.

Varianta č.2

Celkově robustní ultrazvuk je stabilní, přesto působí dojmem, jako by padal dopředu. Přední plocha pro upevnění klávesnice je úzká a oproti horní ploše opticky malá. Horní část je příliš široká a mohla by bránit výhledu pacienta na monitor. Hodně upoutává pozornost a je celkově nevyužitou částí přístroje, proto není důvod pro to dělat ji tak mohutnou. V praxi by tento přístroj mohl překážet při práci, nebo by mohl být problém s transportem.

Varianta č.3

Její přední zakulacená plocha je pozitivně působícím prvkem a celou kompozici zjemňuje. Navazující horní plocha je příliš vysoko v těsné blízkosti obrazovky a tak by mohla překážet při pohybu monitoru směrem k lékaři, stejně jako ostré hrany na bocích této plochy. Přesto barevný cíp jdoucí dozadu přístroje ho opticky zužuje.

Varianta č.4

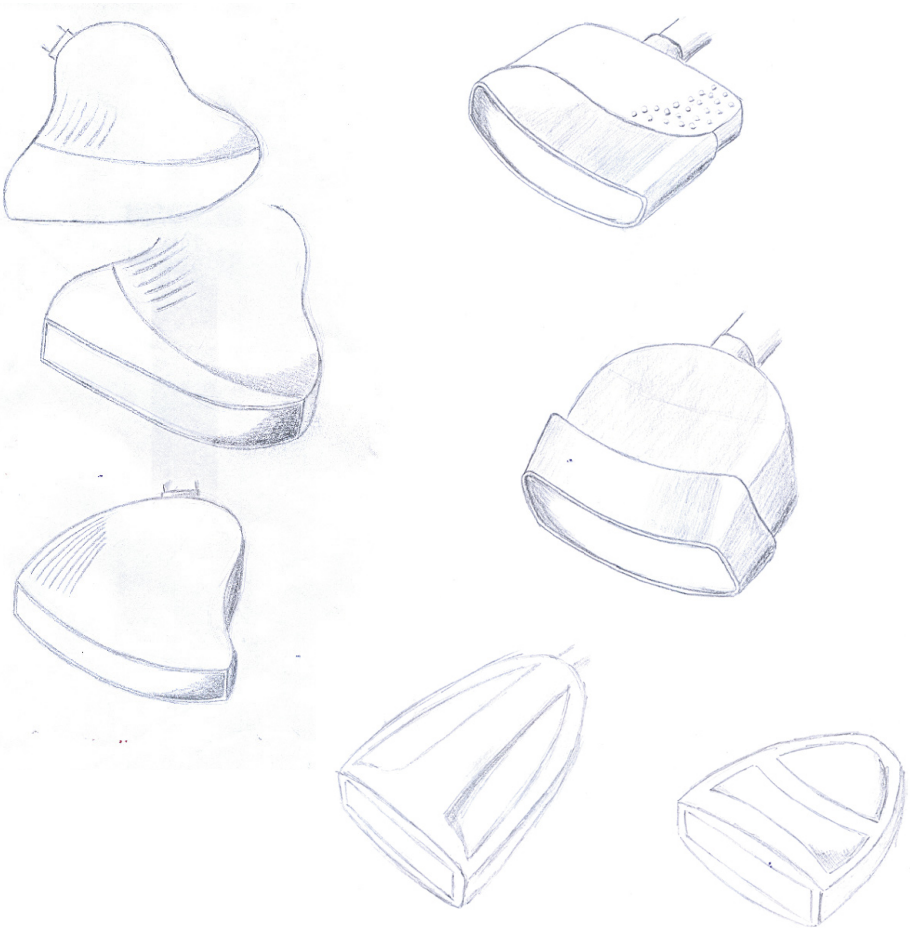
Je na první pohled zcela odlišnou variantou. Plocha vymezená oběmi červenými plochami dělá přístroj zajímavým, i když je robustní. Zároveň pohyb monitoru může být omezen přechodem horní a přední plochy nebo širokými boky ultrazvuku. Veliká podstava zaručuje dobrou stabilitu ultrazvuku, přesto není v lékařském prostředí a pro práci lékaře příliš vhodná. Je třeba mít prostor pro pohyb nohou a možnost změnit jejich polohu nebo se natočit na bok přístroje.

Konečné řešení

Všechny tyto tvarové studie vycházejí z jedné základní skici a byly dále postupně upravovány. Po konzultaci se ukázala jako nejvhodnější varianta číslo 1, která ze všech působí nejméně robustním dojmem a je kompaktní. Její jednoduché křivky byly upravovány a přidány byly také další nejčastěji používané prvky. Z počátku klávesnice, její ovládací prvky, podstavec monitoru a sondy, které jsou navrženy ve stylu celého přístroje.

4.1.1. Design sond

Odvíjí se od celkového vzhledu přístroje. Bylo třeba najít tvar, který by byl stylově podobný uspořádání a barevnosti zvolené varianty. Sondy jsou specifickou součástí ultrazvuku a jejich funkce je poměrně složitá. Při vývoji takovéhoto druhu sond v praxi by se funkčnost měla konzultovat s technologem. Je možné, že za několik let bude běžné používat sondy bezdrátové, ovšem dnes není k dispozici technologie, která by přenesla snímaný obraz bez kabelů.

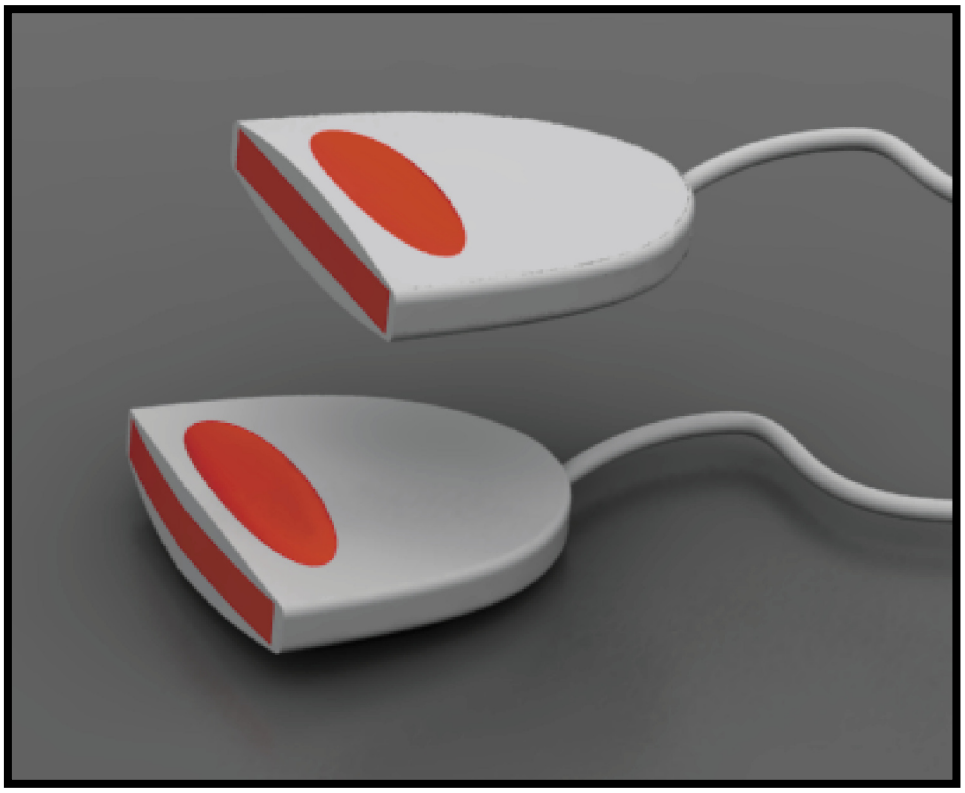


Obr. 4.3. Skici

Výsledný tvar sond je jednoduchý. Při jejich navrhování byl kladen důraz na pohodlné držení, proto jsou z profilu vypouklé a uživatel má možnost uchopit tento prvek v místě, které mu bude vyhovovat.

Přední část je upravena, červený prolis slouží pro lepší držení, umožňuje zaklesnutí konečků prstů.

Běžnou součástí vybavení přístroje jsou také transvaginální sondy pro vyšetření orgánů v blízkosti tělních otvorů. Pokud bych chtěla řešit design těchto sond, musela bych podrobně znát anatomii těla a vývoj tvaru by byl složitý. Proto by bylo zbytečné v tak krátkém čase experimentovat s tvarováním této sondy.



Obr. 4.4. Lineární (nahoře) a sektorová sonda (dole)

4.1.2. Design klávesnice

Je odvozený od designu celého přístroje a jeho křivky reagují na tvar přední části ultrazvuku. Nalevo je vidět umístění membránové klávesnice, pomocí níž lze zaznamenat základní informace o pacientovi. Kroužek okolo tlačítka „Freeze“ je dotykový a ovládá se pouhým krouživým pohybem prstu po jeho obvodu. Slouží k celkovému zesílení obrazu.
Tlačítko „Freeze“ je možné zmáčknout pokud je třeba rychle zastavit obraz. Protože je umístěn ve středu dotykového kroužku pro zesílení, je tak možné rychle reagovat na měnící se snímky a zastavit tak pohyb obrazu s malým zpožděním.

Obr. 4.5. Klávesnice

4.2. Barevné a grafické řešení

Je vědecky dokázáno, že barvy mají vliv na lidskou psychiku. Zvolená barvená kombinace by měla působit na pacienta pozitivně a navozovat příjemný pocit. Pomocí barev se dá i léčit, ovlivňují celou řadu emocí. Pokud se podíváme podrobněji, jak která barva působí na vnímání člověka, jsme schopni říci, které barvy budou vhodné, které mohou člověka uklidnit a které naopak rozrušit. Pastelové barvy povzbuzují k aktivitě. Dělí se na teplé a studené. Mezi teplé barvy se řadí červená, žlutá, hnědá nebo oranžová, způsobují pocit tepla a zvyšují energii.

Žlutá

Působí pozitivně, vesele a dodává pocit vnitřní harmonie, podporuje aktivitu, paměť a čich. Tato barva připomíná slunce, proto povzbuzuje, dodává pocit světla a tepla (až o dva stupně vyšší od skutečnosti).

Modrá

Je symbolem oblohy, uklidňuje a uvolňuje, navozuje pohodu. Dává pocit důvěry, relaxace, odpočinku a ničím nerušeného spánku.

Oranžová

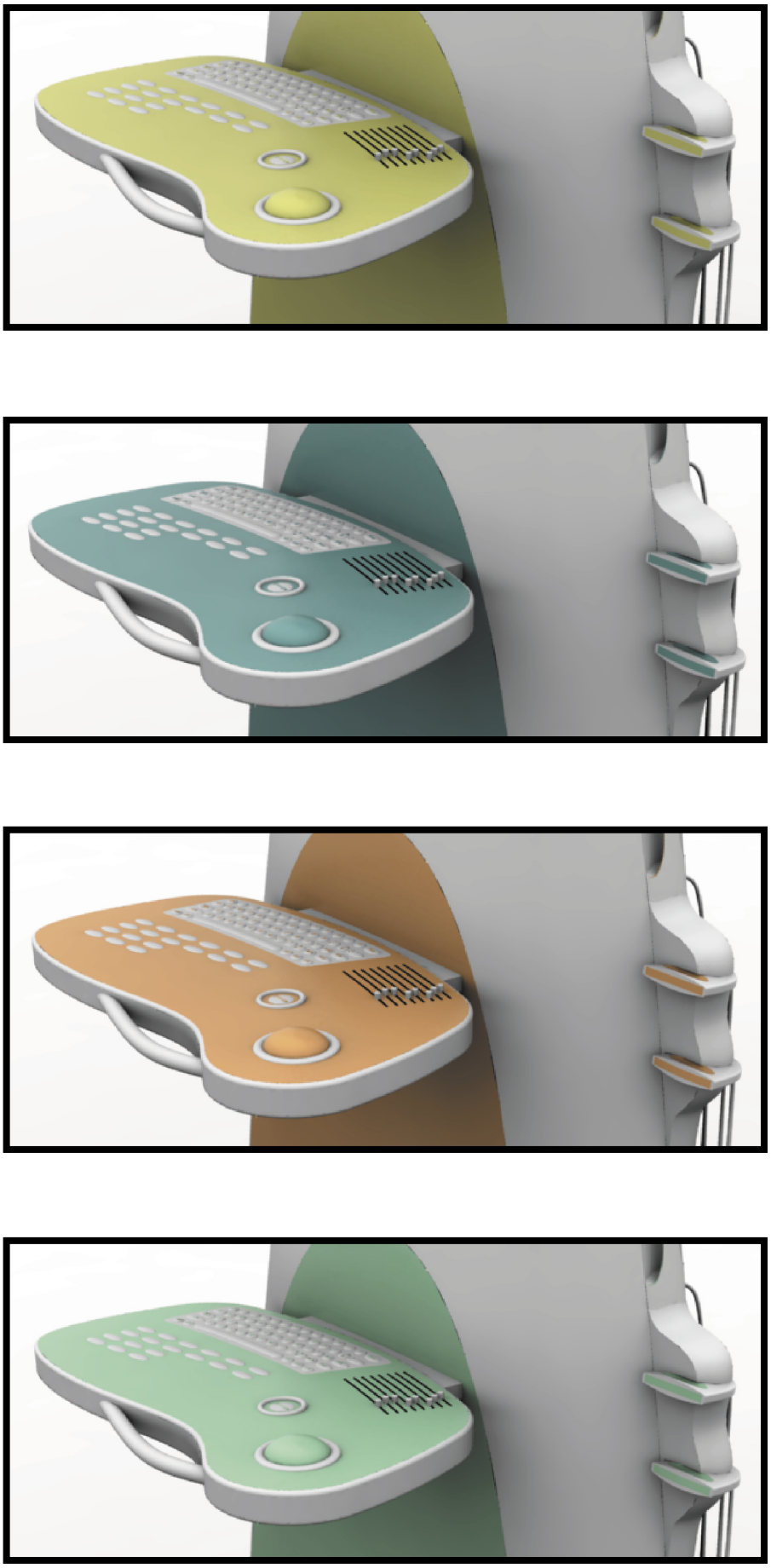
Jedna z teplých barev, je veselá. V kombinaci s černou budí pocit napětí a vzrušení. Je barvou spíše slavnostní, protože připomíná zlato.

Zelená

Zelená je uklidňující barvou, redukuje napětí, uklidňuje nervovou soustavu, působí pozitivně na srdce. S touto barvou se člověk cítí příjemně, snižuje pocit únavy. Jistota, vyváženost a lepší soustředěnost jí charakterizují.

Zvolená varianta

Barevná varianta je pro náš případ nejlepší modrá. Splňuje požadavky uklidnění pacienta při vyšetření, zároveň je stejnou barvou oblečení dnešního personálu nemocnic. Navozuje pocit pohody a odpočinku.



Obr. 4.6. Barevné varianty

Ergonomie je obor zkoumající vztah člověka ke strojům a prostředí. Náročnější zaměstnání, která jsou monotónní, vyžadují stále stejné pohyby člověka po dlouhé hodiny, musí být lépe sledovány. Důvodem jsou zdravotní potíže obsluhujícího člověka, a proto je ergonomie tolik důležitým prvkem ve vývoji nových přístrojů nebo jiných v dnešní době nepostradatelných pomocníků.

„5.1. Pracoviště s monitorem

(směrnice odpovídající ergonomickým směrnicím dle EU)

- světelné paprsky neobsahují UV záření
- neodrážející obrazovka
- nejvyšší bod monitoru pod úrovní oka
- 90 úhel mezi monitorem a okem
- naklonění monitoru 10 - 25
- výška pracovní plochy 68 - 82 cm
- vzdálenost obrazovky 60cm nebo více
- mírně nakloněný sed
- dobře podepřené sedadlo
- tiskárna max. 55 dB.
- sklon pracovní plochy je nejvhodnější kolem 160°, ale není předepsán
- výška stolu bez možnosti nastavení 720 mm
- nastavení výšky je doporučeno, ne předepsáno.

Je zapotřebí brát v úvahu také rozměry těla a pohyby, dosahy a horních a dolních končetin.“ [2]

„5.2. Výhody pracovních poloh sedu a stoje

Výhody sedu

- Menší energetická namáhavost
- Jemnější a přesnější pohyby
- Odlehčení nohou
- Větší soustředění
- Při mikropauzách odpočinek

Výhody stoje

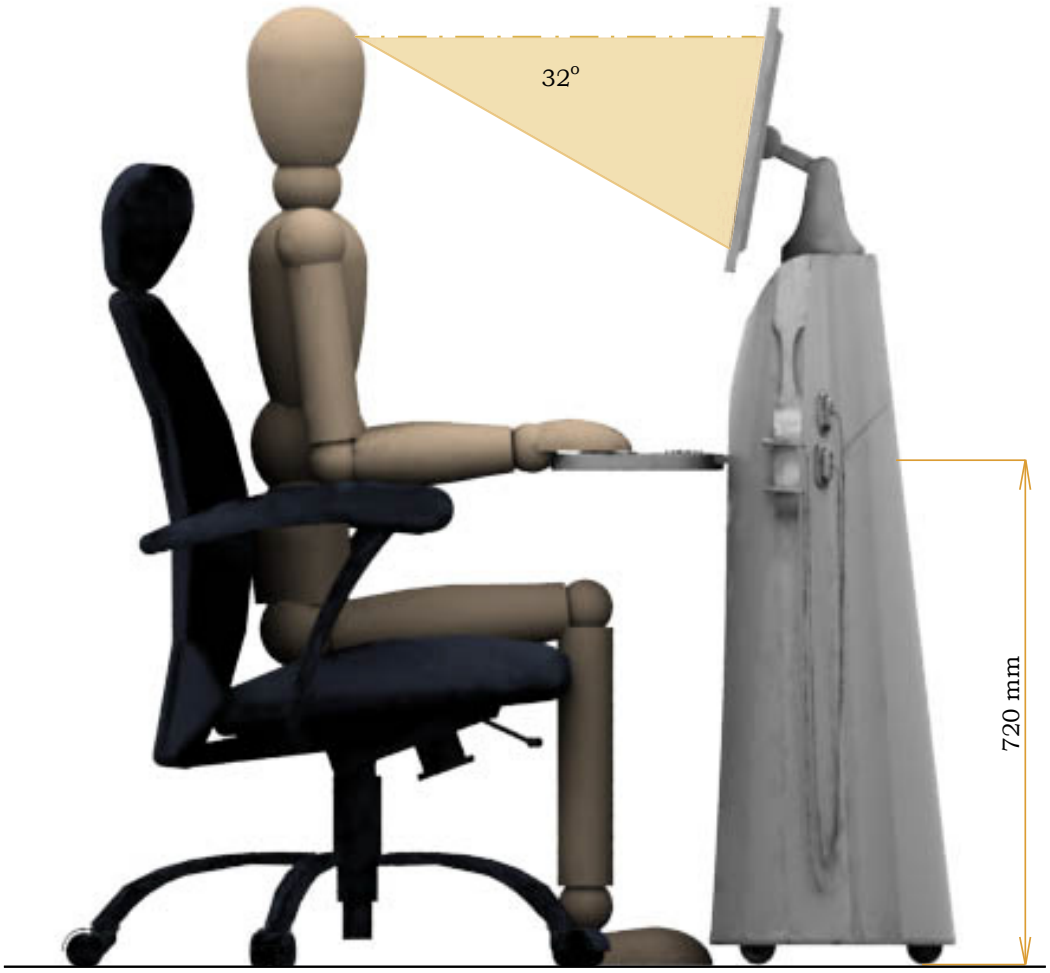
- Možnost střídáni poloh
- Větší dosah končetin
- Větší bdělost
- Možnost rychlého úniku
- Možnost střídání pracovišť „ [1]

5.3. Vlastní řešení

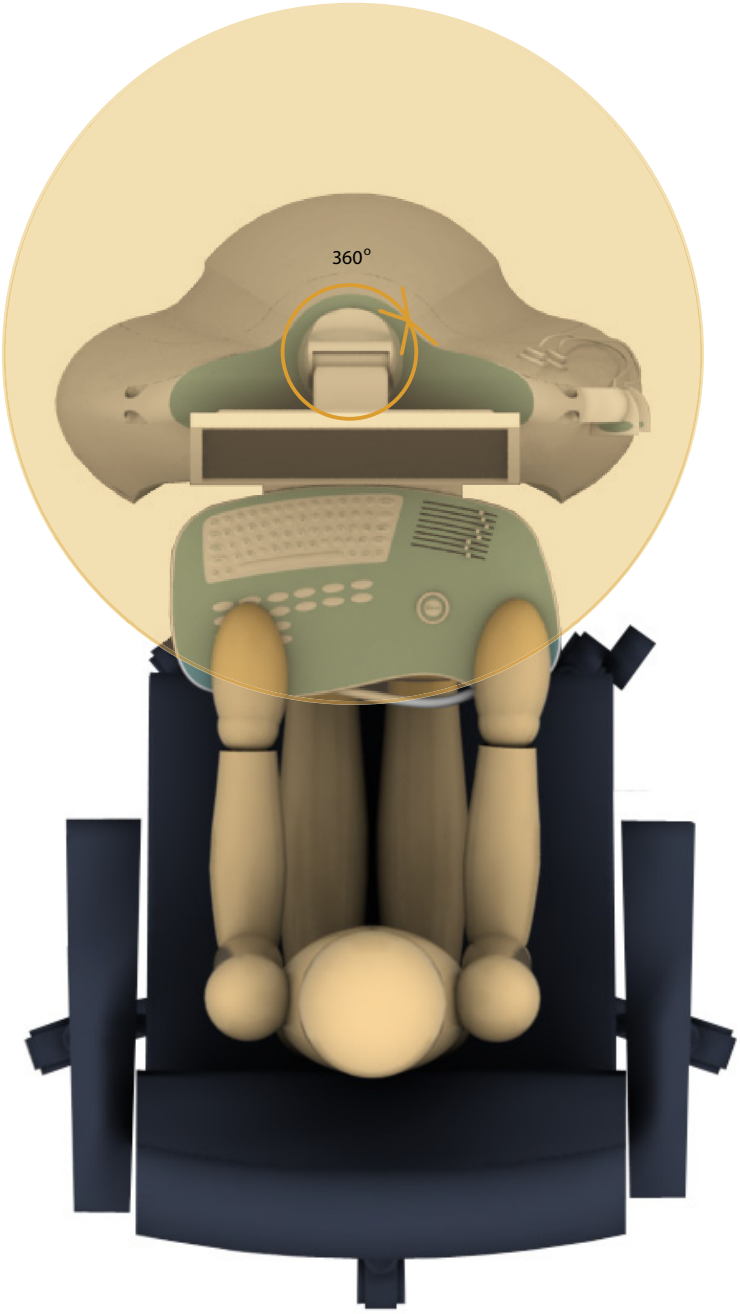
Směrnice definují, že nejvyšší bod monitoru má být pod úrovní oka, v jiných publikacích můžeme najít, že oko má být v rovině s tímto bodem, nebo dokonce vodorovně s polovinou pracovní plochy.

V našem případě je monitor flexibilní v pohybu a rotaci, proto by neměl být problém si obrazovku nastavit do úhlu, který bude každému vyhovovat.

Výška pracovní plochy je dodržena ve výšce 720 mm, což odpovídá směrnicím. Při práci s přístrojem také záleží na tom, jakou bude mít lékař k dispozici židli. Pokud bude výškově nastavitelná, může si upravovat výšku sezení a naklonění sedáku podle potřeby, což také přispívá k pohodlnějšímu ovládání přístroje. Záda by měla být stále podepřená, aby nedocházelo k borcení a stáčení páteře .

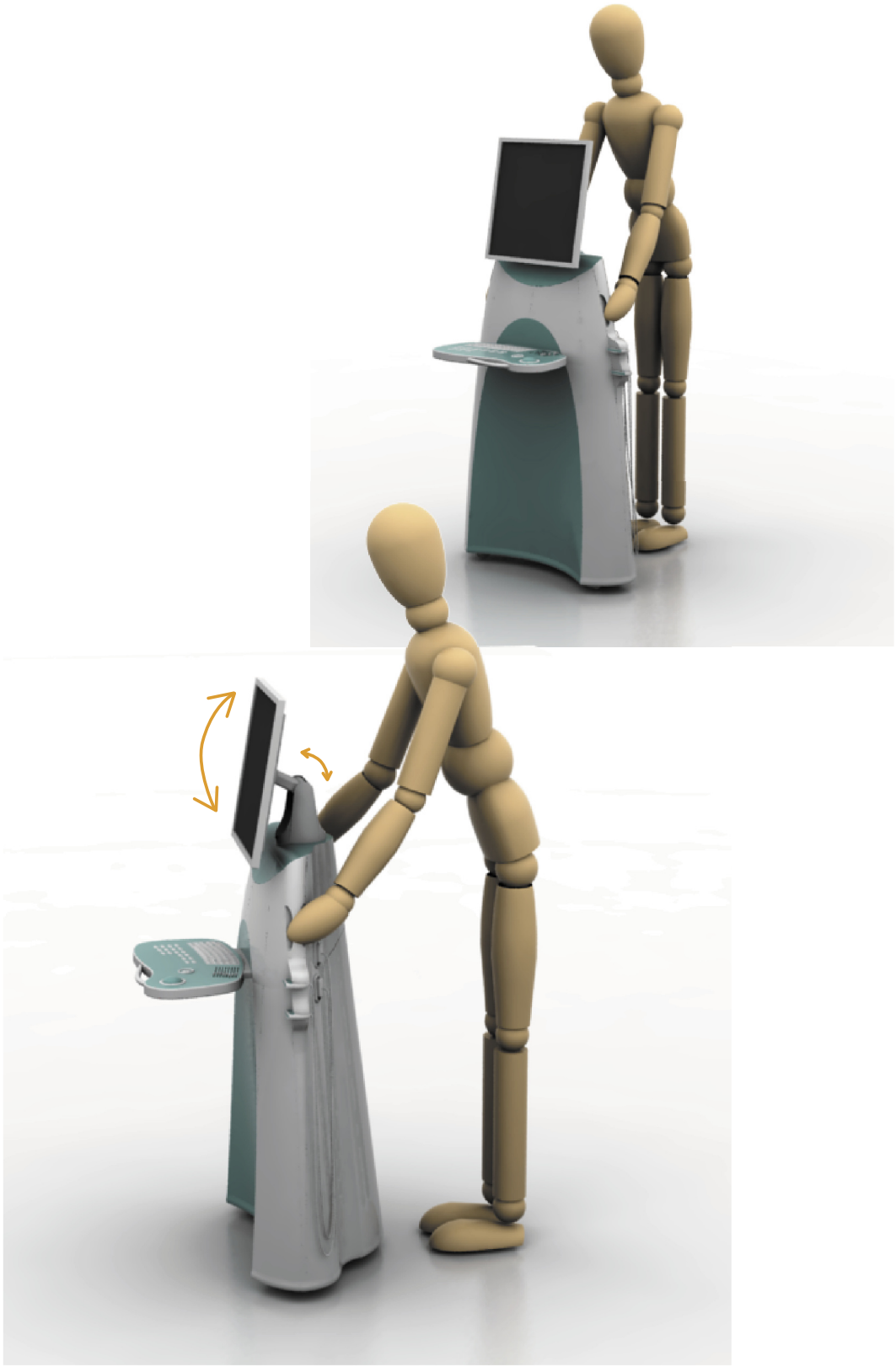


Obr. 5.1. Zorné pole



Obr. 5.2. Pohled shora

Poskytuje možnost usednutí na bok přístroje pro pohodlné použití sond, nebo ovládání trackballu. Natočením obrazovky o 360° lze dosáhnout velkou variabilitu při vyšetření.



Obr. 5.3. Manipulace s přístrojem

Madla jsou umístěna na boku tak, aby bylo pohodlné je uchopit a jejich výška odpovídá 800 mm. Tato výška madel je běžná u klasického invalidního vozíku. I když není předpokládáno časté přemisťování přístroje, je nutné myslet i na pohodlné přemístění přístroje a na zdravotní aspekty.
Monitor lze naklánět a výškově nastavovat pomocí dvou klobů.

Je založeno na funkčních částech přístroje a na způsobu použití, funkčních prvků.

6.1. Demontáž zadního krytu

Snadno odnímatelný kryt připevněný šrouby je lehce demontovatelný. Uvnitř je vidět zdrojová část tvořená počítačovou jednotkou.

Pokud by nebylo dostatek místa pro servis přístroje, je možné odejmout i střední kryt, jak je vidět na obrázku č. 6.2.

Obr. 6.1. Demontáž krytu

Sondy přístroje jsou odnímatatelné a je možné je odpojit například pokud bude potřeba odmontovat střední kryt. Toto je důležité, pokud bude nutné opravit konektory pro připojení sond, nebo při montáži (demontáži) obrazovky. Uvnitř přístroje je prostor pro počítačovou jednotku, jak je vidět na obrázku. Volný prostor pro počítač je 150mm x 390mm x 250mm

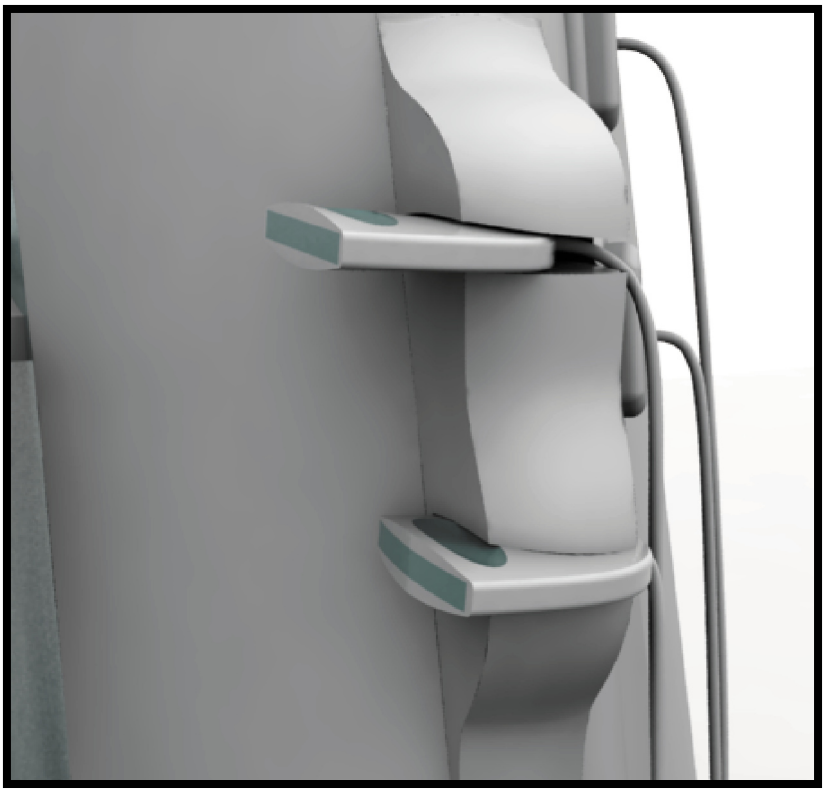
Obr. 6.2. Jednotlivé díly ultrazvuku

6.2. Držák sond

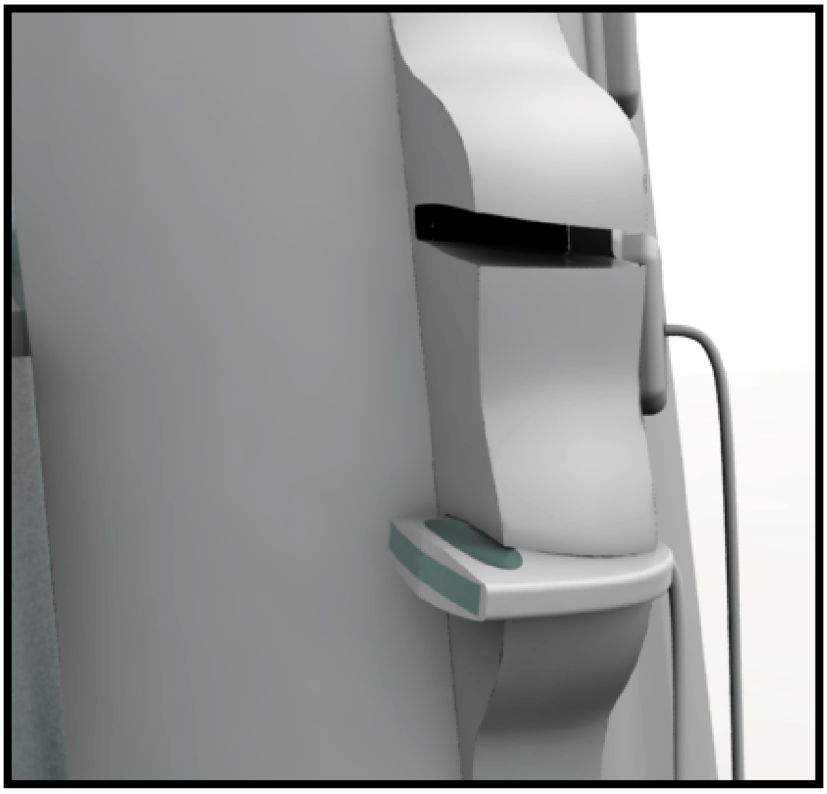
Odnímání sond je jednoduché a účinné. Jejich tvar zaručuje bezpečné uložení v držáku. Zároveň je zabezpečeno vypadnutí nebo vytrhnutí sondy například zachycení šňůry při přemisťování. Otvory jsou mírně nakloněny tak, aby nedocházelo k samovolnému vyndání sondy z pouzdra během transportu.

Obr. 6.3. Sondy1

Obr. 6.4. Sondy2



Obr. 6.5. Sondy2



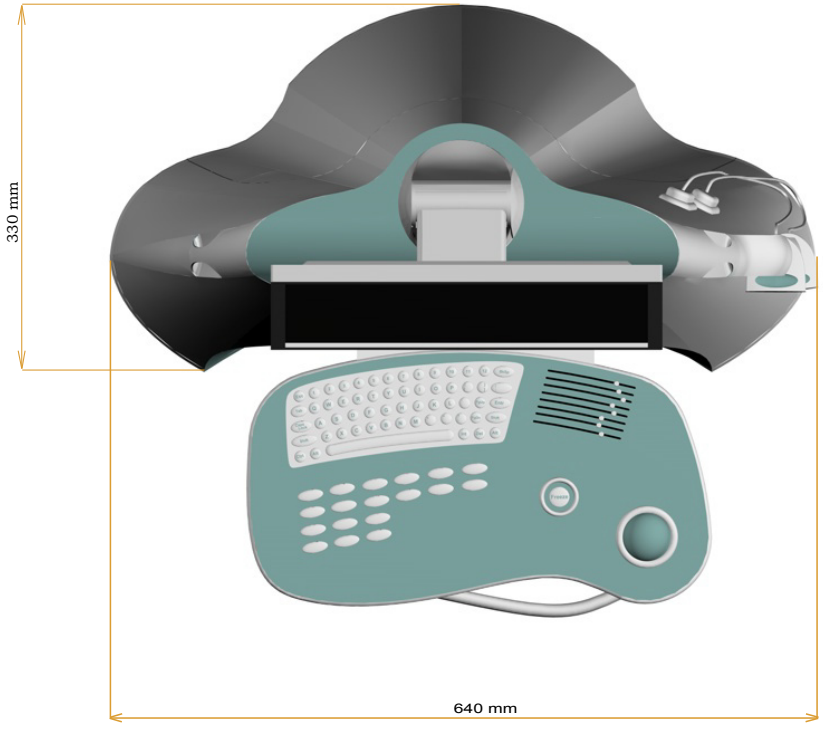
Obr. 6.6. Sondy3

Rozbor technické, ergonomické, psychologické, estetické, ekonomické a sociální funkce designérského návrhu.

7.1. Technická část

Celkově malé rozměry přístroje umožňují umístit ultrazvuk téměř kamkoliv, je skladný a zároveň mobilní. Konektory sond jsou umístěny na boku přístroje. Pokud by byly umístěny na nejvyšší ploše zadního krytu, mohlo by dojít k ohnutí a poškození přívodního kabelu.

Celý přístroj je pohybově flexibilní, což umožňují tři klasická otočná kolečka napůl zapuštěná do podlahy.



Obr. 7.1. Základní rozměry

7.2. Ergonomická funkce

Usnadňuje obsluze manipulaci s ovládacími prvky přístroje. Ovládací prvky jsou navrženy tak, aby bylo použití co nejpohodlnější. Obsluha má možnost při vyšetření komunikovat s pacientem a zároveň konzultovat nález na monitoru.

7.3. Psychologická funkce

Psychologie barev již byla popsána v ergonomii. Jejich výběr byl závislý na pocitech člověka a na jeho vnímání jednotlivých barev.

7.4. Estetická funkce

Nové netradiční pojetí je určeno do současného moderního prostředí, pro doplnění a osvěžení „ Interiéru“. Tvarové zpracování je řešeno pomocí jednoduchých křivek, které mají pacienta pozitivně ovlivňovat a tak navozovat příjemnou atmosféru při vyšetření.

7.5. Ekonomická funkce

Je nezbytné zajistit, aby byl přístroj cenově dostupný, a nebyl tak dosažitelný pouze pro soukromé ordinace. Je předpoklad pro malosériovou výrobu, řádově desítek kusů ročně. Technologie, která v tomto případě připadá v úvahu je vakuové lisování, což je závislé na dohodě s technologem.

7.6. Sociální funkce

Přístroj je určen pro běžný provoz v lékařských ordinacích a nemocnicích. Je předpokládáno každodenní použití.

8. Závěr

Práce splňuje počáteční požadavky inovativního vzhledu přístroje pro současné zdravotnické zařízení. Svým barevným řešením působí jako pozitivně motivující prvek v interiéru, také pro pacienty a z hlediska psychologie je zvolená barevná varianta vyhovující.

Oproti současným výrobcům lékařských přístrojů je ultrazvuk nenáročný na místo, proto je možné umístit ho i do místnosti, která není příliš veliká.

U návrhu madel pro přemístění přístroje byl kladen důraz na pohodlné držení a snadnou manipulaci. Jsou umístěna ve výšce rukojetí invalidního vozíku, což je pro bezproblémový trasnport ideální výška . Držáky pro sondy se podařilo integrovat do tvaru ultrazvuku a tak tvoří zajímavý prvek celého konceptu a celkově ho oživuje.

Podle mého názoru se podařilo skloubit všechny důležité aspekty pro vznik nového přístroje pro zdravotnictví.

9. Použitá literatura

URL: <http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.msnucleus.org/membership/html/jh/earth/oceanography/images/sonar2.jpg&imgrefurl=http://msnucleus.org/membership/html/jh/earth/oceanography/lesson2/oceanography2b.html&h=221&w=345&sz=11&hl=cs&start=4&um=1&tbnid=u72HQwlM-PX4JzM:&tbnh=77&tbnw=120&prev=/images%3Fq%3Dsonar%2Bwar%26um%3D1%26hl%3Dcs%26client%3Dfirefox-a%26rls%3Dorg.mozilla:cs:official%26sa%3DN>

URL: <http://www.ob-ultrasound.net/posakony_life.html>

URL: <http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.ob-ultrasound.net/project/aloka_ssd-12.jpg&imgrefurl=http://www.ob-ultrasound.net/japan_ultrasonics.html&h=215&w=237&sz=18&hl=cs&start=3&um=1&tbnid=nKQbnasN1P35yM:&tbnh=99&tbnw=109&prev=/images%3Fq%3Dultrasound%2Bwater%2Bbag%26ndsp%3D20%26um%3D1%26hl%3Dcs%26client%3Dfirefox-a%26rls%3Dorg.mozilla:cs:official%26sa%3DN>

URL: < http://exfyz.upol.cz/didaktika/oprlz/fyz_ve_zdrav.pdf>

URL: <http://www.zdravcentra.sk/cps/rde/xbcr/zcsk/3._Ultrazvukovy_diagnosticky_pristroj.pdf>

URL: <http://www.adekor.cz/vzt01.html>

URL: <http://www.nabytek-homemarket.cz/ib/pouzivana-technika-a-ergonomie-sezeni/>

URL: <http://duchovno.doktorka.cz/kouzlo-barev/>

URL: <http://www.zbynekmlcoch.cz/info/zdravotnicke/barvy_a_psychika_jak_pusobi_barvy_na_cloveka.html>

10. Citace

[1] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*, 2005, Praha, Vydavatelství ČVUT, 2005. 173 s. IBSN 80-01-02301-X

[2] URL <http://www.ergonomicke-kancelare.cz/ergonomie-bezpecnost> [cit. 2007-11-18]

11. Seznam obrázků

[1] http://exfyz.upol.cz/didaktika/oprlz/fyz_ve_zdrav.pdf [2007-11-14]

[2] *Snímek vlevo*: http://www.mritutor.org/mriteach/8300/ct1.jpg
Snímek uprostřed: http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/obr/k48.gif
Snímek vpravo: http://www.gsi.de/portrait/Broschueren/Therapie/roentgen.jpg [2008-04-15]

[3] http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_09/09_27_Zilavy/image002.jpg&imgrefurl=http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_09/09_27_Zilavy.html&h=253&w=340&sz=11&hl=cs&start=4&um=1&tbnid=a1H5QHQOTX-oYM:&tbnh=89&tbnw=119&prev=/images%3Fq%3Dpiezoelektrick%25C3%25BD%2Bmenic%26svnum%3D10%26um%3D1%26hl%3Dcs%26rlz%3D1T4SKPB_enCZ244CZ245 [2007-10-31]

[4] http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.msnucleus.org/membership/html/jh/earth/oceanography/images/sonar2.jpg&imgrefurl=http://msnucleus.org/membership/html/jh/earth/oceanography/lesson2/oceanography2b.html&h=221&w=345&sz=11&hl=cs&start=4&um=1&tbnid=u72HQwlMPX4JzM:&tbnh=77&tbnw=120&prev=/images%3Fq%3Dsonar%2Bwar%26um%3D1%26hl%3Dcs%26client%3Dfirefox-a%26rls%3Dorg.mozilla:cs:official%26sa%3DN [2008-04-01]

[5] http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.ingenious.org.uk/media/4.0_SAC/webimages/1031/7/10317352_1.jpg&imgrefurl=http://www.ingenious.org.uk/See/Medicineandhealth/Audiology/&h=102&w=128&sz=4&hl=cs&start=563&um=1&tbnid=v5ZnkHA26TxADM:&tbnh=73&tbnw=91&prev=/images%3Fq%3Dgalton%26start%3D558%26ndsp%3D18%26um%3D1%26hl%3Dcs%26client%3Dfirefox-a%26rls%3Dorg.mozilla:cs:official%26sa%3DN [2008-04-01]

[6] http://www.ob-ultrasound.net/history1.html [2007-12-18]

[7] http://www.ob-ultrasound.net/posakony_life.html [2007-12-18]

[8] http://www.ob-ultrasound.net/panscanner.html [2008-04-02]

[9] http://www.ob-ultrasound.net/history1.html [2008-04-02]

[10] http://www.ob-ultrasound.net/Toshiba_SAL10A.html [2008-04-07]

[11] http://www.ob-ultrasound.net/Toshiba_Sal_20A.html [2008-04-07]

[12] http://www.ob-ultrasound.net/philips_vaginal.html [2008-04-07]

[13] http://www.zdravcentra.sk/cps/rde/xbcr/zcsk/3._Ultrazvukovy_diagnosticky_ pristroj.pdf [2008-01-08]

[14] http://www.zdravcentra.sk/cps/rde/xbcr/zcsk/3._Ultrazvukovy_diagnosticky_pristroj.pdf [2007-11-18]

[15] HOFER, Matthias. *Kurz sonografie*, 2005. Praha, Grada, 2005. 240 s. IBSN 80-247-0956-2

[16] Foto: *Regulační prvky*

[17] Foto: *Kulový ovladač*

[18] Foto: *Držák sond*

[19] Foto: *Monitor*

[20] http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.stapro.cz/data/pictures/uf-550xtd.jpg&imgrefurl=http://www.stapro.cz/reseni-pro-zdravotnictvi/zdravotnicka-technika/ultrazvuky.aspx&h=300&w=153&sz=8&hl=cs&start=1&um=1&tbnid=p04Sg-o9Z_U5BM:&tbnh=116&tbnw=59&prev=/images%3Fq%3DUltrazvuk%2BUF-%2B550XTD%26svnum%3D10%26um%3D1%26hl%3Dcs%26rlz%3D1T4SKPB_enCZ244CZ245%26sa%3DN [2007-10-07]

[21] http://kp.biovendor.cz/images/2_Ultrazvuk_Mindray_DP_990.jpg [2007-10-07]

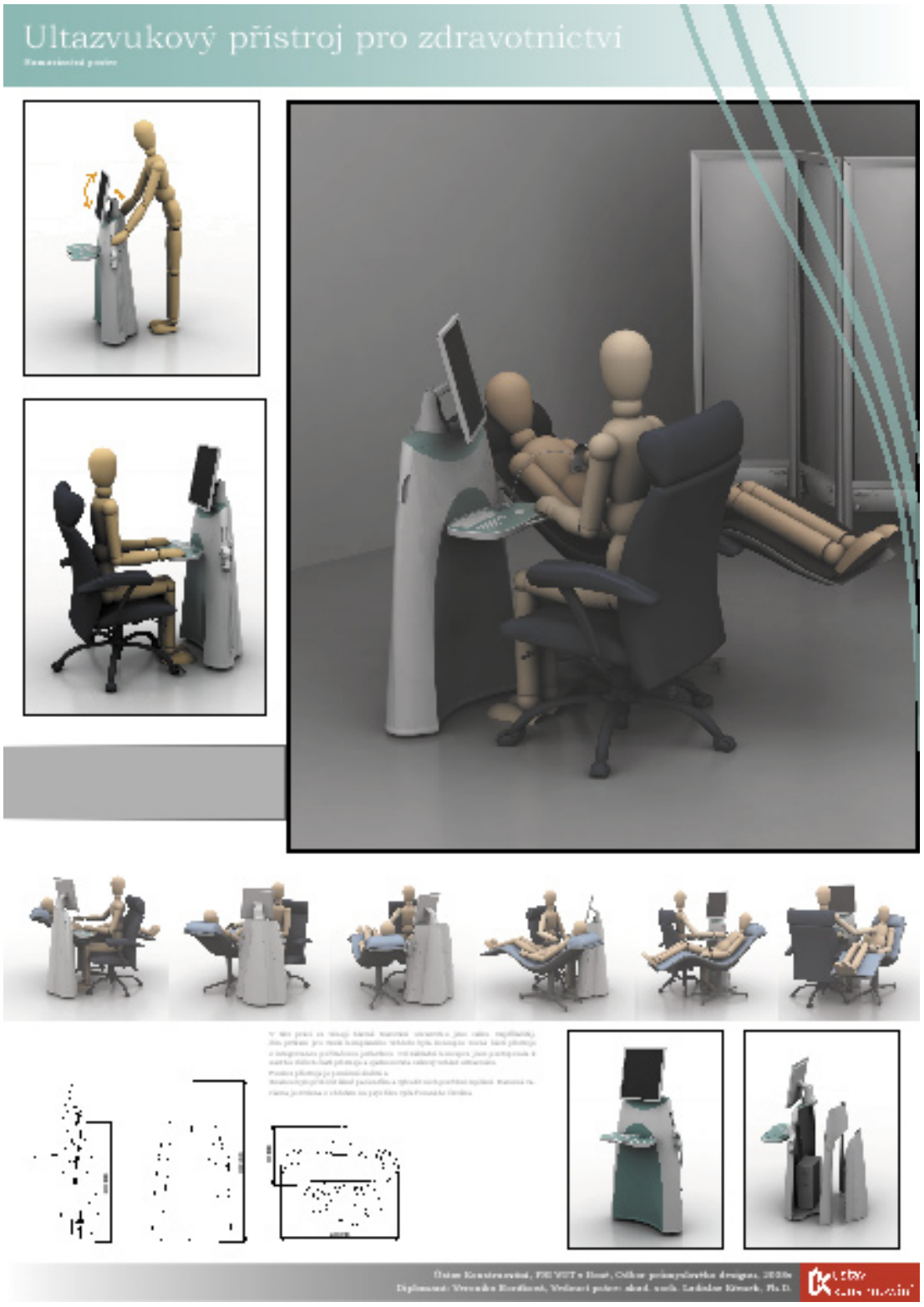
[22] http://www.btl.cz/mf/diagnosticke-ultrazvuky/ [2007-09-20]

[23] Foto: *Ultrazvuk Sonoace X4*

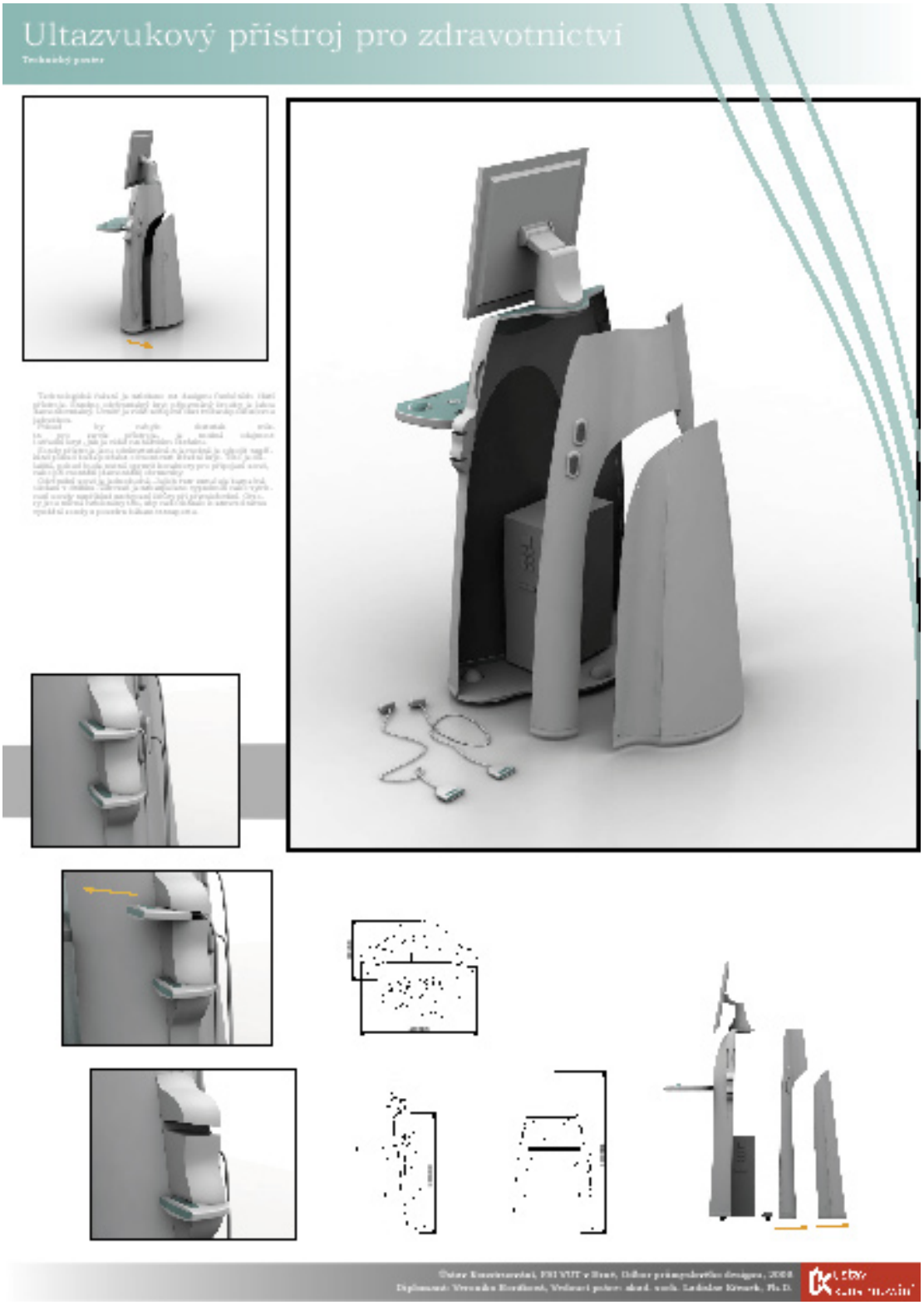
12. Seznam příloh

1 x Sumarizační poster
1 x Technický poster
1 x Ergonomický poster
1 x Designérský poster
1 x Model
1 x CD

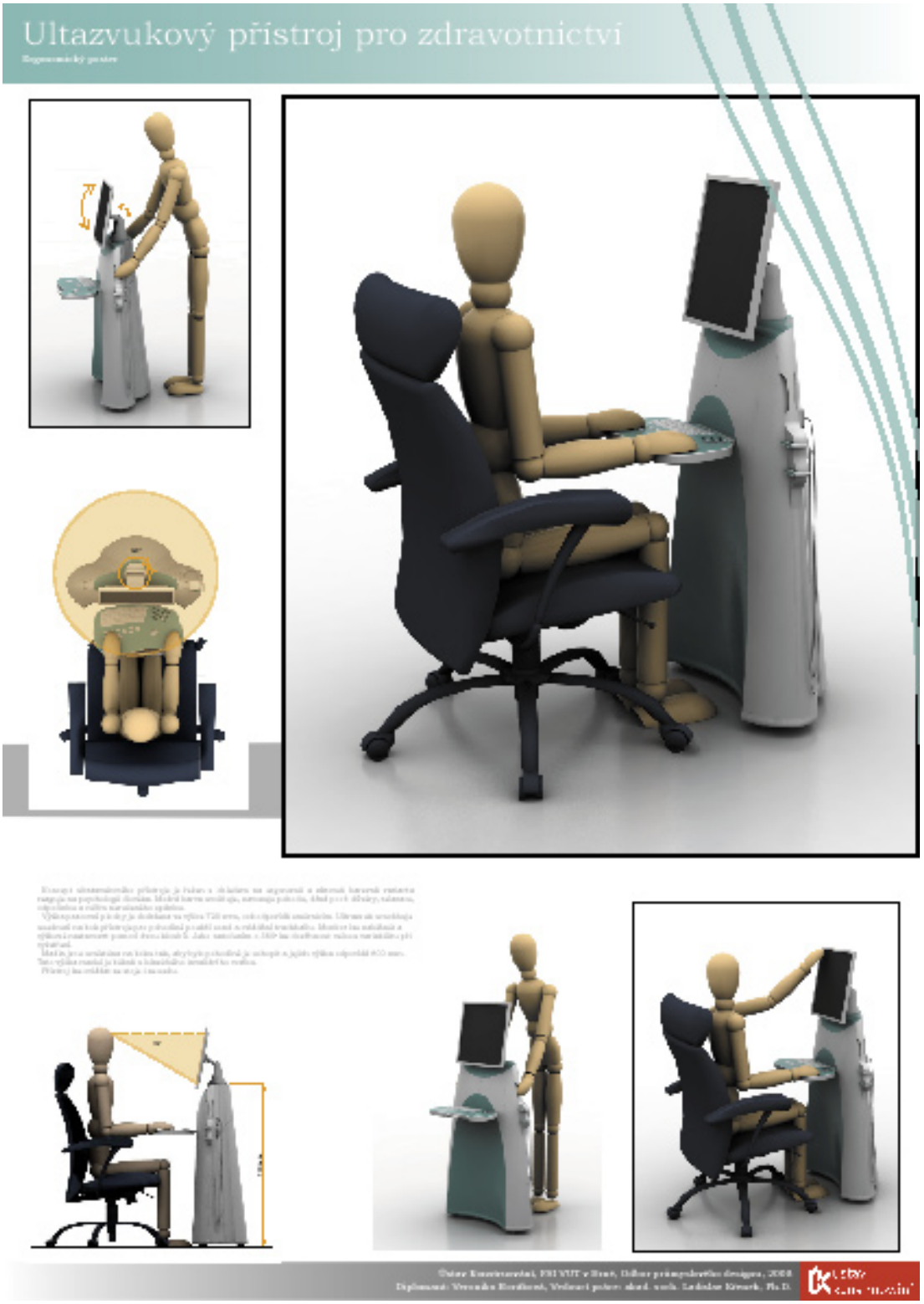
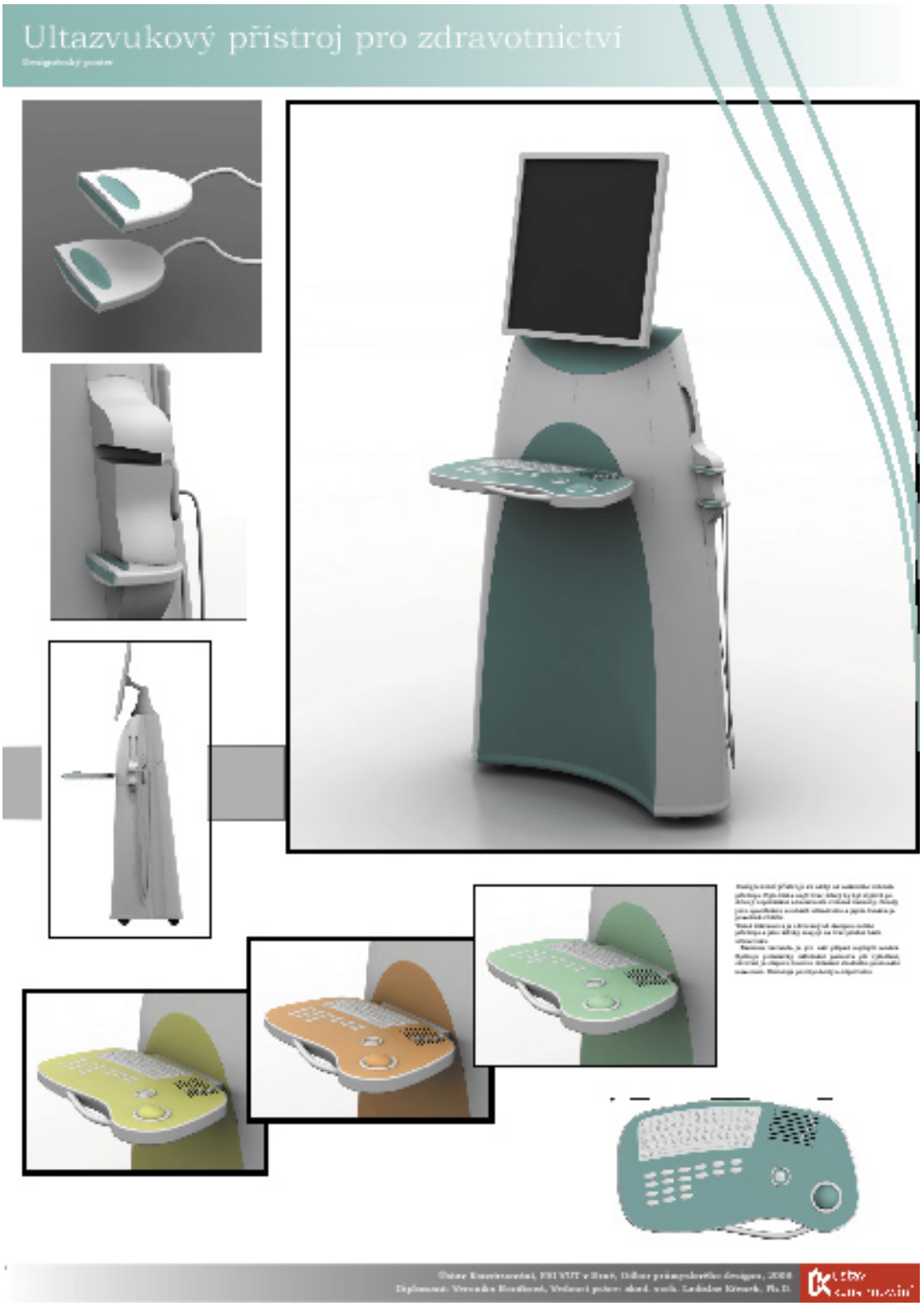
1. Náhled- Sumarizační poster



2. Náhled-Technický poster



3. Náhled-Ergonomický poster



4. Náhled-Designérský poster