



beem

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Jakub Vlkavec
 datum narození: 25. 1. 1995
 akademický rok / semestr: 2017/2018 / 06
 obor: Průmyslový design
 ústav: 15150
 vedoucí bakalářské práce: MgA. Martin Tvarůžek
 téma bakalářské práce: Veterinární zařízení
 viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Přenosný veterinární RTG přístroj.

Řešení nedostatků tohoto zařízení, především jeho ergonomie (úchop, ovládaní a používání v praxi) a estetiky – design odpovídající trendům a požadavkům medicínských produktů.

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

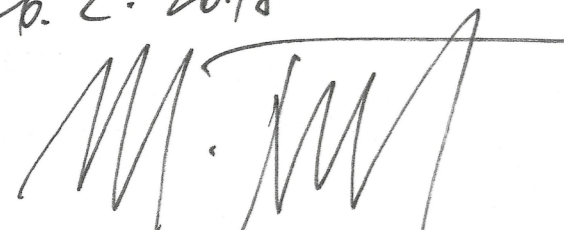
Portfolio 2x (A3 na šířku),
 Plakát výkresová dokumentace (minimálně 1x B1),
 Model v měřítku 1:1,
 2x CD elektronická data BP.

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Datum a podpis studenta 26.2.2018 

Datum a podpis vedoucího DP

26.2.2018



registrováno studijním oddělením dne

20.2.2018 

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor:	Jakub Vlkavec
Akademický rok / semestr:	2017/2018 / 06
Ústav číslo / název:	15150 / Ústav průmyslového designu, FA ČVUT ..
Téma bakalářské práce - český název:	VETERINÁRNÍ ZAŘÍZENÍ
Téma bakalářské práce - anglický název:	VETERINARY DEVICE
Jazyk práce:	Český jazyk
Vedoucí práce:	MgA. Martin Tvarůžek
Oponent práce:	MVDr. Jan Minárik
Klíčová slova (česká):	Design, ergonomie, KeyShot, medicínské produkty, produktová rodina, průmyslový design, Rhinoceros, rentgenový přístroj, veterinární RTG přístroj.
Anotace (česká):	Bakalářská práce se zabývá designerským návrhem přenosného veterinárního RTG přístroje. Důraz je kladen na ergonomii a současné trendy medicínských produktů v oblasti designu. Zároveň je brán zřetel na cenovou dostupnost navržených RTG přístrojů a jejich cenovou srovnatelnost se současně prodávanými RTG přístroji. Navržený RTG přístroj disponuje inovacemi v ovládaní a úchopu a z hlediska designu propojuje široké spektrum odvětví, která toto téma protínají. Jeho design je použitelný pro unity jedné produktové rodiny.
Anotace (anglická):	The Bachelor thesis deals with the design of portable veterinary X-ray. Emphasis is laid on ergonomics and recent trends in the sphere of design of medical products. The consideration is also given to the affordability of the designed X-ray and its price comparability with currently offered X-ray machines on the market. The designed X-ray machine features innovations in control and grip, and from the design point of view it connects a wide range of fields which deal with this theme. Its design can be used in the product family.

Prohlášení autora

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

V Praze dne 19.5.2018


 Podpis autora bakalářské práce

Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)

Obsah

ANNOTATION	5
KEY WORDS	5
ANOTACE	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
PODĚKOVÁNÍ	6
ÚVOD	7
REŠERŠE - ANALYTICKÁ ČÁST	8
DESIGNERSKÉ ŘEŠENÍ RTG ZAŘÍZENÍ	14
SYNTÉZA – VÝSLEDNÝ NÁVRH	22
ZÁVĚR – REFLEXE	36
ZDROJE	38

Annotation

The Bachelor thesis deals with the design of portable veterinary X-ray. Emphasis is laid on ergonomics and recent trends in the sphere of design of medical products. The consideration is also given to the affordability of the designed X-ray and its price comparability with currently offered X-ray machines on the market. The designed X-ray machine features innovations in control and grip, and from the design point of view it connects a wide range of fields which deal with this theme. Its design can be used in the product family.

Key words

Design, ergonomics, industrial desicgn, KeyShot, medical products, product family, Rhinoceros, V-ray, X-ray device, veterinary X-ray device.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá designerským návrhem přenosného veterinárního RTG přístroje. Důraz je kladen na ergonomii a současné trendy medicínských produktů v oblasti designu. Zároveň je brán zřetel na cenovou dostupnost navržených RTG přístrojů a jejich cenovou srovnatelnost se současně prodávanými RTG přístroji. Navržený RTG přístroj disponuje inovacemi v ovládání a úchopu a z hlediska designu propojuje široké spektrum odvětví, která toto téma protínají. Jeho design je použitelný pro unity jedné produktové rodiny.

Klíčová slova

Design, ergonomie, KeyShot, medicínské produkty, produktová rodina, průmyslový design, Rhinoceros, rentgenový přístroj, veterinární RTG přístroj, V-ray.

Poděkování

Rád bych poděkoval MgA. Martinu Tvarůžkovi za veškeré připomínky, konzultace a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce, veterinárnímu lékaři MVDr. Stanislavu Daníčkovvi za odbornou konzultaci, doporučení a rady ohledně používání RTG přístroje ve veterinární praxi a Mgr. Milanu Starcovi za poskytnuté rady k technické stránce RTG přístrojů.

Cílem bakalářské práce je designový návrh přenosného veterinární RTG přístroje. Pozornost je zaměřena především na ergonomii a současné trendy medicínských produktů v oblasti designu. Cílem práce je navrhnout ergonomicky přívětivý a cenově, se současně dostupnými přístroji na trhu, srovnatelný RTG přístroj.

Rentgeny patří obecně mezi diagnosticky nejvyužívanější přístroje v oblasti humánní medicíny a veterinárního lékařství. Ve veterinárním lékařství se tato zařízení díky důrazu na svou mobilitu uplatňují právě v případech, kdy je nutné za klienty dojíždět do stájí nebo chovů a provést diagnostiku pacienta přímo na místě. Takový typ vyšetření šetří čas a prostředky, jak ze strany chovatele, tak ze strany lékaře. Přenosná RTG zařízení v neposlední řadě velmi zkvalitňují lékařskou péči.

RTG přístroje jsou nabízeny ve výkonnostních variantách, které se liší velikostí a specifickým uplatněním v praxi. Malé přístroje jsou využívány především při diagnostice koní (snímkování kopyt či zubů). Středně velké přístroje mají využití ve smíšené praxi. Jsou vhodné pro vyšetření jak velkých, tak malých pacientů (zvířat). A velké RTG přístroje jsou určeny pro náročné klienty a nacházejí uplatnění na veterinárních univerzitách nebo v zoologických zahradách.

Navzdory neustálému technologickému vývoji, snaze zkvalitňování péče o pacienty a přizpůsobování přístrojů potřebám uživatelů, lze u současně používaných přenosných RTG přístrojů spatřovat určité nedostatky. Jedná se především o ergonomicky nevyhovující úchopy těchto zařízení a nekomfortní ovládání přístroje. Lze konstatovat, že přenosné RTG přístroje z technického hlediska plně uspokojují potřeby uživatele, avšak vzhledem k vysoké pořizovací ceně nejsou pro uživatele zcela vyhovující a přívětivé.

Hlavním záměrem této bakalářské práce je odstranit nedostatky současně používaných přenosných RTG zařízení ve veterinární a medicínské praxi. RTG zařízení jsou váhově těžká. Jejich hmotnost se pohybuje v rozmezí od 5 do 20 kg. Přenosné RTG přístroje se používají převážně v terénu, mimo ordinace. Slouží k diagnostice onemocnění a zranění zvířat v zoologických zahradách, stájích, nebo chovech. Tato zařízení mohou být také využívána v polních nemocnicích pro potřeby diagnostiky lidí. Z výše uvedených důvodů je velice důležité, aby používání RTG přístroje nebylo pro lékaře nepříjemné a zatěžující. Při vyšetření a diagnostice prováděné v terénu je potřeba, aby lékař přístroj držel v ruce. Proto je nezbytně nutné, aby byl úchop přístroje co nejpohodlnější a příjemný.

U většiny současně používaných RTG přístrojů je úchop přístroje řešen pouze úzkým ohnutým madlem. Současná madla mají ostré hrany a pouze v místech úchopu jsou potažena pryží, molitanem nebo plastem, což práci s RTG přístroji nijak neulehčuje. Snahou návrhu RTG přístroje v této bakalářské práci je zdokonalení ovládání a úchopu přístroje.

Aby bylo možné navrhnout funkční a zároveň uživatelsky příjemný a ergonomicky plně vyhovující přenosný RTG přístroj, je v první řadě nutná konzultace s veterinárním lékařem, neboť právě on je uživatelem takového zařízení, a dále zjištění veškerých požadavků na technickou stránku přístroje. Dalším krokem je vypracování návrhů madel, ovládání a těla přístroje a vytvoření jejich modelů. Pro výběr nejlepší a nejvíce vyhovující varianty navrženého úchopu a ovládání bude nutný test zaměřený právě na držení a práci s přenosným RTG přístrojem.

Výsledkem bakalářské práce by měl být návrh produktové řady přenosných veterinárních RTG přístrojů. Navržené přístroje by měly odpovídat současným trendům v oblasti medicínské techniky, dále by měly být přívětivé a snadno ovladatelné uživatelem (lékařem) a v neposlední řadě také příjemné a neagresivní pro pacienty. Cílem je také cenová srovnatelnost a princip fungování se současně prodávanými produkty, dále zřetel na bezpečnost a hygienické požadavky.

Výstupem bude jednotný design použitelný pro unity jedné produktové rodiny.

Rešerše - Analytická část

RTG PŘÍSTROJE

RTG přístroj (rentgen) je zařízení využívané v lékařství (skiografie, radiologie), fyzice, krystalografii, průmyslu nebo v bezpečnostních zařízeních. Jeho název vznikl podle německého fyzika Wilhelma C. Röntgena, který byl objevitelem rentgenového záření na konci 19. století. Za tento objev byl v roce 1901 oceněn Nobelovou cenou.

Hlavní části rentgenových přístrojů tvoří zdroj záření, zdroj vysokého napětí, zobrazovací zařízení popř. stojan. Zdrojem záření je rentgenka, která je složena z vakuové trubice s nejméně dvěma elektrodami a převážně s wolframovým terčíkem. Mezi katodu a anodu je přivedeno vysoké napětí, které urychluje elektrony, vyzařované z katody. Přivedené napětí se pohybuje v rozmezí mezi 25 až 150 kV. Vysoká energie elektronů se při dopadu na anodu promění v pronikavé záření. Pouze 1 % energie se uvolňuje na ionizující záření a 99 % energie se uvolňuje jako teplo. Vzniklé teplo je chlazené olejem, který obklopuje celou vakuovou trubici a záření prochází dále skrze kolimátor do zkoumaného tělesa a dopadá na světélkující stínítko, elektronický detektor nebo citlivý film uzavřený v kazetě. Kolimátor slouží pro usměrnění ozařované oblasti zkoumaného tělesa a kazeta slouží pro zachycení výsledného snímku.

Rentgenové zařízení se používá především v lékařství, ať už jako diagnostický rentgen, CT (Computed Tomography, Počítačová tomografie) nebo pro ozařování. V tomto odvětví se výjimečně jedná o jediný případ, kdy je člověk (zvíře) vystavován ionizujícímu záření záměrně. Zde je cílem zvýšit kvalitu života pacienta nebo mu život zachránit, přestože jakákoliv dávka záření působící na pacienta je spojená s potenciálním zdravotním rizikem. Dávka, kterou pacient obdrží během rentgenové diagnostiky, není nebezpečná. Představuje velmi nízké riziko a to pouze v případech opakovaných vyšetření.

Obraz pořízený rentgenovým paprskem je ovlivněn rozdílnou mírou absorpce paprsku různých tkání. Příkladem je vápník obsažený v kostech, který absorbuje nejvíce rentgenového záření, z toho důvodu jsou kosti na rentgenovém obraze bílé. Oproti tomu měkké tkáně nebo tuk absorbují méně záření a tudíž na snímku nejsou tak výrazné a mají šedou barvu. A v poslední řadě je vzduch, který záření absorbuje nejméně, proto orgány jako jsou plíce, mají na snímku černou barvu. [1,2,3]



Obrázek č. 01 – Ilustrační obrázek rentgenového snímku (hrudní koš - pes) (zdroj: <https://www.briarwoodanimalhospital.com/dog/xray/>)

Historie

Objevitelem rentgenového paprsku byl Wilhelm Conrad Röntgen, který 8. listopadu 1895 náhodou objevil obraz vyvolaný jeho generátorem katodových paprsků. Po týdnu poskytl veřejnosti fotografii ruky své ženy, která jasně zobrazovala obraz jejího svatebního prstenu a její kosti. Tato zpráva šokovala širokou veřejnost a vyvolala tím velký vědecký zájem o novou formu záření. Následně Röntgen pojmenoval novou formu záření X-záření (X charakterizující „neznámé“).

Röntgenův objev poskytl neocenitelný zdroj pro užití v moderním lékařství, nejen k účelům diagnostickým, ale také pro léčbu zhoubných nádorů. Zároveň rentgenové záření prošlo dlouhým vývojem, kde se na výzkumech podílelo mnoho významných vědců, jako Ivan Puluji, sir William Crookes, Johann Wilhelm Hittorf, Eugene Goldstein, Heinrich Hertz, Philipp Lenard, Hermann von Helmholtz, Nikola Tesla a další. [3,4,5,6,]

RTG přístroje v Československu

Z historického hlediska se rentgenové přístroje vyráběly i v Československu. O výrobu prvního rentgenového přístroje se zasloužil Ing. Miroslav Vinopal v roce 1922 v Praze. Založil firmu META, která se v roce 1935 přestěhovala do Modřan u Prahy. Firmu tvořilo přibližně 60 zaměstnanců a vyráběla poměrně široký sortiment rentgenových přístrojů pro lékařskou diagnostiku a zvládala i technologicky náročnou výrobu rentgenek. Poté co byla firma META roku 1948 znárodněna, byl podnik přejmenován na Chiranu a vývoj rentgenek pokračoval dál. Součástí výroby byly i výkonné rentgenky s rotační anodou, které se používají i dnes. [5,6]



Obrázek č. 02 – První rentgenový snímek (ruka ženy Wilhelma Conrada Röntgena) (zdroj: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-tr-9030-23.php>)

Odvětví použití RTG zařízení

Diagnostický rentgen se používá k vyšetření osob (skiografie), kdy se používá nižší energie s delší vlnovou délkou záření. CT je metoda, která díky rentgenovému signálu, jehož zdroj se pohybuje a je zpracováván na počítači, poskytuje trojrozměrný obraz vnitřku těla pacienta. Posledním využitím rentgenového záření v lékařství je ozařování rentgenem. Pro tuto proceduru je nutná podstatně větší dávka rentgenového záření, z toho důvodu se užívá k léčbě nádorových onemocnění. [7]

Zdravotní rizika

Při diagnostice těmito přístroji je pacient vystaven rentgenovému záření, které se vstřebává v jeho těle a může poškodit buňky. Toto riziko ovšem závisí na dávce, kterou tělo dostane. Při běžném vyšetření RTG snímek pro tělo pacienta představuje velmi malou dávku, která se rovná přibližně dávce, kterou tělo dostane za několik dní z přírodních zdrojů. Škodlivé účinky se mohou projevit zejména u dělicích se buněk. Z toho důvodu, v případě těhotenství, je rentgen povolen pouze v nutném/akutním případě (zejména platí pro první čtyři měsíce těhotenství). [7,8]

Budoucnost RTG zařízení

Budoucnost RTG zařízení je v technologii, která ovšem zatím nebyla uvedena na trh pro konkrétní aplikaci. Mluví se pouze o využití zejména pro intraorální rentgeny. Tato technologie funguje na principu piezoelektrického efektu, který v roce 2013 vyvinuli vědci z Univerzity of Missouri. Prototyp zařízení má velikost mobilního telefonu a je možné jej napájet baterií.

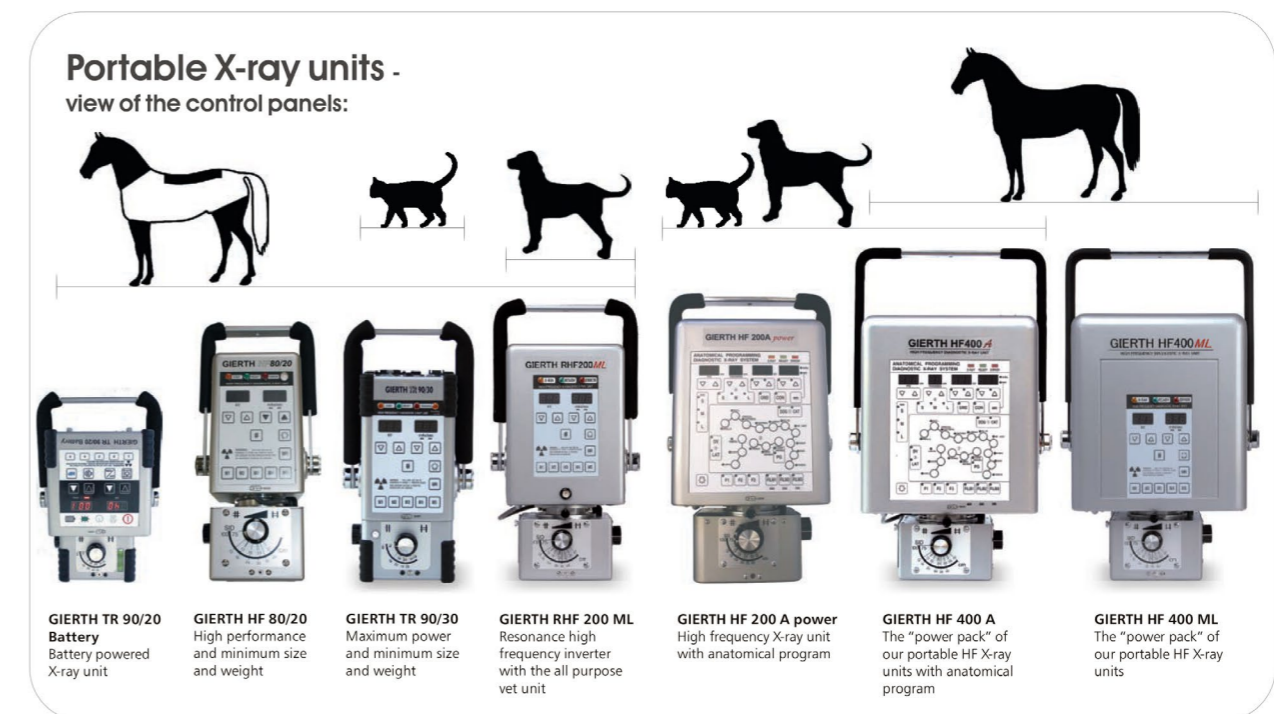
Bakalářská práce se zabývá současnými RTG zařízeními, proto předmětem návrhu přenosného RTG přístroje bude návrh zařízení založený na stávající současně používané technologii. [9]

Rozdělení veterinárních rentgenů

Rentgeny jsou děleny do tří skupin, malé přístroje, středně velké přístroje a velké přístroje. Podrobněji viz další kapitola. Velikost přístrojů je určena především jejich výkonem, který závisí na velikosti rentgenového zdroje (rentgenky). Čím vyšší výkon zdroje rentgenového záření tím je třeba kratšího expozičního času při zhotovování snímku.

ROZMĚROVÉ DĚLENÍ A ZPŮSOB POUŽITÍ

Pro ilustraci byly do této práce vybrány přístroje od německé firmy Gierth, které obsahují celou produktovou řadu, od malých přístrojů pro omezenou diagnostiku až po velké/výkonné přístroje pro náročná vyšetření.



Obrázek č. 03 – GIERTH- Produktová rodina RTG přístrojů (zdroj: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-tr-9030-23.php>)

Malé přístroje

Tyto přístroje se používají především na koně (diagnostiku/snímkování kopyt či zubů). Přístroje mají jako zdroj energie dobíjecí akumulátor. Do této kategorie patří konkrétně unit typu GIERTH TR 90/20 Battery, který je napájen integrovanou baterií, nebo GIERTH HF 80/20, který je nutné napájet přímo z elektrické sítě, ale stále disponuje malou velikostí a nízkou hmotností. Dále do této kategorie spadá unit GIERTH TR 90/30 určený pro diagnostiku koček nebo unit GIERTH RHF 200 ML pro diagnostiku psů. Tyto přístroje mají relativně malé rozměry a nízkou hmotnost. [10,11]



Obrázek č. 04 - GIERTH TR 90/30 (zdroj: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-tr-9030-23.php>)

Středně velké přístroje

Středně velké unity mají využití ve smíšené praxi, jsou vhodné pro vyšetření jak velkých, tak malých pacientů (zvířat). Do této kategorie můžeme zařadit konkrétně přístroje GIERTH HF 200 A power a také unit GIERTH HF 400 A, který je ovšem už na přelomu mezi středními a velkými přístroji. Tyto přístroje disponují přednastavenými hodnotami pro snímkování určité partie pacientů. [12,13]



Obrázek č. 05 - GIERTH HF 200 A power (zdroj: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-hf-200-a-power-28.php>)

Velké přístroje

Jsou určeny pro náročné klienty, např. pro veterinární univerzity nebo zoologické zahrady. Do této kategorie patří přístroj GIERTH HF 400 ML, který disponuje velkým výkonem, ale zároveň také velkou hmotností. [14,15]



Obrázek č. 06 - GIERTH HF 400 ML (zdroj: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-hf-200-a-power-28.php>)

VNITŘNÍ KOMPONENTY RTG ZAŘÍZENÍ

RTG generátor – také rentgenka

Jedná se o elektronickou součástku, která mění elektrickou energii na RTG záření. O tuto přeměnu se stará stacionární anoda. Rentgenka je skleněná trubice, která obsahuje dvě elektrody, záporně nabitou katodu a kladně nabitou anodu - mezi nimiž je vysoké napětí (asi 10 – 100 kV). Tyto elektrody jsou umístěny ve vakuu. Katoda (většinou wolframový drát) se rozžhává, což umožňuje vylétávání elektronů směrem na anodu. Tam jsou elektrony prudce zbrzděny, a tím je uvolněna energie. Z 99 % jako teplo a z 1 % jako rentgenové záření.

Při konstrukci lékařských diagnostických RTG je dáována přednost rentgence s rotační anodou, která umožňuje zmenšit optické ohnisko rentgenky až na rozměr cca 0,1 x 0,1 mm. Než se RTG paprsky dostanou, od okamžiku vzniku až k pacientovi, musí projít různými materiály, ve kterých dojde k jejich atenuaci. To se nazývá filtrace. Filtrace můžeme rozdělit na tzv. „základní filtrace“ – sklo, olej, materiál výstupního okna - cca 1 mm Al, „přídavná filtrace“ a „celková filtrace“. Cílem filtrace je snížit počet nízkoenergetických fotonů ve svazku.

Anoda je uložena v krytu. Kryt znemožňuje přístup k částem pod vysokým napětím, zachycuje vedlejší záření a chrání skleněnou baňku (anodu). Rentgenka obsahuje olejovou náplň, která slouží k izolaci a chlazení. Kryt rentgenky je vyroben většinou z hliníkových slitin a je vyložen olovem, který brání nežádoucímu pronikání RTG záření. [16,17]

Kolimátor

Další součástí přenosného rentgenu je kolimátor. Skládá se z klapek vyrobených z materiálu, který pohlcuje/absorbuje RTG záření. Klapky se nastavují bočními regulátory, v horizontálním i vertikálním směru.

Invertor

Jedná se o desku s kondenzátory, která slouží pro převod proudu a napětí ze střídavého na stejnosměrný. Je označován také jako střídač.

Kontrolní deska

Ovládací prvky, firmware (vstupní proudy, ovládání apod.).

Řídící deska

Je připojena na kontrolní desku (ovládací prvky).

Ovládací panel

Pomocí ovládacího panelu je možné nastavit centrální paprsek, paměť, časové charakteristiky (mAs/sec), napětí (kV) atd. Ovládací panel dále obsahuje kontroly stavu baterie, prováděné expozice, errorů a běhu přístroje. Výkonnější přístroje umožňují, přímo na ovládacím panelu, nastavit konkrétní část těla zvířete, pro kterou jsou předdefinované hodnoty, což šetří čas.

Spoušť

Dvoustupňová spoušť pro expozici. Slouží pro dálkové ovládání expozice. Ve většině případů je řešena propojením pomocí ethernetového kabelu (RJ-45) s unitem.

Madlo

Slouží pro manipulaci s přístrojem a jeho zavěšení na stativ. Madlo dnešních unitů nespĺňuje ergonomické požadavky. Nedostatky těchto rukojetí lze spatřovat především v ergonomii. Úchop není pro lékaře pohodlný. Ve většině případů je řešen kovovým profilem, který má ostré hrany a vzhledem k vysoké hmotnosti RTG přístroje rukojeť řeže do rukou. V některých případech je madlo obaleno molitanem nebo pryží pro zlepšení úchopu, ovšem ani toto není zcela ideální.

Kazeta

Kazeta s vloženým filmem, který slouží k záznamu rentgenového snímku, je detektorem radiodiagnostických vyšetření. Rozlišujeme přímou a nepřímou digitalizaci.

Dnes je již díky technologiím velice rozšířená digitalizace RTG. Pro přímou digitalizaci je používáno označení DR, což je zkratka Direct Radiography. Tato technologie je posledním krokem v digitalizaci obrazových dat. Rentgenový paprsek je přímo konvertován na elektronickou informaci bez dalších mezikroků. Výhodou tohoto postupu je rychlé získání snímků a absence dalších obslužných manipulačních kroků, jako je tomu při nepřímé digitalizaci.

Naopak nepřímá digitalizace, označovaná jako CR (Computer Radiography), je nejbližší klasickému postupu, u něhož je používán klasický film/fóliový princip. U nepřímé digitalizace je využíváno zachycení obrazu na speciální fólii s paměťovým efektem, která je uložena v kazetě. Následně je tento obraz pomocí laserového paprsku ve skeneru elektronicky zaznamenán.

EXPOZIČNÍ PARAMETRY

Analogové napětí

Energie fotonů RTG záření (tvrdość RTG záření).

Expozice

Závisí na ní kvalita snímků, je dána součinem anodového proudu a expozičního času.

MATERIÁLY

Na trhu jsou v současné době dostupné přístroje spíše z hliníkových krytů, výjimečně z krytů plastových. Pro tlumení a absorbování otřesů jsou kryty opatřeny vnitřním žebrováním. Příkladem tohoto řešení je přenosné RTG zařízení od firmy MinXray. Madla jsou vyrobená z hliníku a potažena silikonovým gripem.

OPERAČNÍ PROCEDURA

Pro popis operační procedury jsou zde pouze bodově rozepsány jednotlivé úkony v jejich pracovním pořadí.

Přesuňte přístroj na požadované místo – připojte expoziční spínač a zapněte – napolohujte přístroj pro vyšetření pacienta – napolohujte pacienta – umístěte kazetu – nastavte SID, rozsviňte světlo kolimátoru a zaměřte požadovanou oblast – nastavte kV a mAs – proveďte expozici. [11]

ÚDRŽBA PŘÍSTROJŮ

Denní kontrola – po zapnutí systému, kontrola zda kontrolky přístroje svítí ve správném stavu, zda kontrolka expozice svítí opravdu jen při provádění expozice.

Měsíční kontrola – zahrnuje kontrolu nepřerušenosti kabelů, úplné uzavření kolimátoru (neprochází světlo) a kontrola spotřebních součástí proti opotřebení.

Roční kontrola – jedná se o kompletní kontrolu vč. čištění ve specializovaném servisu těchto přístrojů.

DESIGNERSKÉ ŘEŠENÍ RTG ZAŘÍZENÍ

V současnosti podléhá designerské řešení, nejen RTG přístrojů, ale všech medicínských přístrojů, trendům vyznačujícím se především citlivým tvarováním a neutrální barevností. Jako příklad je zde uveden mobilní RTG přístroj od firmy Siemens, model Mobilett Mira, viz obrázek níže.



Obrázek č. 07 - Siemens, Mobilett Mira, rok 2012 (zdroj: <https://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/presspicture/2012/healthcare/clinical-products/hcp201203021-01.htm>)

Tento mobilní RTG přístroj od firmy Siemens Healthineers se vyznačuje citlivým tvarováním, oblými tvary, co nejmenší agresivní barevností. Přístroj na pacienty působí čistě a klidně. Stejně je tomu také u diagnostického zařízení od firmy Samsung (viz obrázek 10), ale i jiných výrobců. U většiny medicínských přístrojů je zvolena bílá barva v kombinaci s barvou šedou. Tyto barvy evokují pocit čistoty, pokojnosti či lehkosti. Přístroje jsou zároveň obohaceny pastelovými barevnými odstíny, např. modrým podsvícením nebo modrým orámováním. Toto barevné řešení vychází také z psychologie barev, kdy modrá barva evokuje pocit důvěryhodnosti a je barvou uklidňující. Zvolené doplňkové barevné odstíny nejsou příliš kontrastní, právě z důvodu, aby nepůsobily příliš agresivně.



Obrázek č. 08 - Siemens, CT scanner (zdroj: <https://www.siemens.com/press/en/presspicture/index.php?view=list&content=&tag=2016-08-esc>)



Obrázek č. 09 - Siemens, MAGNETOM Sola, rok 2017 (zdroj: <https://www.healthcare.siemens.com/magnetic-resonance-imaging/0-35-to-1-5t-mri-scanner/magnetom-sola>)



Obrázek č. 10 - Samsung, XGEO GU60, rok 2014(zdroj: <http://xrayvisions.net/product/samsung-xgeo-gu60/>)



Obrázek č. 11 - Siemens, ARTIS pheno, rok 2017(zdroj: <https://www.healthcare.siemens.com/magazine/mso-if-design-award-2017.html>)



Obrázek č. 12 - Autor: Pyeon Ik Beom, Kim Young Soon, RAYSCAN, rok 2015(zdroj: http://gd.kidp.or.kr/product/product_view.asp?pg=01&idx=22450&schYear=2015&schPrize=&schCode=&schProduct=&search_id=&page=2)

VÝSTUP ANALÝZY

Přes veškerou snahu vykazují současně používané přenosné RTG přístroje určité nedostatky. Tyto nedostatky je možné spatřovat v ergonomii. Týká se to především úchopu přenosných RTG. Další nedostatek lze spatřovat také v kvalitě ovládání těchto zařízení. Ovládání není pro uživatele přívětivé. Lze konstatovat, že ačkoliv z technického hlediska přenosné RTG přístroje plně uspokojují potřeby uživatele, měly by vzhledem k vysoké pořizovací ceně být pro uživatele také zcela vyhovující a přívětivé.

Hlavním problémem těchto zařízení je především jejich vysoká hmotnost, která se pohybuje v rozmezí od 5 do 20 kg. Tento problém je řešitelný pouze novou technologií, která zatím nebyla uvedena na trh pro konkrétní aplikaci. Mluví se pouze o využití zejména pro intraorální rentgeny. Tato technologie funguje na principu piezoelektrického efektu, kterou v roce 2013 vyvinuli vědci z Univerzity of Missouri. Prototyp zařízení má velikost mobilního telefonu a je možné jej napájet baterií.

Tato práce se zabývá současnými RTG zařízeními, proto bude, pro účely bakalářské práce navržen přenosný RTG přístroj se současně používanou technologií. Protože hlavním nedostatkem současných RTG přístrojů je absence ergonomicky řešeného úchopu, je tato práce zaměřena především na ergonomii takto váhově těžkého zařízení. V současnosti je u většiny prodávaných RTG přístrojů uchop řešen pouze úzkým ohnutým madlem, který má ostré hrany a v místech úchopu je potažen pryží, molitanem či plastem. Zároveň, v místě pro uchycení na stojan, toto potažení zcela chybí. V tom je spatřován závažný nedostatek, neboť právě v tomto místě je úchop často používán, zejména pro přenos přístroje nebo při snímkování kopyt koní – poloha přístroje těsně nad zemí.

Navržené přístroje jsou složeny ze dvou celků, z přední části a zadní části. Přední část tvoří kolimátor, který je ve většině případů možné natáčet a slouží pro usměrnění rentgenového záření a pro jeho nasměrování. Druhá část je tvořena rentgenovým zářičem, který je zdrojem rentgenového záření a potřebnou elektronikou, ovládacím panelem, který je umístěn na vrchní ploše přístroje. Zadní část je tvořena porty pro napájení, připojení spouště a v některých případech, především u malých přístrojů i dvířek pro baterii.

Současné technické řešení přenosných RTG přístrojů je pro uživatele (veterináře) uspokojující a přístrojům z této stránky nic nevyčítají. Ačkoliv s vývojem technologií v rentgenologii by se s použitou technologií, zmíněnou výše, mohly tyto přístroje v budoucnosti zmenšit až na velikost dnešních mobilních telefonů.

VIZE

Vizí této práce je navržení přenosného veterinárního RTG zařízení s důrazem na ergonomii, hygienu a design produktu. Cílem je návrh přístroje použitelného pro produktovou řadu RTG přístrojů (pro malé, střední a velké přístroje), srovnatelný jak s cenovou dostupností současných produktů, tak s jejich principy fungování. Výsledný produkt by mohl být používán pro veterinární i humánní medicínu. Přístroj musí splňovat ergonomické požadavky, jako je správný úchop ve všech polohách a případech jeho používání. Zároveň musí splňovat bezpečnostní a hygienické požadavky s ohledem na použité technologie.

Z hlediska technologie bude navržený přístroj zcela digitální, tzn., že kazeta bude navržena na principu detektorů, které obraz převedou na elektronickou informaci a ihned jej odešlou do zobrazovacího zařízení (notebook či tablet). Komunikace s dalšími přístroji bude zprostředkována bezdrátově, ať už se jedná právě o komunikaci s počítačem či tabletem nebo o dálkové ovládání expozice. Ovládací panel bude navržen formou dotykového displeje, který bude disponovat funkcí softwarového otočení o 180 stupňů, dle jeho polohy. Tato funkce je nezbytná především kvůli změně směru, který je odlišný při držení v ruce a při zavěšení na stativu/stojanu.

Požadavky

Hlavním požadavkem je především bezpečnost. Je nutné zajistit úplné stínění krytu před škodlivým zářením, jak pro uživatele, tak pro pacienta. Další podmínkou je snadná údržba, tzn. odolnost proti poškození a snadné čištění přístroje.

Výroba

Návrh RTG zařízení musí odpovídat a být přizpůsoben vnitřním komponentům, jejich rozměrům a uspořádání. Zároveň bude mít návrh v rámci technické stránky shodné řešení se současnými produkty a zároveň s jejich cenovou dostupností. Předpokládaný způsob výroby celého přístroje bude realizovaný několika výrobními způsoby. Obal celého unitu bude realizovaný pomocí metody vstřikování plastů do formy a madla budou vyrobeny tažením profilů a jejich následným ohýbáním do požadovaných tvarů.

Cena

Cenová dostupnost RTG zařízení navrženého v této práci je srovnatelná se současně prodávanými přístroji. Předností navrženého RTG zařízení je skutečnost, že je jeho designová, ergonomická a hygienická stránka v poměru s cenou současných přístrojů a zohledňuje současné trendy v oboru medicíny.



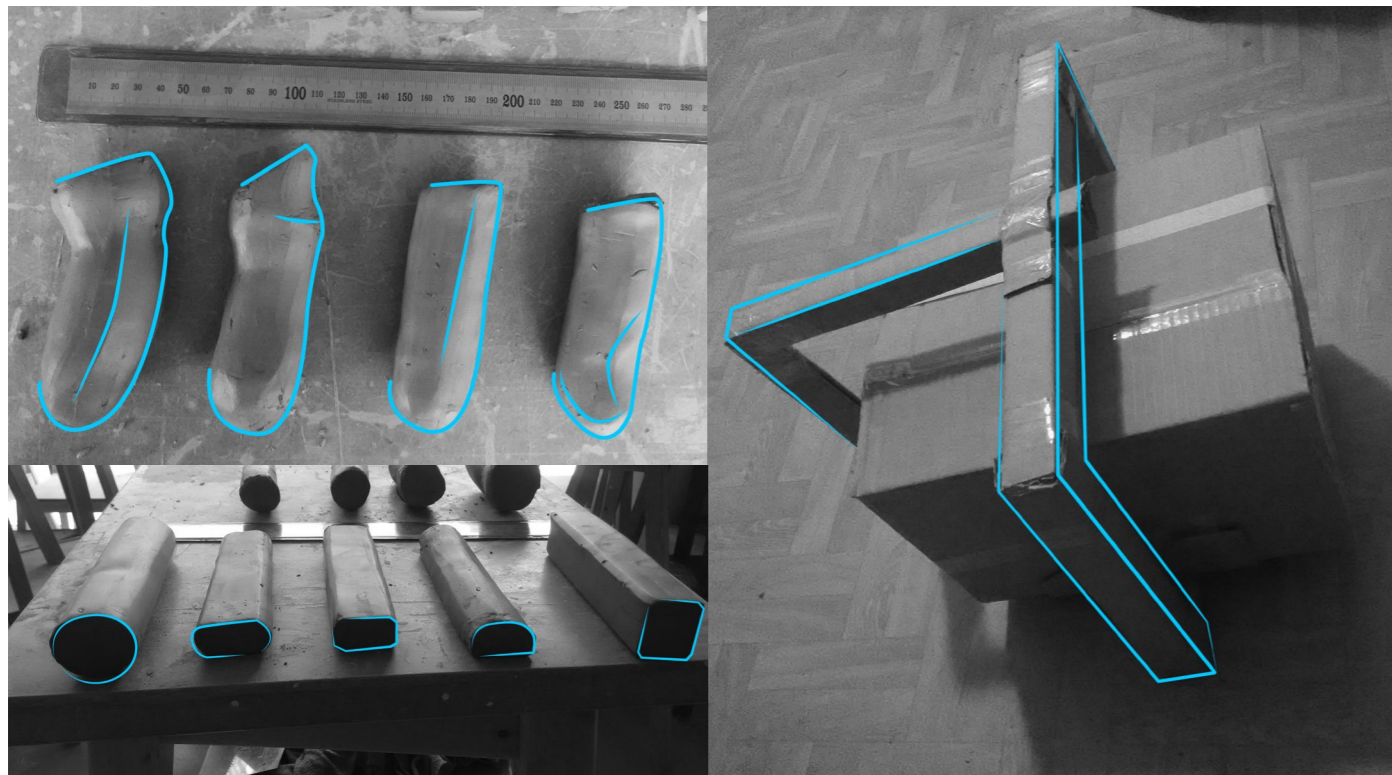
Používání

Nutností je jednoduchá ovladatelnost, co nejnížší hmotnost, ergonomické držení přístroje ve všech potřebných polohách a také jeho stabilita. Proto bude úchop řešen rotačním madlem umístěným ve středu těžiště celého přístroje, madlo bude mít tři možnosti úchopu. Dva úchopy v těžišti po stranách unitu a jeden na vrchu profilovaného madla sloužícího pro zavěšení na stojan nebo stativ. Pro ukázkou jsou níže vyobrazené příklady poloh, ve kterých se přístroj používá.

PROVĚŘENÍ VARIANT

Ergonomické řešení

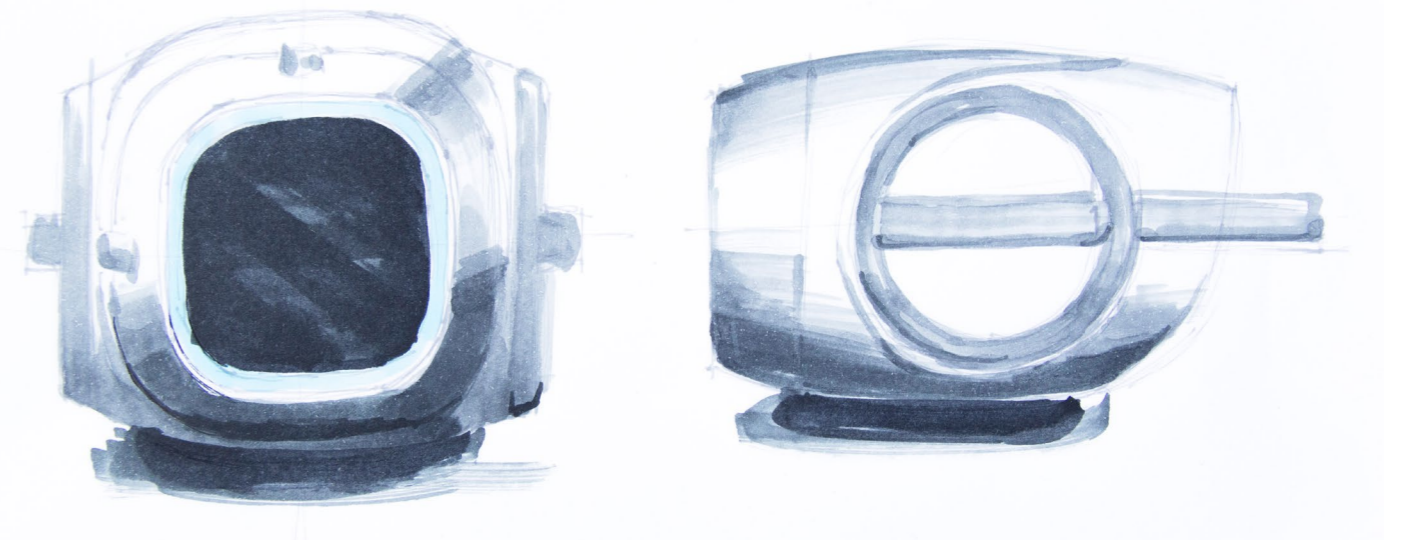
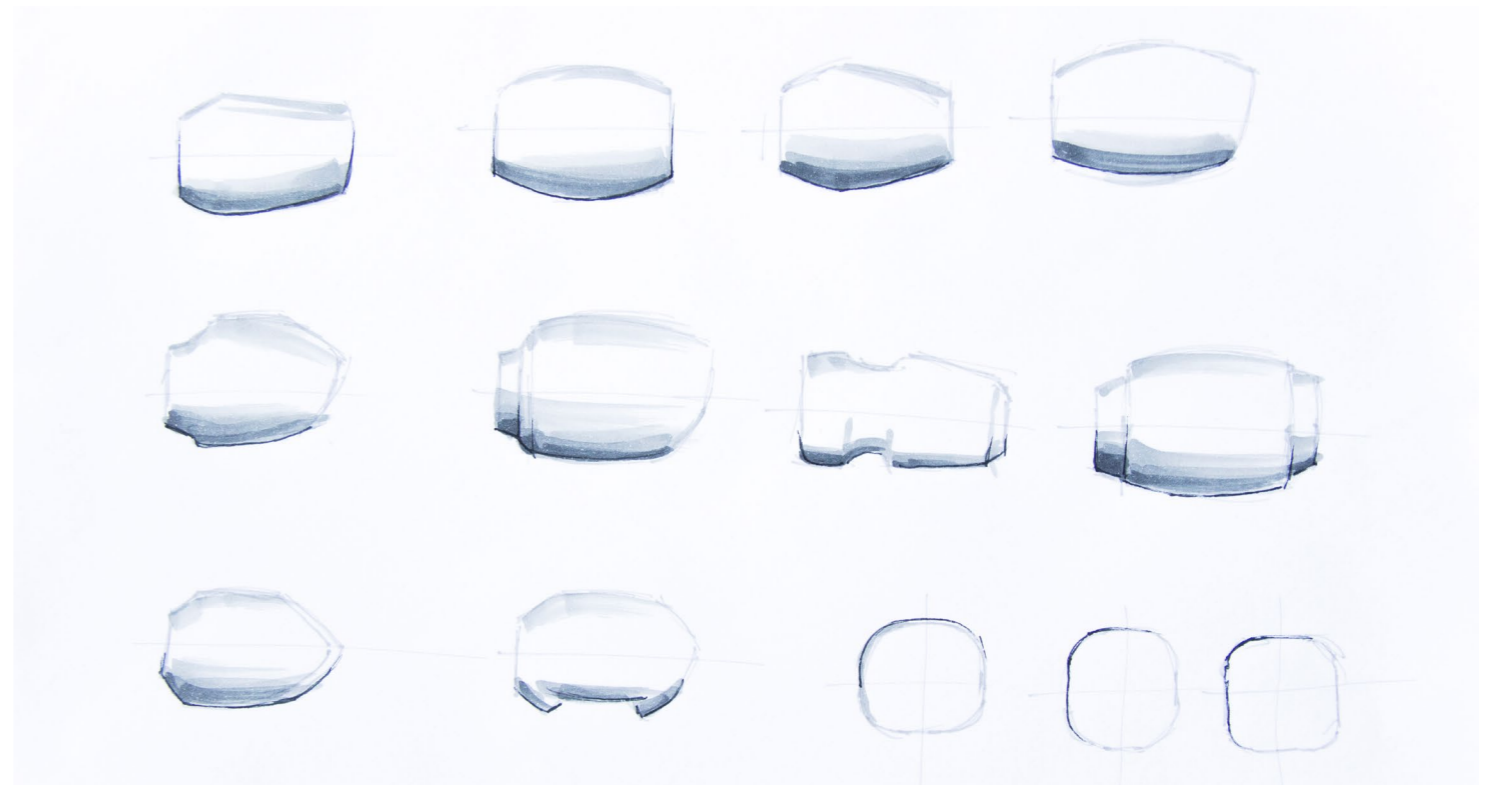
Aby bylo možné navrhnout uživatelsky příjemný a ergonomicky plně vyhovující přenosný RTG přístroj bylo nutné vypracovat návrhy madel, ovládání a těla přístroje a vytvořit jejich modely. Modely byly vytvořeny z modelářské hlíny a kartonu. Z důvodu prověření nejpohodlnějšího uchopení byly vymodelovány profily úchopu různých tvarů. Dále byl vymodelován tvar bezdrátové spouště, která vyhovuje běžným velikostem dlaní. Pro nalezení objektivního řešení bylo osloveno celkem 20 lidí, kteří si prostřednictvím modelů vyzkoušeli úchop, držení a ovládání rentge- nu přímo ve svých rukou.

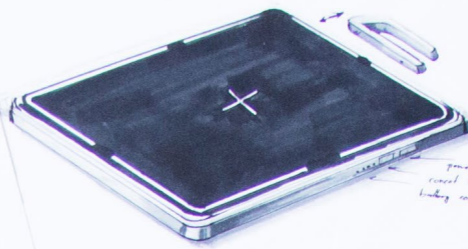


Výsledkem studie byl poznatek, že úchop přenosného RTG přístroje je nezbytně nutný umístit v těžišti přístroje. Současné RTG přístroje tímto řešením nedisponují. A zároveň je důležité, aby celý unit byl možný zavěsit na stativ či stojan. Proto návrh obsahuje nejen boční madla, ale také jedno hlavní, které slouží k přenosu přístroje nebo k úchopu při diagnostice partií pacienta nízko při zemi. Při zkoumání možností úchopu bylo shledáno, že je nutné opatřit tyto úchopy spouští. Z toho důvodu byla na hlavním madle a na jednom z bočních madel, v úrovni palce, umístěna expoziční spoušť.

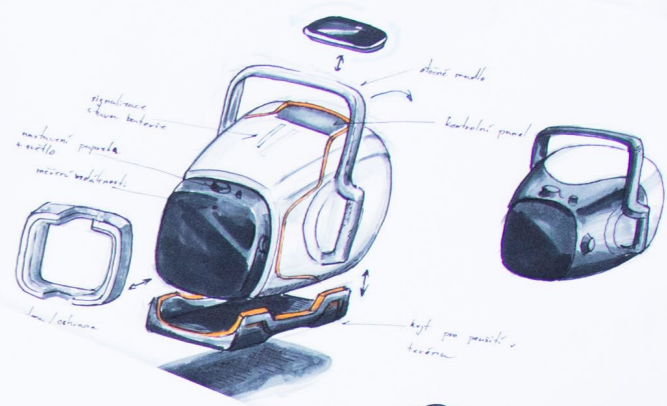
Designové řešení

Tvarové řešení RTG přístroje bylo navrhováno s ohledem na požadavky pro vizuální ulehčení hmoty celkového tvaru, s ohledem na celkové požadavky, současné trendy a budoucnost. Snahou bylo vytvořit takový design, který by nad systémovým způsobem propojoval všechna odvětví, která toto téma protínají. Jde především o propojení humánní, veterinární medicíny a přírody. Zároveň je kladen důraz na expresivní působení přístroje na pacienty, tedy především na zvířecí pacienty a ohled na způsob používání (v terénu nebo ordinacích).





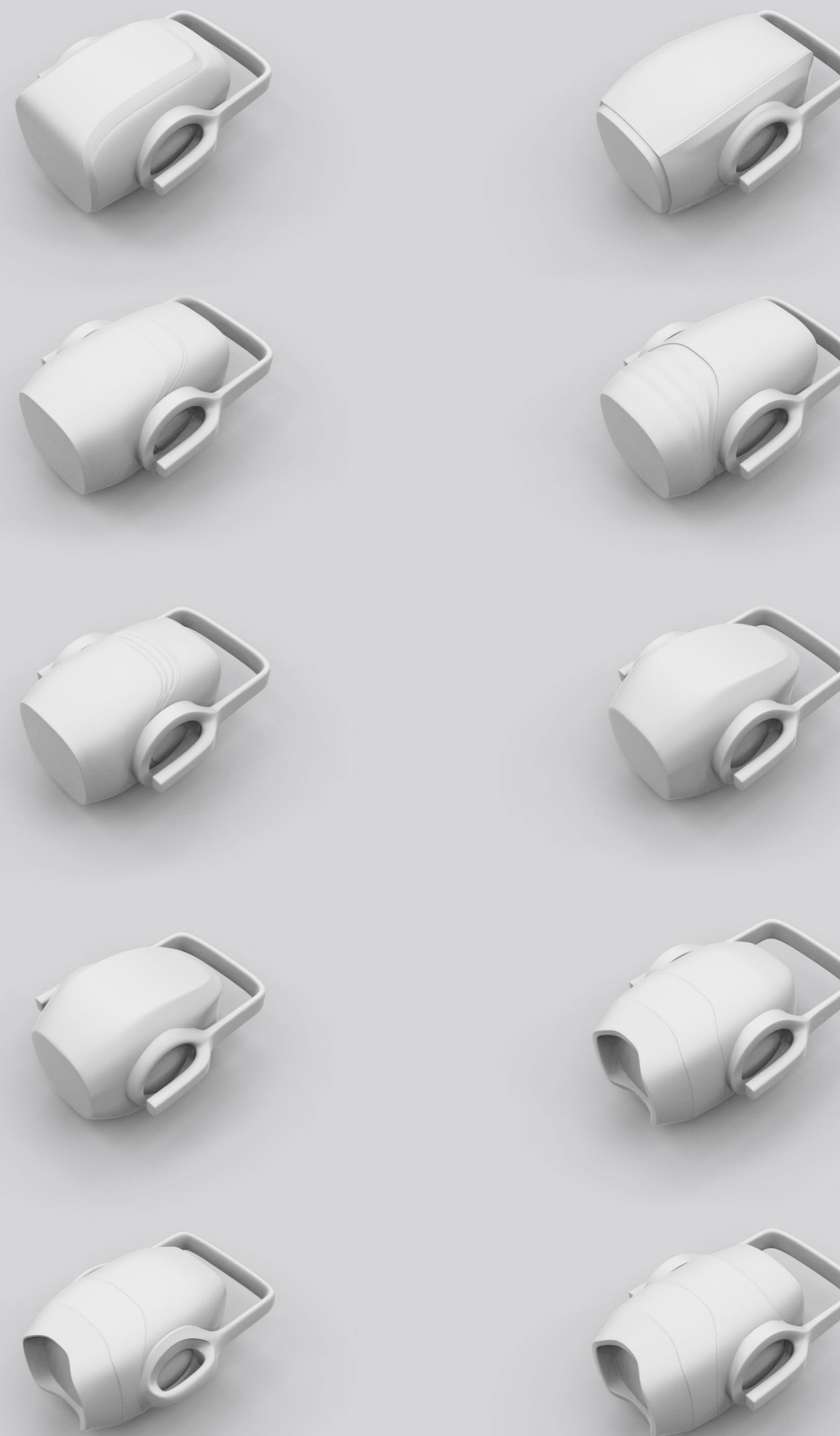
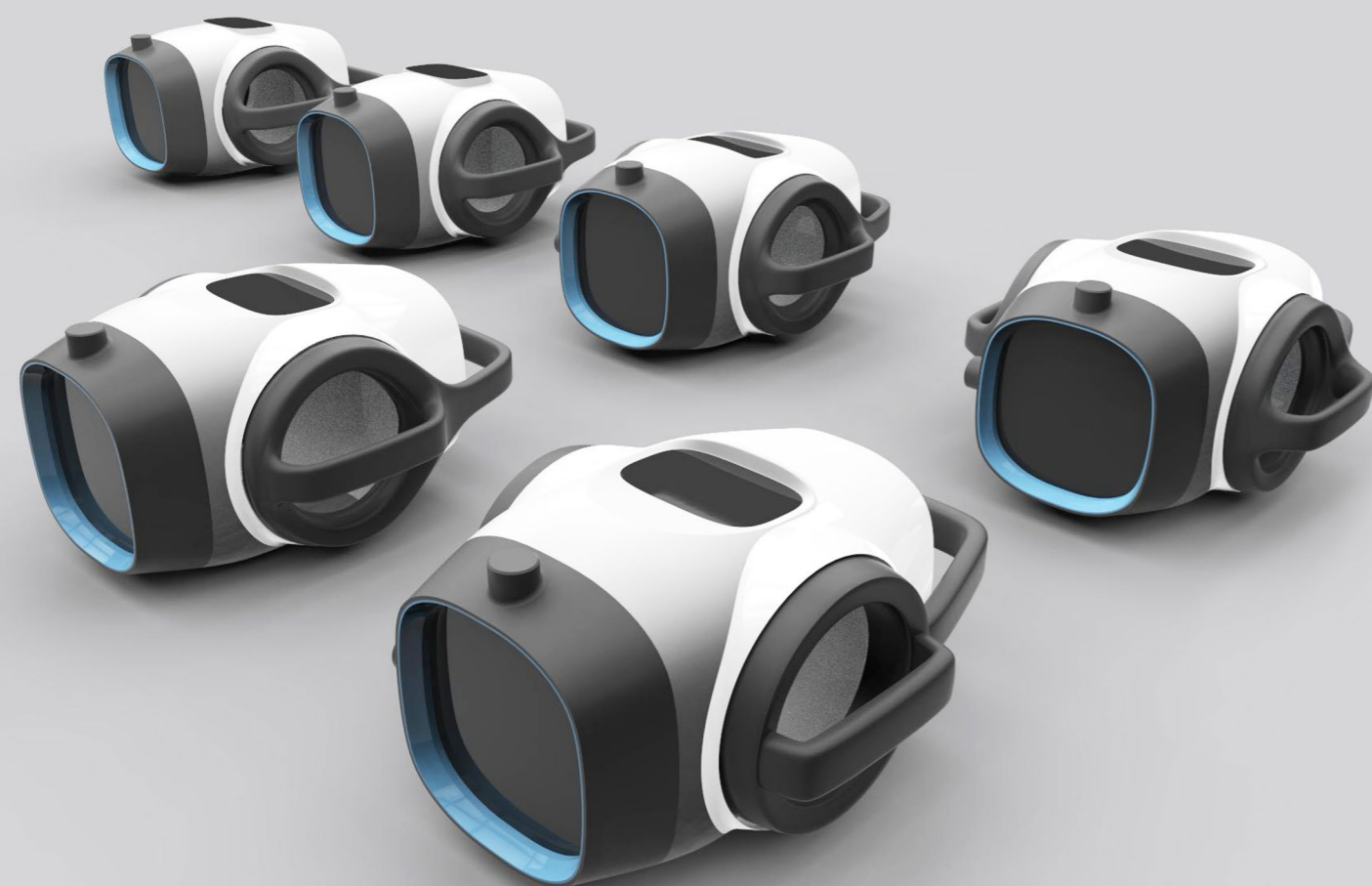
■ Kuvassa
 - paine näyttöä
 - näyttö
 - ohjainpöytä 25,9 x 32 cm
 - näyttö 19,1 tuumaa x 15,5 tuumaa
 - ohjain - ohjainpöytä 19,1 tuumaa
 - ohjainpöytä 25,9 x 32 cm
 - ohjainpöytä 19,1 tuumaa
 - ohjainpöytä 25,9 x 32 cm
 - ohjainpöytä 19,1 tuumaa
 - ohjainpöytä 25,9 x 32 cm

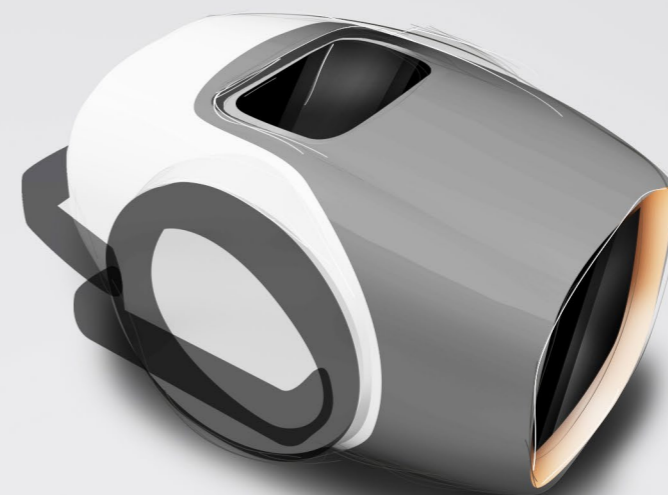
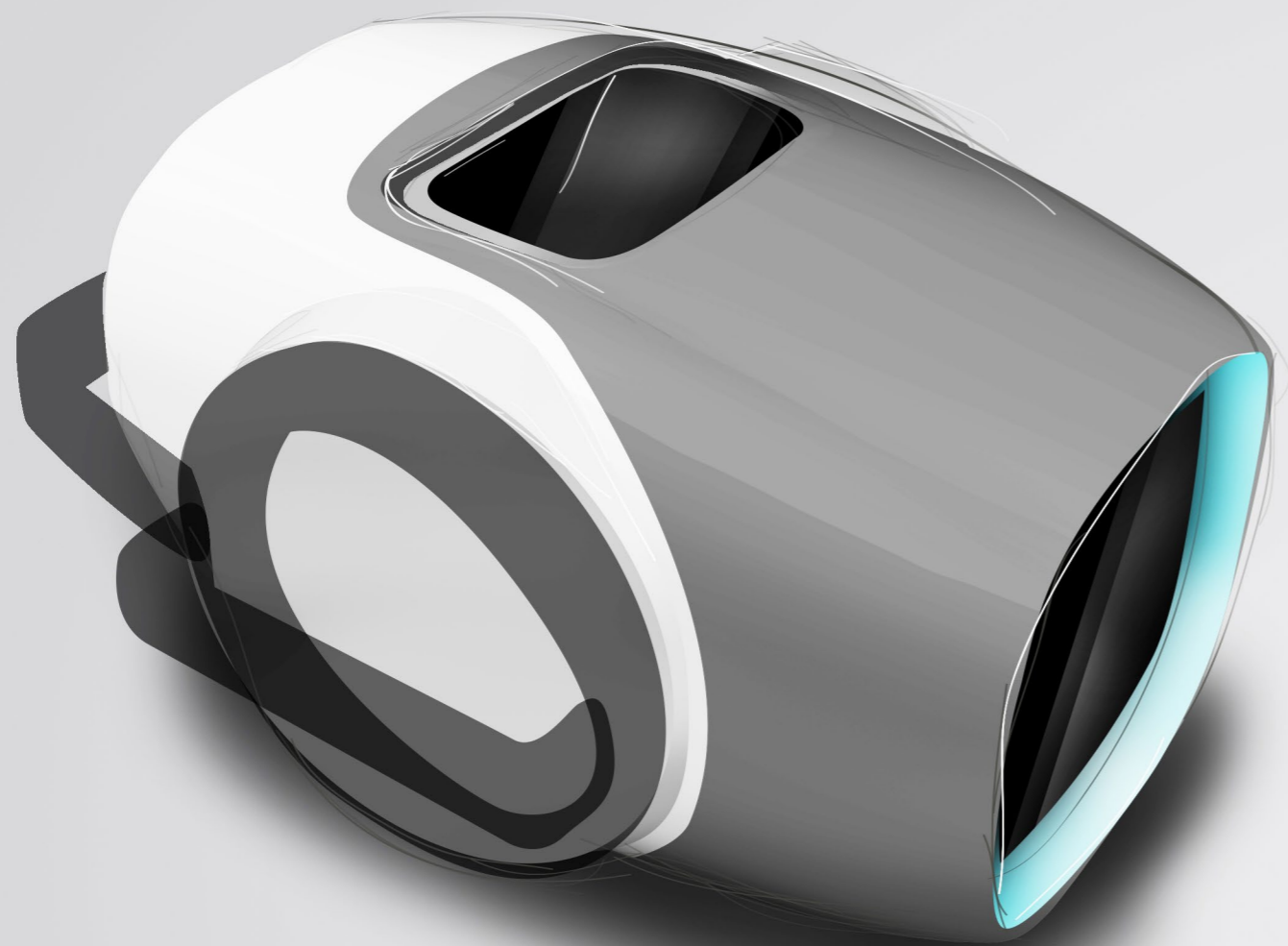


Na základě poznatků zjištěných zkoumáním a vytvořených skic byla zvolena varianta s oblým tvarováním, bez agresivních ostrých tvarů. Tato varianta nejlépe vyhovuje snaze vizuálního snížení hmotnosti celého unitu. Veškeré navržené varianty byly dále rozpracovány pomocí 3D softwaru Rhinoceros 5 do hmotové studie. To umožnilo posoudit objem hmot v závislosti na velikosti interních součástí. Tvarování přístroje se odvíjelo od technických požadavků. V poslední řadě byl při výběru nejlépe vyhovující varianty kladen důraz také na estetickou stránku přístroje.

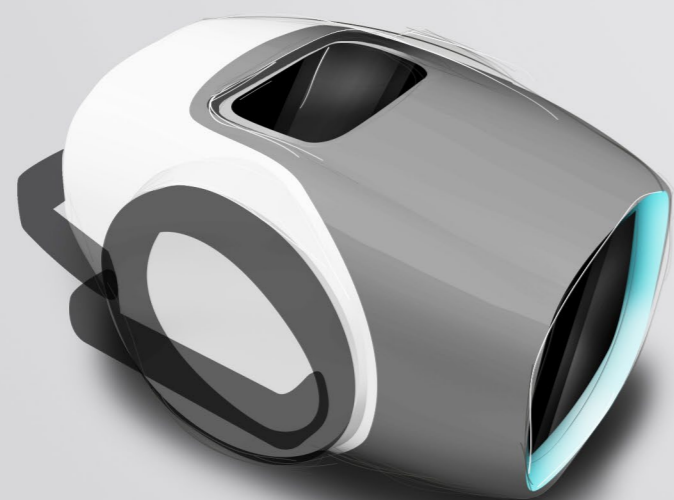
Z estetického hlediska byl vybrán tvar s jemnými křivkami, které dávají přístroji dynamičnost, zároveň vedou oči k důležitým částem unitu (ovládací prvky apod.) a vizuálně celý přístroj rozdělují na jednotlivé části. Přístroj byl dále doplněn o ergonomické úchopy, jejichž návrh vychází z výše zmíněné ergonomické studie.

Barevná kombinace je řešena jemnými pastelovými barvami. Příliš kontrastní, výrazné nebo křiklavé barvy by mohly způsobit u pacienta zvýšení agresivity, nepohodlí a strach během vyšetření. Zároveň je nutné, aby barvy působily hygienicky, čistě a vyváženě.

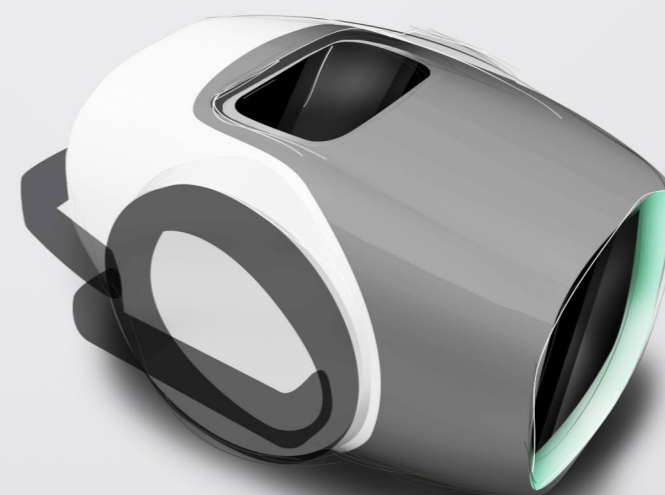




RAL 060 80 40



RAL 220 80 25



RAL 130 80 50

SYNTÉZA – VÝSLEDNÝ NÁVRH

Design

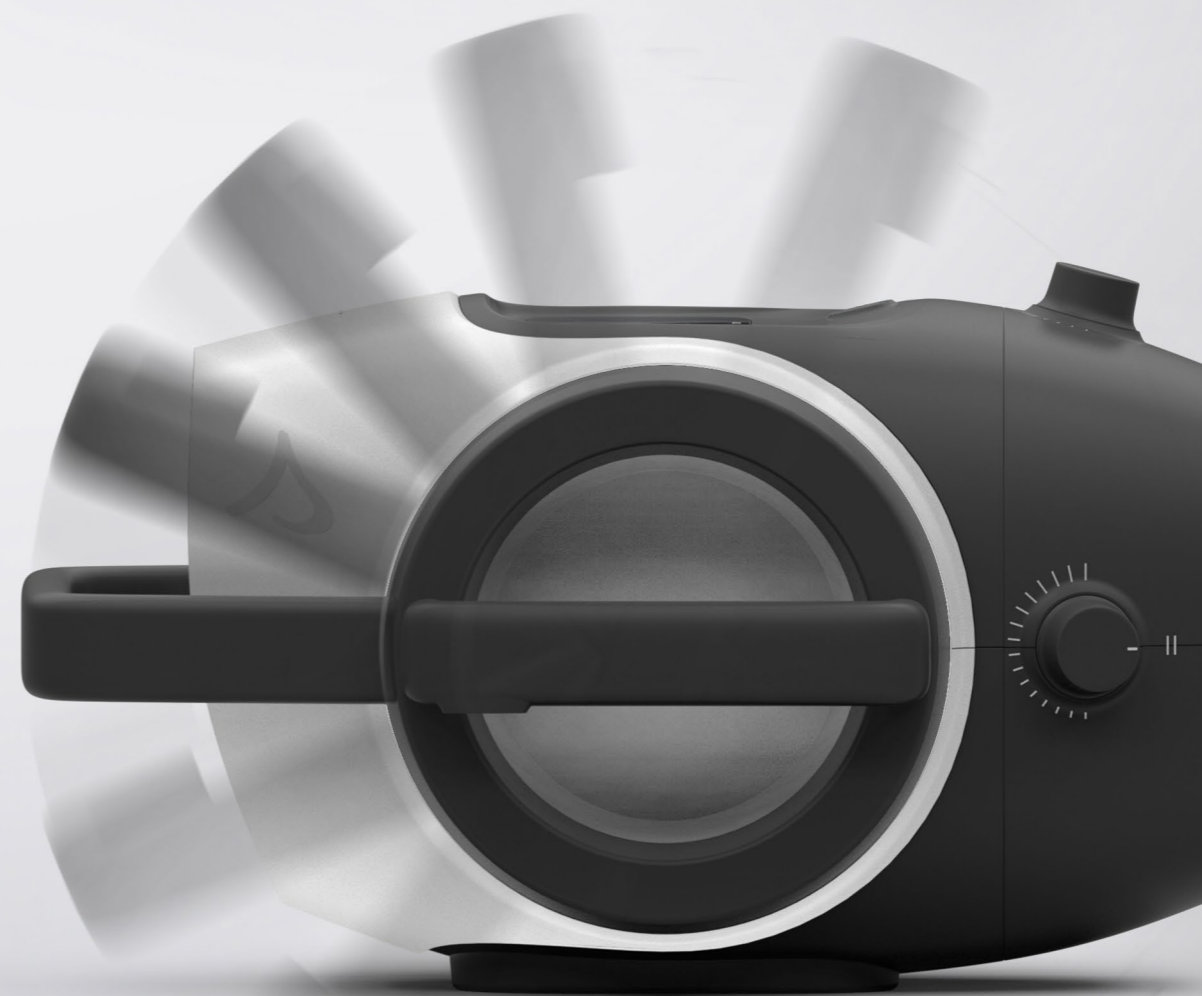
Navržený a výsledný koncept přenosného veterinárního RTG zařízení klade důraz na ergonomii, hygienu a design produktu. Přínos v rámci designu je možné spatřovat ve skutečnosti, že výsledný produkt je možné používat jak pro veterinární, tak humánní medicínu. Přístroj splňuje hygienické, bezpečnostní a technické požadavky. Svým vzhledem propojuje obě medicínská odvětví s dalšími, jako je např. průmysl (nerozbitné a přenosné obaly, kryty apod.).

Podstatou návrhu je jeho měkké tvarování, které se odvíjí od hlavních nosných prvků (kruhové uchycení madel, kolimátor). Povrch přístroje a jeho komponenty jsou vytvořeny tak, aby co nejvíce splňovaly hygienické požadavky. Z toho důvodu nejsou na přístroji žádné ostré rohy, ve kterých by se mohla hromadit a držet nečistota. Snahou bylo, aby tvar přístroje stmeloval všechny jeho části do jednoho kompaktního celku a zároveň byly jednotlivé části, které slouží k uživatelskému nastavení (displej, tlačítka) a obsluze (madla pro úchop), barevně rozlišeny.

Celý přístroj je složen ze třech částí - polohovatelná madla, prvky pro uživatelské nastavení a zadní část, na které jsou umístěny porty pro připojení napájení, externí spouště nebo dvířek pro vyjmutí baterie (pouze u řady S).

Ergonomie a uživatelské nastavení

Dominantním prvkem přístroje jsou polohovatelná (otočná) madla, která jsou určena pro přenos a používání přístroje v exteriéru (mimo ordinaci). Madla je možné otáčet v rozmezí od 0° do 280° a tím získat neoptimálnější pohodlí úchopu ve všech pozicích a podmínkách. Přístroj disponuje celkem třemi úchopy, jejichž návrh vychází z ergonomické studie. Dva úchopy slouží k manipulaci a nastavení přístroje do požadované polohy při diagnostickém vyšetření. Úchopy jsou umístěny v těžišti přístroje, což umožňuje snazší a přesnější manipulaci s RTG přístrojem. Zároveň je pravé madlo opatřeno spouští pro zahájení expozice. Třetí madlo slouží především k zavěšení na stativ/stojan, popřípadě k přenosu na určité místo nebo také k přidržení při polohování. Mezi nejbližšími body madla a těla přístroje je vzdálenost 35 mm, tato vzdálenost podle ergonomických manuálů Henryho Dreyfusse je vzdálenost, při které se do této mezery vejdou všechny prsty, ale zamezují průchodu celé ruky, tudíž nemůže dojít ke skřípnutí prstu nebo celé ruky. [14]



Přední část přístroje, opticky rozlišená šedou barvou, slouží k uživatelskému nastavení. Tato část se skládá z displeje a kolimátoru. Na displeji je možné nastavit centrální paprsek, paměť, časové charakteristiky (mAs/sec) a napětí (kV). Dále displej informuje o stavu baterie, prováděné expozici, erorech a běhu přístroje. U výkonnějších přístrojů je na ovládacím panelu možné nastavit také konkrétní část těla zvířete, pro kterou jsou předdefinované hodnoty, což šetří čas. S ohledem na uživatelský komfort disponuje displej přístroje funkcí softwarové otočení obrazu o 180°. Toto řešení bylo navrženo především kvůli změně směru držení přístroje, který je odlišný při držení v ruce a při zavěšení na stativu/stojanu.

Další částí je kolimátor, který je možné natáčet v rozmezí od 0° do 360°. Kolimátor je opatřen dvěma rotačními regulátory, které slouží k usměrnění nebo zvětšení velikosti pole pro ozáření a tím vymezují rozměry výsledného pořizovaného snímku. Regulátory slouží také k úplnému uzavření kolimátoru.

Zadní část obsahuje porty pro připojení napájení a externí spouště (u přístroje typu M je v zadní části umístěna také baterie). Zadní část je v celé její výšce zaoblená. Oblý tvar zadní části byl zvolen z toho důvodu, že při polohování přístroje, vzhledem k jeho hmotnosti, si uživatel v některých případech musí opřít tělo o přístroj. Ostrý tvar zadní strany by v některých případech mohl uživateli znesnadňovat používání přístroje.

Při návrhu přenosného RTG přístroje byl kladen důraz také na skutečnost, že jsou tato zařízení používána v terénu. Z toho důvodu byly ve spodní části přístroje umístěny nožičky, které dodávají zařízení stabilitu a částečně ho chrání před otřesy a poškozením.

Psychologie

Jak již bylo uvedeno výše, podstatou návrhu je jeho měkké tvarování, které hmotnost celého přístroje vizuálně snižuje. Zároveň ale také jeho biomorfní měkké tvary zvyšují psychickou pohodu pacienta. A spolu se zvolenou neutrální barevností neprovokuje a je přívětivější pro práci se zvířaty.



Barevné řešení

Celková barevná kombinace je řešena jemnými pastelovými barvami. Zvolením příliš kontrastní, výrazné nebo křiklavé barvy by mohlo dojít ke zvýšení agresivity, nepohodlí a strachu u pacientů během vyšetření. Zároveň je nutné, aby barvy působily hygienicky, čistě a vyváženě. U návrhu přenosného RTG přístroje byly použity barvy bílá a šedá. Tyto barvy byly doplněny o jeden odstín pastelové barvy. Tento odstín rozlišuje typy produktové řady RTG přístrojů.

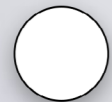
Dále je také možné u přístroje zvolit i jiné barevné řešení, např. pro případy, kdy je přístroj používán výhradně v terénu. Jako příklad jsou na obrázku znázorněny barevné kombinace s názvem Safari, Kamufláž nebo Neutrál.

Seznam použitých barev (RAL)

ZÁKLADNÍ



RAL 000 25 00



RAL 9010



RAL 220 80 25



RAL 120 80 40



RAL 095 90 50

OSTATNÍ



RAL 080 20 10



RAL 090 50 40



RAL 080 20 05



RAL 100 30 20



RAL 000 25 00

Logo a název

Všechny přístroje navržené v této práci nesou název Beam (paprsek), což je spjaté s principem, na kterém tyto přístroje fungují. Pro tyto přístroje je také specifické jejich logo, které vychází z jejich půdorysného tvaru a je dále stylizováno do finální podoby. Z loga dále vychází i samotný font, to je patrné především na písmenu A a E.



Jednotlivé varianty přístrojů (členěné dle velikosti) jsou dále pojmenovány podle jejich velikosti. Nejmenší varianta nese název S (small), střední velikost M (middle), nejvýkonnější a zároveň největší varianta je pojmenovaná L (large).





Neutral



Kamoufláž



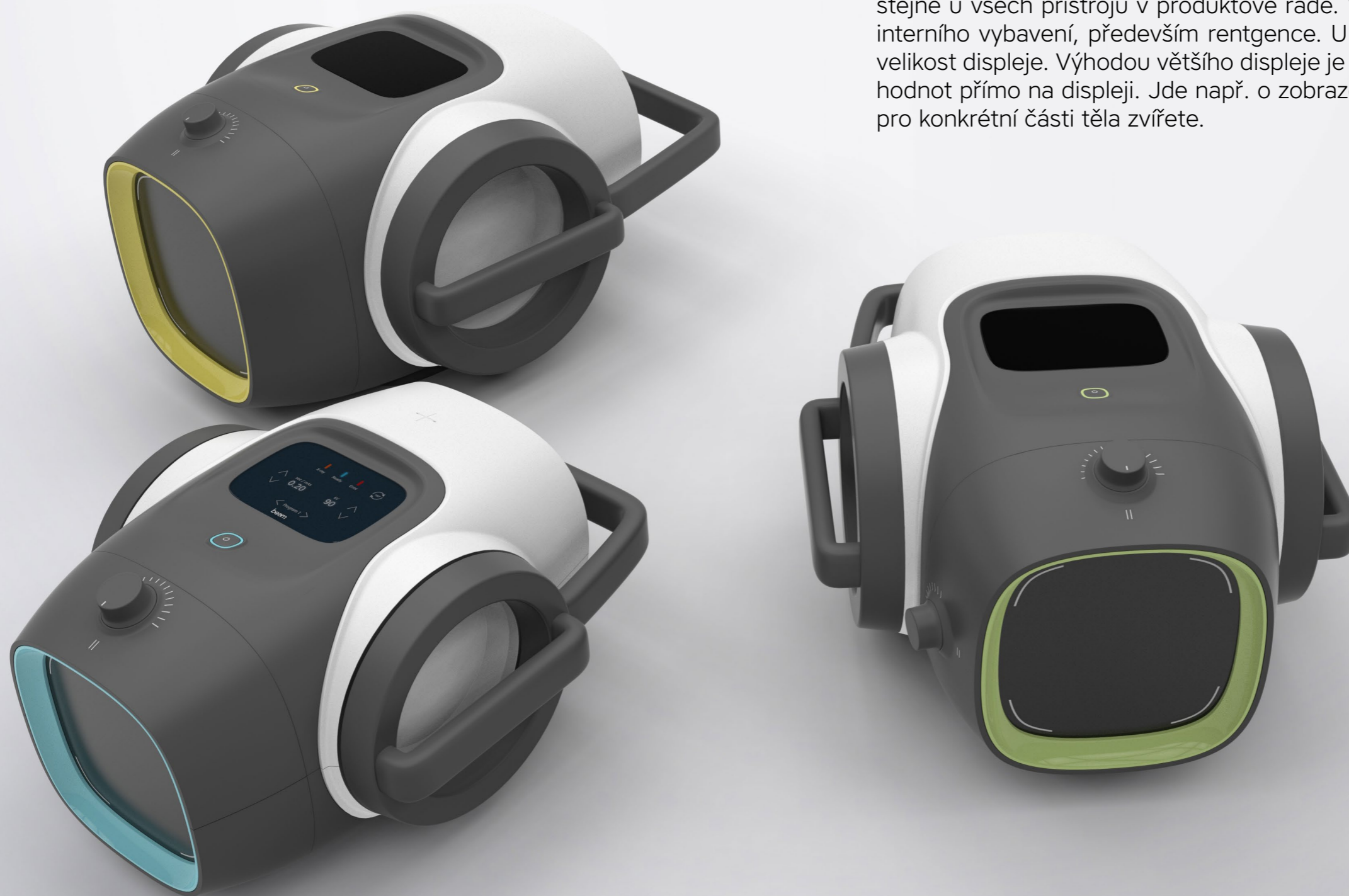
Safari



Produktová řada

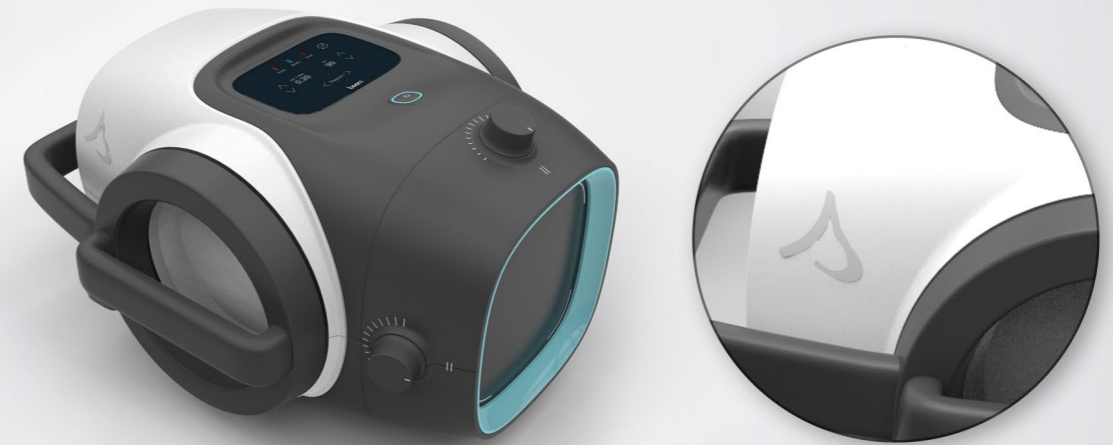
Návrh je použitelný pro celou produktovou řadu RTG přístrojů, pro malé, střední a velké přístroje. Přístroje se liší technickými parametry, např. výkonem, přednastavenými programy, použitím apod. Viditelným parametrem je jejich velikost, která je patrná také na jednotlivých částech přístroje.

Navrhovaný design přenosného RTG přístroje byl v této práci řešen pro celou produktovou řadu, proto nedošlo k velkým změnám v proporcích přístrojů. Velikostně se u jednotlivých přístrojů produktové řady mění pouze tělo, displej a poloměr madla přístroje. Ostatní součásti, např. tlačítka nebo rotační regulátory zůstávají stejné u všech přístrojů v produktové řadě. Velikost těla je přizpůsobena velikosti interního vybavení, především rentgence. U větších přístrojů je možná také větší velikost displeje. Výhodou většího displeje je možnost umístění dalších potřebných hodnot přímo na displeji. Jde např. o zobrazení přednastavených hodnot přístroje pro konkrétní části těla zvířete.



Beam S

RTG přístroj této řady je velikostně nejmenší a je napájen integrovanou baterií, kterou lze vyjmout a nabít v doku. Přístroje tohoto typu disponují poměrně malou velikostí a nízkou hmotností. Tyto přístroje se používají především na koně a diagnostiku/snímkování kopyt či zubů.



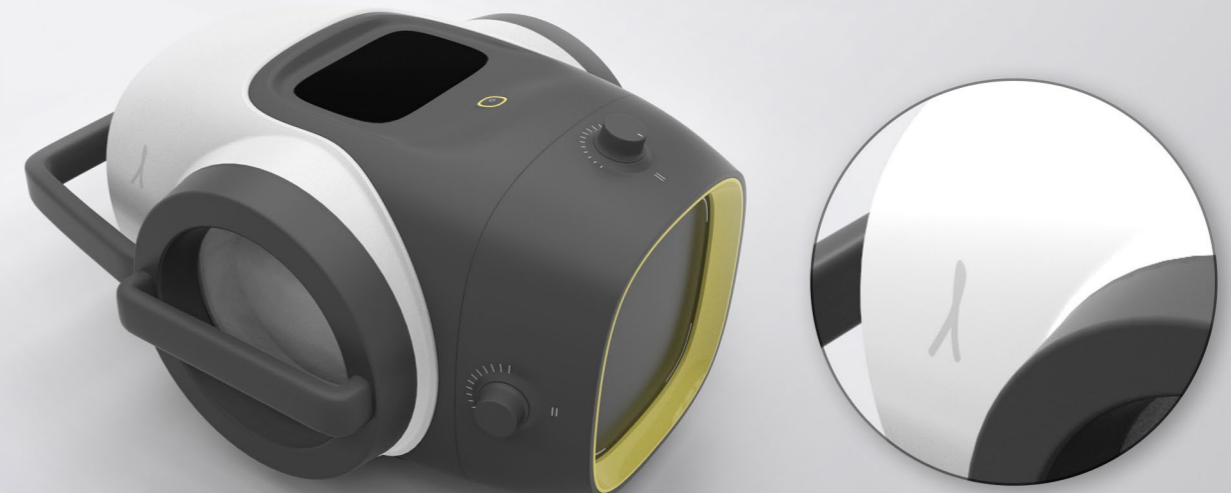
Beam M

Jedná se o středně velké RTG přístroje, které mají využití ve smíšené praxi. Jsou vhodné pro vyšetření jak velkých, tak malých pacientů (zvířat). Pro napájení těchto přístrojů je nutné připojení k elektrické síti. Tyto přístroje disponují přednastavenými hodnotami pro snímkování určité partie těla pacientů.



Beam L

Tato varianta RTG přístroje spadá mezi nejvýkonnější. Je určena pro náročné klienty, např. pro veterinární univerzity nebo zoologické zahrady. Jejím znakem jsou především velké rozměry a velká hmotnost. Stejně jako Beam M má větší displej s přednastavenými hodnotami pro snímkování určité partie těla pacientů.

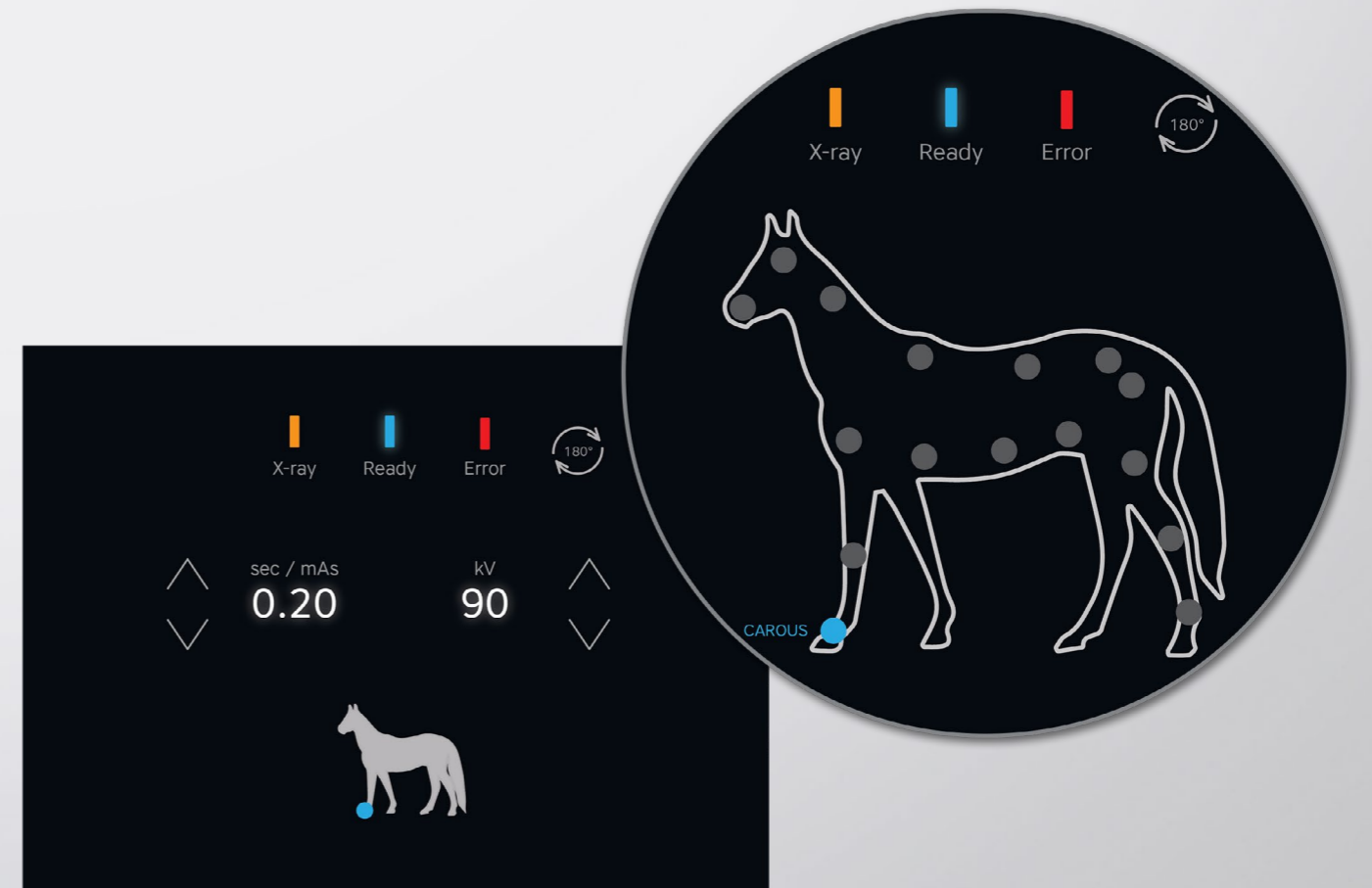
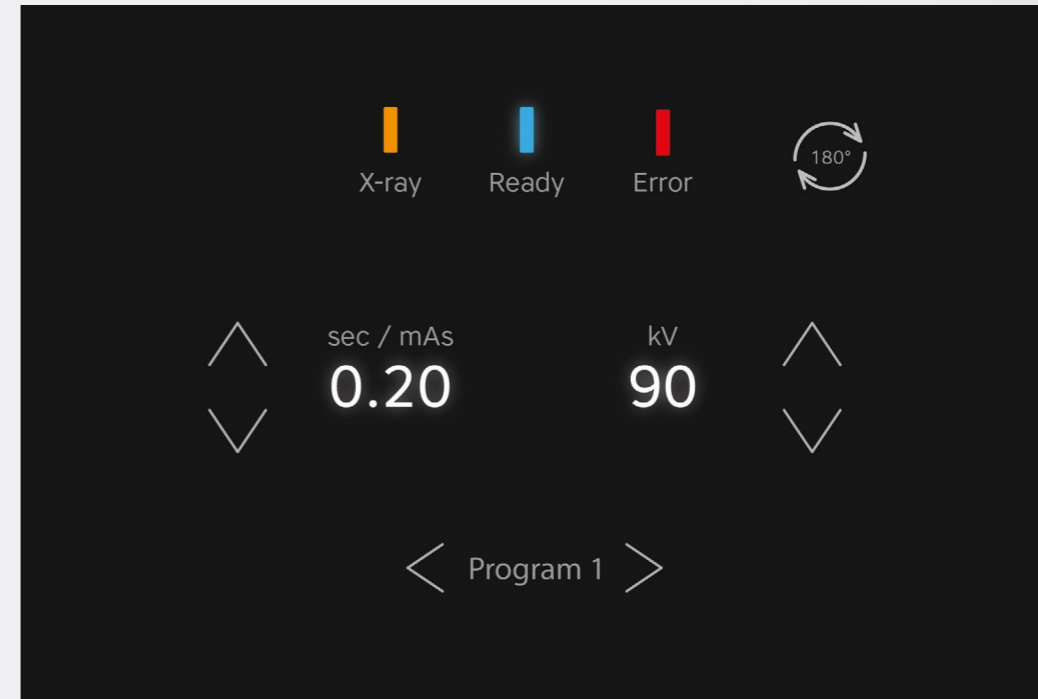


Displej a GUI

Grafické rozhraní přístroje je řešeno jednoduchým a přehledným designem. V horní části obsahuje tři základní kontrolky, kontrolku X-ray značící průběh expozice, kontrolku Ready, která značí, že je přístroj připraven k použití a chybový indikátor s názvem Error. Dále v pravém horním rohu je tlačítko pro natočení displeje o 180°. Uprostřed jsou zobrazeny hlavní hodnoty – v levé části expoziční čas (sec) a v pravé části vstupní napětí (kV). Tyto hodnoty lze měnit již přednastavenými programy, které se mění pomocí šipek ve spodní části nebo je lze upřesnit krajními šipkami.



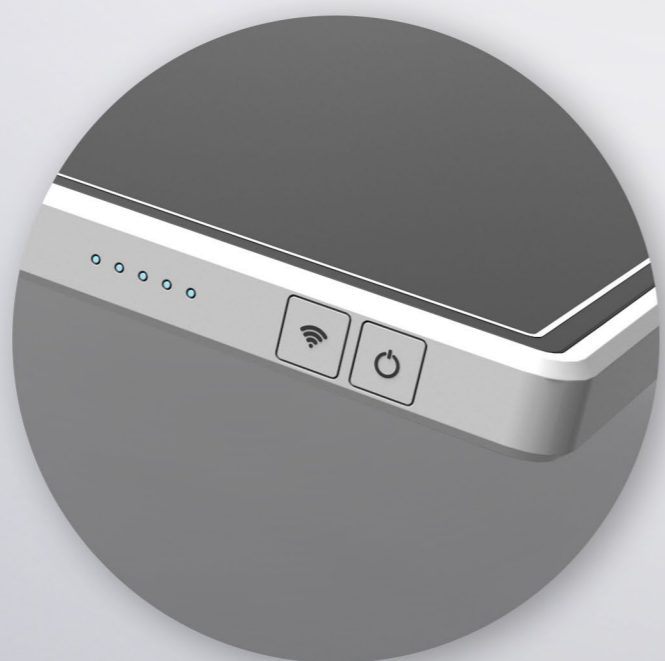
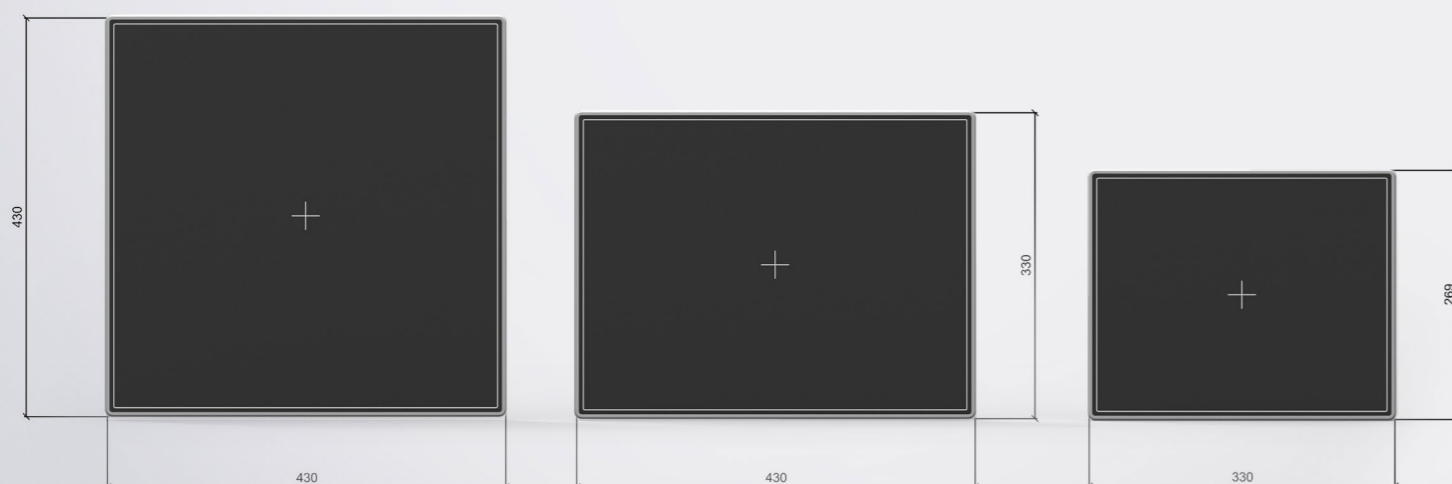
U výkonnějších přístrojů, vzhledem k větší velikosti displeje, je možné po kliknutí na siluetu zvířete nastavit přímo určitou partii pacienta, pro niž jsou hodnoty přednastavené, popřípadě je lze změnit bočními šipkami. Vybraná partie se poté zvýrazní v malé siluetě.



PŘÍSLUŠENSTVÍ

Kazety

Kazeta je navržena na principu detektorů, které obraz převádí na elektronickou informaci, kterou ihned odesílají do zobrazovacího zařízení, notebooku či tabletu. Napájena je z baterie, která je vyjímatelná. Baterii je možné nabíjet z dobíjecího doku. Tvar kazety je omezen technickou stránkou. Při návrhu byl kladen důraz na co nejtenčí tloušťku kazety. Z toho důvodu byl zvolen jednoduchý design s jemným zkosením hran.



Dálkové ovládání expozice

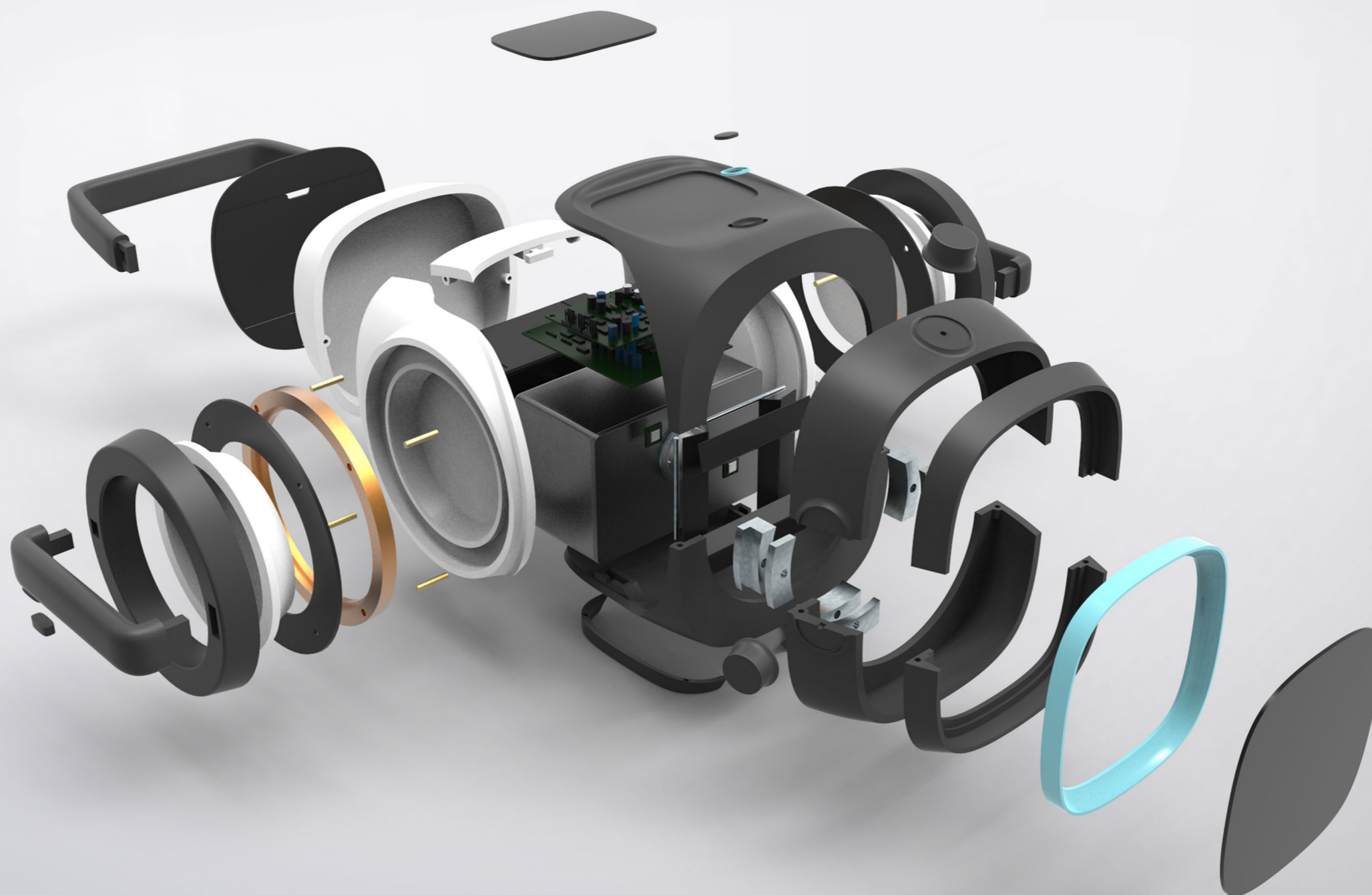
Dálkový ovladač expozice slouží pro zahájení expozice při větší vzdálenosti uživatele od přístroje. Přestože se dálkový ovladač využívá převážně v ordinacích, najde uplatnění také v terénu. Design dálkové spouště odpovídá vzhledu samotného unitu. Je vyroben z ABS a napájen je dvěma AA bateriemi.



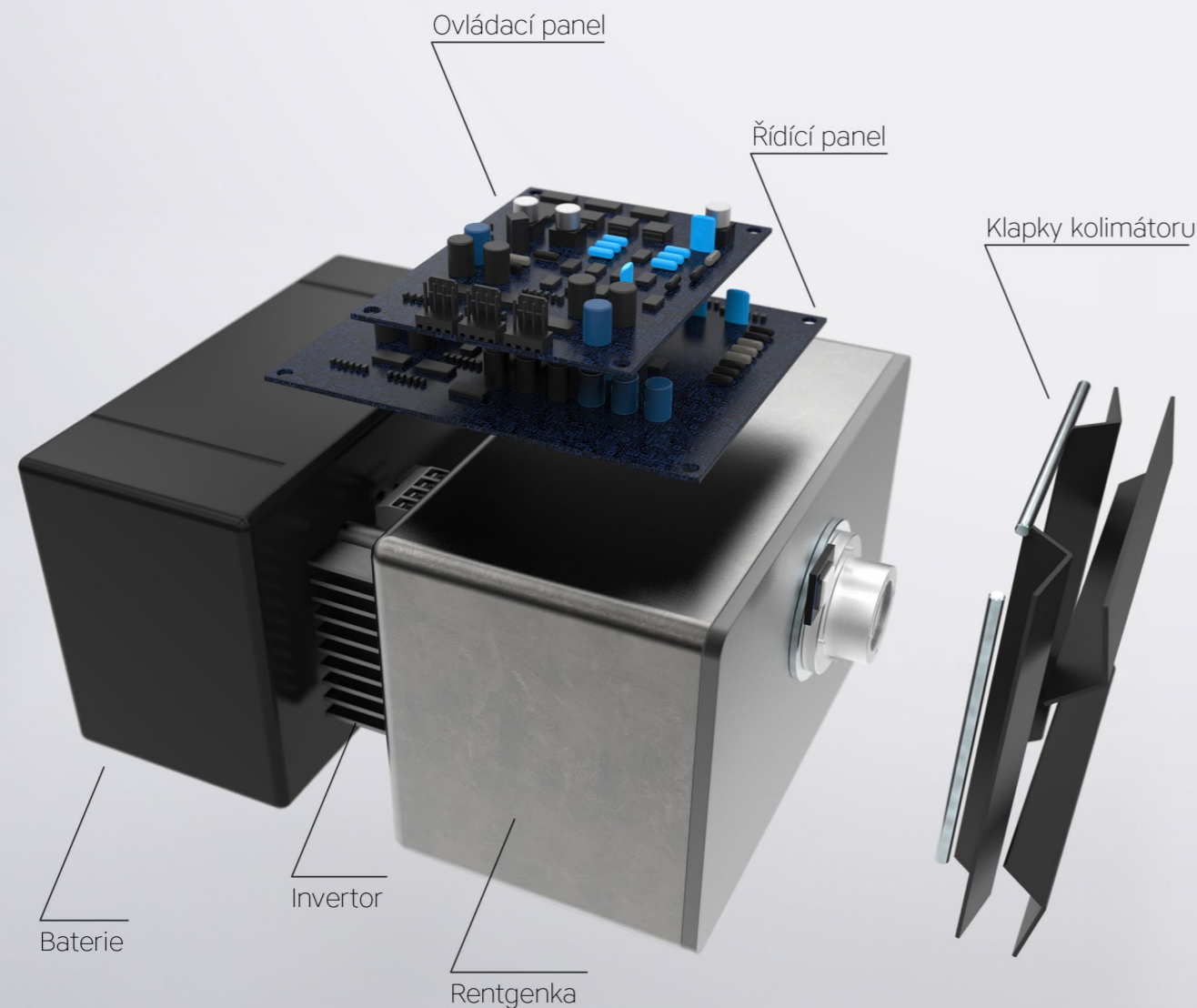
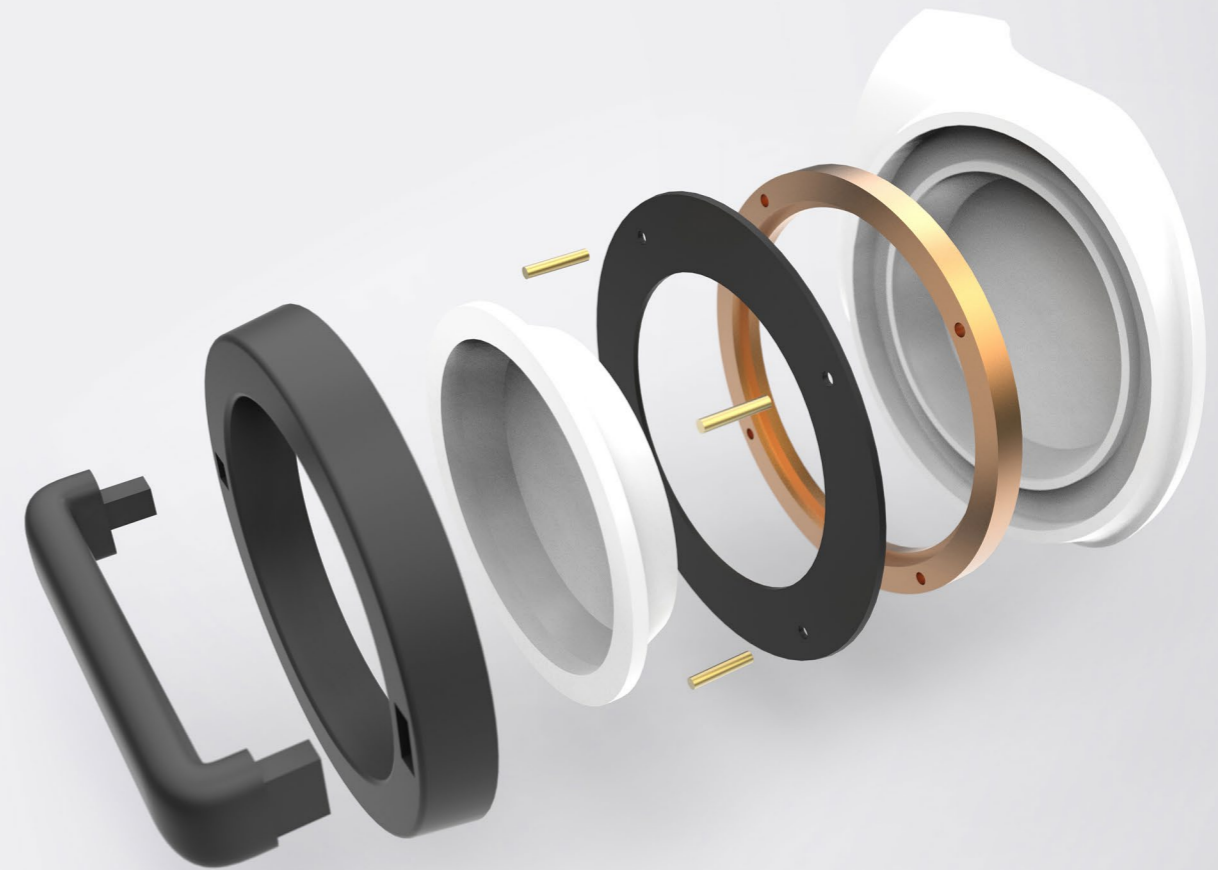
KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Cenová úroveň navrženého RTG přístroje je srovnatelná s cenou současných, na trhu dostupných produktů. Navržené řešení je srovnatelné také s principy fungování dostupných RTG přístrojů. Při návrhu přenosného RTG přístroje byly s ohledem na cenu produktu využity nejnovější dostupné technologie.

Kryt přístroje se skládá ze tří částí, které jsou do sebe vzájemně zacvaknuty. Zároveň jsou tyto jednotlivé části, z technologických důvodů, rozděleny na několik dalších částí. Celý unit je vyroben z amorfního termoplastického průmyslového kopolymeru s názvem ABS (Akrylonitrilbutadienstyren). Tento materiál je vysoce odolný vůči mechanickému poškození, teplotním rozdílům a je zdravotně nezávadný.



Otočné madlo je umiestené v hlavnej časti celého prístroje. V pouzdre, ktoré je súčasťou krytu, je vložený rotačný kotouč, díky kterému je možné madlem pohybovať (rotovať). Rotačný kotouč je zajišten pevným krytom, ktorý je pripojen šroubami ke krytu prístroje. Na rotačnom kotouči sú uložené dve podložky, zakryté obručami s prišroubovanými madlami. Rotačný kotouč, podložky a obruč s madlami sú vzájomne pevne spojené pomocou šroubov a čepov. Madla sú vyrobené z hliníkových profilov, ktoré majú rovnaký prierez u všetkých modelov produktovej rady. Povrch madel je upraven metódou pogumovania, silikónom.



Vnitřní komponenty

Na obrázku je zobrazeno uspořádání vnitřních komponent prístroje. Rentgenka (rentgenová lampa s pevnou anodou v olejové lázni) je z dôvodu vysokej hmotnosti umiestnená v stredu ťežišťa prístroje. V prednej časti sa nachádzajú klapky kolimátoru, dve LED diody na osvetlenie rentgenovanej oblasti a predná sklenená doska. V zadnej časti sa ďalej nachádzajú batérie (pouze u Beam S) a invertor. V vrchnej časti je umiestnený riadiaci panel, ktorý obsahuje firmwaru, riadi vstupné proudy a ďalšie hodnoty. Ďalej je v vrchnej časti umiestnený ovládací panel, ktorý je pripojený na displej.

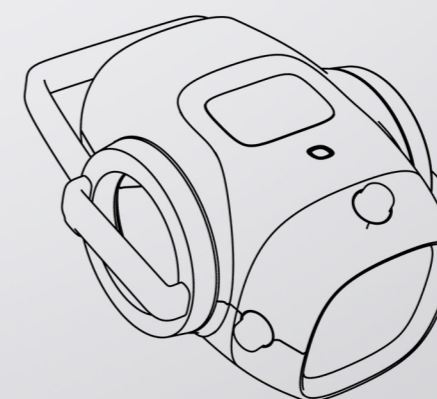
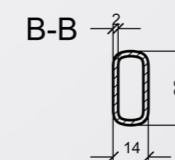
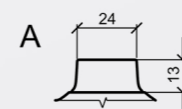
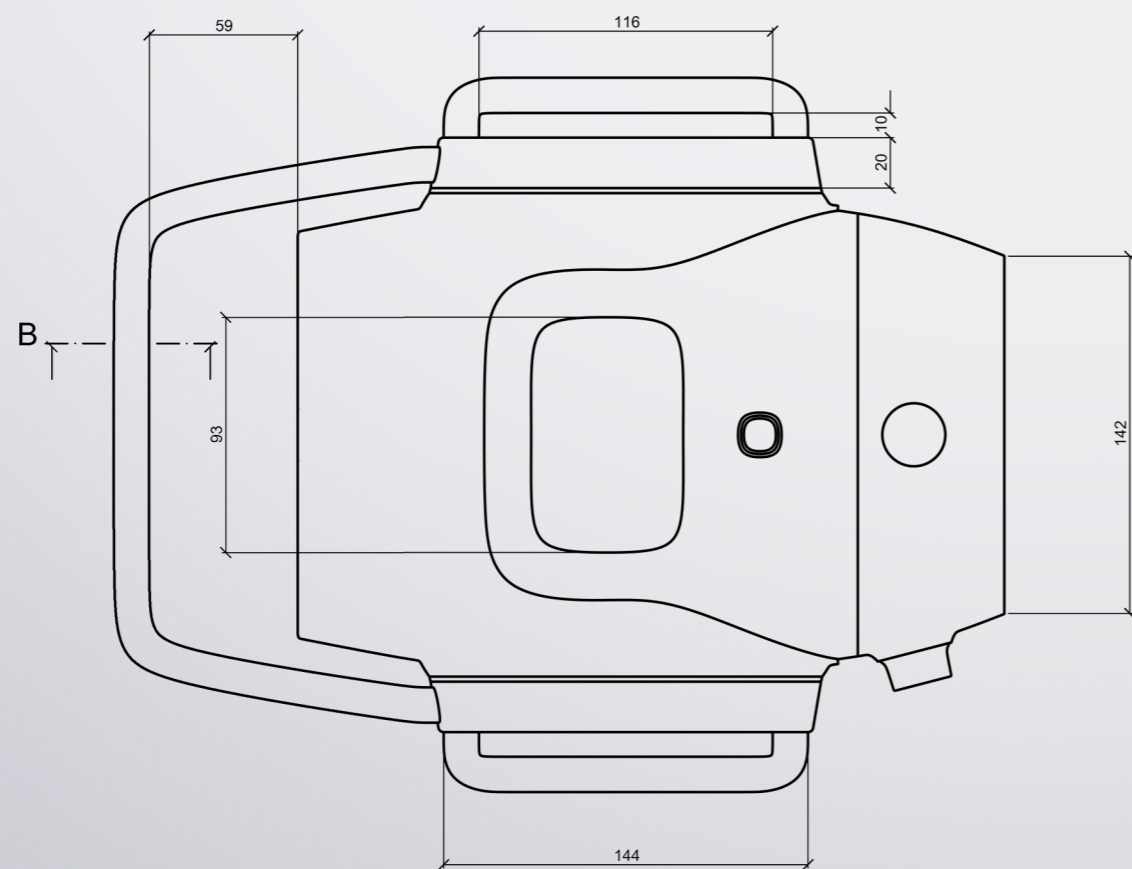
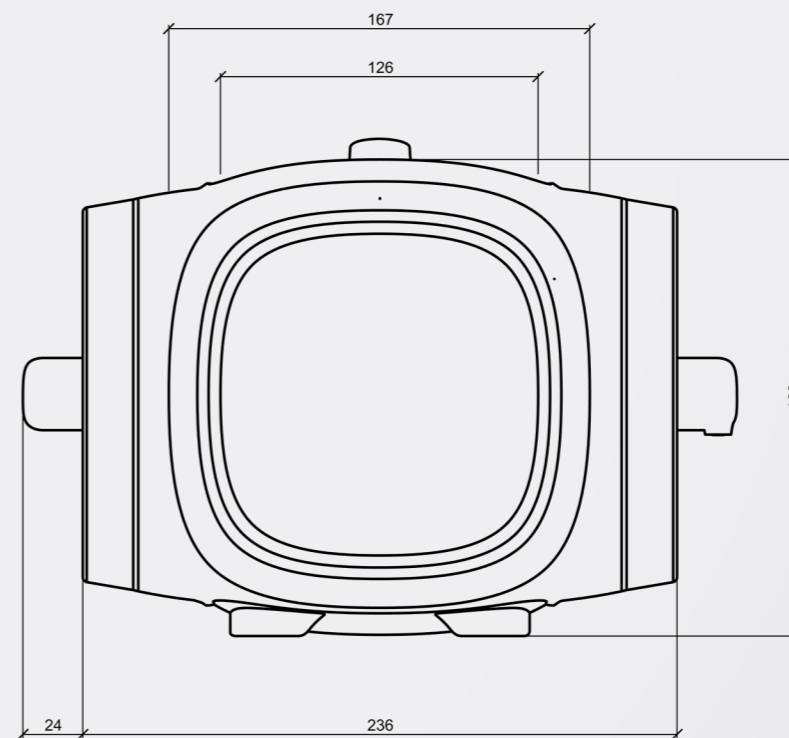
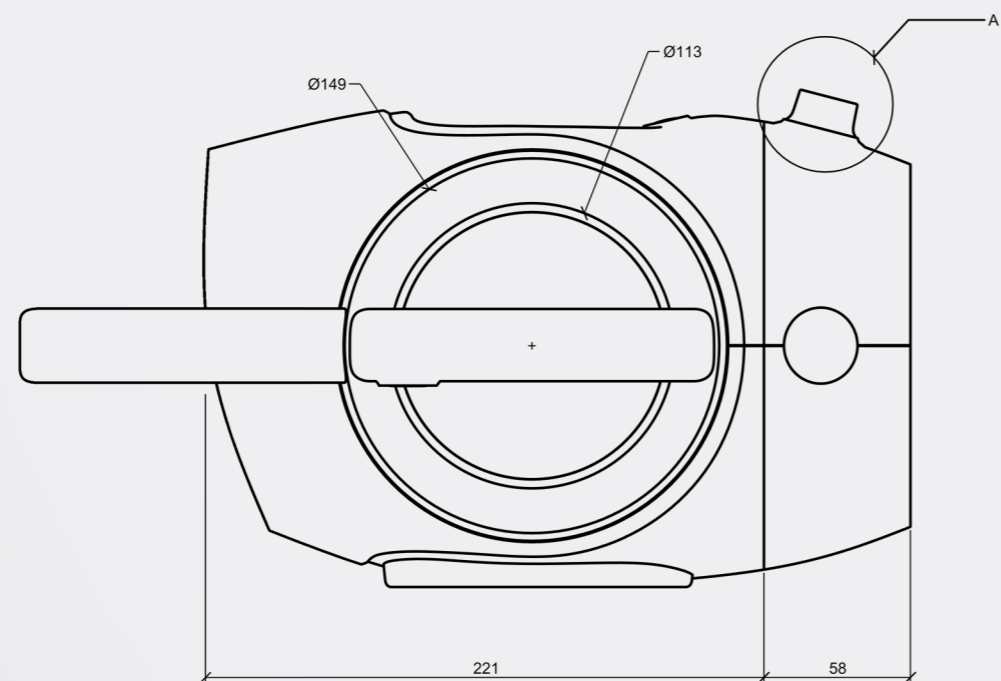
Technologie

Z hlediska technologie je přístroj navržen zcela digitální, tzn., že kazeta je navržena na principu detektorů, které obraz převádí na elektronickou informaci a ihned jej odesílají do zobrazovacího zařízení (notebook či tablet). Komunikace s dalšími přístroji je zprostředkována bezdrátově, ať už se jedná právě o komunikaci s počítačem či tabletem nebo o dálkové ovládání expozice.

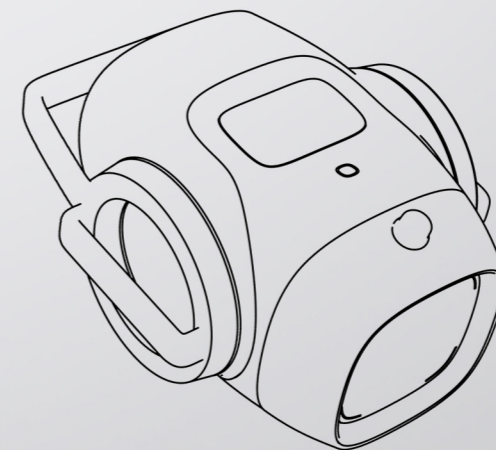
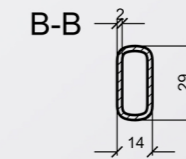
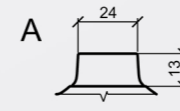
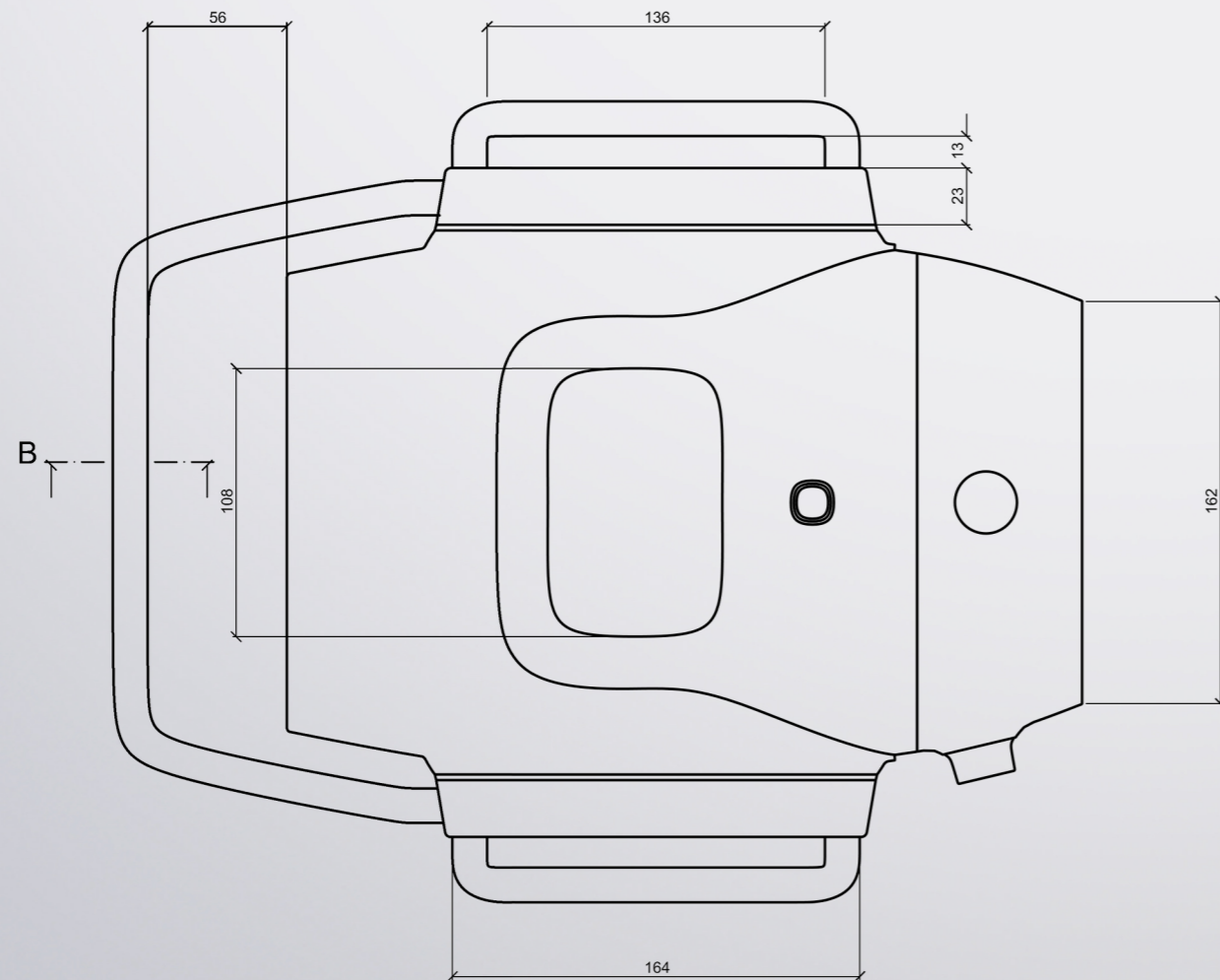
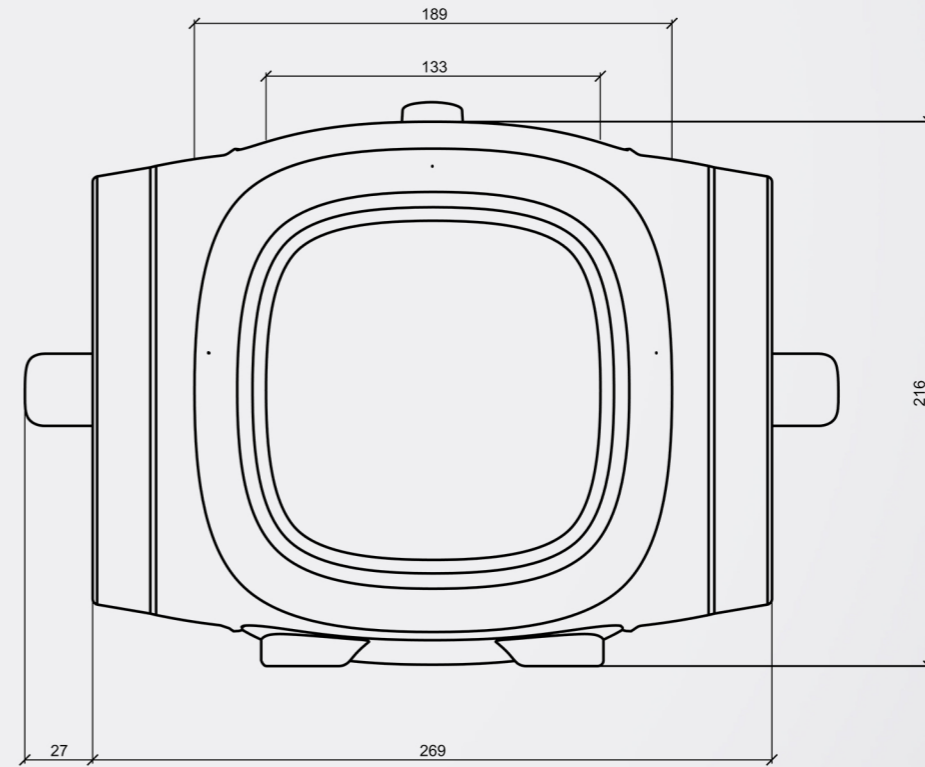
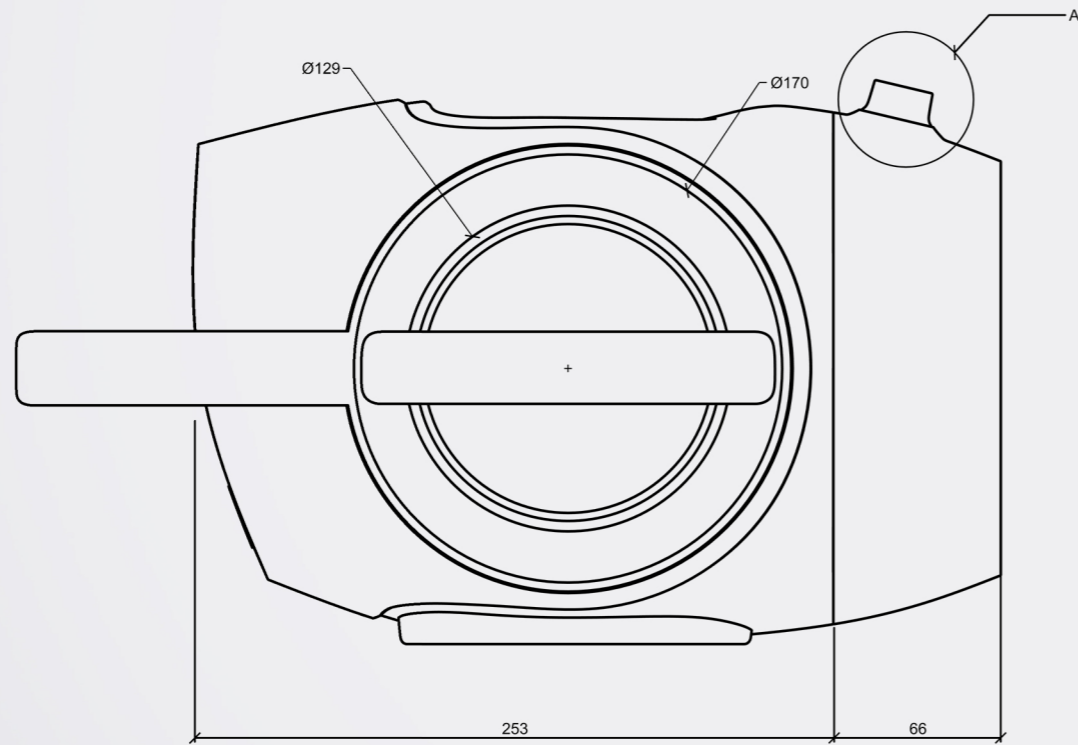
Cílový zákazník

Tyto přístroje jsou určeny pro veterinární a humánní medicínu. Jejich výhodou je možnost použití jak v interiéru (ordinacích), tak v exteriéru (terénu). V případě veterinární medicíny jsou přenosné RTG přístroje využívány např. ve stájích koní nebo zoologických zahradách. A v případě humánní medicíny nacházejí tyto přístroje uplatnění např. v polních nemocnicích ve válečných zónách.

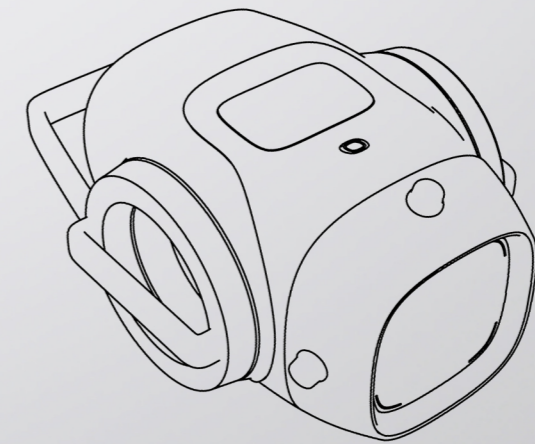
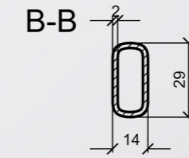
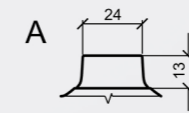
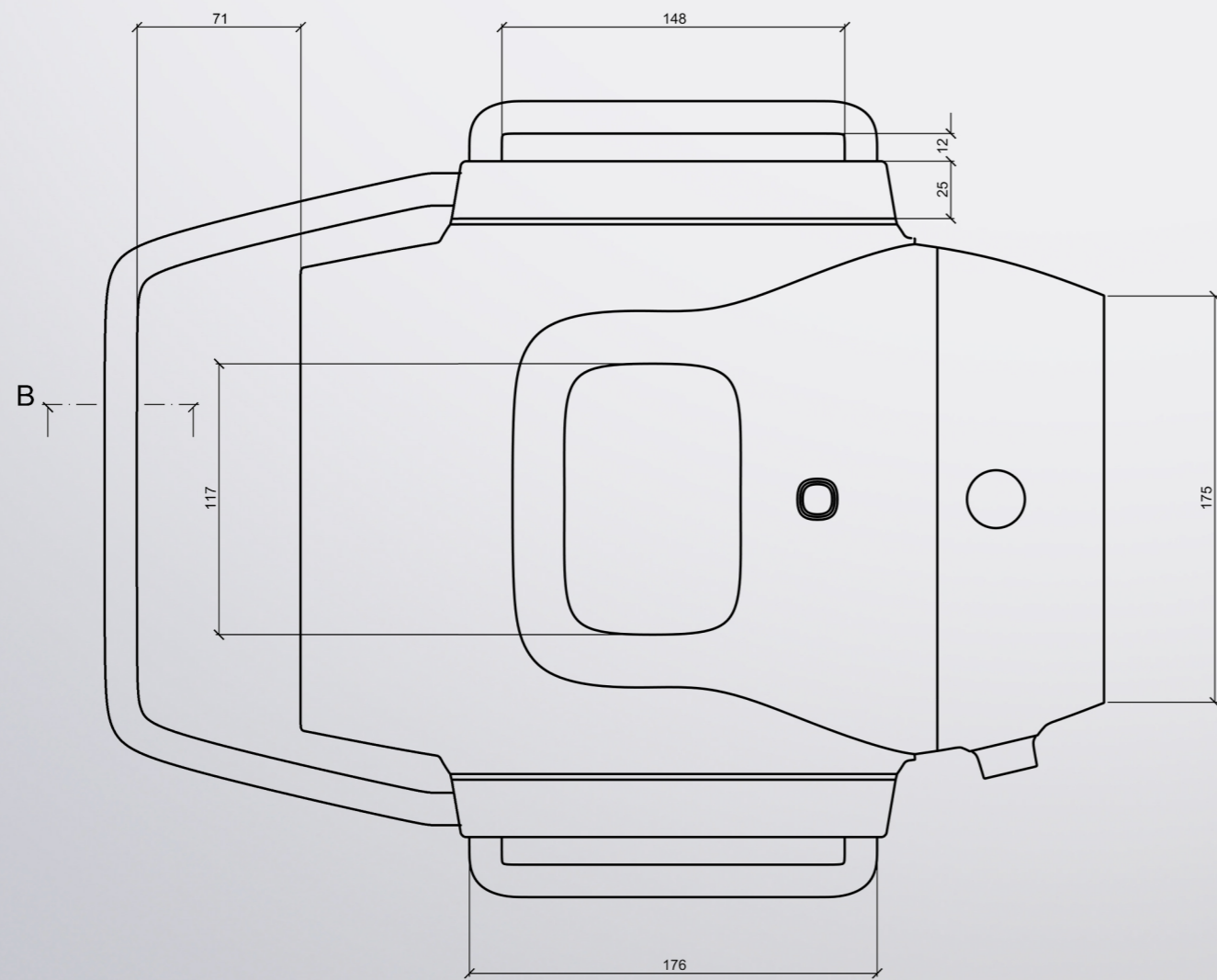
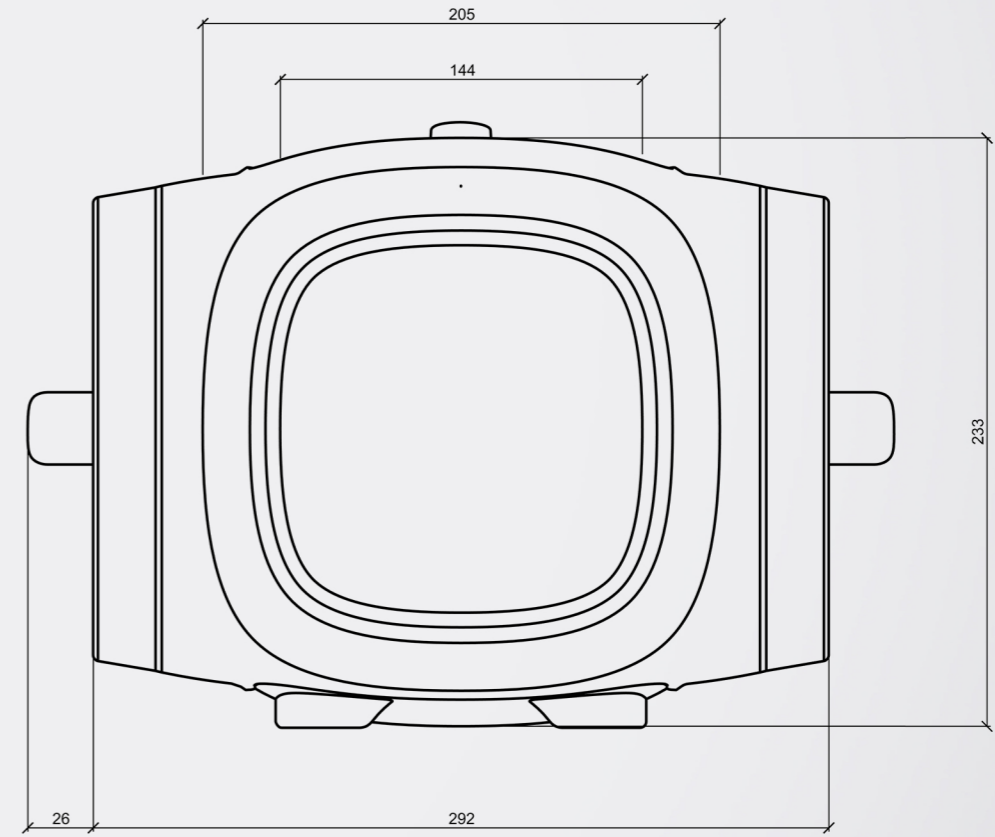
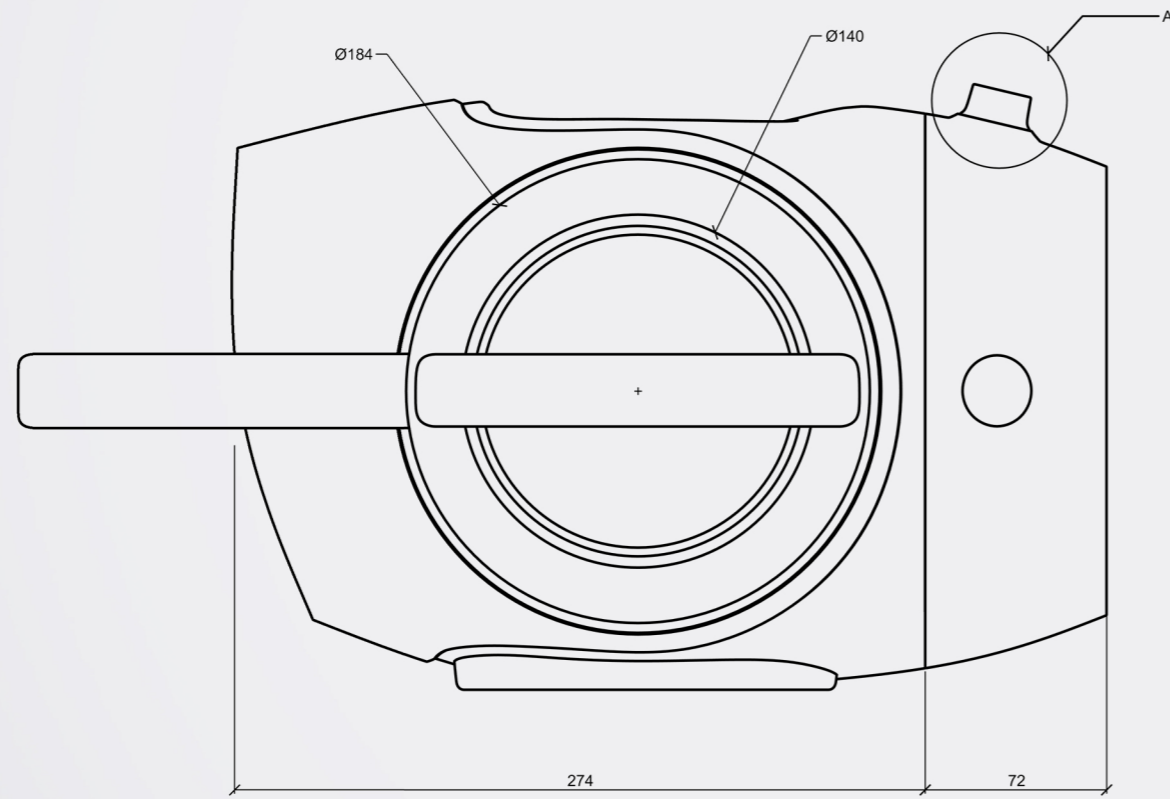
BEAM S - TECHNICKÝ VÝKRES



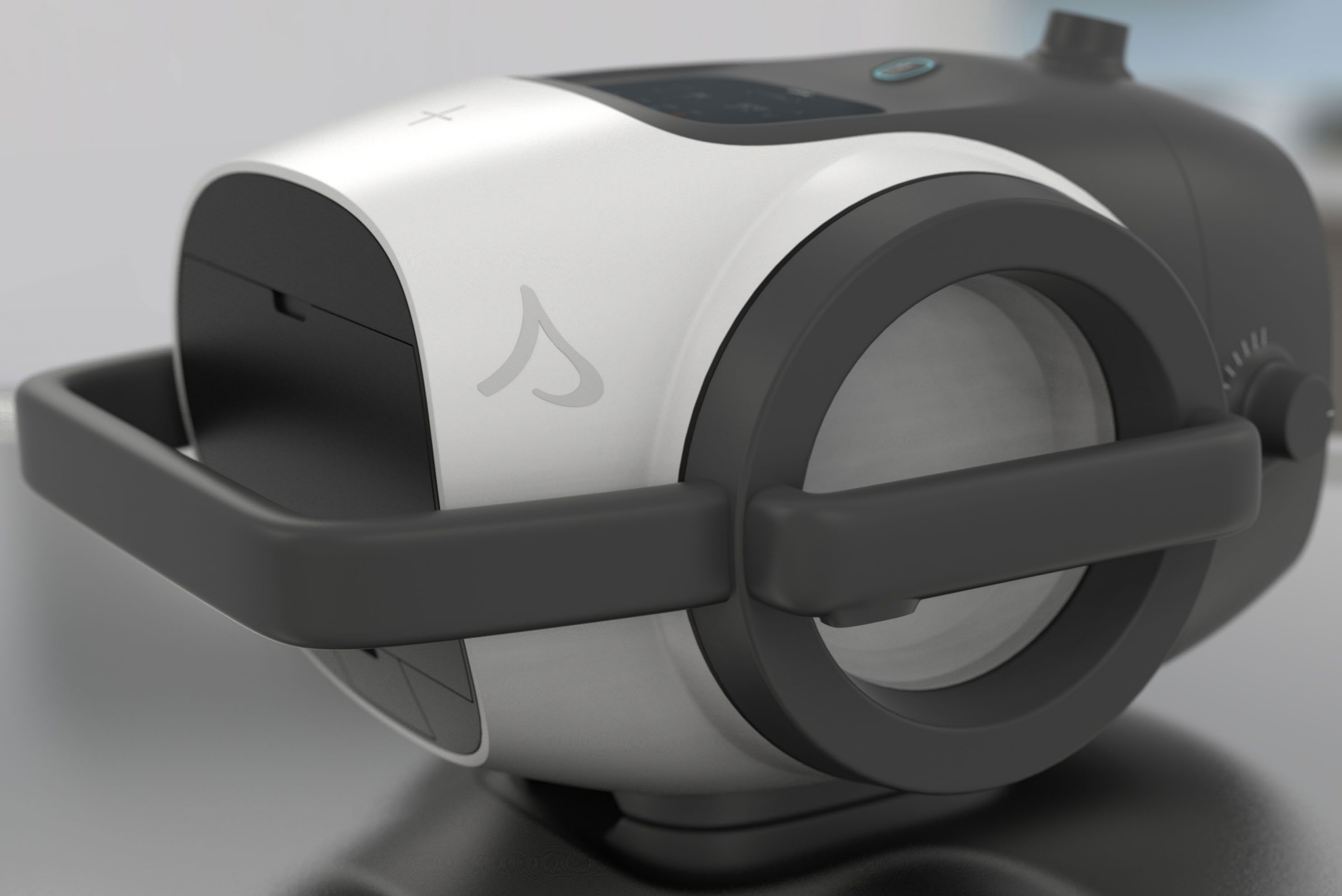
BEAM M - TECHNICKÝ VÝKRES



BEAM L - TECHNICKÝ VÝKRES







Bakalářská práce se zabývala návrhem přenosného veterinárního RTG přístroje. V teoretické části byly popsány technické a technologické parametry rentgenů používaných v současné době.

Na základě prvotní konzultace s veterinárním lékařem bylo zjištěno, že jsou současně dostupné přenosné RTG přístroje při používání v terénu váhově těžké a jejich ergonomické řešení není příliš uspokojivé. Přenosné RTG přístroje slouží kromě jiného také k diagnostice onemocnění a zranění zvířat v zoologických zahradách, stájích nebo chovech, tedy tam, kam je nutné, aby lékař za svými pacienty dojel a veškerá zařízení, která k vyšetření potřebuje, měl sebou. Z výše uvedených důvodů je velice důležité, aby používání RTG přístroje nebylo pro lékaře nepříjemné a zatěžující.

Při vyšetření pacienta v terénu je nutné, aby lékař RTG přístroj držel v rukách. Z toho důvodu byla hlavní pozornost zaměřena na návrh úchopu přístroje a ovládní spouště. Návrh byl zpracován tak, aby práce s RTG přístrojem byla pro lékaře co nejpohodlnější. Dalším cílem bylo navrhnout vizuálně přívětivý RTG přístroj, který by nevyvolával ve zvířecích pacientech strach nebo agresi. A protože RTG přístroje pracují s ionizujícím zářením, bylo nezbytně nutné věnovat pozornost také bezpečnosti jak pacienta, tak lékaře. V neposlední řadě byla pozornost věnována také hygienickým požadavkům.

Výsledkem bakalářské práce je návrh celé produktové řady přenosných veterinárních RTG přístrojů Beam. Navržená produktová řada zahrnuje tři varianty přístrojů, od nejmenších RTG přístrojů, které slouží soukromým veterinárním lékařům, až po velké, které využívají university a zoologické zahrady. Navržené přístroje odpovídají současným trendům v oblasti medicínské techniky, jsou uživatelsky přívětivější a jejich používání je pohodlnější a pro lékaře komfortnější. Hlavní myšlenkou návrhu je měkké tvarování, které se odvíjí od nosných prvků (madel, kolimátoru). Povrch přístroje a jeho komponenty byly navrženy tak, aby vyhovovaly hygienickým požadavkům. Při návrhu tvaru přístroje byly odstraněny ostré hrady a rohy, ve kterých by se mohla hromadit a držet nečistota. Snahou bylo, aby tvar přístroje stmeloval všechny jeho části do jednoho kompaktního celku a zároveň byly jednotlivě části, které slouží uživatelskému nastavení (displej, tlačítka) a obsluze (madla pro úchop), barevně rozlišeny.

Dominantním prvkem přístroje jsou polohovatelná (otočná) madla, která jsou určena pro přenos a používání přístroje v exteriéru (mimo ordinaci). Madla je možné otáčet v rozmezí od 0° do 280° a tím získat neoptimálnější pohodlí úchopu ve všech pozicích a podmínkách. Přístroj disponuje celkem třemi úchopy, jejichž návrh vychází z ergonomické studie. Dva úchopy slouží k manipulaci a nastavení

přístroje do požadované polohy při diagnostickém vyšetření. Úchopy jsou umístěny v těžišti přístroje, což umožňuje snazší a přesnější manipulaci s RTG přístrojem. Zároveň je pravé madlo opatřeno spouští pro zahájení expozice. Třetí madlo slouží především k zavěšení na stativ/stojan, popřípadě k přenosu na určité místo nebo také k přidržení při polohování. Mezi nejbližšími body madla a těla přístroje je vzdálenost 35 mm, tato vzdálenost podle ergonomických manuálů Henryho Dreyfusse je vzdálenost, při které se do této mezery vejdou všechny prsty, ale zamezují průchodu celé ruky, tudíž nemůže dojít ke skřípnutí prstu nebo celé ruky. [20]

Při návrhu přenosného RTG přístroje byl kladen důraz také na skutečnost, že jsou tato zařízení používána v terénu. Z toho důvodu byly ve spodní části přístroje umístěny nožičky, které dodávají zařízení stabilitu a částečně ho chrání před otřesy a poškozením.

Celková barevná kombinace je řešena jemnými pastelovými barvami. Tyto barvy byly zvoleny s ohledem na pacienty. Záměrem bylo, aby přístroje ve zvířecích pacientech nevyvolávaly strach příp. agresivitu.

Hlavní předností navržených RTG přístrojů je inovace v ovládní a úchopu. Z hlediska designu navržený přenosný RTG přístroj propojuje široké spektrum odvětví.

Hodnocení vlastního projektu

Záměrem bakalářské práce bylo především odstranit nedostatky u přenosných RTG přístrojů používaných v současné době ve veterinární praxi. Jednalo se především o nevyhovující úchop a ovládání rentgenů. Při zpracování návrhu bylo nutné pomocí skic vytvořit různé tvary úchopu a pomocí modelovací hlíny a kartonu vytvořit celkový model přenosného RTG přístroje, který sloužil k testu pohodlnosti držení. Za tímto účelem bylo osloveno celkem 20 lidí, kteří si vyzkoušeli držení přístroje. Na základě této studie byl vybrán optimální tvar úchopu.

Na základě výše uvedeného byl vytvořen návrh přenosného RTG přístroje, u kterého byly eliminovány ostré hrany, byl odstraněn úchop používaný u současných zařízení, tj. úchop tvořený úzkým ohnutým madlem. Tělo RTG přístroje vyráběné v současné době bylo nahrazeno tělem s měkkým tvarováním, povrch přístroje a jeho komponenty byly navrženy tak, aby vyhovovaly hygienickým požadavkům. Madla na současně prodávaných RTG přístrojích byla odstraněna a nahrazena polohovatelnými (otočnými) madly, které lépe vyhovují přenášení a používání přístroje v exteriéru (mimo ordinaci). Madla jsou otočná, a to v rozmezí od 0° do 280°. Tím je zajištěno nejoptimálnější pohodlí úchopu ve všech pozicích a podmínkách. Navržený přístroj disponuje celkem třemi úchopy. Úchopy jsou umístěny v těžišti přístroje, což umožňuje snazší a přesnější manipulaci s RTG přístrojem.

Navržený RTG přístroj pracuje na základě současně dostupné technologie (elektromagnetické záření o velmi krátké vlnové délce). Budoucnost RTG zařízení je spatřována především v technologii, která ovšem zatím nebyla uvedena na trh pro konkrétní aplikaci. Mluví se pouze o využití zejména pro intraorální rentgeny. Tato technologie funguje na principu piezoelektrického efektu, který v roce 2013 vyvinuli vědci z Univerzity of Missouri. Prototyp zařízení má velikost mobilního telefonu a je možné jej napájet baterií.

Hlavní předností navržených RTG přístrojů je inovace v ovládání a úchopu. Tato zařízení mohou být také využívána v polních nemocnicích pro potřeby diagnostiky lidí.

Přínos bakalářské práce k rozšíření mých odborných obzorů

Hlavní přínos bakalářské práce, tj. práce na projektu návrhu přenosného RTG přístroje pro mé odborné znalosti spatřuji ve skutečnosti, že dobrý designový návrh nelze zpracovat bez kvalitních znalostí a orientaci v programech pro tvorbu 3D modelů (např. Rhinoceros), softwaru pro tvorbu vizualizací (např. Keyshot nebo V-Ray), ale především bez alespoň základních znalostí principů fungování a používání navrhovaného produktu.

V designerské práci je tedy kromě pokročilých znalostí ovládání programů nutných pro zpracování 3D modelů a vizualizací nezbytně nutná úzká spolupráce s cílovým zákazníkem. Při navrhování je nutné vyhovět zákazníkovi a současně brát ohled na technické, technologické, bezpečnostní, hygienické a další požadavky kladené na daný produkt.

ZDROJE

1. Používání rentgenů - lékařské ozáření. Státní úřad pro jadernou bezpečnost [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>
2. X-ray. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray>
3. X-Ray: History of the X-Ray. ThoughtCo [online]. 2017 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/x-ray-1992692>
4. Historie rentgenu. Fyzika v moderním lékařství [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://cz7asm.wz.cz/fyz/index.php?page=histrent>
5. History. Mikasa X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: http://www.mikasax-ray.com/en/about/history.php#History_1
6. Field X-Rays. Engineering and Technology History Wiki [online]. 2015 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: http://ethw.org/Field_X-Rays
7. Medical X-ray Imaging. U.S. FOOD & Drug Administration [online]. 2018, 2018 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/default.htm#description>
8. Rentgen. Vyšetření Vitalion [online]. 2014 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://vysetreni.vitalion.cz/rentgen/>
9. MU researchers develop super compact x-ray source. Health Imaging [online]. 2013 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.healthimaging.com/topics/diagnostic-imaging/mu-researchers-develop-super-compact-x-ray-source>
10. Gierth tr 9030/23 Product Range - Portable X-ray Generators. Gierth X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-tr-9030-23.php>
11. TR9030V. Mikasa X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.mikasax-ray.com/en/product/TR9030V.php>
12. Gierth hf 200 a-power/28 - Product Range - Portable X-ray Generators. Gierth X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-hf-200-a-power-28.php>
13. HF200A+. Mikasa X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.mikasax-ray.com/en/product/HF200A+.php>
14. Gierth hf 200 a-power/28 - Product Range - Portable X-ray Generators. Gierth X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.gierth-x-ray.de/pages/posts/gierth-hf-200-a-power-28.php>
15. HF400VA. Mikasa X-ray [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.mikasax-ray.com/en/product/HF400VA.php>
16. X-ray Generators. NDE Resource center [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Radiography/EquipmentMaterials/xrayGenerators.htm>
17. X-ray generator. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_generator
18. 10Fujifilm Wireless FDR Flex For Equine. YouTube (online). 2014 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=3LLW3dxxSvo&nohtml5=False>
19. ZÁBRANSKÝ, František. Cesta za světlem: vývoj endoskopie v proměnách času (z pohledu gynekologa). Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5622-6.
20. TILLEY, Alvin R. The measure of man and woman: human factors in design. Rev. ed. New York: Wiley, c2002. ISBN 978-047-1099-550.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 01 – Ilustrační obrázek rentgenového snímku	8
Obrázek č. 02 – První rentgenový snímek (ruka ženy Wilhelma Conrada Röntgena) ...	9
Obrázek č. 03 – GIERTH- Produktová rodina RTG přístrojů	10
Obrázek č. 04 - GIERTH TR 90/30	11
Obrázek č. 05 - GIERTH HF 200 A power	11
Obrázek č. 06 - GIERTH HF 400 ML	11
Obrázek č. 07 - Siemens, Mobilett Mira	14
Obrázek č. 08 - Siemens, CT scanner	14
Obrázek č. 09 - Siemens, MAGNETOM Sola	14
Obrázek č. 10 - Samsung, XGEO GU60	15
Obrázek č. 11 - Siemens, ARTIS pheno	15
Obrázek č. 12 - Autor: Pyeon Ik Beom, Kim Young Soon, RAYSCAN	15

