



Bakalářská práce

Rentgenový stůl pro veterinární praxe

X-ray table for veterinary practices

Autor: **Andrea Eliana Opletalová**

Studijní program: (B212) Design

Studijní obor: 15150 Design

Vedoucí: MgA. Martin Tvarůžek

Praha, květen 2022

© Andrea Eliana Opletalová

České vysoké učení technické v Praze, 2022

Klíčová slova: *rentgenový stůl, vybavení ordinace, veterinární praxe, rentgen, rentgen zvířat*

Key words: *X - ray table, surgery equipment, veterinary practice, X - ray, animal X - ray*



2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Andrea Eliana Opletalová

datum narození: 28.7.2000

akademický rok / semestr: 2021/22 / letní semestr

obor: průmyslový design

ústav: 15150 Ústav designu

vedoucí bakalářské práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma bakalářské práce: Medicínská technika

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Veterinární stůl pro rentgenové vyšetření s variabilním úložným prostorem.

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Analytická část, koncepční varianty, tvůrčí část, vizualizace a model

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Kniha 2x

Portfolio

Plakát B1

Model v měřítku

1 x CD elektronická data BP

Datum a podpis studenta

Datum a podpis vedoucího DP 27.2.2022

registrováno studijním oddělením dne 10.2.2022

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Autor: Andrea Eliana Opletalová

Akademický rok / semestr: 2022 / 6

Ústav číslo / název: 15150/ ústav designu

Téma bakalářské práce - český název:

RENTGENOVÝ STŮL PRO VETERINÁRNÍ PRAXE

Téma bakalářské práce - anglický název:

X – RAY TABLE FOR VETERINARY PRACTICES

Jazyk práce: čeština

Vedoucí práce:

MgA. Martin Tvarůžek

Oponent práce:

Ing. Zdeněk Křečan

Klíčová slova
(česká):

Rentgenový stůl, vybavení ordinace, veterinární praxe, rentgen, rentgen zvířat

Anotace
(česká):

Bakalářská práce se zabývá návrhem rentgenového stolu určeného pro veterinární praxe. Tento stůl je primárně určen pro nepřímou digitalizaci. Důraz je kladen na vyvážení potřeb cílových skupin, tedy veterinářů, zvířat a majitelů zvířat.

Anotace
(anglická):

The bachelor's thesis deals with the design of an X-ray table designed for veterinary practices. This table is primarily intended for indirect digitization. Emphasis is placed on balancing the needs of target groups, ie veterinarians, animals and animal owners.

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 20.5. 2022

Podpis autora bakalářské práce

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá návrhem rentgenového stolu určeného pro veterinární praxe. Tento stůl je primárně určen pro nepřímou digitalizaci. Důraz je kladen na vyvážení potřeb cílových skupin, tedy veterinářů, zvířat a majitelů zvířat.

The bachelor's thesis deals with the design of an X-ray table designed for veterinary practices. This table is primarily intended for indirect digitization. Emphasis is placed on balancing the needs of target groups, ie veterinarians, animals and animal owners.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji mému vedoucímu práce MgA. Martinu Tvarůžkovi a asistentu Ing. Tomáši Bláhovi za veškeré připomínky, konzultace a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat veterinářům z Vetcentra Duchek z Prahy a veterinární ordinace Alfavet z Frýdku-Místku za cenné připomínky. Také děkuji panu Ing. Zdeňkovi Křečanovi a Ing. Zdeňkovi Křečanovi jr. z firmy AZX za odborné rady ohledně veterinárního stolu a pomoc při hledání nejlepších variant. V neposlední řadě děkuji celé rodině a svým nejbližším za podporu během celého mého dosavadního studia.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. ANALYTICKÁ ČÁST	10
2.1 Rentgenové záření	10
2.2 Přímá a nepřímá digitalizace	11
2.3 Postup při rentgenování zvířete	12
2.3.1 Příprava před snímáním	12
2.3.2 Polohování zvířete	13
2.3.3 Polohování rentgenové hlavy a kazety	14
2.3.4 Spuštění snímku	14
2.3.5 Další manipulace	15
2.4 Rentgenové stoly	15
2.5 Prostředí veterinárního rentgenu	17
3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE	19
4. PROCES NAVRHOVÁNÍ	21
4.1 Úložný prostor	21
4.2 Ovládání	24
4.3 Tvarování	24
4.4 Příslušenství	27
5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ	30
5.1 Připevnitelná fixační pomůcka	30
5.2 Ovládání	32
5.3 Prvek pro ukotvení napínací šňůry	33
6. VÝSLEDNÝ NÁVRH	34
7. ROZMĚROVÝ VÝKRES	40
8. ZÁVĚR A REFLEXE	42
ZDROJE	44
ZDROJE OBRÁZKŮ	44

1. ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce je rentgenový stůl určený pro veterinární praxi. Jako jeden z nejvyužívanějších přístrojů veterinární praxe je nedílnou součástí větších ordinací. Rentgen nejčastěji slouží k odhalení ortopedických vad, dále se pomocí kontrastních látek využívá k diagnostice vnitřních onemocnění. V některých případech je možné na snímcích sledovat cizí předměty, které zvíře pozřelo.

V rámci rešerše jsem vedla rozhovory ohledně využití rentgenu s veterináři z Vetcentra Duchek v Praze a ordinace Alfavet ve Frýdku-Místku. Podle jejich zkušeností se může množství snímků lišit od sedmdesáti za den po sedmdesát snímků za měsíc, v závislosti na velikosti veterinární praxe. Zároveň se mění zkušenosti podle velikosti, povahy a stavu foceného zvířete. Ve většině případů veterináři dávají u lehčích zranění přednost snímání bez anestezie, za přítomnosti majitele zvířete u stolu. U vážnějších případů pak dávají přednost anestezii. V obou případech se využívají fixační pomůcky pro polohování zvířat. Jedná se o různé podpůrné prvky, pytle s pískem nebo vakuové matrace, sloužící k tomu, aby zvíře zůstalo v požadované poloze po dobu focení. Tyto polohy jsou pro zvířata často nepříjemné nebo zvíře není v dostatečném klidu, aby bylo možné vyfotit čistý snímek. Mezi další pomůcky patří olověná písmena k označení jednotlivých snímků. Samozřejmostí je pak ochranný olověný oblek.

Ve veterinární praxi se využívají dvě formy digitalizace rentgenového záznamu, přímá a nepřímá. U přímé digitalizace flat panel přímo zasílá obraz do počítače. U nepřímé digitalizace se snímek fotí na kazetu, zpravidla uloženou do šuplíku pod deskou stolu. Tato kazeta se po každém snímku vytáhne, zasune se do snímacího přístroje a ten snímek nahraje do počítače. Oproti přímé digitalizaci je tak možné vytáhnout kazetu na stůl, což se využívá u rentgenování malých zvířat. Jedna z velkých výhod nepřímé digitalizace nastává při sloučení s pohyblivou rentgenovou hlavicí. Některé veterinární praxe mají možnost vysunout rentgenovou hlavici za hranici stolu. To umožňuje snímat zvířata na zemi, kde jsou klidnější. Kvůli těmto výhodám jsem se rozhodla směřovat rentgenový stůl na digitalizaci nepřímou.

Mou motivací bylo také uschování fixačních pomůcek do rentgenového stolu. Vzhledem k tomu, že místnost s rentgenem musí být oddělená od ostatních kvůli rentgenovému záření, je v ní často málo místa na pohodlný pohyb. Při návštěvách

veterinárních praxí jsem si všimla, že fixační pomůcky jsou většinou neuspořádané okolo stolu. Ze zkušenosti veterinářů se menší pomůcky, jako olověná písmena, ztrácejí.

Zaměřila jsem se na co nejpohodlnější ovládání přístroje. Řešila jsem otázky jako nastavení výšky stolu, zda využít plovoucí horní desku stolu, materiál horní desky a využití fixačních pomůcek. Z mé rešerše jsem se dozvěděla, že každá veterinární praxe má své specifické potřeby a využívá jiné fixační pomůcky. Z toho důvodu jsem pracovala s variabilitou úložného prostoru.

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit rentgenový stůl, který je možné využít napříč několika veterinárními praxemi. Bylo nutné zakomponovat ergonomii jak člověka, tak zvířete. Musela jsem počítat s tím, že se u stolu bude pohybovat jak pověřený veterinární technik, tak majitel zvířete. Zároveň se výrazně liší velikost a povaha zvířat od křečků až po velké psy.

Mými cílovými skupinami se tak stali veterináři, samotná zvířata a majitelé ošetřovaných zvířat. Ve všech fázích navrhování šlo o propojení cílových skupin, aby výsledné řešení návrhu splňovalo požadavky definované těmito skupinami. Zároveň se dané požadavky nesměly kontraindikovat, například nejlepší řešení pro jednu skupinu nemohlo být nevhodné pro skupinu druhou. Hledala jsem tak kompromisy, které mě přivedly k finálnímu návrhu produktu.

2. ANALYTICKÁ ČÁST

2.1 Rentgenové záření

Rentgen, nebo také RTG, je vedle ultrazvuku nejpoužívanější diagnostické vyšetření jak v humánní tak ve veterinární medicíně a to hned v několika odvětvích jako diagnostický rentgen, skiaskopie, skiagrafie, angiografie, počítačová tomografie (CT) a další. Také je možné rentgenové záření v podstatně vyšších dávkách využít k léčbě nádorových onemocnění. Zároveň se tato technologie využívá v dalších odvětvích, jako krystalografie nebo průmysl.¹



Obr. 01: Dr. Solná P., Rentgenový snímek 1, 2009

Obr. 02: Dr. Raška V., Rentgenový snímek 2, 2010

Základním principem rentgenového záření je jeho rozdílná absorpce a rozptyl v různých materiálech nebo tkáních těla. Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o vlnové délce cca 0,05nm a oproti světlu je sto tisíckrát menší. Na rozdíl od viditelného světla je rentgenové záření ionizující, tedy zdraví škodlivé. Z toho důvodu se při rentgenových snímcích chráníme, například olověnými zástěrami, zkrácením expozic apod.

Rentgenové paprsky vznikají v rentgenové lampě. Rentgenová lampa, též nazývaná rentgenka, se skládá z kladně nabitě anody a záporně nabitě katody. Mezi těmito elektrodami se pomocí stejnosměrného elektrického proudu vytváří silné elektrické pole. Elektrony díky elektrickému poli narážejí do anody a z jejich kinetické energie vzniká teplo a rentgenové paprsky. RTG paprsky pak vychází otvorem lampy.²

¹ Rentgen (záření). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_\(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD))

² Rentgen (záření). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_\(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD))

Rentgenový snímek je stínový obraz určitého materiálu. Kontrast mezi černou a bílou závisí na odstupňované absorpci rentgenového záření, charakteru a tloušťce tkáně a také zpracováním snímku. Na rentgenovém snímku jsou špatně znázornitelné svalové a tukové tkáně a orgány, naopak kostní tkáně nebo vzduchové bubliny se zobrazují velmi kontrastně. Pro zviditelnění orgánů se využívají RTG kontrastní látky podávané do těla pacienta. Mezi tyto látky patří například baryt, vzduch, helium nebo jodové kontrastní látky.³

2.2 Přímá a nepřímá digitalizace

Ve veterinární praxi se pro vyvolání snímku využívá digitální zobrazovací proces. Digitální proces rozdělujeme na přímou (DDR, Direct Digital Radiography) a nepřímou (CR, Computed Radiography) digitalizaci. Obě tyto metody jsou ve veterinárním prostředí stále zastoupeny.

U nepřímé digitalizace využíváme kazetu s pamětovou fólií. Tato kazeta je po provedení snímku vložena do čtecího zařízení, kde je obraz přenesen na světelný signál. Signál je převeden na analogový signál, který je zpracován počítačem. Obraz z kazety je následně vymazán ozářením intenzivním laserovým světlem a kazeta je připravena k dalšímu použití. Živostnost jedné kazety je 10 000 až 30 000 cyklů. Velikost kazet se může lišit podle potřeby jednotlivých snímků. Standardní rozměr kazet je 43x43cm, další používané rozměry jsou menší.⁴

Základní nevýhodou nepřímé digitalizace je nutná manipulace s kazetou pro získání snímku. Možnost manipulace s kazetou však může být některými veterináři vnímána i jako výhoda. Velkým bonusem je možnost instalovat rentgen také na operační sál. V případě přenosné rentgenové hlavičky stačí vybavit operační stůl zásuvným šuplíkem na kazetu a je možné snímat přímo na sále. To znamená, že se může provádět rentgen i v průběhu operace. Předchází se tak riziku případné reoperace při složitějších zákrocích. Dále je možné položit kazetu na zem a snímat zvíře v klidnějším prostředí, než na rentgenovém stole. U menších zvířat se kazeta může vytáhnout na horní desku stolu a snímek se

³ BURIAN, Martin. Porovnání přímé a nepřímé digitalizace vztažená na radiační zátěž pacientů [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/bf5lv/Bakalarska_prace_Burian.pdf. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA LÉKAŘSKÁ FAKULTA KATEDRA RADIOLOGICKÝCH METOD. Vedoucí práce Bc. Michal Vichta.

⁴ BURIAN, Martin. Porovnání přímé a nepřímé digitalizace vztažená na radiační zátěž pacientů [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/bf5lv/Bakalarska_prace_Burian.pdf. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA LÉKAŘSKÁ FAKULTA KATEDRA RADIOLOGICKÝCH METOD. Vedoucí práce Bc. Michal Vichta.

provádí bez průniku horní deskou. Zároveň s pomocí olověné podložky je možné zachytit dva snímky na jednu kazetu.

Přímá digitalizace funguje na principu obrazových detektorů sestavených do matice (flat panel). Oproti přímé digitalizaci má výhodu v tom, že odpadá manipulace s kazetami mezi snímky, jelikož jsou digitalizovány automaticky. Nevýhodou je pak využití pouze v rentgenovém stole.

2.3 Postup při rentgenování zvířete

Ve veterinární praxi se rentgen nejčastěji využívá při diagnostice zlomenin a kulhání, vnitřních onemocnění, vyšetření zažívacího traktu a diagnostice neprůchodnosti střev. Také je možné lokalizovat některá cizí tělesa, která zvíře mohlo pozřít.

Podle potřeby veterináře se zvíře nastavuje do specifických poloh, ve kterých musí zůstat nehybně po dobu snímkování. Tyto polohy jsou zvířeti často nepříjemné. Navíc je zvíře již ve stresu ze svého zranění a cizího prostředí. Z toho důvodu veterináři preferují u rentgenu přítomnost majitele. Ve vážnějších případech je třeba využít anestezii.

O rentgen žádá veterinář po prohlédnutí zvířete. Pokud nemá ve své praxi rentgen, vypíše žádanku o rentgen určené části těla a specifické pozice, ve které se rentgen provede. V některých případech také rozhoduje o tom, zda budou zvířeti před zákrokem podána anestetika. Převážně pokud se předpokládá, že zvíře neprodleně po rentgenu půjde na operační sál nebo na další vyšetření, u kterých jsou anestetika nutná. Takové vyšetření je například CT. U menších zranění a jednodušších poloh, například rentgen předních končetin, se anestetika zpravidla nepodávají. Pokud je podání anestetik nezbytné, je možné je aplikovat ještě před vstupem do rentgenové místnosti nebo přímo na rentgenovém stole. To záleží na jednotlivých případech a umístění anesteziologické soupravy. Tato soustava se v některých praxích nachází vedle rentgenového stolu, jinde je ve vyšetřovací místnosti.

2.3.1 Příprava před snímáním

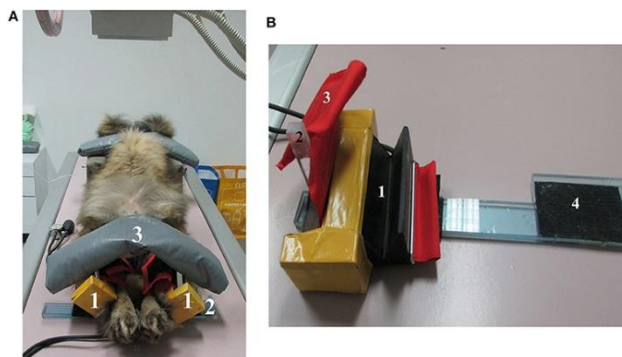
Pro stanovení síly rentgenového záření je potřeba zvíře změřit, aby byl snímek v požadované kvalitě. Zkušenější veterináři tento krok přeskakují a zadávají do systému odhad.

Pokračujeme položením zvířete na rentgenový stůl. Pro spoustu zvířat je to traumatická zkušenost. Doma jsou naučení, že na stůl nemůžou, najednou na něm mají ležet a nehýbat se. Navíc mají nějaký zdravotní problém, jsou v cizím prostředí, pohybují se kolem nich cizí lidé a může na ně působit nervozita jejich majitele.

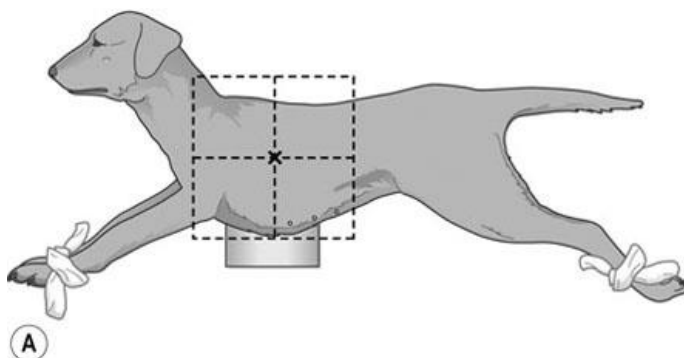
Veterináři vidí jako jeden z největších stresových faktorů kluzký povrch desky stolu. Zvířatům na něm kloužou drápy a nemohou tak najít potřebnou stabilitu. Tento povrch je ale vytvořen proto, aby se jeho struktura nepromítala na výsledném snímku. Ze stejného důvodu by se na stůl neměly pokládat žádné podložky. Některé stoly mají zvýšené hrany, což je výhoda u menších zvířat, protože jim nemohou přepadnout končetiny přes okraj. Může to být problém u větších zvířat, kterým tyto hrany zabraňují ve správné pozici.

2.3.2 Polohování zvířete

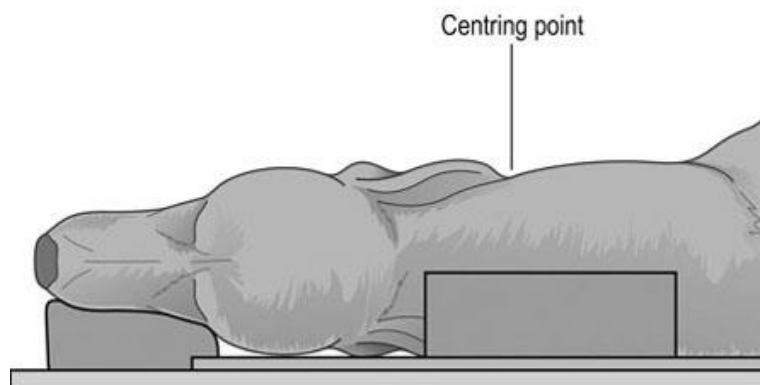
Pro samotné polohování zvířete se využívají stabilizační pomůcky v podobě molitanových podpěr různých tvarů, vakuových matrací a pytlů s pískem. Na rentgenovém snímku se molitanové pomůcky zobrazí jako obrys nebo se nezobrazí vůbec, písek pak jde na snímcích vidět. V případě potřeby plného natáhnutí končetin se využívají například porodní šňůry připevněné k okraji stolu. Využívá se i lepicí páska. Krom těchto standardních pomůcek existují také specifické, např. pawsitioner, které mají větší využití například v CT a na operačních sálech. Jednotlivé polohy jsou variabilní od lehu na zádech po simulaci běhu zvířete. Kromě polohovacích pomůcek se využívají také štítky pro označení levé a pravé strany, olověná písmena a čísla k označení jednotlivých rentgenů.



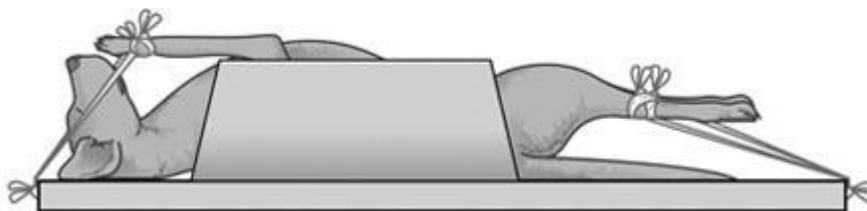
Obr. 03: Agut Amalia, Fixační pomůcky



Obr. 04: Easton Suzanne, Pozice psa 1, 2017



Obr. 05: Easton Suzanne, Využití fixačních pomůcek 1, 2017



Obr. 06: Easton Suzanne, Využití fixačních pomůcek 2, 2017



Obr. 07: Jorgensen Labs, U-profil
Obr. 08: Dr. Lindores Steve, Pawsitioner

2.3.3 Polohování rentgenové hlavy a kazety

Současně je třeba požadovanou část těla zvířete pro snímkování umístit pod rentgenovou hlavici. Tato manipulace závisí na jednom ze dvou řešení rentgenového stolu.

2.3.4 Spuštění snímku

Při samotném provádění snímku je preferováno opuštění místnosti oproti ochranným oblekům. Především pak pro veterináře, kteří dělají mnoho rentgenů za den. Často nastává situace, kdy je majiteli zvířete zapůjčen ochranný oblek, aby mohl zůstat se zvířetem v místnosti, kde jej může uklidňovat, případně přidržovat v žádané pozici. Veterinář odejde do vedlejší místnosti, kde spustí rentgen.

Samotné ovládání rentgenů se liší podle místa, ze kterého se rentgen spouští. Základní dva typy ovládání jsou rukou a nohou.

Ovládání rukou je využíváno častěji při spouštění z vedlejší místnosti. V tomto případě bývá vyvedena ven i obrazovka pro nastavení hodnot snímku. Ovládání nohou je pak častěji využito pro spouštění přímo v místnosti s rentgenem a je napojeno přes rentgenový stůl na hlavici. Oba typy ovládání se ve svém umístění míchají podle typu praxe. Důležitým faktorem u obou variant je dvoufázové spouštění. Při prvním namáčknutí spínače se roztočí rentgenka, při druhém se pak spustí snímek. Toto je nutné zejména u focení dýchacího systému, kde je třeba vyfotit zvíře v plném nádechu nebo výdechu.

2.3.5 Další manipulace

U nepřímé digitalizace je po provedení snímku třeba vytáhnout kazetu a vložit ji do skenovacího přístroje pro nahrání do počítače. U přímé digitalizace se snímek do počítače rovnou nahraje. Veterinář pak zkontroluje, zdali je snímek v pořádku a postupuje dle potřeby k dalšímu snímku, operaci, jinému vyšetření nebo k propuštění pacienta domů. U nepřímé digitalizace je třeba vrátit kazetu do šuplíku k dalšímu použití.

Po každém pacientovi je nezbytné vydezinfikovat desku stolu a uklidit pomůcky, aby nepřekážely.

2.4 Rentgenové stoly

Rentgenové stoly pro veterinární praxi se principiálně rozdělují na dva typy.

První typ je možnost pohnout s rentgenovou hlavici a zároveň se šuplíkem, ve kterém je uložena kazeta. Výhodou tohoto řešení je, že nemusíme hýbat s deskou stolu, na kterém je zvíře, tím pádem její přesun rentgenu neruší. Nevýhodou je přesun rentgenové hlavy. Podle zkušenosti některých veterinářů je hlavice nestabilní a při pohybu se chvěje, což může mít za



Obr. 09: Grimed s.r.o., Stůl Grimed
Obr. 10: Atomvet, Stůl AluVet

následky její poškození. Některé stoly jsou řešeny tak, že rentgenová hlavice není závislá na kazetě. V tomto případě je pak třeba nejdříve přesunout hlavici a po té ještě kazetu do správné polohy pod hlavici.

Druhým typem je využití plovoucí desky stolu s elektromagnetickými brzdami. Jde o systém dvou kolejnic, které umožňují vertikální pohyb ve dvou osách. Tato deska je pak napojena na elektromagnetické brzdy, které zajišťují, aby se deska stolu nehýbala, pokud to není potřeba. Toto ovládání je z pravidla zajištěno nožním spínačem, z důvodu nutnosti volných rukou pro obsluhu zvířete. Výhodou je jednodušší ovladatelnost a větší statika rentgenové hlavice. Nevýhodou je posun zvířete na ploše stolu, což jej může znervóznit.



Obr. 11: Atomvet, Stůl Creative
Obr. 12: Atomvet, Stůl AluVet float

Výška rentgenových stolů se pohybuje mezi 800-900mm podle typu modelu. Ačkoli existují výškově nastavitelné stoly, veterináři to nebývá využívaná funkce. Nejvýraznější z důvodů pro její nevyužití je nutnost stabilní vzdálenosti mezi rentgenovou hlavici a deskou stolu, která činí zhruba 100-110mm. Pokud se upravuje výška stolu, musí se také upravit výška rentgenové hlavice. V případě využití stolu více veterináři, by nebyla výšková variabilita využita, výška by byla přizpůsobena pouze jednomu z nich. Také je nutné vzít v úvahu různé velikosti zvířat, a využití fixačních pomůcek. Finální výška pracovní plochy se tak od jednoho pacienta k druhému liší.

V mém návrhu jsem zprvu uvažovala o možnosti elevace stolu od podlahy pro pohodlnější zvednutí zvířete do výšky stolu. Toto řešení jsem zavrhla, protože by hrozilo, že by při zvedání zvíře seskočilo a zranilo se.

Důležitým faktorem u rentgenových stolů je vyrovnaní na jakémkoli povrchu. Z toho důvodu se využívají nastavitelné nohy v rozmezí centimetru. S touto výškou se po instalaci rentgenu nemanipuluje. Také se nemanipuluje s celou rentgenovou sestavou, takže není efektivní do návrhu zahrnovat kolečka.

K rentgenovým stolům existuje další příslušenství v podobě připevnitelných fixačních pomůcek. Výhodou těchto pomůcek je jejich stabilita oproti desce stolu. Zvíře se tak má o co zapřít. Nevýhodou je složitější instalace stávajícího řešení, jelikož se využívají pouze k některým z pozic. Častěji tak veterináři využívají molitanové pomůcky, nebo vakuové matrace, které slouží stejnému účelu. Další z příslušenství jsou záchyty na napínání.

Jako materiál samotného stolu se využívá plech s ocelovou konstrukcí, která je pokrytá práškovou barvou odolnou proti poškrábání a odštípnutí. Rozdíl mezi jednotlivými stoly může nastat v materiálu horní desky. Základní kvalifikací je homogenní, tuhý materiál, který pohlcuje rentgenové záření. Nejčastěji se používá vysokotlaký laminát HPL, též známý jako technický umakart. Tento materiál je obecně vhodný pro konstrukci a panely rozvaděčů, pracovní stoly ve zdravotnictví nebo potravinářství nebo jako alternativa tvrzeného papíru. Další z možností je polykarbonátová deska, která má podobné vlastnosti, ale je dražší než HPL. Rozměry horní desky se mohou lišit podle potřeby jednotlivých praxí, především s ohledem na prostor, ve kterém se rentgen bude nacházet. Standardní rozměry jsou 1400mm, 1600mm, 2000mm na 650mm, 700mm.

2.5 Prostředí veterinárního rentgenu

Vzhledem k nebezpečí spojenému s rentgenovým zářením je rentgenová místnost zpravidla oddělena od ostatních místností ve veterinární praxi. Tato místnost bývá speciálně ošetřena například olověnými dveřmi a musí být označena jako místnost, kde může dojít k ozáření. Podobná opatření se nacházejí i v místnostech s CT, kde je navíc oddělena pozorovací místnost. Kvůli riziku rentgenového záření nelze propojit místnost s rentgenem s žádnou další funkcí. Z toho důvodu jsou tyto místnosti často malé.

Samotný rentgenový stůl bývá přístupný ze dvou nebo ze tří stran a to pro pohodlnější manipulaci při polohování zvířete. Pokud je využita plovoucí deska stolu, je třeba myslet na větší plochu, kterou stůl může zabírat.

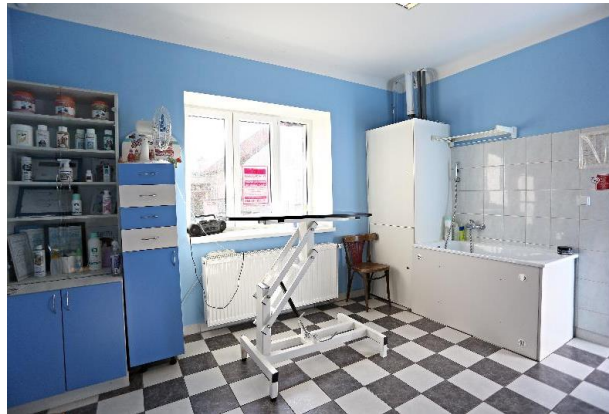
Kromě rentgenu se v místnosti dále nachází počítač, případně skenovací zařízení při využití nepřímé digitalizace. Některé praxe zde mají také anesteziologickou jednotku. V závislosti na

velikosti dané místnosti se zde mohou také nacházet skříně pro uschování fixačních pomůcek.

Obecně se prostředí veterinárních praxí snaží působit co nejpříznivějším dojmem. Vzhledem k tomu, že nálada majitele se může velmi výrazně odrazit v chování zvířete, je dbán důraz na vizuální složku jednotlivých přístrojů. V ordinaci tak často vidáme prvky tlapek, obrázky mláďat a podobné prvky, které mají za účel zjemnit nepříjemné prostředí.



Obr. 13: Klinika Life, Prostředí veterinární praxe 1



Obr. 14: Klinika Kladno, Prostředí veterinární praxe 2



Obr. 15: Soman Marek, Prostředí veterinární praxe 3



Obr. 16: Klinika Tetčice, Prostředí veterinární praxe 4

3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE

Po rešerši produktů a konzultacích s veterináři jsem se rozhodla pro rentgenový stůl určený primárně pro nepřímou digitalizaci, kvůli jeho výhodám v kontextu celé veterinární praxe, jako je přenesení rentgenu na operační sál, možnost snímání menších zvířat přímo na kazetě a využití rentgenu i na zemi. Přímou digitalizace s flat panelem by bylo možné využít, ale horní šuplík by ztratil svou úložnou funkci.

Dále jsem se rozhodla využít plovoucí horní desku stolu pro pohodlné používání rentgenu, bez nutnosti nastavení rentgenové hlavičky. Tato deska se může vertikálně pohybovat ve dvou osách a je tak možné přesunout zvíře přímo pod rentgenovou hlavičku. Zároveň to pro návrh znamená zajištění ovládání elektromagnetických brzd, které umožňují fixaci horní desky v dané pozici.

Po konzultaci s panem Zdeňkem Křečanem a veterináři z Vetcentra Duchek jsem také upustila od nastavitelnosti výšky u stolu. Můj původní návrh, aby pro zvíře bylo možné nastoupit ze země, by nebyl bezpečný, protože při stoupání by hrozilo, že zvíře seskočí a zraní se. Zároveň se ukázalo, že ani řešení, které by zahrnovalo pouze nastavitelnost pro pohodlí veterináře, není vhodné a to hned z několika důvodů. Nejvýraznějším z nich je fixní vzdálenost od rentgenové hlavičky ke stolu, která zavrhl manipulaci s výškou stolu v provozu. Pokud by stůl využívalo více pracovníků, výškovou variabilitu by nemohli využít, výška by byla přizpůsobena pouze jednomu z nich. Z toho důvodu jsem se rozhodla využít klasickou cestu 850mm výšky pracovní desky.

Zároveň jsem zavrhl využití koleček, protože je třeba, aby byl stůl stabilní, a jeho pohyb po místnosti není využitelný, na rozdíl od operačních stolů využívaných ve veterinární praxi.

Jako přidanou funkci jsem do rentgenového stolu zahrnula variabilní úložný systém pro uložení pomůcek k provedení rentgenu. Variabilita byla nutná vzhledem k různorodosti jednotlivých ordinací. Rozdíly jsou především ve zvyku veterinářů ohledně využití jednotlivých pomůcek. Vytvořila jsem tak sestavu úložného prostoru, ve které si můžou vybrat podle svých potřeb. Navrhla jsem čtyři verze stolu. Základní, ve které je pouze šuplík na kazetu a popisné pomůcky. Druhá s malým úložným šuplíkem pro drobnější pomůcky jako pytle s pískem a klíny. Třetí s velkým úložným šuplíkem, pokud veterináři využívají vakuové matrace nebo specifické pomůcky. A čtvrtou se dvěma úložnými šuplíky. Do návrhu stolu jsem také přidala prvek na napínání, který se dá zasunout do strany desky stolu.

Tento stůl je určen do veterinárních praxí, které využívají nepřímou digitalizaci. Vzhledem k možnosti různého uskupení úložných prostorů se varianty tohoto stolu hodí do velkých i malých ordinací, kde mají tu výhodu, že šetří prostor běžně zabraný fixačními pomůckami.

Cílová skupina pro samotnou obsluhu veterinárního přístroje jsou proškolení veterináři, kteří jsou s obsluhou rentgenu seznámeni a dokáží jej zodpovědně ovládat. Mají požadované znalosti ke správnému využití pomůcek a nastavení snímku.

Jako další neméně důležitá skupina jsou majitelé zvířat, kteří přivedou mazlíčky na vyšetření. S ohledem na tuto skupinu bylo třeba zamezit omylnému spuštění funkcí stolu, například odblokování plovoucí desky. Zároveň s ohledem na stres spojeným s obavami o svého mazlíčka jsem se ve svém návrhu držela od zcela přístrojového vzhledu rentgenového stolu.

Poslední cílovou skupinou jsou samotná zvířata jako pacienti. S ohledem na ně bylo třeba zajistit zakrytí kabeláže a uzavření celého objektu, aby se například nemohli dostat pod stůl.

Jako materiál stolu jsem zvolila plech pokrytý práškovou barvou odolnou proti poškrábání. Čela šuplíků jsou z laminátu. Pro horní desku stolu jsem využila vysokotlaký laminát HPL.

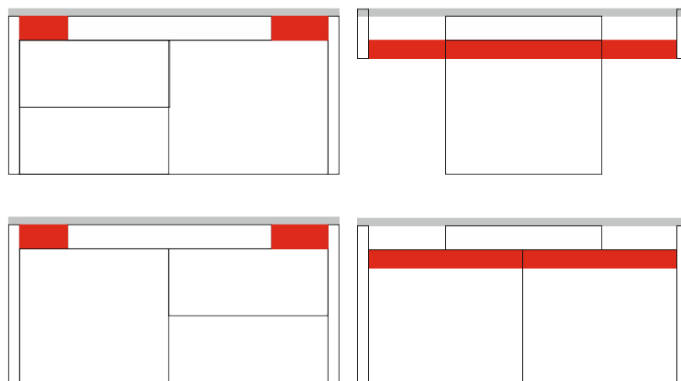
4. PROCES NAVRHOVÁNÍ

U navrhování stolu jsem vycházela ze standardních rozměrů odvozených od ergonomie výšky pracovní plochy. Velikost desky stolu jsem převzala z nejrozšířenější varianty 1600mm na 700mm. Rozměry spodní části stolu jsem odvodila od rozložení úložných prostorů. Jedním z důležitých faktorů je kazeta, která je uložena v horním šuplíku. Její největší rozměry jsou 430x430mm. Zároveň jsem do tohoto šuplíku chtěla umístit i drobnější pomůcky jako jsou olověná písmena, označení levé a pravé strany snímku, případně holicí strojek využívaný před podáváním anestetik. To znamenalo, že musím mít vedle kazety místo i na tyto předměty.

V první části navrhování jsem stále počítala s variantou výškové nastavitelnosti pro pohodlí veterináře. Zároveň jsem pracovala s implementováním napevno připevnitelných fixačních pomůcek. Narazila jsem u nich na problém s instalací. Ve stávajících řešeních se tyto pomůcky přitahují otočným pohybem. Toto může být problém u pomůcky, která je na vzdálenější straně stolu, zejména s ohledem na to, že veterinární rentgeny jsou zpravidla přistavené u zdi a dostupné pouze ze tří a méně stran. Pracovala jsem s několika variantami, ale po konzultaci s veterináři jsem připevnitelný typ pomůcky zavrhl, jelikož je výhodnější použít molitanový U profil než jakkoli připevnitelnou pomůcku.

4.1 Úložný prostor

Dále jsem se zaměřila na úložný prostor. Protože každý veterinář preferuje jiné fixační pomůcky, již ze začátku navrhování jsem pracovala s myšlenkou variability výbavy stolu. Prvotní návrhy jsou spojením šuplíků a skříní. Od skříní jsem nadále upustila, protože by, vzhledem k hloubce stolu, mohla být problematická manipulace s pomůckami uloženými vzadu. Využitím šuplíku tento problém odpadá.



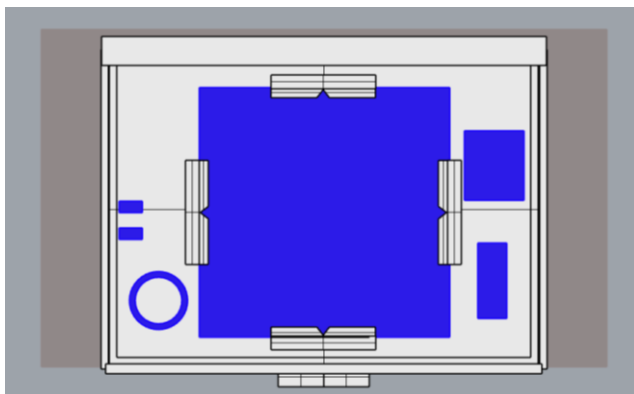
Obr. 17: Andrea Eliana Opletalová, Základní schéma stolu, 2022

Následovalo ujasnění rozměrů jednotlivých šuplíků. Především pak jejich výšky, jelikož jsem měla půdorys šuplíků ujasněný z velikosti kazety. Ve výsledném návrhu jsem vytvořila čtyři typy šuplíků, dle využití fixačních pomůcek.



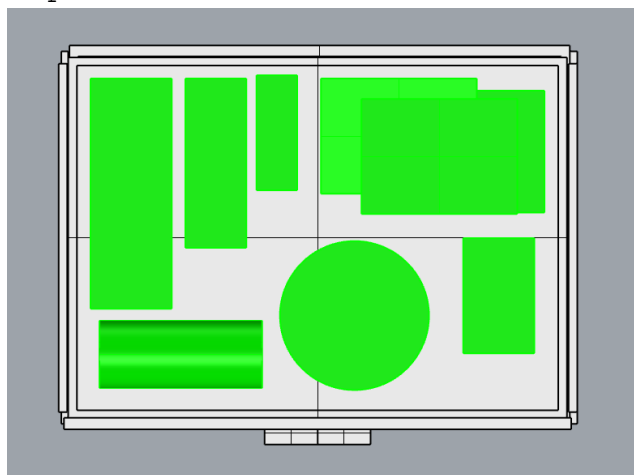
Obr. 18: Andrea Eliana Opletalová, Rozložení šuplíků, 2022

Jak jsem již předeslala, horní šuplík slouží primárně jako úložiště kazety, na kterou se snímá rentgenový snímek. Zároveň je zde prostor na drobnější pomůcky.



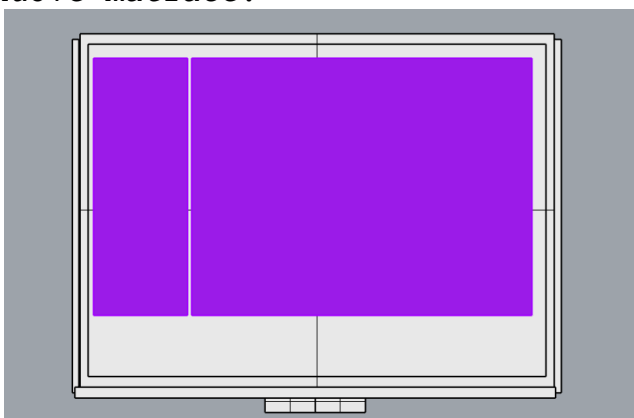
Obr. 19: Andrea Eliana Opletalová, Horní šuplík, 2022

Prostřední úložný šuplík je určen pro molitanové pomůcky, případně pytle s pískem.



Obr. 20: Andrea Eliana Opletalová, Prostřední šuplík, 2022

Spodní šuplík je určen pro pomůcky jako U profily nebo veterinární vakuové matrace.



Obr. 21: Andrea Eliana Opletalová, Spodní šuplík, 2022

Vzhledem k tomu, že někteří veterináři využívají i humánní vakuové matrace nebo specifické pomůcky, vytvořila jsem i variantu jednoho spojeného prostoru právě pro tyto pomůcky.

4.2 Ovládání

Následovalo řešení ovládání. Jedním z bodů bylo zajištění blokace magnetických brzd u horní desky a druhým ovládání samotného rentgenu. V bezprostřední blízkosti rentgenového stolu převládá manipulace nohou, aby měl veterinář stále volné ruce pro obsluhu pacienta. U ovládání rentgenu je rozšířená i varianta ručního spínače, ale ten se využívá v případě, že rentgen zapínáme z jiné místnosti, tím pádem toto ovládání není napojeno na rentgenový stůl, ale na ovládací display rentgenu.

Má první tendence byla manipulační prvky vizuálně sjednotit ve dvou pedálech spojených k sobě. Také jsem pracovala s odlišnými tvary, kvůli pohodlnému pohybu okolo rentgenového stolu. Po vyzkoušení několika variant jsem od sjednocení upustila, vzhledem k příliš odlišným funkcím jednotlivých prvků.

U ovládání rentgenu bylo důležité dvoufázové spínání. To je řešeno buď dvěma pedály, kdy jeden slouží k roztočení rentgenky a druhý pak spouští samotný snímek. Nebo jedním pedálem, který má dvě fáze, našlápnutí a došlápnutí. U veterinářů je oblíbenější druhá varianta, protože je jednodušší jednou nohou došlápnout, než přešlapovat z jednoho pedálu na druhý.

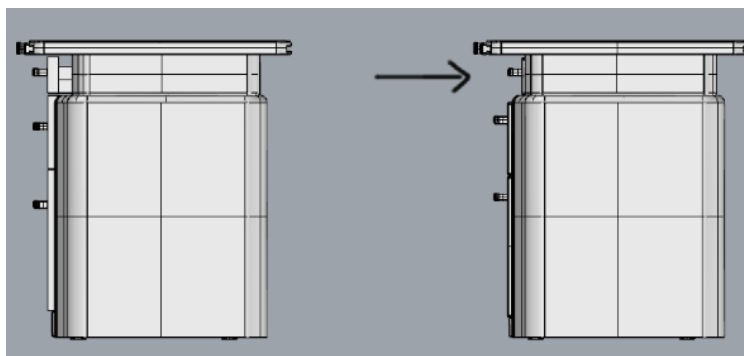
Zároveň byl důležitý moment pohybu pedálu okolo stolu, protože je pro veterináře lepší možnost stát u různých pozic z různých stran stolu. Z toho důvodu pedál není připevněný ke stolu na pevně, ale je připojen kabelem.

Ovládání elektromagnetických brzd je, na rozdíl od ovládání snímků rentgenu, vždy přímo spojené s rentgenovým stolem. Řeší se tu problém s nechtěnou manipulací ze strany majitele zvířete. U mnohých variant nastává situace, kdy majitel pedál sešlápně omylem při přidržování zvířete na stole. Ve většině případů tak pohne s horní deskou a veterinář musí znovu nastavovat snímek. Nejoblíbenější variantou je nožní spínač, který se ovládá zatlačením nohou směrem do stolu.

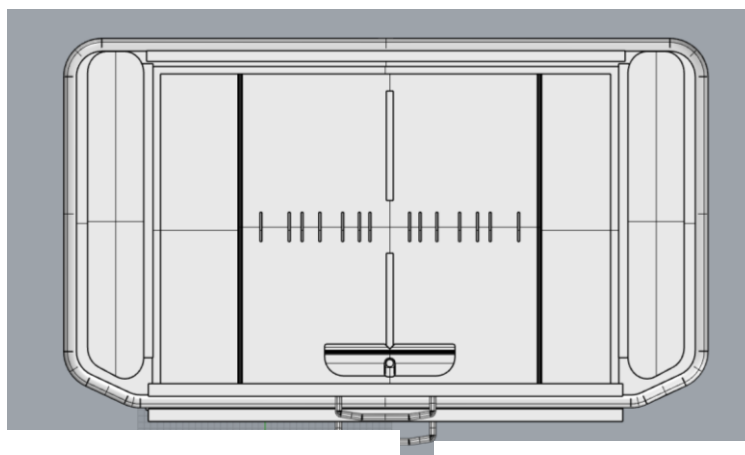
4.3 Tvarování

Důležitým z bodů tvarování bylo uzavření veškerých otvorů a to ve všech variantách rentgenového stolu. Nesměla nastat situace, že by se jakékoli zvíře dokázalo dostat pod stůl. Zároveň je zde důraz na hladký, snadno čistitelný povrch a minimum mezer, ve kterých by se mohly držet nečistoty. Z toho důvodu je stůl uzavřen i ve variantě pouze s horním šuplíkem.

Také jsem ve všech variantách chtěla oddělit horní šuplík od zbytku stolu. Vzhledem k tomu, že je uschován mezi posuvnými prvky pro horní stěnu, které musí být kratší, než část stolu, po které jezdí, pokud by byl zarovnán se zbytkem stolu, částečně by přesahoval za hranu těchto prvků. Z toho důvodu jsem jej zasadila dozadu, což má také jako výhodu lepší vystředění kazety oproti horní desce. V tomto šuplíku je také umístěna plošina právě pro flat panel nebo kazety s posuvným modulem, pokud by veterinář chtěl použít menší kazetu.

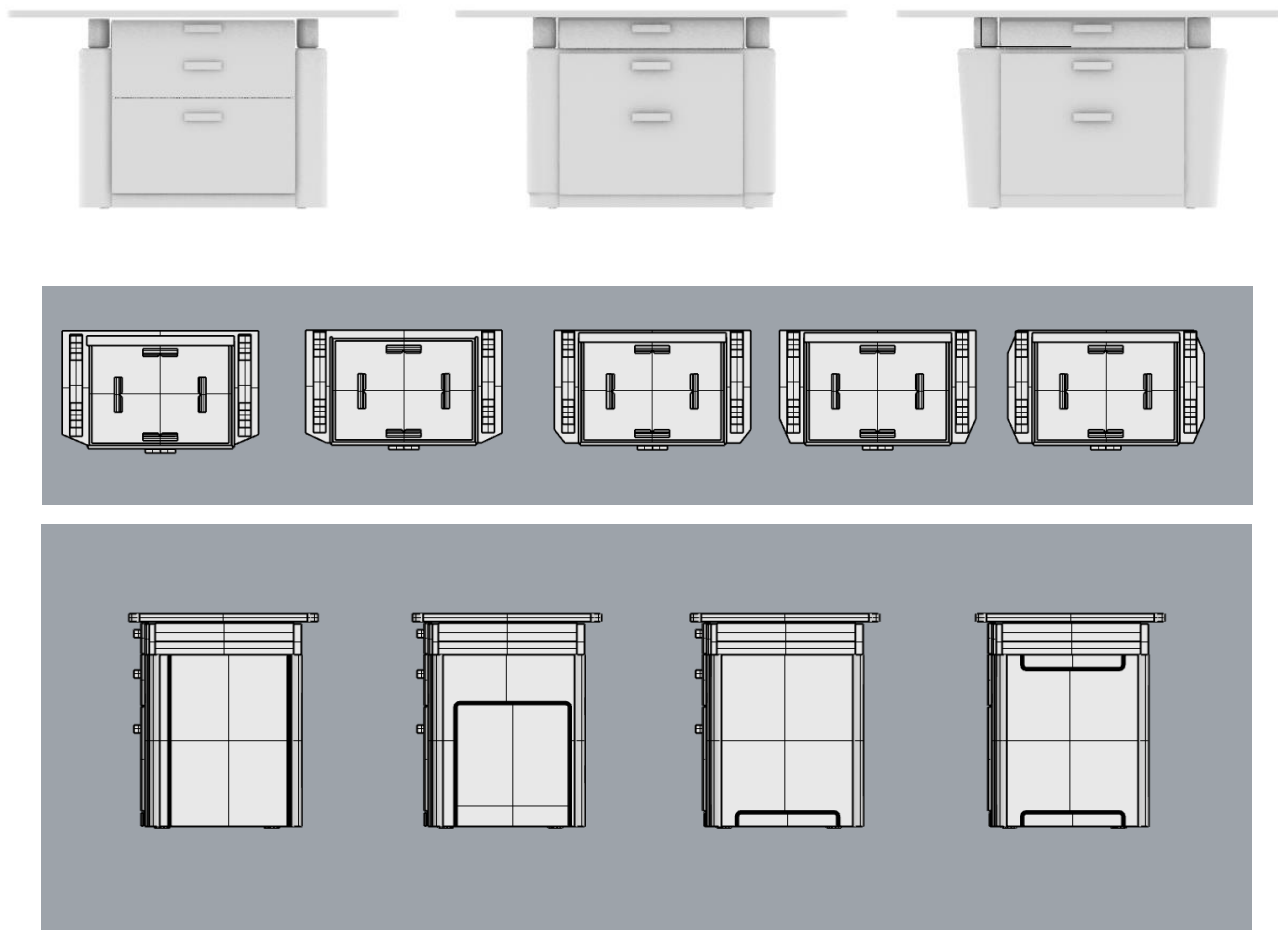


Obr. 22: Andrea Eliana Opletalová, Odsunutí šuplíku, 2022



Obr. 23: Andrea Eliana Opletalová, Úchyt na kazetu, 2022

Experimentovala jsem s různými tvary stolu jako celku, od zkosení hran po uskočení spodní části. Zároveň jsem hledala mezi variantami tvaru nohou.

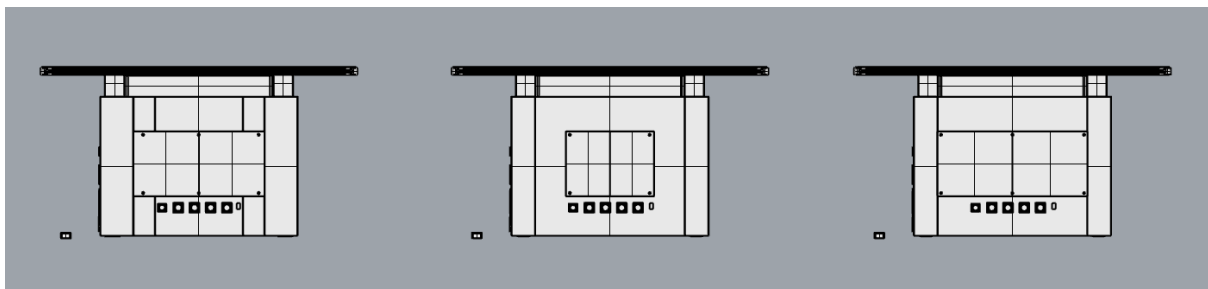


Obr. 24: Andrea Eliana Opletalová, Varianty stolu, 2022

Ve svém návrhu jsem chtěla vizuálně oddělit přední a zadní stranu produktu. Zepředu má stůl působit příznivěji, záda stolu, která jsou nedílnou součástí produktu a vyžadují adekvátní péči, jsem ponechala v techničtější variantě.

V zádech stolu se nachází možný vstup do technického zázemí stolu. Z možných variant dvířek na teleskopy, lokálních dvířek nebo odnímatelného krytu jsem se rozhodla pro kryt, který bude ke stolu připevněn šrouby. Protože by se tento kryt odnímal pouze za předpokladu, že se naskytne v kabeláži závada. Z možností rozvržení odnímatelné plochy jsem vybrala tu, u které je nejmenší odpad při řezání materiálu.

Na zadní straně stolu se také nachází vývody potřebné k napojení k rentgenové hlavici. Toto propojení je nezbytné kvůli lysholmově cloně, která se v levnější variantě musí v době snímání zachvát. Většinou je také na horní šuplík navázáno promítnutí laserového kříže, který určuje pozici snímku. Pokud je šuplík vytažen, kříž se promítá. To slouží k ověření vystředění kazet. Zároveň je možné stůl propojit se spínáním rentgenového snímku. U konečného návrhu jsem také omezila množství vývodů na dva, jelikož jich více není potřeba. Jeden vývod propojuje lysholmovu clonu a ovládání elektromagnetických brzd, do druhého je pak možné zapojit pedál.



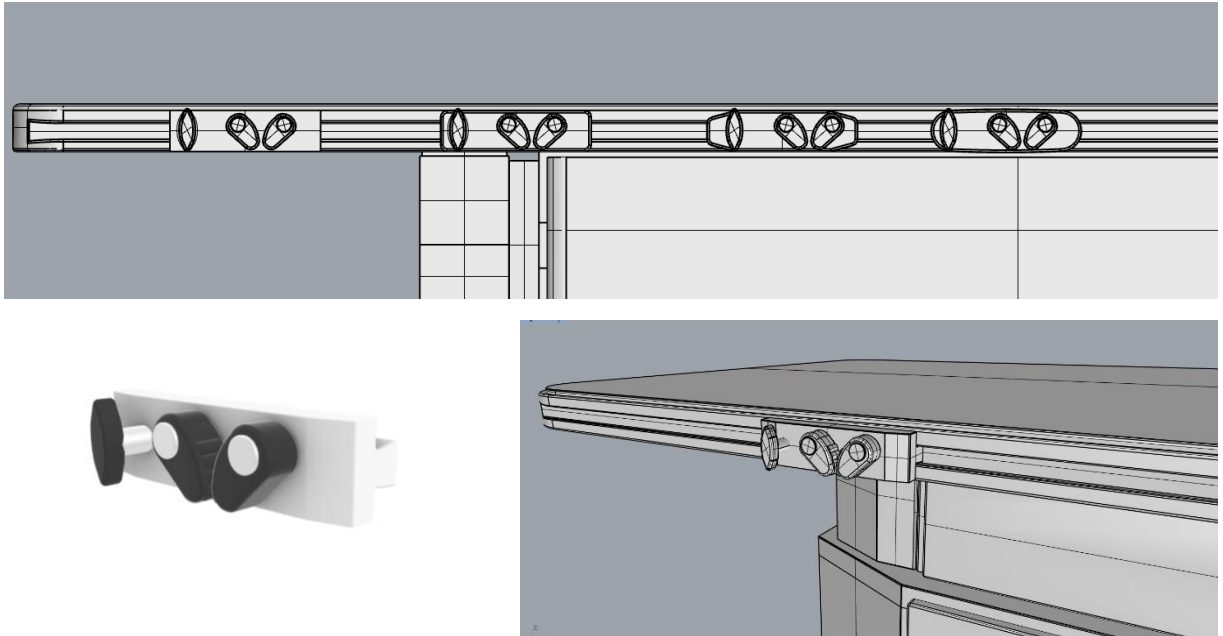
Obr. 25: Andrea Eliana Opletalová, Varianty zad, 2022

Rohy horní desky stolu jsem zkosila, abych zabránila možnému naražení do hrany stolu a zároveň tak zopakovala sjednocující prvek stolu. U některých stolů se využívá zvýšeného okraje na delších stranách. Toto řešení je nevhodné pro rentgen velkých zvířat, tím pádem jsem ho do svého návrhu nezakomponovala.

4.4 Příslušenství

Do svého návrhu jsem zároveň chtěla zahrnout možnost napínání pomocí napínacích šňůr. Tyto šňůry se uchycují po stranách horní desky několika způsoby. Nejčastější varianta je násuvný modul, který se dá ze stolu sundat. Zejména u operačních stolů jsou ze spodní strany desky výstupy, za které se dá šňůra natáhnout. Také je možné ji přivázat na madla, která primárně slouží k manipulaci s horní deskou stolu.

Jako nejvhodnější variantu pro rentgenový stůl jsem zvolila násuvné moduly, protože u napínání pod deskou stolu by byla problematická manipulace u vzdálenější strany stolu.



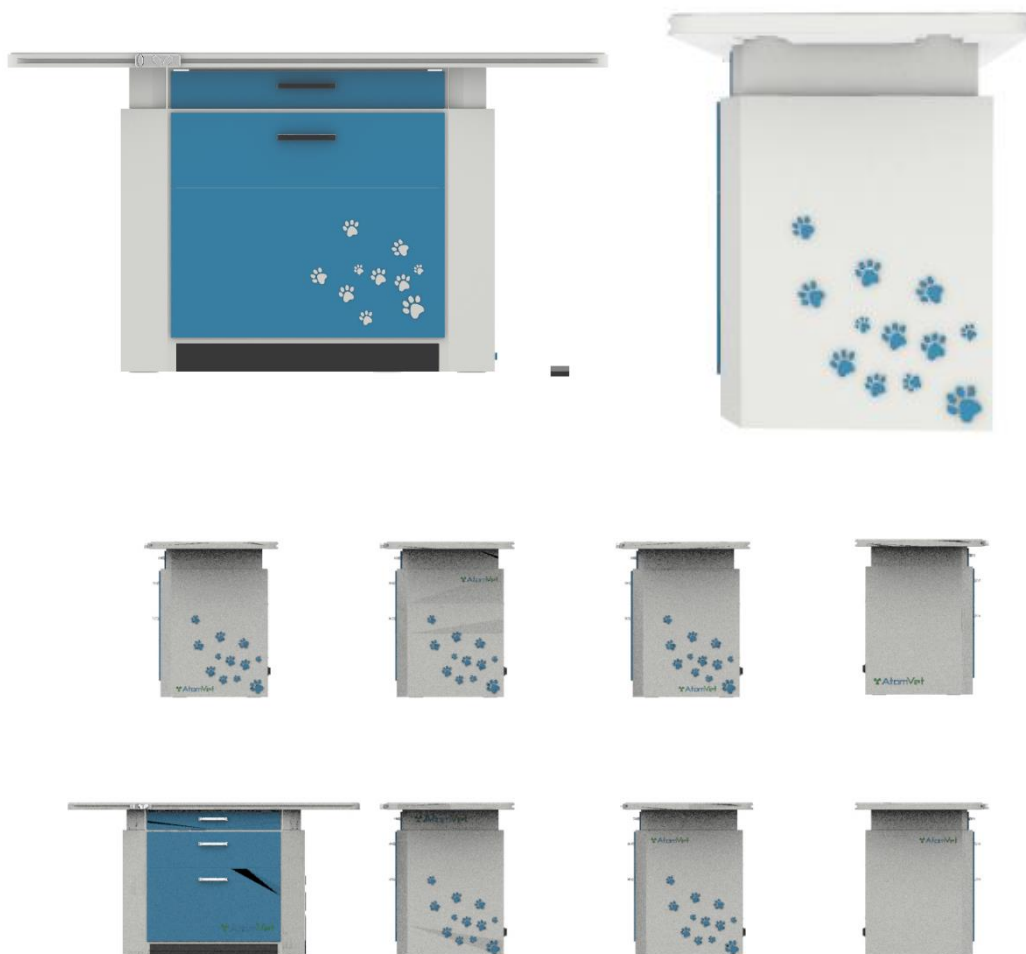
Obr. 26: Andrea Eliana Opletalová, Napínání, 2022

V barvách jsem vycházela z prostředí veterinárních praxí a rentgenových hlavic. Horní deska musí být bílá kvůli hygieně, zbytek stolu je v klidných barvách, které mají pozitivně ovlivňovat náladu majitele zvířete. Mezi nejčastější barvy patří, podobně jako v nemocnicích, modrá a zelená. Často jsou stoly také v neutrální šedé.



Obr. 27: Andrea Eliana Opletalová, Barevné varianty, 2022

V poslední fázi navrhování jsem se rozhodla přidat vzor tlapek na stranu stolu jako autentický prvek spojený s veterinárními praxemi, který zároveň odlehčuje napjatou atmosféru ordinace. Také jsem pracovala s umístěním loga.

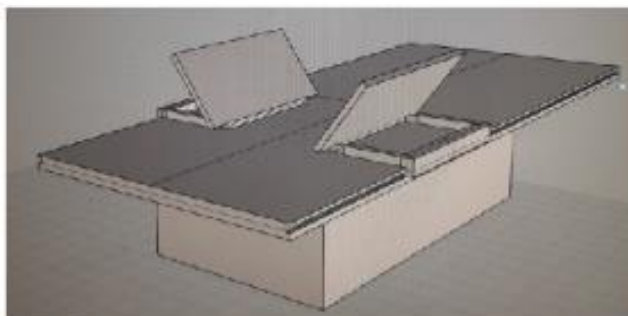


Obr. 28: Andrea Eliana Opletalová, Varianty potisku a loga, 2022

5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

5.1 Připevnitelná fixační pomůcka

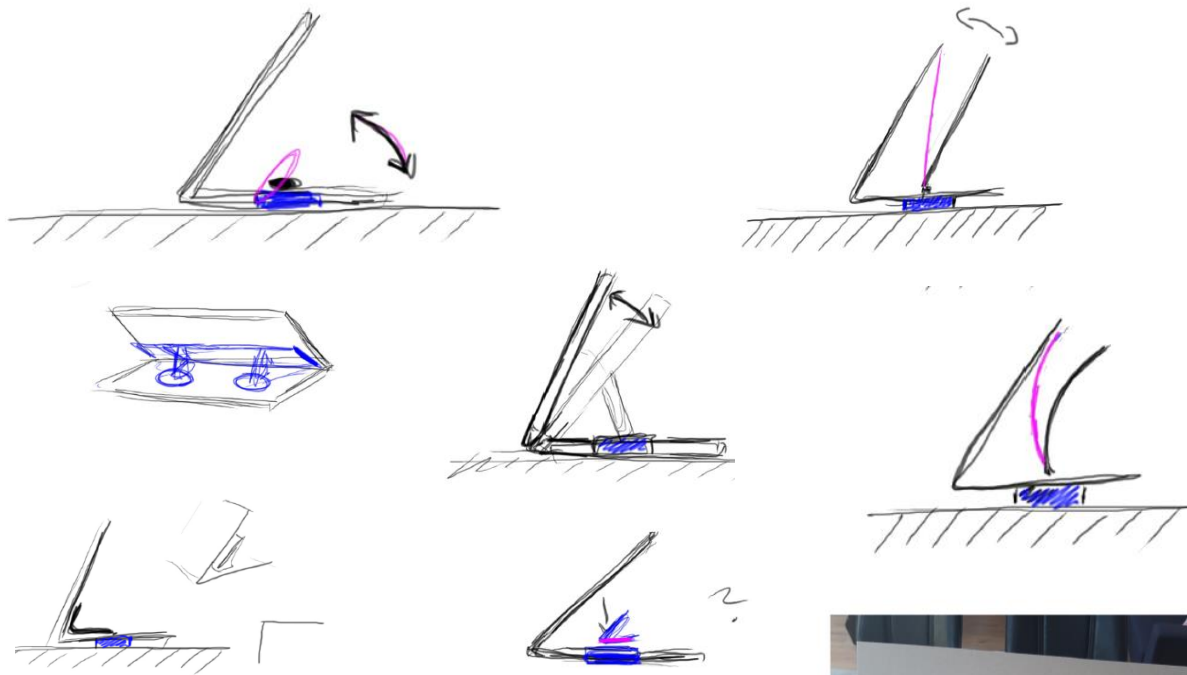
Jako první bod pro vytváření prototypů jsem si vybrala připevnitelnou fixační pomůcku. V současné variantě se využívají dva identické prvky, které je třeba připevnit na delší strany stolu tak, aby byly přímo naproti sobě. Dohromady tak společně s deskou stolu tvoří U profil se zkosenými hranami. Kvůli rozličné velikosti zvířat je možné desky k sobě přibližovat a oddalovat. Zvíře se pak uloží mezi ně. Tato pomůcka se využívá pouze u malé části pozic. Jejím ekvivalentem jsou pak molitanové U profily a vakuové matrace.



Obr. 29: Andrea Eliana Opletalová, Připevnitelná pomůcka, 2022

Při použití připevnitelných pomůcek tak veterinář musí přiložit pomůcky do správné polohy, zajistit je, odhadnout vzdálenost mezi deskami a po provedení snímku je znovu odjistit a odstranit ze stolu. Největším problémem je v tomto provedení zajišťování té poloviny pomůcky, která je blíže k rentgenové hlavici. Vzhledem k standardnímu umístění rentgenu je stůl přístupný pouze ze tří nebo ze dvou stran. Pokud již máme pomůcku položenou na stole, samotná deska pomůcky nám zabraňuje pohodlnému dotažení.

V mých návrzích jsem se pokusila využít přísavky. Původní idea byla využít pouze klasické přisání podobné u přísavek na háčky. Veterinář by tak obě části pouze přitlačil na stůl. Po vyzkoušení této varianty jsem přešla k využití přísavek, které je možné zajistit a odjistit. Tím pádem se mi do návrhu vrátil prvek mechanického zajištění. Pokusila jsem se navrhnout takové řešení, kdy je ovládání příhodnější a zároveň neomezuje prostor určený pro zvíře.

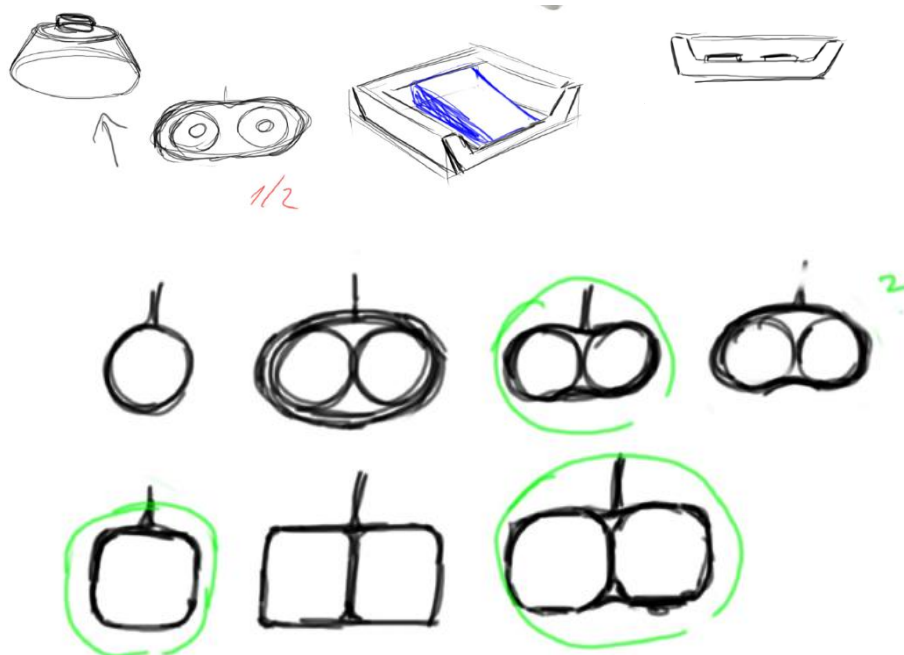


Obr. 30: Andrea Eliana Opletalová, Modely fixační pomůcky, 2022

Po vytvoření několika variant a konzultaci s veterináři jsem tuto variantu musela úplně zavrhnout. Z jejich pohledu je časová náročnost připevnění prvku, který lze nahradit pohyblivými pomůckami příliš velká nevýhoda. Preferují tak molitanové profily a matrace, které jsou skladnější, a lépe se s nimi manipuluje.

5.2 Ovládání

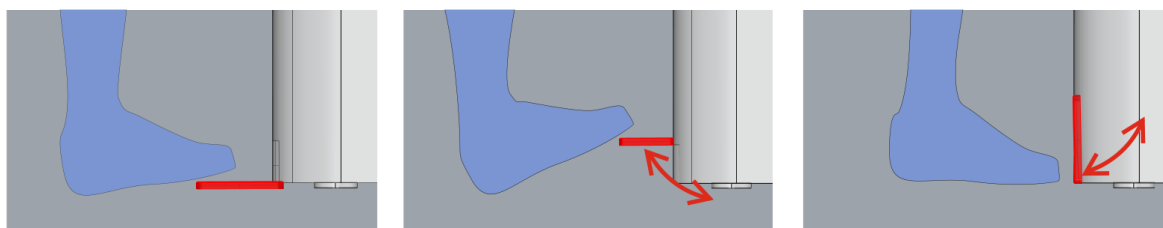
Další z bodů, které bylo třeba ověřit, bylo ovládání rentgenu a horní desky. V první fázi navrhování jsem oba tyto prvky chtěla zakomponovat do jednoho ovládacího panelu. Zároveň jsem chtěla vyzkoušet, jestli by nebyl pro tento způsob ovládání vhodnější kulatý tvar tlačítka oproti klasickému pedálu. K tomuto řešení jsem došla z předpokladu, že se s ovládáním musí hýbat, aby bylo možné stát u stolu z kterékoli strany. U kulatého tvaru by se tak nemuselo ovládání natáčet daným směrem, jako je tomu u pedálu.



Obr. 31: Andrea Eliana Opletalová, Nákres ovládání, 2022

Po dalším nahlédnutí do ovládání jsem zjistila, že je třeba ovládací prvky oddělit. Jednak aby nedošlo k záměně pedálů a jednak protože ovládání samotného rentgenu nemusí být nutně součástí rentgenového stolu, jak jsem popsala v předešlých kapitolách.

Z toho důvodu jsem ovládání horní desky zahrnula přímo do tvaru stolu. U této varianty existují tři způsoby řešení. Prvním je pevné uložení pedálu k boku stolu, další jsou podélné pedály, které se táhnou přes většinu šířky stolu. V jednom případě se tento pedál sešlapuje dolů, v druhé se zatlačí do stolu.



Obr. 32: Andrea Eliana Opletalová, Znázornění ovládání, 2022

U prvních dvou variant je největší nebezpečí, že by ovládání někdo zavadil omylem. Z toho důvodu jsem zvolila variantu třetí.

U ovládání spuštění snímku jsem musela zohlednit potřebu dvoufázového spínání. Při našlápnutí se roztočí rentgenka a při došlápnutí se provede snímek. Ve výsledném návrhu jsem tak využila právě spínač s touto funkcí.

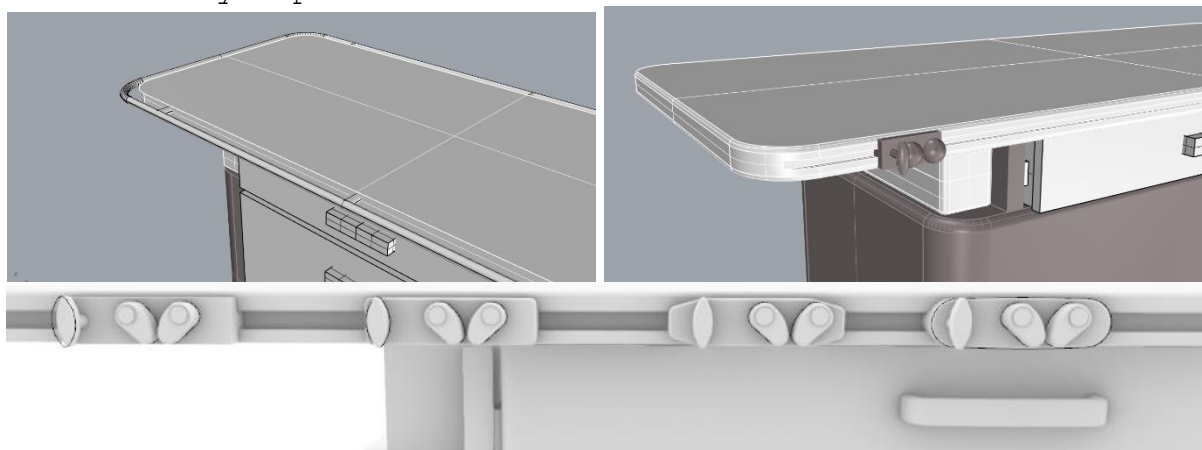
5.3 Prvek pro ukotvení napínací šňůry

Poslední bod, který si vyžádal ověření jednotlivých variant, byl způsob napínání, konkrétně prvek, který umožní přivázání napínací šňůry. Ve veterinární praxi existují tři typy těchto prvků. První se využívá převážně u operačních stolů. Jde o háčky ze spodní strany stolu. Tohle řešení nebylo u rentgenového stolu možné, protože by byla problematická manipulace s háčky, které jsou umístěny na vzdálenější straně stolu.

Další z možností je stálý prvek v podobě potrubí po obvodu desky stolu. Tohle řešení je primárně určeno jako madlo pro pohyb s deskou, ale veterináři ji rovněž využívají na úvaz. Plusem tohoto řešení je, že se s madlem nemusí manipulovat před ani po vyšetření. Velkým mínusem je pak nebezpečí vzpříčení končetiny zvířete mezi deskou stolu a tuto trubku. Pokud by byla trubka umístěna pod deskou stolu, dostáváme se ke stejnému problému jako u prvního řešení.

Nejvyužívanější jsou odnímatelné prvky, které se dají přitáhnout k delší straně stolu. Na kratší straně nemají využití. Někteří mají tyto prvky přidělané ke stolu neustále a pouze mění jejich umístění. Jiní je využívají zřídka a na stůl je nasazují pouze v případě potřeby.

Kvůli bezpečnosti a možnosti využití i napínání na vzdálenější straně stolu jsem se tak rozhodla pro třetí variantu odnímatelných prvků.



Obr. 33: Andrea Eliana Opletalová, Prvek na napínání, 2022

6. VÝSLEDNÝ NÁVRH

Výsledný produkt je vhodný primárně pro rentgen s nepřímou digitalizací. U této formy digitalizace se snímek fotí na kazetu, která je z pravidla uložena do šuplíku umístěného přímo pod deskou stolu. Po provedení každého snímku se kazeta musí vytáhnout a vložit do skenovacího zařízení, které obraz převede do elektronické formy. To, že můžeme kazetu ze stolu vytáhnout má výhodu především v kontextu celého procesu vyšetření a léčby pacienta. Vzhledem k tomu, že tento typ rentgenu je pouze diagnostické zařízení, předpokládá se další proces, který navazuje na pořízení snímků.

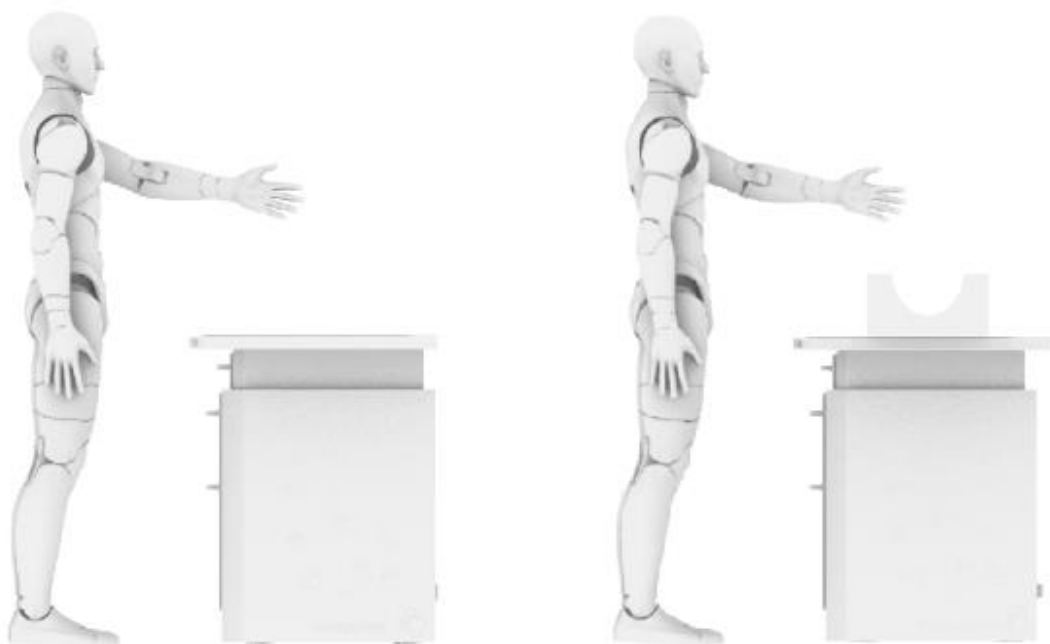
Může nastat situace, že rentgen potřebujeme i v jiné místnosti, především na operačním sále. U nepřímé digitalizace, za předpokladu, že je rentgenová hlavička pohyblivá, se dá kazeta umístit pod operační stůl a vyfotit tak pacienta v různých fázích operace. Veterinář tak má lepší přehled o tom, v jakém stavu je zvíře bez toho, aniž by jej musel uzavírat a přenášet do rentgenové místnosti.



Obr. 34: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 1, 2022

Mým cílem bylo vytvořit produkt, který bude funkční, bezpečný a esteticky zapadne do veterinárního prostředí bez toho, aniž by působil příliš technicky. V rámci sbírání informací jsem můj návrh konzultovala s veterináři a firmou AZX. Dbala jsem na nejvhodnější ovládání, které ovšem nebude náhodně spuštěno nepověřenou osobou. Celý proces získávání snímku by měl být co nejrychlejší a co nejméně traumatický pro zvíře.

Rozměrově se stůl pohybuje ve standardních velikostech stolů pro veterinární praxe. Výška pracovní desky se odvíjí od ergonomie stojícího člověka a činí tak rozmezí mezi 800 až 900mm. Vzhledem k problematice spojené s nastavitelností výšky spojené s rentgenovým stolem jsem v mém návrhu nezahrnula možnost výšku nastavit. Mezi hlavní důvody patří potřeba neměnné vzdálenosti mezi pracovní deskou a rentgenovou hlavicí, která činí rozmezí 1000mm až 1100mm, využívání stolu několika veterináři, velikost snímaných zvířat a v neposlední řadě využití jednotlivých fixačních pomůcek, které nám mohou pracovní plochu zvýšit. V mém návrhu jsem se proto rozhodla pro střední cestu výšky pracovní plochy 850mm. Nohy stolu tak mají za cíl pouze vyrovnat nerovnosti podlahy pro zajištění kvalitního snímku.



Obr. 35: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 2, 2022

Jako přidaný benefit jsem do návrhu zakomponovala úložný prostor určený pro fixační pomůcky, které se využívají pro nastavení požadované polohy zvířete. Toto řešení reaguje na zpravidla malé prostory, ve kterých se rentgen nachází. Fixační pomůcky tak není třeba uschovávat v krabicích, na zemi nebo v přistavěných skříních, jak je tomu zvykem.

Vzhledem k tomu, že každý veterinář využívá pomůcky jiné a jinak často, navrhla jsem takové řešení stolu, ve kterém by bylo možné úložný prostor na základě potřeb zákazníka změnit.

Základní variantou je stůl s jedním šuplíkem pro kazetu s prostorem na drobné pomůcky, jako jsou olověná písmena, označení levé a pravé strany případně holicí strojek. Tento šuplík musí být v každé z variant, jelikož je jako jediný přímo spojený se samotným focením snímku. Nachází se v něm úložný modul, který zajišťuje možnost využití jakéhokoliv rozměru kazet. Zároveň je přímo napojen na rentgenovou hlavici. Při jeho vysunutí se spustí laserový kříž, který napomáhá vystředění kazety.

Pro uložení molitanových pomůcek nebo pytlů s pískem má stůl dvě varianty s ohledem na množství a velikost daných pomůcek. Některým praxím stačí nižší šuplík, do kterého se pohodlně vejdou molitanové klíny, pytly s pískem a U profily pro menší zvířata. Pro případ, kdy se také využívají větší pomůcky, především pak U profily a veterinární vakuové matrace, je možné využít typ s šuplíkem pro kazetu, a dvěma úložnými šuplíky. V tomto případě jsou pomůcky přehledněji rozděleny. Zároveň je možné oddělit využívanější pomůcky od těch méně využívaných.

Další z možností je využití prostoru ve stole pro jeden otevřený úložný prostor pro specifické pomůcky nebo vakuové matrace určené pro humánní medicínu.



Obr. 36: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 3, 2022

Stůl je pro pohodlné snímání vybaven plovoucí deskou s elektromagnetickými brzdami. Deska se pohybuje vodorovně ve dvou osách díky páru kolejnic. K odblokování této desky slouží nožní spínač ve spodní hraně stolu. Deska je vyrobena z vysokotlakého laminátu HPL. Na základě požadavků rentgenu je tento materiál tuhý, homogenní a dobře pohlcuje rentgenové záření. Zároveň je levnější oproti variantě polykarbonátové desky.

Pod deskou stolu se nachází lysholmova clona, která zajišťuje pohlcování sekundárního záření. Tato clona je napojena na rentgenovou hlavici, takže se při snímku rozkmitá a nejde tak na výsledném snímku vidět.

Jako součást příslušenství tohoto stolu je prvek na přichycení napínacích šňůr. Tento prvek je možné zasunout do delší strany stolu a přikotvit v libovolném místě. V případě, že veterinář napínání končetin nevyužívá, je možné prvek zcela odstranit.



Obr. 37: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 4, 2022

Zároveň jako možné příslušenství slouží nožní spínač rentgenového snímku, který lze napojit na rentgenový stůl. Tento pedál má dvoufázové spínání, aby zajistil možnost okamžitého snímku. Při sešlápnutí se tak rentgen pouze připraví a při došlápnutí se spustí snímek.

Neposlední otázkou byla záda stolu, ve kterých je umístěn přístup ke kabeláži, která propojuje stůl s rentgenovou hlavicí. Zároveň obsahuje potřebné vývody pro toto napojení. V ideálním případě jsou vývody zakryté stojanem pro rentgenovou hlavicí. Vzhledem k tomu, že se nepředpokládá nutnost zásahu do stolu, zvolila jsem variantu připevnění zad šesti šrouby. Zároveň mi toto řešení umožnilo využít z venku neviditelných šroubů u horní a spodní plochy zad. Obě tyto plochy by se při montáži ke stolu přišroubovaly zevnitř před přišroubováním zad.



Obr. 38: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 5, 2022

V celém procesu navrhování jsem měla na paměti všechny tři definované cílové skupiny, tedy veterináře, zvířata a jejich majitele. S ohledem na bezpečnost a požadovanou hygienu okolo rentgenového stolu je celý produkt uzavřený ve všech jeho variantách. A to zejména kvůli zamezení neplánovanému vniknutí zvířete pod stůl, kde by se mohlo vážně zranit. Zároveň je tak zamezeno šíření zvířecích chlupů a jiných nečistot v případných záhybech stolu.

Při navrhování jsem vizuálně odlišila přední stranu produktu od zadní. Zepředu má stůl působit příznivěji, zaobleněji, klade si za cíl vytvářet nestresovou atmosféru. Zadní strana stolu je

pak techničtější. Toto smýšlení mě vedlo ke zkoseným hranám u přední strany, které jsem ale nereplikovala i na záda stolu.

Barevnost stolu je odvozena ze současného prostředí veterinárních klinik. Kvůli psychickému působení barev se v těchto prostorech, stejně jako v nemocnicích, často objevuje modrá a zelená barva. Zároveň horní deska stolu musí být z hygienických důvodů bílá. Proto jsem zvolila bílo-modrou variantu. Modrá RAL 5012 a bílá RAL 9007. Navíc jsem na bok stolu navrhla motiv tlapek, který působí jako odlehčení napjatého prostředí veterinární praxe.



Obr. 39: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 6

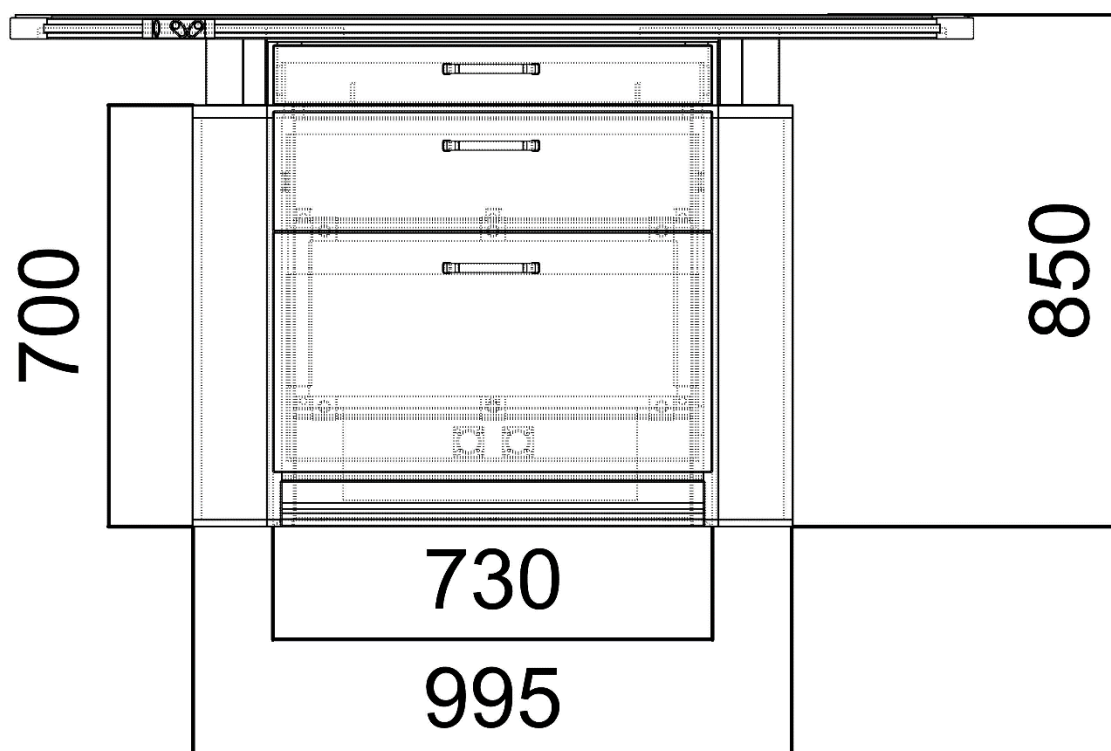
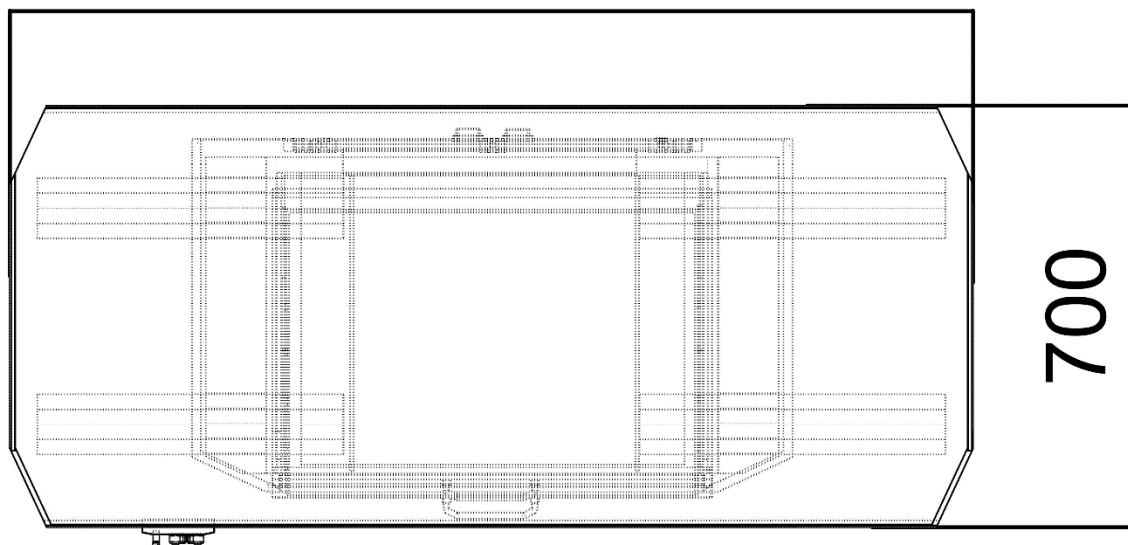
Detaily stolu jako jsou madla a prvek na napínání jsem držela ve stejném designu, jako celkový stůl. Zopakuje se v nich tak zkosení bočních stran.

Tento stůl je vhodný pro veterinární praxe, kde lze využít výhody nepřímé digitalizace. Především pak navázání rentgenu na operační sál. Díky variabilitě v úložném prostoru je stůl v obměnách vhodný do veškerých takových ordinací.

7. ROZMĚROVÝ VÝKRES

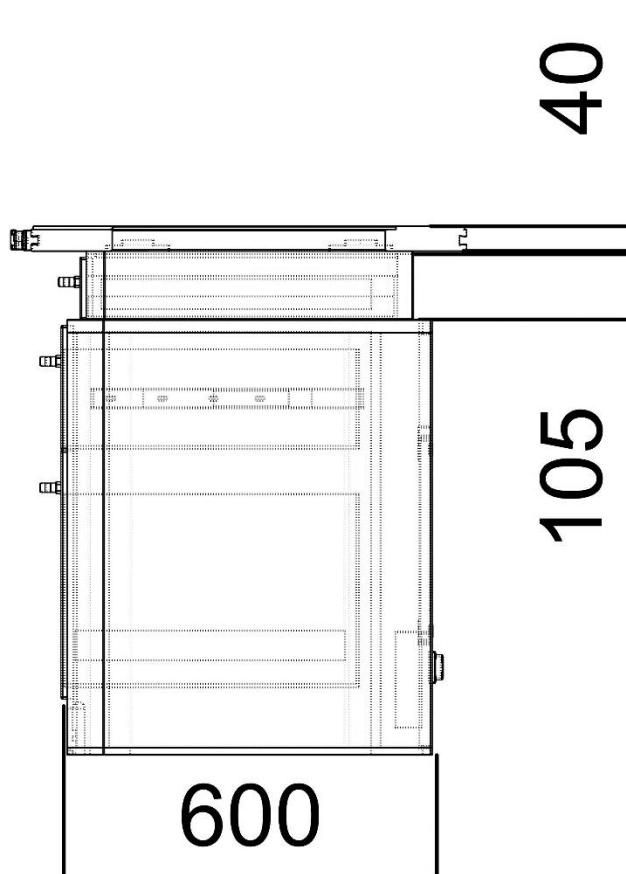
m=2:25

1600



Obr. 40: Andrea Eliana Opletalová, Technický výkres 1, 2022

m=2:25

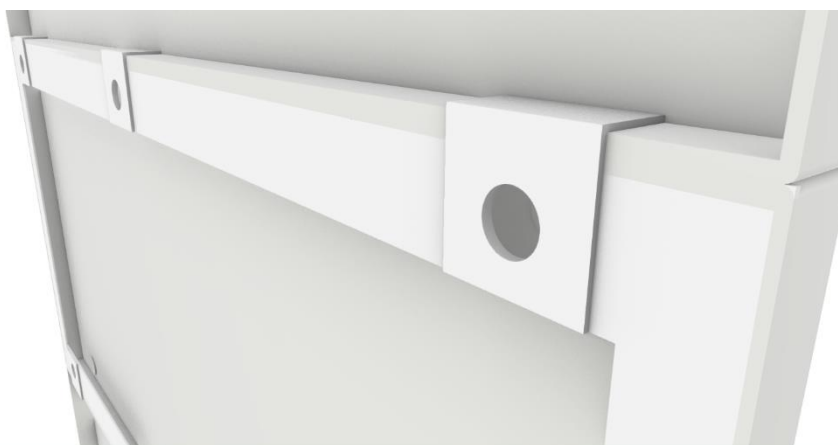


Obr. 41: Andrea Eliana Opletalová, Technický výkres 2, 2022

Stůl je zkonstruován z 1,5mm širokého nerezového plechu, který je zohýbaný na krajích pro lepší stabilitu a snadnější sestavování stolu. Je pokrytý práškovou barvou odolnou proti poškrábání a odštipnutí.

Čela šuplíků jsou pak z laminátu. Horní deska je z vysokotlakého laminátu HPL.

Tělo stolu je rozděleno na sedm dílů, aby bylo možné jej lakovat. Tyto díly činí levou a pravou část nohou, dno, půdu a tři části zad stolu, ve kterých jsou zavedena přišroubovaná dvířka pro případnou obsluhu elektroniky.



Obr. 42: Andrea Eliana Opletalová, Detail zad, 2022

8. ZÁVĚR A REFLEXE

V této práci jsem se zabývala návrhem rentgenového stolu určeného do veterinární praxe. Řídila jsem se potřebami a radami zkušených veterinářů z Vetcentra Duchek v Praze a ordinace Alfavet ve Frýdku-Místku. Velkou oporou mi byli pan Křečan a pan Křečan jr. z firmy AZX, která se zabývá právě návrhy a zprovozněním RTG pracovišť.

Vzhledem k výhodám v kontextu celého procesu, kterým zvíře při rentgenu prochází, jsem zvolila nepřímou digitalizaci, což pro můj návrh znamenalo nutnost vysunovatelného modulu pro uložení kazety.

Hlavním tématem se stala variabilita řešení, a to zejména kvůli rozdílnosti jednotlivých praxí a zkušenostem veterinářů. Tato rozdílnost je dána jak velikostí místnosti s rentgenem, počtem zaměstnanců, různorodostí druhů zvířat, tak zkušenostmi a zvyky samotného veterináře, který daný snímek pořizuje.

Přidanou hodnotou tohoto stolu je úložný prostor určený pro polohovací pomůcky hojně využívané ve veterinární praxi. Právě zde nastala největší otázka variability vzhledem k různorodosti jednotlivých pomůcek. V mé práci jsem tyto pomůcky rozdělila na čtyři skupiny. První jsou popisné pomůcky nejčastěji v podobě olověných písmen. Do této skupiny jsem také zahrnula lepicí pásku nebo holicí strojek. Ve druhé skupině se nachází molitanové pomůcky a pytle s pískem. Ve třetí pak U profily a vakuové matrace určené pro veterinární medicínu. Do poslední skupiny jsem zařadila specifické pomůcky nebo vakuové matrace určené pro humánní medicínu. Důležité bylo správné rozdělení velikosti šuplíků, aby odpovídaly všem těmto skupinám. Zároveň bylo nutné zakomponovat prostor na kazetu, na kterou se snímá výsledný obraz. Toto rozdělení mě vedlo k finálním čtyřem variantám úložného prostoru.

Určitou variabilitu skrývá i možnost ovládání rentgenu pedálem, který je připojen přímo ke stolu a tím i k rentgenové hlavici. Nevýhodou tohoto řešení je nutná přítomnost veterináře u pořizování snímku, tím pádem je vystaven rentgenovému záření a musí na sobě mít ochranný oblek. Obecně je preferována varianta, kdy je ovládání umístěno mimo místnost se samotným rentgenem a veterinář tak není vystaven žádnému riziku. To na druhou stranu znamená, že u zvířete může být pouze majitel, rovněž v ochranném obleku, nebo musí být zvíře natolik klidné, nebo pod sedací, aby bylo možné snímek provést.

Neustále jsem měla na paměti všechny tři definované cílové skupiny, tedy veterináře obsluhující rentgen, majitele zvířat

a zvířata samotné. Výsledný návrh stolu je tak prolnutím požadavků obsluhy, bezpečnosti, hygieny a v neposlední řadě příjemného vzhledu. Toto se projevilo zejména v procesu vytváření prototypů, kdy jedna z variant bylo vhodná pro jednu skupinu, ale byla nevhodná pro druhou. Návrh se tak musel v každém bodě protínat na přijatelných průsečících cílových skupin. Jednoduchost ovládání nesměla být na úkor možného neúmyslného spuštění. Snadná, nebo žádná manipulace nesměla být na úkor ohrožení bezpečnosti zvířete.

Právě díky těmto úvahám jsem došla k finálnímu návrhu rentgenového stolu pro nepřímou digitalizaci s plovoucí deskou. Plovoucí deska je zajištěná elektromagnetickými brzdami, které se ovládají pohyblivou lištou ve spodní části stolu. Zároveň je možné ke stolu zapojit spínač rentgenu v podobě dvoufázového pedálu pro zachycení nejpřesnějšího snímku.

Toto téma bylo velmi obsáhlé a tím pádem jsem se mohla zaměřit pouze na jeden typ digitalizace. Ráda bych jej rozšířila i o možnost zapojení do přímé digitalizace, nebo využití takzvaných doménových ionizačních komůrek (AEC) pro získávání speciálních snímků. Případně pak v návaznosti vytvořit i rentgenovou hlavici, která bude se stolem tvořit jeden prvek. S tím souvisí i ovládací panel pro nastavování hodnot před snímáním. Dalo by se zajít ještě dál v designu snímacího zařízení, doporučeného rozmístění v určité veterinární praxi.

ZDROJE

BURIAN, Martin. Porovnání přímé a nepřímé digitalizace vztažená na radiační zátěž pacientů [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z:

https://is.muni.cz/th/bf5lv/Bakalarska_prace_Burian.pdf.

Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA LÉKAŘSKÁ FAKULTA KATEDRA RADIOLOGICKÝCH METOD. Vedoucí práce Bc. Michal Vichita.

Princip zobrazení pomocí RTG záření. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-05-19]. Dostupné z:

https://www.wikiskripta.eu/w/Princip_zobrazen%C3%AD_pomoc%C3%AD_RTG_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD

Rentgen (záření). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-05-19]. Dostupné z:

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_\(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD))

ZDROJE OBRÁZKŮ

Obr. 01: Rentgenový snímek 1: DR. SOLNÁ, P. Demos. In: Fomei [online]. Hynaisova 12, Ostrava, 2009 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.fomei.cz/produkty/veterinarni-medicina/>

Obr. 02: Rentgenový snímek 2: DR. RAŠKA, V. Demo snimky. In: Fomei [online]. Hynaisova 12, Ostrava, 2010 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.fomei.cz/produkty/veterinarni-medicina/>

Obr. 03: Fixační pomůcky: AGUT, Amalia. Figure 1. In: Fomei [online]. 2020 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.frontiersin.org/files/Articles/540107/fvets-07-00286-HTML/image_m/fvets-07-00286-g001.jpg

Obr. 04: Pozice psa 1: EASTON, Suzanne. Figure 10.1 Standard nomenclature for body regions. In: Fomei [online]. 2017 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://veteriankey.com/diagnostic-imaging-4/>

Obr. 05: Využití fixačních pomůcek 1: EASTON, Suzanne. Procedure: Ventrodorsal pelvis (extended hip position) (Fig. 10.7). In: Fomei [online]. 2017 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://veteriankey.com/diagnostic-imaging-4/>

Obr. 06: Využití fixačních pomůcek 2: EASTON, Suzanne. Procedure: Nasopharynx (Fig. 10.11). In: Fomei [online]. 2017

[cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://veteriankey.com/diagnostic-imaging-4/>

Obr. 07: U-profil: JORGENSEN LABS. K-9 EZ Boy Radiographic Positioning Aid, Non-Covered, Set of 4 Sizes. In: Fomei [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://jorvet.com/product/k-9-ez-boy-radiographic-positioning-aid-non-covered-set-of-4-sizes/>

Obr. 08: Pawsitioner: DR. LINDORES, Steve. Tools of the trade: Pawsitioner. In: Fomei [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://vetpracticemag.com.au/tools-of-the-trade-pawsitioner/>

Obr. 09: Stůl Grimed: GRIMED S.R.O. RTG 2200. In: Grimed [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://grimed.cz/stoly/rtg>

Obr. 10: Stůl AluVet: ATOMVET. RTG stůl AluVet duo. In: Atomvet [online]. Cečovná 896/4a 460 07 Liberec III - Jeřáb [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.atomvet.cz/cs/detail/177-RTG-stul-AluVet-Duo.html>

Obr. 11: Stůl Creative ATOMVET. Atomvet Creative. In: Atomvet [online]. Cečovná 896/4a 460 07 Liberec III - Jeřáb [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.atomvet.cz/cs/detail/281--AtomvetCREATIVE.html>

Obr. 12: Stůl AluVet Float: ATOMVET. AluVet Float. In: Atomvet [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.atomvet.cz/cs/detail/226-RTG-stul-AluVet-Float.html>

Obr. 13: Prostředí veterinární praxe 1: Veterinární klinika Life: Ordinance Havířov. In: Ordinance Havířov [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://veterinahavirov.cz/ordinace-havirov/>

Obr. 14: Prostředí veterinární praxe 2: Veterinární klinika Kladno. In: Veterinární klinika Kladno [online]. Tylova 2150, 272 01 Kladno [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://www.veterina-info.cz/veterinarni-ordinace-v-cr/veterinarni-klinika-kladno--bresson-134.html>

Obr. 15: Prostředí veterinární praxe 3: SOMAN, Marek. Ordinance 2. In: Veterinární ordinace Valašské meziříčí a Rožnov pod Radhoštěm [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.veterina-soman.cz/stranka/pracoviste-ve-valasskem-mezirici_74.html/ordinace-2

Obr. 16: Prostředí veterinární praxe 4: Veterinární ordinace. In: Veterinární ordinace [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://veterinatetcice.estranky.cz/fotoalbum/ordinace.html>

Obr. 17: Andrea Eliana Opletalová, Základní schéma stolu, 2022

Obr. 18: Andrea Eliana Opletalová, Rozložení šuplíků, 2022

- Obr. 19: Andrea Eliana Opletalová, Horní šuplík, 2022
Obr. 20: Andrea Eliana Opletalová, Prostřední šuplík, 2022
Obr. 21: Andrea Eliana Opletalová, Spodní šuplík, 2022
Obr. 22: Andrea Eliana Opletalová, Odsunutí šuplíku, 2022
Obr. 23: Andrea Eliana Opletalová, Úchyt na kazetu, 2022
Obr. 24: Andrea Eliana Opletalová, Varianty stolu, 2022
Obr. 25: Andrea Eliana Opletalová, Varianty zad, 2022
Obr. 26: Andrea Eliana Opletalová, Napínání
Obr. 27: Andrea Eliana Opletalová, Barevné varianty, 2022
Obr. 28: Andrea Eliana Opletalová, Varianty potisku a loga,
2022
Obr. 30: Andrea Eliana Opletalová, Modely fixační pomůcky,
2022
Obr. 31: Andrea Eliana Opletalová, Nákres ovládání
Obr. 32: Andrea Eliana Opletalová, Znázornění ovládání, 2022
Obr. 33: Andrea Eliana Opletalová, Prvek na napínání, 2022
Obr. 34: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 1, 2022
Obr. 35: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 2, 2022
Obr. 36: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 3, 2022
Obr. 37: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 4, 2022
Obr. 38: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 5, 2022
Obr. 39: Andrea Eliana Opletalová, Vizualizace 6
Obr. 40: Andrea Eliana Opletalová, Technický výkres 1, 2022
Obr. 41: Andrea Eliana Opletalová, Technický výkres 2, 2022
Obr. 42: Andrea Eliana Opletalová, Detail zad, 2022