



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN RUČNÍHO DETEKTORU KOVU

DESIGN OF HANDHELD METAL DETECTOR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdeněk Partl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Eva Fridrichová

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Zdeněk Partl**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Eva Fridrichová**
Akademický rok: 2015/16

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

Design ručního detektoru kovu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je analýza a návrh designu ručního detektoru kovu. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model

Typ práce: designérská

Účel práce: vzdělávání

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

Zásady pro vypracování práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2016.pdf

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně / Technická 2896/2 / 616 69 / Brno

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam literatury:

Dreyfuss, H., Powell, E. (2012): Designing for People. Allworth, New York.

Fiell, C., Fiell, P. (2001): Designing the 21st Century. TASCHEN, Kolín nad Rýnem.

Johnson, M. (2002): Problem solved. Phaidon, Londýn.

Lidwell, W., Manacsa, G. (2008): Deconstructing product design. Rockport Publishers, Massachusetts.

Morris, R. (2009): The Fundamentals of Product Design. AVA Publishing SA, Lausanne.

Norman, D. A. (2004): Emotional Design. Basic Books, New York.

Pelci, J., a kol. (2012): Design od myšlenky k realizaci. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, Praha.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Product and Furniture Design. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Prototyping and Low-volume Production. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Tichá, J., Kaplický, J. (2002): Future systems. Zlatý řez, Praha.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 20. 11. 2015



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



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

ABSTRAKT

Zadáním bakalářské práce je design ručního detektoru kovu. Práce zahrnuje studii současného stavu na trhu a vývoj technologií v dané problematice. Hlavním cílem práce je vytvoření originálního designu, jenž bude respektovat ergonomické, estetické a technické požadavky zadání.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ruční detektor kovů, detektor, kov, bezpečnost, bezpečnostní kontroly, design, koncept

ABSTRACT

The goal of this bachelor's thesis is the design of a hand held metal detector. This work includes an analysis of the present situation of the market and the technological progress in this field. The main goal is to create an original design which will respect ergonomic, aesthetic and technical requirements of the product.

KEYWORDS

Hand held metal detector, detector, metal, security, security check , design, concept

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PARTL, Z. *Design ručního detektoru kovů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 58 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Fridrichová.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design ručního detektoru kovů zpracoval samostatně s využitím zdrojů, které jsou řádně uvedené v seznamu literatury.

.....
V Brně dne

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat především své vedoucí práce Ing. Evě Fridrichové za odborné vedení, užitečné rady a vstřícný přístup. Také děkuji spolužákům za konstruktivní připomínky a rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

1 ÚVOD	15
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	17
2.1 Designérská analýza	17
2.1.1 Historie	17
2.1.2 Garrett - Super Scanner V	18
2.1.3 Garrett - SuperWand	19
2.1.4 Ceia - PD140N	20
2.1.5 Ceia - PD240C	22
2.1.6 Další produkty	22
2.2 Marketingová studie	23
2.2.1 Analýza tržních příležitostí	23
2.2.2 Analýza a výběr cílových trhů	24
2.2.3 Marketingová strategie	24
2.2.4 SWOT analýza	25
2.3 Technická analýza	25
2.3.1 Technologie detekce kovů	25
2.3.2 Vnitřní uspořádání a rozměry	26
2.3.3 Komponenty	27
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	29
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	31
4.1 Varianta 1 („Nanuk“)	31
4.2 Varianta 2 („Štít“)	32
4.3 Varianta 3 („Křídlo“)	33
4.4 Další varianty	34
5 Tvarové řešení	37
5.1 Tvar	37
5.2 Velikost	38
6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	39
6.1 Vnější a vnitřní uspořádání komponent	39
6.2 Rozměry	41
6.3 Ergonomické řešení	41
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	43
7.1 Barevné řešení	43
7.2 Grafické řešení	44
8 DISKUZE	47
8.1 Psychologická funkce	47
8.2 Ekonomická funkce	47
8.3 Sociální funkce	47
9 ZÁVĚR	49
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	53
12 SEZNAM PŘÍLOH	55
ZMENŠENÝ POSTER	57
FOTOGRAFIE MODELU	58

1 ÚVOD

Bezpečnostní kontroly jsou již běžným opatřením, využívaným po celém světě. Díky rozšíření je nabídka na trhu velmi široká a pestrá. Odlišují se především svým zaměřením, velikostí, tvarem a také cenou.

Jsou využívány ve vládních budovách, stadionech, letištích, ale také na veřejných akcích, kde je požadována osobní kontrola osob. Mezi tyto produkty patří např. bezpečnostní kamery, alarmy, detektory výbušnin a celá řada detektorů kovu.

Právě detektory kovu jsou poměrně levnou a přitom univerzální variantou. Existuje několik druhů detektorů lišících se svým zaměřením. Používá je armáda k odhalování min a různých výbušnin v zemi, soukromé osoby k prozkoumávání zeminy a také jsou důležitou součástí osobních kontrol na letištích. Nejprve osoby podstupují kontrolu rámovým detektorem a následně ručním detektorem kovu, který slouží jako sekundární kontrola.

Tato bakalářská práce je zaměřena na ruční detektor kovu, jehož určení bude především na bezpečnostní stanoviště na letištích. Lze jej však použít i na jiných místech, protože jde o univerzální zařízení. Výsledný produkt by měl být charakteristický pro svoje určení, originální a ergonomicky tvarovaný.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

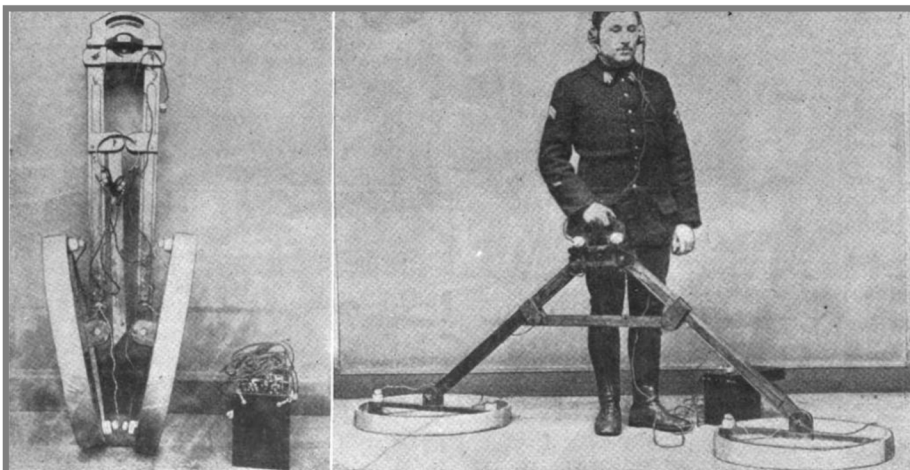
2.1

V následujících odstavcích je stručně popsán samotný vývoj a historie ručních detektorů kovů a následný výčet několika zařízení, které jsou oblíbené a tvarově zajímavé.

2.1.1 Historie

2.1.1

Počátky detektorů kovů sahají až do 80. let 19. stol. Mnoho vědců a inženýrů využilo svých znalostí v oblasti elektrické teorie a vynalezli první detektory, které byly používány na detekci železné rudy v těžebních lokacích. Tento přístroj jim přinesl velkou výhodu. Avšak první detektory využívaly velké množství energie a měly velmi malý dosah. Následně francouzský elektrotechnik Gustave Trouvé vynalezl první ruční detektor, který měl sloužit pro nalezení kovových předmětů v lidském těle. Jím se inspiroval americký vědec Alexander Graham Bell a vynalezl podobný přístroj, který měl sloužit pro nalezení kulky v hrudi amerického prezidenta Jamese Garfielda v roce 1881. Dále detektory našly využití hlavně v armádě, kdy v době První světové války pomohly Francouzům v hledání nevybuchlých bomb. Tvůrcem byl britsko-americký konstruktér David Edward Hughes. [5, 13]



Obr. 2-1 Detektor kovů z roku 1919 [5]

Celkový vývoj detektorů asi do 50. let 20. století byl pod armádním utajením. Postupně se hledal způsob, jak zvýšit výkon a zmenšit hmotnost a velikost. Za komercializaci vděčíme americké firmě White's Electronics z Oregonu. S vývojem elektroniky v 50. a 60. letech 20. století začaly být přístroje lehce přenosné a tím uživatelsky přívětivější. [5, 13]

Série únosů letadel v 70. letech 20. století, vedly společnost k zajištění větší bezpečnosti na letištích. Začaly se používat zavazadlové rentgeny a rámové detektory kovů. Ty dnes umožňují zjistit, v jaké výšce se kovový předmět nachází. Pro přesnější určení místa slouží ruční detektory, které mají za sebou velkou vývojovou historii. [5, 13]

2.1.2 Garrett - Super Scanner V

Tento model od společnosti Garrett byl původně navržen pro používání na Olympijských hrách v roce 1984. Je to jeden z nejuznávanějších modelů ručních detektorů na světě. Především svým designem a tvarováním je ikonou pro mnoho dalších produktů, které z jeho tvaru vycházejí. Tvar je jednoduchý, avšak plně podroben funkci přístroje. [10]



Obr. 2-2 Model Super Scanner V (Garrett) [23]

Jeho ovládání je velmi intuitivní a snadné. Dominantním tlačítkem je ON/OFF, které je umístěné na boční straně přístroje u rukojeti, kde se dá pohodlně stisknout palcem. Po zapnutí přístroje není nutná další kalibrace. Také jsou integrovány funkce pro automatické ladění a kontrolu baterie. Po detekci kovového předmětu automaticky zazní zvukový alarm a rozsvítí se vizuální sdělovač ve formě LED diody. [9]



Obr. 2-3 Policista s Garrett Super Scanner V [9]

Přístroj má také mód „Reduced Sensitivity“ pro skenování blízko podlah odražejících signál, nová rukojeť pro lepší úchop a nové zakončení pro pohodlnou výměnu baterií. Balení také obsahuje různé příslušenství pro „tiché“ prohlídky, dobíjecí baterie s nabíječkou a obal pro připevnění na opasek nebo do auta. [9]

2.1.3 Garrett - SuperWand

2.1.3

Další důležitý a oblíbený zástupce firmy Garrett. Tento model poskytuje rovnoměrnou citlivost a velmi vysokou přesnost detekce. Jeho tyčovitá přední část slouží pro detekci, která je možná v celém obvodu (tzn. rozsah detekce je 360°). Zakončení v přední části slouží pro extrémní přesnost detekce kovových předmětů. Nejen díky velmi lehké konstrukci a přesnosti je SuperWand používán na různých kontrolních pracovištích, jako jsou letiště a stadiony. [11]



Obr. 2-4 Model Super Wand (Garrett) [11]

Stejně jako předchozí model, i tento obsahuje automatické ladění a kontrolu baterie. Bez nutnosti další kalibrace. Přístroj má ergonomicky řešenou rukojeť a formu vibračního alarmu pro diskrétní kontrolu. Tento model byl využíván např. na Olympiádě v Atlantě v roce 1996. [9]



Obr. 2-5 Detail ovládacích prvků Super Wand (Garrett) [11]

2.1.4 Ceia - PD140N

Model PD140N od firmy Ceia kombinuje vysokou spolehlivost a ergonomii s pokročilými funkcemi detekce s možností upravování signálu. S velkou přesností dokáže detekovat jak zbraně, tak malé kovové předměty. Je velmi citlivý na všechny možné slitiny, přesahující nejnovější bezpečnostní standardy. Jako hlavní výhodou se uvádí, že je velmi odolný proti rušení okolního kovového prostředí a hmot. [8]



Obr. 2-6 Model PD140N (Ceia) [8]

Mezi další výhody patří programovatelná citlivost, automatické úsporný režim během skenovací pauzy nebo možnost připojení k počítači pomocí USB konektoru. [8]

Přístroj je plně digitální. To znamená, že pracuje na základě tzv. DSP technologie (Digital Signal Processing), má také digitální obslužné rozhraní a externí komunikaci, přes zabudované USB. To vše zajišťuje velkou spolehlivost. [8]



Obr. 2-7 Ukázka držení PD140N (Ceia) [8]



Obr. 2-8 Taška na detektor s příslušenstvím [8]

2.1.5 Ceia - PD240C

Tento model se od předešlého liší pouze svým tvarováním detekující část, která je podstatně větší a díky níž je možné detekovat předměty na větší vzdálenost. [19]



Obr. 2-9 Model PD240C (Ceia) [19]

2.1.6 Další produkty

SMMS - handheld metal detector

SMMS je indická firma zabývající se různými druhy detektorů kovů. Tento bezpečnostní detektor vychází ze základního tvaru prvních ručních detektorů, které mají velmi jednoduché madlo spojené s kruhovou detekující částí. [7]



Obr. 2-10 Ruční detektor kovu (SMMS) [7]

White's Electronics - Spectra-Scan

Posledním modelem je Spectra Scan od společnosti White's Electronics. Je to Americká společnost s dlouholetou historií. Samotný produkt je také velmi podobný Super Scanneru, avšak je více organicky tvarovaný. Ovládání je jednoduché, bez zbytečného velkého množství ovládacích prvků. [20]

Obsahuje standardní sadu funkcí jako např. audio i vibrační mód, nastavitelnou citlivost, LED vizuální alarm a další. [20]



Obr. 2-11 Spectra Scan (White's Electronics) [20]

2.2 Marketingová studie

Marketingová studie slouží pro shrnutí současného stavu produkce a poptávky po daném produktu. Zhodnocuje, zda pro navrhovaný produkt existuje aktuální běžný trh v porovnání s již existujícími produkty. Proto je také potřeba identifikovat cílovou skupinu, pro kterou má být produkt navržen.

2.2

2.2.1 Analýza tržních příležitostí

2.2.1

Analýza konkurence

Nejznámější firma, zabývající se ručními detektory kovů v současnosti je americká firma Garrett. Mezi další známější patří firmy jako je italská Ceia, francouzská HIGH-TECH DETECTION SYSTEMS a v neposlední řadě americká firma White's. V České republice působí jako distributor firma ELMES Praha, která je autorizovaným dovozcem a distributorem řady renomovaných firem z Velké Británie, USA, Německa a také Itálie. Dalším distributorem na českém trhu je forma

TRACO INTERNATIONAL, která je distributorem výhradně pro firmu Garrett a působí jak v České republice, tak i na Slovensku a společnost PCS, která dodává zařízení od výrobce Rapiscan Systems. Distributorem pro prodej a servis přístrojů firmy Ceia je firma Servis Musil.

Analýza a prognóza poptávky

Tento přístroj nabízí mnoho využití. Širší veřejnost si spojuje detektor kovů s hledáním pokladů, avšak původní funkcí je vyhledávání nevybuchlých min a v současné době je hojně využíván na různých kontrolních stanovištích. Vzhledem k současným trendům bezpečnostních kontrol, je ruční detektor kovu velmi důležitý. Nejčastěji se využívá na letištích, ale zde pro stejné využití existují i jiné technologie a přístroje. Mezi ně patří například čím dál přesnější rámové rentgeny, různé skenery a další. Avšak cena těchto zařízení je mnohonásobně vyšší a nejsou mobilní, a proto nepoužitelné na různých akcích, festivalech, stadionech. Lze tedy předpokládat, že ruční detektory kovů budou mít stále své místo na trhu.

2.2.2 Analýza a výběr cílových trhů

Segmentace trhu a cílový trh

Ruční detektory kovů se používají po celém světě. Produkt se liší tím, pro který trh je distribuován. Důležité je zohlednit dané předpisy a požadavky jednotlivých zemí. Tyto požadavky mohou ovlivnit vzhled, použité materiály, ale hlavně cenovou hladinu, ve které by se měl daný produkt pohybovat.

2.2.3 Marketingová strategie

Cenová úroveň

Předpokládaná cenová hladina produktu je nízká ve srovnání s rámovými detektory. Je závislá především na použité technologii uvnitř přístroje, použitých materiálech a technologii výroby. Jedná se o poměrně malé zařízení, jež musí splňovat určité bezpečnostní standardy a bezchybný provoz. Servisní náklady jsou zanedbatelné. Na evropském trhu se ruční detektory prodávají v cenovém rozmezí od 1500 Kč do 6500 Kč. Cenovým stropem jsou produkty firmy Garrett. Střední cenová hladina by proto měla odpovídat asi 4000 Kč, jako určitý kompromis mezi kvalitou a nižší pořizovací cenou.

Podpora prodeje

Jako způsob podpory prodeje mohou sloužit prezentace na různých akcích a veletrzích o bezpečnosti a ochraně. Také používání daného výrobku při názorných ukázkách na školení personálu. Mezi příklady lze uvést veletrh s názvem SECURITY SHOW v Japonském Tokiu zaměřený na výstavu zabezpečovacích zařízení. Dalším zajímavým veletrhem je FUTURE FORCES FORUM v Praze, Letňany. Veletrh je zaměřený na současné a budoucí potřeby ozbrojených a bezpečnostních sil včetně prohlídky nejnovějších produktů a technologií.

2.2.4 SWOT analýza

2.2.4

Silné stránky

- Variabilita
- Hmotnost
- Cena

Slabé stránky

- Ergonomie
- Design
- Rezonance signálu

Příležitosti

- Rychlý vývoj technologií
- Integrace doplňujících funkcí

Hrozby

- Nástup nových technologií
- Dominance velkých firem na trhu

2.3 Technická analýza

2.3

Vývoj ručních detektorů kovů má poměrně dlouhou historii a s tím je spjatý technický a technologický vývoj. Na to navazují určitá pravidla, která jsou přímo spojená s daným principem detekce.

2.3.1 Technologie detekce kovů

2.3.1

Kovy jsou typické svými fyzikálními vlastnostmi a jsou charakterizovány jako elektropozitivní. Kovy mají snahu předávat své valenční elektrony a díky tomuto volnému pohybu uvolněných elektronů mezi atomy vznikají kladné ionty (kationty). Tento proces způsobuje jejich typickou vlastnost – vodivost. Právě na této fyzikální vlastnosti jsou založeny základy téměř všech principů detekování kovů. [1]

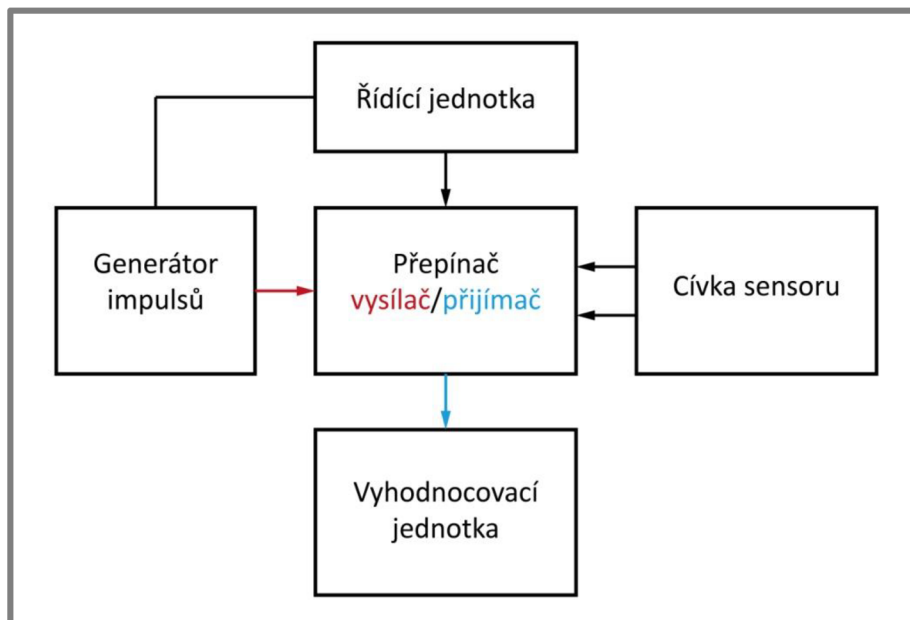
Principy detekce

Detektory kovu lze podle principů detekování rozdělit na dvě hlavní skupiny. Jsou jimi přístroje, které pracují s analogovým (spojitým) signálem, který má většinou sinusový průběh v rezonančním režimu. Druhý princip nemá tak velkou historii a zakládá se na modifikovaném principu radaru – metoda pulzně-indukční detekce. [3]

Metoda pulzně-indukční detekce

Je v dnešní době hojně využívána a stále zdokonalována. Zakládá se na analyzování odezvy elektromagnetických impulsů. Každý systém pracující na tomto principu musí obsahovat alespoň 1 cívku, která funguje jako vysílač i přijímač signálu zároveň. Nejprve se na krátký časový interval do cívky přivede stejnosměrné napětí a tím se vygeneruje elektromagnetický impuls (režim vysílače). Po uplynutí definovaného času se cívka přepne do režimu přijímače, ve kterém se napětí vypne

a vyhodnocovací jednotka zkoumá přechodové děje na cívce. Pokud se v elektromagnetickém poli cívky kov nevyskytuje, je doba odezvy cívky velmi malá. V opačném případě je doba odezvy větší a řídicí jednotka tento stav vyhodnotí jako přítomnost kovu. Celý proces se periodicky opakuje. [2]



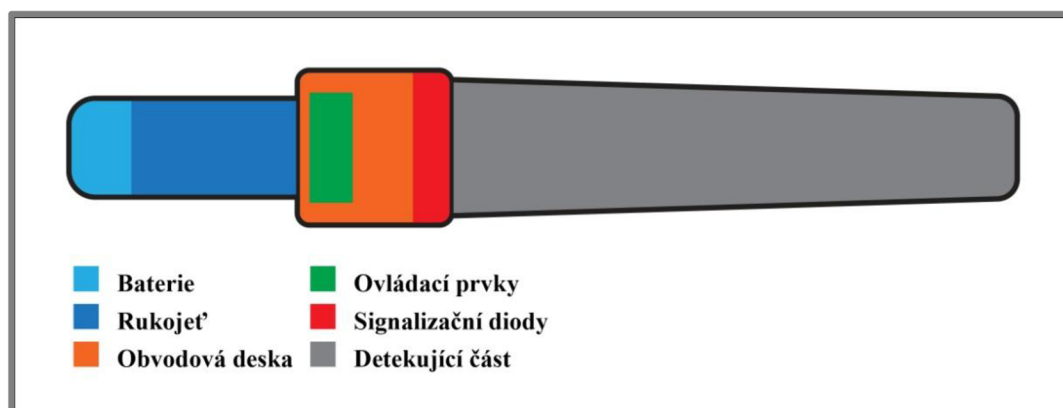
Obr. 2-12 Schéma pulzní indukce [2]

Materiál

Pro výrobu cívky se používá měděný drát obklopený nylonovou izolací, který má velmi dobrou tepelnou i elektrickou vodivost. Samotná obvodová destička se vyrábí z izolační laminátové desky, na kterou jsou naleptány vodivé měděné cesty. K té jsou následně připájeny všechny díly pro fungování jak samotné destičky, tak i celého detektoru. Všechny komponenty jsou ukryté v plastovém obalu, který se vyrábí vstřikováním do forem. Plasty jsou velmi univerzálním materiálem, u kterého lze upravovat jejich vlastnosti. Může být velmi pevný i pružný, lze ho vyrobit i tepelně odolný. [4]

2.3.2 Vnitřní uspořádání a rozměry

Toto je schematický obrázek ručního detektoru kovu a jeho vnitřního uspořádání.



Obr. 2-13 Schéma vnitřního uspořádání ručního detektoru kovu

Baterie je obvykle umístěna na konci rukojeti pro lepší vyvážení hmotnosti a jednoduchého přístupu pro její výměnu. V těsné blízkosti obvodové desky leží i ovládací prvky a signalizační diody, které jsou přímo napájeny na desku. Samotná detekující část, která obsahuje jednu nebo více cívek, je umístěna v přední části přístroje. Zpravidla mají tyto přístroje okolo 450 mm na délku. To se týká ručních detektorů používaných na letištích. Jsou i detektory taktické, které jsou spíše menší a měří asi 250 mm na délku.

2.3.3 Komponenty

2.3.3

Ruční detektor kovu musí obsahovat nejméně 3 základní komponenty.

Cívka

Slouží jako vysílač a přijímač zároveň v závislosti na principu detekování. Je základní komponentou, bez které by detektor nefungoval.

Obvodová deska

Tato součástka je „mozkem“ celého přístroje. Integruje řídicí a vyhodnocovací jednotku (mikroprocesor), je k ní připájena cívka, LED diody, vibrační motor, případně další prvky.

Zdroj napětí

Může být použita baterie nebo akumulátor. Nejčastěji se používá 9V baterie, která vyžaduje lehce přístupný vstup. Výměnu musí zvládnout i personál pracující s detektorem. Další možností je dobíjecí akumulátor, který není nutné vyměňovat. Potřebuje ale dobíjecí stanici či stojan, který může sloužit i jako místo pro odkládání přístroje.

Mezi další komponenty objevující se v detektorech patří: LED diody pro světelný alarm a indikaci vybité baterie, vibrační motor pro „tiché“ detekování, reproduktor pro zvukový alarm, displej sloužící pro zobrazení informací a případného nastavení přístroje a další.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Tato kapitola je celkovým zhodnocením všech předchozích rešerší. Budou zde uvedeny problémy, týkající se detektoru, principu detekce a také cíle práce.

Analýza problému

Ruční detektor kovu je poměrně univerzální přístroj, který nabízí mnoho využití a s tím souvisí také problémy. Z principu detekce vyplývají problémy se slabším signálem, který je závislý na velikosti cívky a tak se musí elektronicky zesilovat. Dalším problémem je, že okolní prostředí odráží vysílaný signál a v důsledku toho vzniká rezonance signálu a nepřesnosti měření.

Specifickým problémem je ergonomie. Jelikož s detektorem pracují ženy i muži, je důležité navrhnout správně rukojeť, aby měla dostupné ovládací prvky. S tímto také souvisí optimální vyvážení celého přístroje. Důležité je i samotné tvarování, tak aby detektor nezvyšoval únavu rukou při práci a nebyl příčinou zdravotních potíží. Na tomto se podílí i celkové rozměry, které jsou u aktuálních produktů na trhu velké.

Jako mnoho technických přístrojů, tak i u detektorů není vzhled prioritou a to se podepisuje na jejich estetické stránce. Ta potom negativně působí na psychiku a stresuje osoby při bezpečnostních kontrolách.

Cíl práce

Hlavním cílem práce je navrhnout ruční detektor kovu, který splňuje všechny ergonomické požadavky. Mezi ně patří správná velikost rukojeti, která vyhovuje ženám i mužům, s dostupnými ovládacími prvky. Samotné tvarování rukojeti, která vybízí k uchopení správným způsobem a optimální poměr rukojeti a detekující části s vhodným rozmístěním komponentů kvůli vyvážení.

Velikost celého přístroje je dalším důležitým aspektem při navrhování. Detektor by měl být v rámci velikosti kompromisem mezi stávajícími produkty, které jsou poměrně velké a produkty, které jsou vhodnější pro armádní využití a jsou proto menší, aby nezabíraly ve výstroji mnoho místa.

Na velikost navazuje estetická stránka. Celkový design by měl odrážet účel přístroje a pozitivně působit na osoby, které jsou kontrolovány. Tvarování nesmí vypadat agresivně, protože samotné bezpečnostní kontroly jsou stresující.

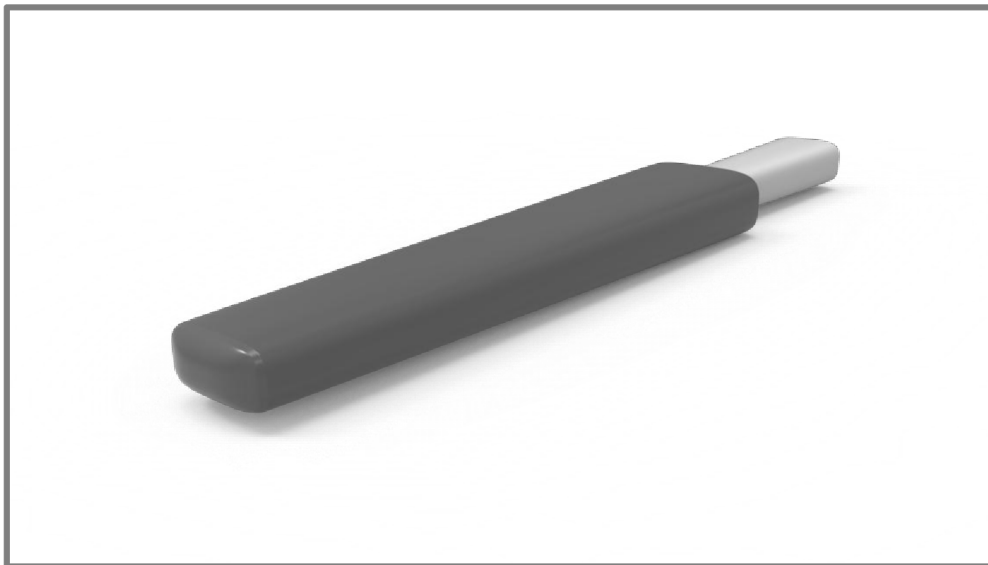
Součástí detektorů bývá bohaté příslušenství zahrnující náhradní baterie, stojany, rozšiřující moduly a náhradní díly. Proto bude koncepčně řešen stojan, jež by bylo možné uchytit na stěnu nebo na plochu pro pohodlné odkládání.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Navrhované varianty rozměrově vychází z aktuálních produktů dostupných na trhu. Následně každá varianta má odlišné tvarování, ke kterému se přímo váže použití technologie. Následně byla řešena ergonomická stránka rukojeti a detekující části pro správné a pohodlné držení.

4.1 Varianta 1 („Nanuk“)

První varianta se inspirovala detektorem Super Scanner od firmy Garrett. Samotné tvarování je hranatějšího charakteru, což je nejvíce viditelné z horního pohledu. Avšak v jednotlivých částech, jak v rukojeti, tak v detekující části se velmi jemně zužuje.



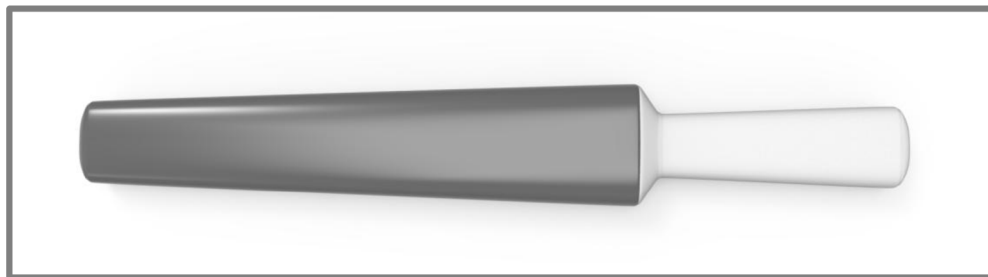
Obr. 4-1 Varianta 1 - perspektivní pohled

Samotná rukojeť je přizpůsobena pro pohodlnější úchop a jemné zúžení má zabránit vyklouznutí z ruky při manipulaci. Samotné zúžení má i psychologickou funkci, protože produkt nesmí vyvolávat negativní pocity, proto je také po celé délce zaoblený pro eliminaci ostrých hran.



Obr. 4-2 Varianta 1 - boční pohled

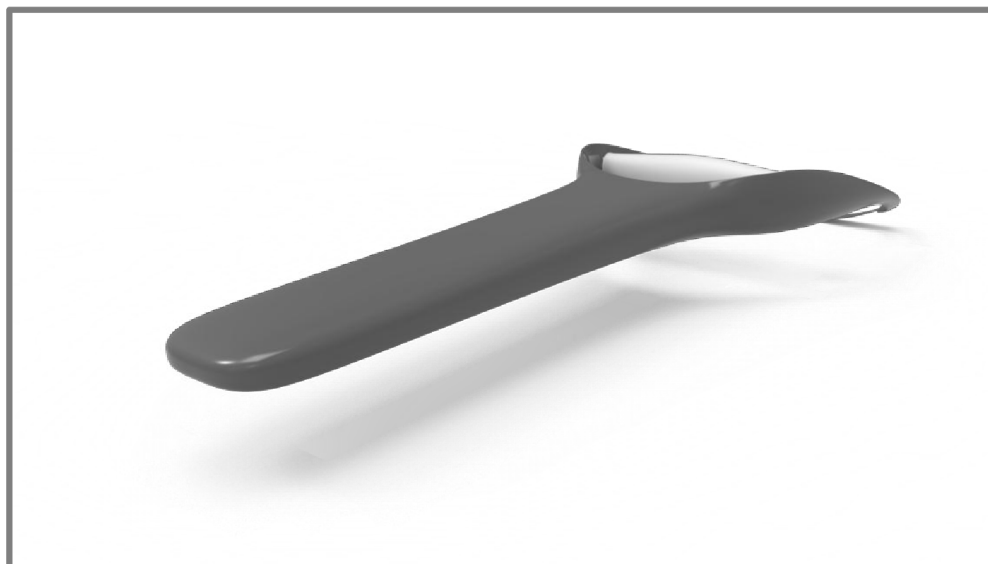
Celkové rozměry přístroje jsou 400x60x30 mm. Samotná rukojeť má 120 mm na délku pro pohodlné držení. Samotný kryt je ze dvou částí, které jsou z odolného plastu, který je vyráběn vstřikováním do forem.



Obr. 4-3 Varianta 1 - horní pohled

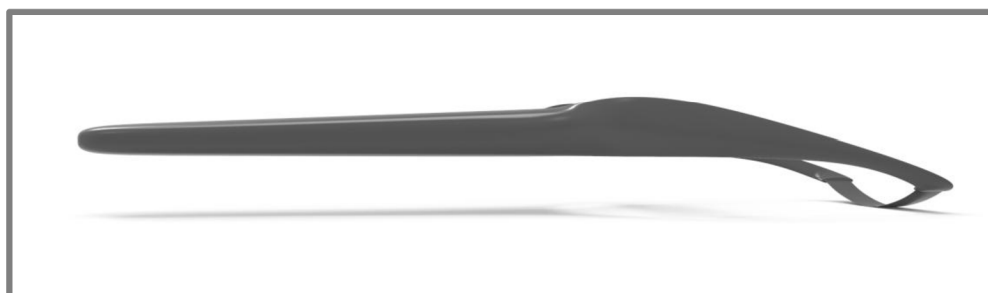
4.2 Varianta 2 („Štít“)

Tato varianta je velmi odlišná od všech produktů na trhu. Celé tvarování s poměrně dynamické. Dominantním prvkem je rukojeť, která je v kolmá k detekující části. Skládá se z madla a předloketní opěrky.



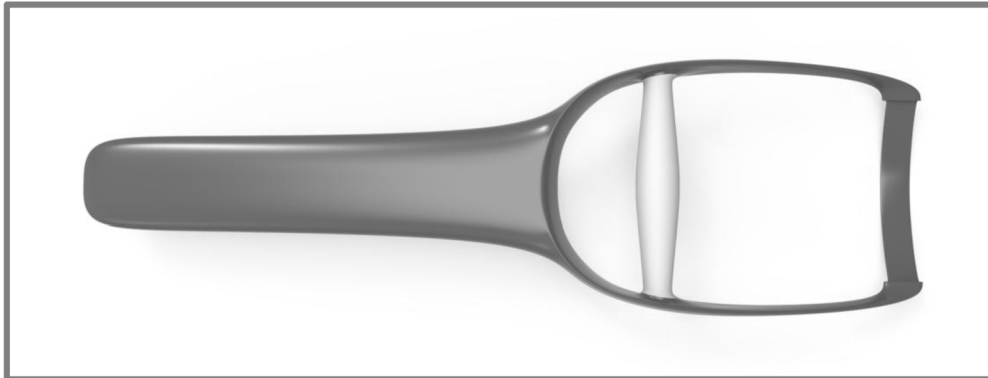
Obr. 4-4 Varianta 2 - perspektivní pohled

Prvotní myšlenkou byla změna běžného úchopu přístroje. Otočení rukojeti o 90 °C má pozitivní vliv na vyjmutí detektoru s pouzdra, které je připevněno na opasku obsluhy.



Obr. 4-5 Varianta 2 - boční pohled

Avšak kvůli nezvyklé rukojeti, je následně přístroj až příliš velký a matoucí.



Obr. 4-6 Varianta 2 - horní pohled

Detektor by se skládal z více částí, které by zapříčinily vyšší náklady na výrobu. Celkové rozměry jsou zhruba 500x130x40 mm. Pro obal je použit odolný plast vyráběn vstřikováním do forem.

4.3 Varianta 3 („Křídlo“)

4.3

Poslední varianta je inspirována křídlem letadla. Má v sobě zahrnovat určitou dynamiku a lehkost. Celkový tvar je mírně prohnutý pro vyjádření dynamiky. Detekující část je odlehčena dutinou, která má i funkci ergonomickou. Těžiště přístroje bude blíže rukojeti, což pomáhá s celkovou ergonomií práce s tímto produktem.



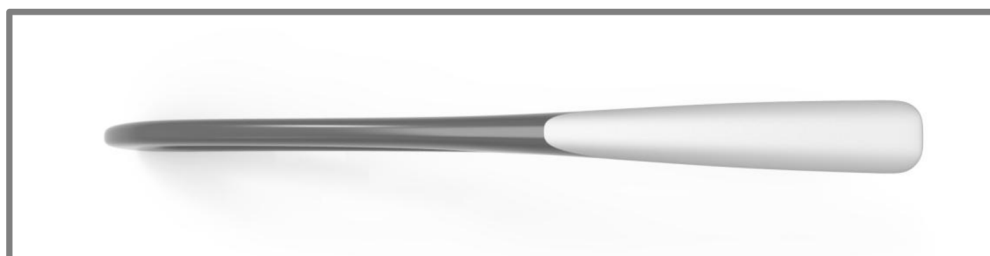
Obr. 4-7 Varianta 3 - perspektivní pohled

Rozměrově je tato varianta navržena podobně jako ta první. Celkové rozměry jsou 400x90x30 mm. Obal je z odolného plastu, který je vyráběn vstřikováním do forem. Navíc je na rukojeti pogumovaná vrstva, která zabraňuje vyklouznutí z ruky.



Obr. 4-8 Varianta 3 - boční pohled

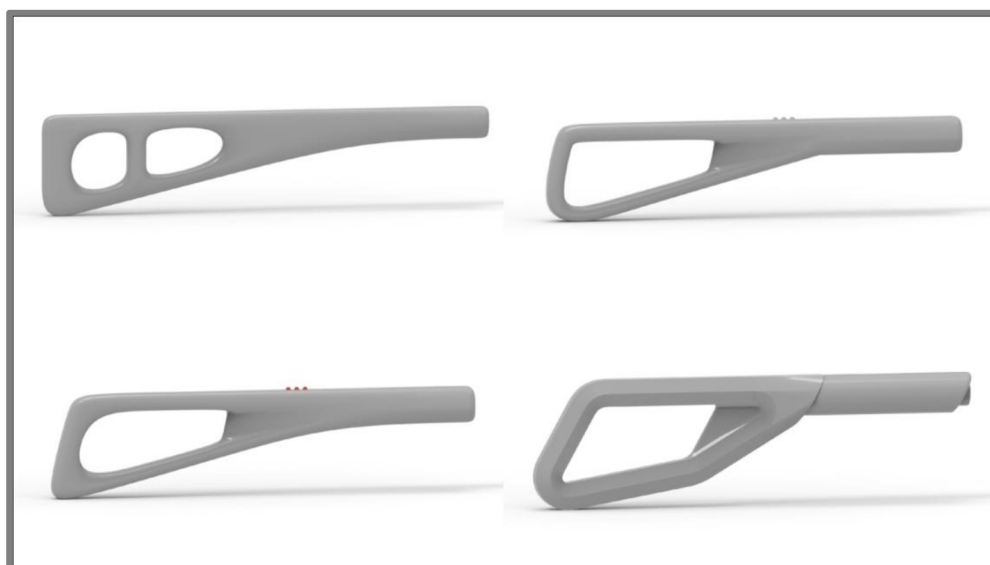
Tato varianta byla vybrána jako referenční pro finální návrh, který bude vypracován včetně ovládacích prvků, montážních spár a příslušenství ve formě odkládacího stojanu.



Obr. 4-9 Varianta 3 - horní pohled

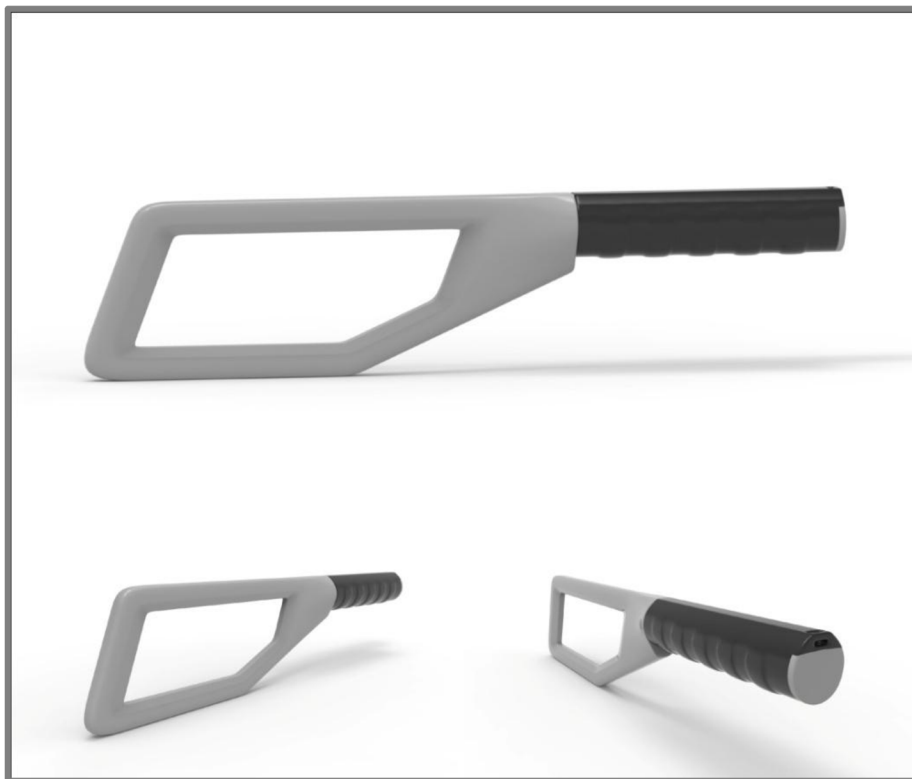
4.4 Další varianty

Následující varianty vycházejí z předchozí a jsou dalšími tvarovými variantami při hledání finálního tvaru. Hlavním cílem bylo usměrnit poměrně nahodilý tvar třetí varianty.



Obr. 4-10 Vývojové studie

S přihlédnutím na studii variantních návrhů v předchozím obrázku, byl natvarován výsledný návrh, který je tak připraven pro finální úpravu.



Obr. 4-11 Tvarování pro finální úpravu

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

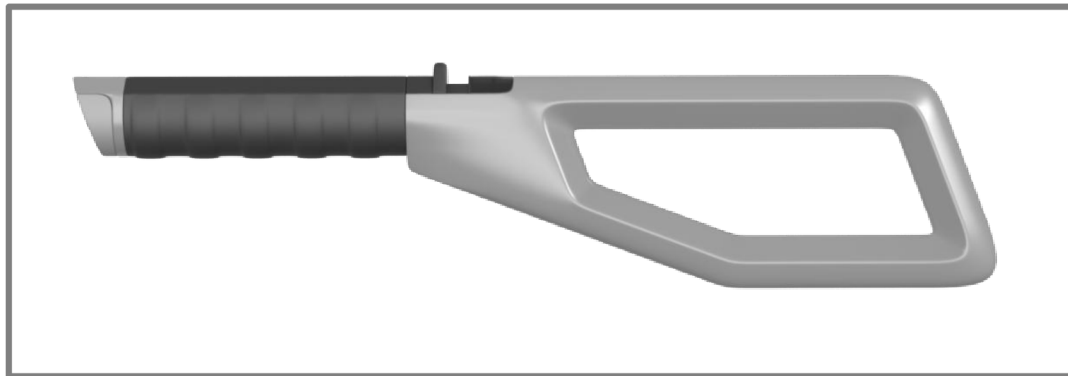
Cílem bylo navržení originálního přístroje, který by se odlišoval od konkurence a byl ergonomicky uzpůsobený pro svůj účel. Jelikož ruční detektor kovu pro kontrolu osob slouží na hledání kovových předmětů v těsné blízkosti těla, musí tomu být přizpůsobeno tvarování.

5.1 Tvar

5.1

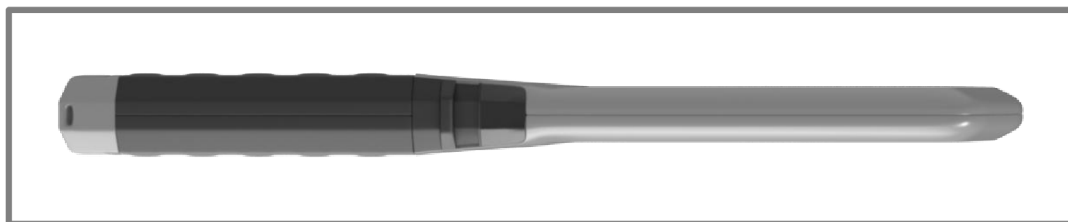
Tvarové řešení ručního detektoru kovu

Produkt je určen především na mezinárodní letiště pro potřeby osobních kontrol. Proto musí být tvarován neagresivně. Celkový tvar vychází z křídla letadla. To je viditelné především z bočního pohledu. V tomto pohledu se detektor opticky dělí na dvě části. Přední pětiúhelníkovou funkční část a zadní část s rukojetí se zkosenou hranou.



Obr. 5-1 Boční pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu

Z pohledu shora se od konce otvoru v přední části mírně rozšiřuje. Plné šířky nabývá v přechodu mezi částmi. Dále pokračuje ve stejné šířce až po konec zadní části, která je širší z důvodu lepšího uchopení.



Obr. 5-2 Pohled shora tvarového řešení ručního detektoru kovu

V pohledu zleva je viditelné výraznější zaoblení vnějšího průřezu přední části, která je tímto zjemněna a má působit klidnějším dojmem. Vnitřní hrany jsou ostřeji tvarované pro vyjádření ostrosti a nepoddajnosti detekovaného materiálu.



Obr. 5-3 Perspektivní pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu

Tvarové řešení příslušenství

Příslušenství je ve formě nabíjecího stojanu. Vychází z tvarování samotného těla detektoru. Stojan je uzpůsoben pro odkládání přístroje ve vertikální poloze. V základu se jedná o čtyřúhelník, který je odlehčen ve střední části. Zde se objevuje žebro, které je společným tvarovým prvkem.

5.2 Velikost

Celkové rozměry přístroje jsou 345x30x80 mm. Oproti běžným produktům na trhu je výrazně kratší, avšak nemělo by to mít vliv na jeho účinnost a sílu vysílaného signálu. Zařízení, které se běžně prodávají, jsou zhruba o 80 mm delší, a proto také působí zastrašujícím dojmem.

Samotná přední část je 220 mm dlouhá a po většinu své délky 20 mm široká. Je v ní uložen i ovládací panel s vypínačem a světelnými LED páskami, který zabírá 40 mm od dělicí roviny a je 10 mm vysoký (včetně vypínače). Zadní část je 125 mm dlouhá a má 30 mm v průměru. V kolmém pohledu na příčný průřez je v horní části dominantní rovná plocha, která se lomí směrem dolů a následně je plynule zaoblena.



Obr. 5-4 Boční pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu

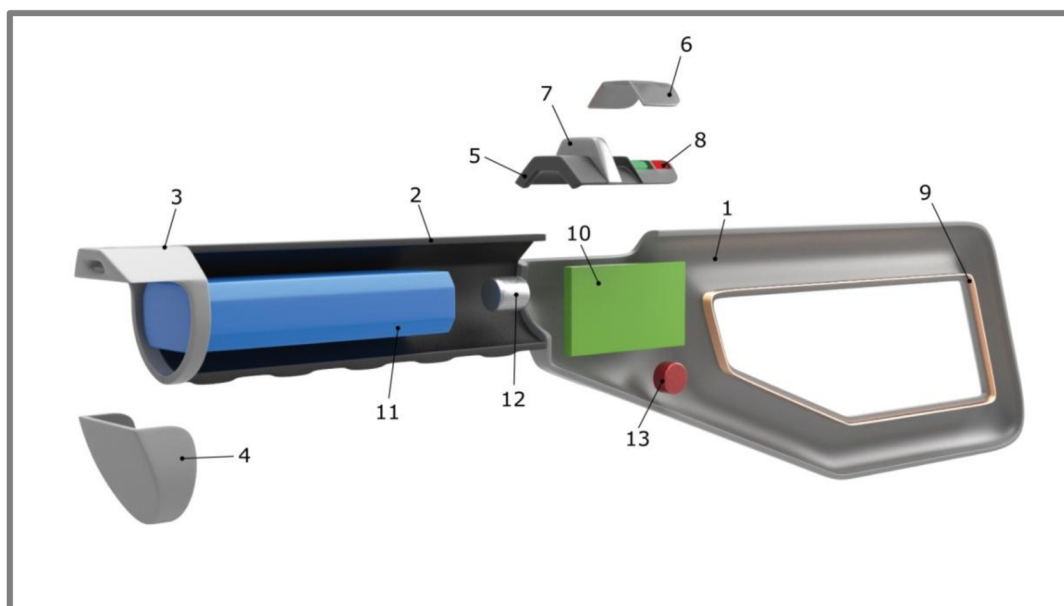
6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

6.1 Vnější a vnitřní uspořádání komponent

6.1

Ruční detektor kovu se skládá z vnějšího krytu, ze světelných proužků a posuvného vypínače. Mezi základní vnitřní komponenty patří cívka, zdroj napětí (baterie nebo akumulátor) a obvodová deska. Dalšími komponentami jsou vibrační motor a zvukový alarm.



Obr. 6-1 Popis a uspořádání jednotlivých komponentů

Kryt (1, 2, 3, 4)

Je to součást, skládající se z šesti částí. Dvě slouží pro montáž všech vnitřních komponent a jako nosná konstrukce. Další dvě jsou pro samotnou rukojeť a poslední je odnímatelná krytka baterie. Všechny díly krytu jsou vyrobeny z polyethylenu s vysokou molekulovou hmotností (PE-HMW), který má vysokou houževnatost a schopnost tlumit mechanické rázy a je odolný proti oděru. Části použité na rukojeť mají navíc povrchovou úpravu Soft-touch. [21]

Ovládací panel (5)

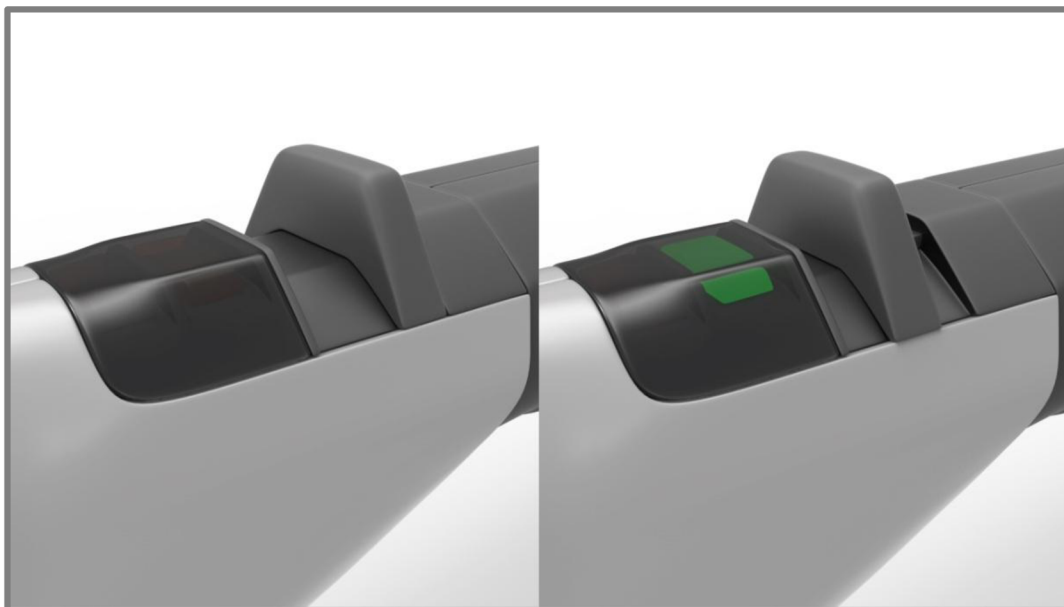
Tento díl je také z polyethylenu. Slouží na přimontování ovládacího prvku a signalizačních LED pásek.

Ochranné sklo (6)

Slouží jako mechanická ochrana LED pásek proti poškození a také plynule navazuje na celkový tvar ručního detektoru. Je vyrobeno z polyethylentereftalát-glykolu (PET-G), což je rázově odolný plast, který je lehce tvarovatelný. [22]

Ovladač (7)

Detektor obsahuje pouze jediný posuvný ovladač, který má 3 polohy. V základní poloze je vypnutý. Přepnutím do polohy 1 se rozsvítí indikační světelná páska a zařízení je přepnuto do diskretního módu, ve kterém je zapnutý pouze vizuální a vibrační alarm pro tiché kontroly. V poloze 2 je spuštěn navíc akustický alarm.



Obr. 6-2 Detail ovladače ve stavu 0 a 1

LED svítící pásky (8)

Slouží pro informování obsluhy o stavu detektoru a jako vizuální alarm. Zařízení obsahuje dva světelné LED pásky skládající se ze 3 LED diod, které mají průměr 2 mm. První světelný pásek se rozsvítí zeleně, pokud je přístroj spuštěn a v případě slabé baterie se zbarví do oranžova. Druhá slouží jako vizuální alarm a při detekci kovu se rozsvítí červeně.

Cívka (9)

Je velmi důležitá komponenta, která vysílá impulsy elektromagnetického pole. Slouží jako vysílač i přijímač což vychází z principu pulzní indukce, která je vybrána pro návrh ručního detektoru. Je umístěna uvnitř přední části a je namotána na vnitřní stranu krytu v dutině přístroje. Vyrábí se z měděného drátu potaženého nylonovou izolací.

Obvodová deska (10)

Tato komponenta je "mozkem" celého přístroje. Skládá se z desky plošných spojů. Vyrábí se z izolační laminátové desky (FR4 - skelný laminát plátovaný měděnou fólií), na kterou jsou naleptány vodivé cesty z měděné fólie.[4] Deska obsahuje mikroprocesor, který řídí celý detektor a vyhodnocuje signály přicházející z cívky.

Zdroj napětí (11)

Je "srdcem" celého přístroje. Dodává cívce stejnosměrné napětí. Jako napájecí zdroj byl vybrán nabíjecí akumulátor, který má v dnešní době již dostatečnou kapacitu a zaručují dlouhý chod na baterii. Vyrábí se v mnoha tvarových variantách. Je vkládán do detektoru zadní částí pomocí odnímatelného krytu.

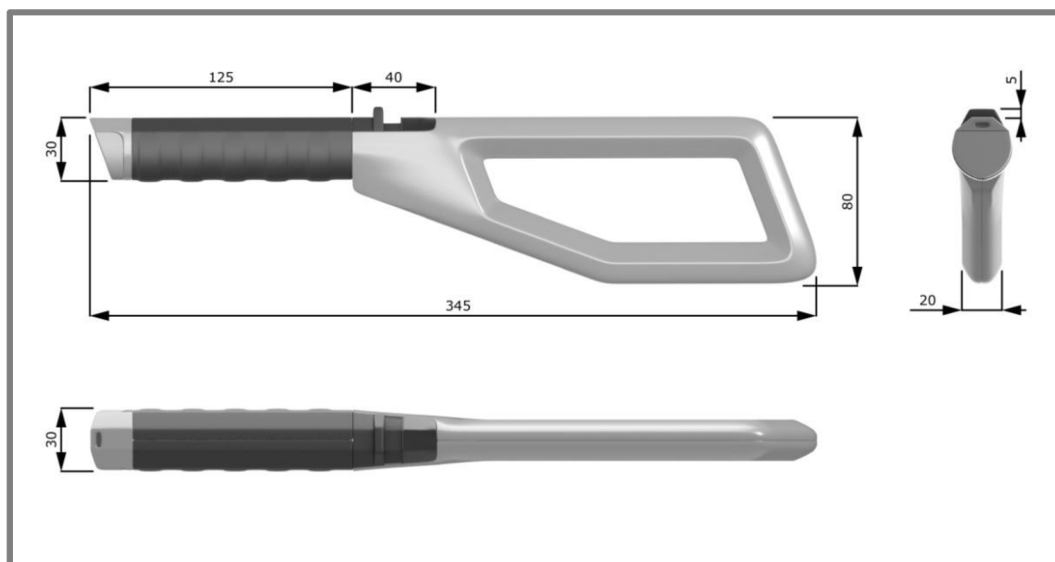
Vibrační motor (12) a zvukový alarm (13)

Jsou prvky, které jsou aktivní pouze, pokud je detekován kov. Jsou to normované součástky, které jsou volně dostupné na trhu.

6.2 Rozměry

Rozměry jsou vázané na ergonomii a funkci přístroje. Vycházejí také ze způsobu držení, proto je více hmoty v rukojeti. Jedním z cílů byly menší rozměry při zachování funkce. Proto je přední část s otvorem. Tato část je také subtilnější a dynamicky nahnutá.

6.2



Obr. 6-3 Základní pohledy s rozměry

6.3 Ergonomické řešení

Z hlediska ergonomie u ručních detektorů kovu je vhodné dodržovat níže uvedená kritéria.

6.3

Vyváženost

Týká se především rozložení vnitřních komponent a umístění na vhodná místa. To má vliv i na samotné tvarování přístroje, aby bylo uvnitř dostatečné místo. Díky zkrácení přední detekující části se těžiště celého přístroje přiblížilo k rukojeti, což má pozitivní vliv na manipulaci s přístrojem.

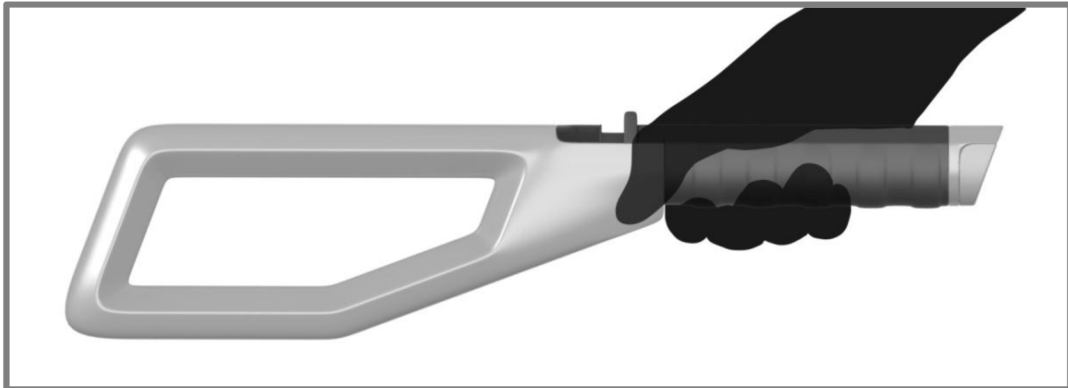
Rychlé a intuitivní ovládání

Velmi důležité kritérium v pracovním procesu je snadné ovládání. Je ovlivněno jednoduchostí ovládacích prvků a také jejich umístěním. Proto je ovladač řešený minimalisticky pomocí posuvného přepínače s třemi polohami. Je umístěn 10 mm od

rukojeti a je 20 mm dlouhý s vystouplým ovládacím proužkem o šířce 5 mm, který mírně zasahuje do stran. To zaručuje pohodlnou dostupnost i v případně mírně nevhodného držení přístroje.

Hmotnost

Jelikož se obsluha při bezpečnostních kontrolách musí dostat osobám okolo celého těla je nutností malá hmotnost. To zajišťuje použitím odolného plastu, který splňuje bezpečnostní, pevnostní a hmotnostní požadavky. Malá hmotnost zaručuje také lepší pohyblivost a předcházení zdravotním potížím při dlouhém používání.



Obr. 6-4 Ergonomie držení ručního detektoru kovu

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7

7.1 Barevné řešení

7.1

Barevné řešení ručního detektoru kovu

Navrhovaný ruční detektor kovu se skládá z více plastových částí, které umožňují tvorbu mnoha barevných variant. Avšak je nevhodné volit agresivní nebo zastrašující barvy. Části, které mají jinou funkci, by měly být barevně odlišené. Výchozí barevná kombinace je zvolena v neutrálních barvách. Převažuje metalický odstín šedé RAL 9006, který je aplikován na přední dominantní kryt, patku se štěrbinou pro poutko a kryt baterie. Doplnující barvou je odstín antracitově šedé RAL 7016, který je aplikován na rukojeti a ovládacím panelu.



Obr. 7-1 Základní barevná varianta

Barevné varianty z větší části vychází z firemní identity, jež se objevuje na jejich výrobcích. Avšak měla by být přizpůsobena účelu daného produktu. Proto jsou vybrány následné barevné kombinace, jež se inspiroují barevností konkurenčních výrobků.



Obr. 7-2 Barevné varianty

Barevné řešení stojanu

Pro sjednocení přístroje s příslušenstvím má stojan základní barvu totožnou jako přední část ručního detektoru. I když se skládá z šesti dílů plastového krytu, není žádoucí tyto části barevně odlišovat.

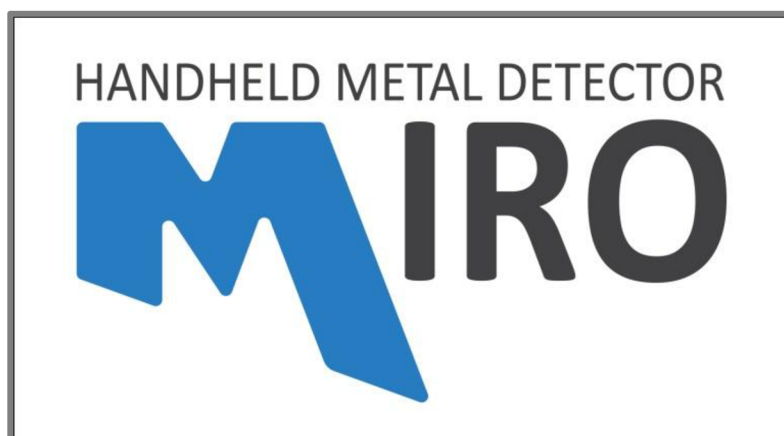


Obr. 7-3 Základní barevná varianta stojanu

7.2 Grafické řešení

Návrh logotypu

Název MIRO byl vytvořen skládáním částí anglických slov, které jsou spojeny s tématem detektorů kovu. "Metal" - kov, "Iron" - železo, "Reflect" - odrážet, "Ore" - ruda. Pro samotný název bylo zvoleno písmo Calibri v tučném řezu. Počáteční písmeno M je zvýrazněno pomocí modré barvy (odstín CMYK 82/46/0/0) a tvarově upraveno. Zbývající písmena jsou v tmavě šedé (odstín CMYK 0/0/0/90).



Obr. 7-4 Návrh logotypu

Aplikace logotypu



Obr. 7-5 Aplikace logotypu na ručním detektoru kovu



Obr. 7-6 Stojan s vloženým ručním detektorem kovu

8 DISKUZE

8

8.1 Psychologická funkce

8.1

Systém detekování kovu prošel během svého historického vývoje řadou změn a mnoha vylepšeními. Měnilo se jejich uplatnění, vzhled a především technologie. Použití při bezpečnostních kontrolách osob však nemá dlouhou historii, avšak nelze opomenout její důležitost. V dnešní době je hojně využíváno několik typů zařízení na detekování kovu.

Ruční detektory kovu jako součást zabezpečení jsou specializovány na lokalizaci nejruznějších kovových předmětů. S tím jsou spojeny i negativní emoce, kdy při osobních prohlídkách bezpečnostními složkami jsou osoby jednotlivě skenovány. Vždy tyto přístroje vzbuzují respekt, ale neměli by vypadat příliš agresivně, aby se předcházelo přílišnému hromadění stresu na kontrolovaných osobách.

8.2 Ekonomická funkce

8.2

Současný trh nabízí širokou paletu zařízení specializující se na detekování kovových předmětů. Od velkých rámových detektorů, přes ruční, až po malé taktické detektory. Právě ruční detektory jsou ideálním kompromisem. Jsou mnohonásobně levnější než rámové detektory, jsou dostatečně malé kvůli pohodlné manipulaci a zachovávají si dostatečnou přesnost a citlivost. Cenový rozsah je však poměrně velký. Cenu zvyšuje především použitím kvalitních materiálů a ověřených součástek.

8.3 Sociální funkce

8.3

Mezi cílové skupiny používající systémy detekování kovu se řadí především letiště, vládní organizace, jaderné elektrárny, ale i stadiony a firmy, které nabízí bezpečnostní služby. Každé prostředí klade na ruční detektory jiné požadavky.

Přístroje je navržen do prostředí letiště, které má své specifické požadavky. Toto prostředí klade důraz na rychlost, přesnost, plynulost a také bezchybnost měření při osobních prohlídkách. Všechny aspekty jsou dosaženy díky jednoduchému ovládání, mobilnějším rozměrům, dostatečně velké cívice a kapacitě akumulátoru.

9 ZÁVĚR

Z analytické části bakalářské práce bylo zjištěno, že současný trh nabízí velkou škálu ručních detektorů kovu. Avšak delší dobu nepřišel nikdo s nějakým novým inovativním řešením a proto se stále prodávají a používají poměrně staré přístroje.

Cílem práce bylo navržení originálního designu ručního detektoru kovu, který je vhodný do prostředí letiště. V tomto prostředí musí splňovat ergonomické, technické a psychologické požadavky, které byly výsledným návrhem splněny. Mezi ně patří především rychlé, přesné a bezchybné měření, neagresivní barevné a tvarové zpracování.

Konečný tvar vychází z přetvarovaného křídla letadla s otvorem pro lepší využití cívky. Součástí návrhu je koncepčně řešený odkládací stojan s nabíjecí funkcí.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] FILIPI, Bohdan. Nauka o materiálu. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-11-6.
- [2] Ad controls - Princip pulzní indukce. [online]. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: http://www.adcontrols.cz/princip_pulzni_indukce/
- [3] HÁJEK, Jan. Elektronické hledače. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2001. Elektronické hledače. ISBN 80-730-0011-3
- [4] Plošné spoje - obecné informace. [online]. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://www.a3.cz/plosne-spoje-informace.php>
- [5] Historie vzniku detektorů kovu. [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.moraviadetect.cz/news/historie-vzniku-detektoru-kovu>
- [6] Best Handheld Metal Detector Wand. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.metaldetectorjudge.com/best-handheld-metal-detector-wand/>
- [7] Handheld Metal Detector. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.smmsmetaldetector.com/handheld-metal-detector-1930702.html>
- [8] CEIA Security Metal Detectors PD140N [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.ceia.net/security/product.aspx?a=PD140N>
- [9] Ruční detektory. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://www.elmes.cz/rucni_detektory.html#
- [10] Super Scanner® V Hand-Held Metal Detector. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://www.garrett.com/securitysite/security_super_scanner_main.aspx
- [11] Garrett Super Wand Hand-Held Metal Detector | Manufacturer [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://www.garrett.com/securitysite/security_super_wand_main.aspx
- [12] Handheld metal detector. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com>
- [13] The History of the Metal Detector. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.metaldetector.com/learn/metal-detector-history/history-of-the-metal-detector>
- [14] History of the Metal Detector. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://inventors.about.com/od/pstartinventions/a/Metal_Detector.htm

- [15] Detektor kovů. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Detektor_kov%C5%AF
- [16] Jak si vybrat detektor. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://pokladypodnami.cz/jak-si-vybrat-detektor/>
- [17] Informace k certifikačnímu postupu NBÚ. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.nbu.cz/cs/ochrana-utajovanych-informaci/fyzicka-bezpecnost/certifikace/certifikacni-postup-nbu/informace-k-certifikacnimu-postupu-nbu/>
- [18] Metal detectors. [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.explainthatstuff.com/metaldetectors.html>
- [19] Ceia PD240C Hand Held Metal Detector. [online]. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://www.tactical.co.nz/ceia-pd240c-hand-held-metal-detector/>
- [20] Spectra-Scan Handheld. [online]. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://whites.co.uk/spectra-scan-handheld>
- [21] PE HMW, PE UHMW | KOMI Power s.r.o. [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://komipower.cz/produkty-a-sluzby/produkty/technicke-plasty/pe-hmw-pe-uhmw/>
- [22] VIVAK. [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.plast-shop.cz/product/vivak:29/>
- [23] *Metal Detector* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.indotrading.com/showcase/metal-detector>

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1 Detektor kovu z roku 1919 [5]	17
Obr. 2-2 Model Super Scanner V (Garrett) [23]	18
Obr. 2-3 Policista s Garrett Super Scanner V [9]	18
Obr. 2-4 Model Super Wand (Garrett) [11]	19
Obr. 2-5 Detail ovládacích prvků Super Wand (Garrett) [11]	20
Obr. 2-6 Model PD140N (Ceia) [8]	20
Obr. 2-7 Ukázka držení PD140N (Ceia) [8]	21
Obr. 2-8 Taška na detektor s příslušenstvím [8]	21
Obr. 2-9 Model PD240C (Ceia) [19]	22
Obr. 2-10 Ruční detektor kovu (SMMS) [7]	22
Obr. 2-11 Spectra Scan (White's Electronics) [20]	23
Obr. 2-12 Schéma pulzní indukce [2]	26
Obr. 2-13 Schéma vnitřního uspořádání ručního detektoru kovu	26
Obr. 4-1 Varianta 1 - perspektivní pohled	31
Obr. 4-2 Varianta 1 - boční pohled	31
Obr. 4-3 Varianta 1 - horní pohled	32
Obr. 4-4 Varianta 2 - perspektivní pohled	32
Obr. 4-5 Varianta 2 - boční pohled	32
Obr. 4-6 Varianta 2 - horní pohled	33
Obr. 4-7 Varianta 3 - perspektivní pohled	33
Obr. 4-8 Varianta 3 - boční pohled	34
Obr. 4-9 Varianta 3 - horní pohled	34
Obr. 4-10 Vývojové studie	34
Obr. 4-11 Tvarování pro finální úpravu	35
Obr. 5-1 Boční pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu	37
Obr. 5-2 Pohled shora tvarového řešení ručního detektoru kovu	37
Obr. 5-3 Perspektivní pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu	38
Obr. 5-4 Boční pohled tvarového řešení ručního detektoru kovu	38
Obr. 6-1 Popis a uspořádání jednotlivých komponentů	39
Obr. 6-2 Detail ovladače ve stavu 0 a 1	40
Obr. 6-3 Základní pohledy s rozměry	41
Obr. 6-4 Ergonomie držení ručního detektoru kovu	42
Obr. 7-1 Základní barevná varianta	43
Obr. 7-2 Barevné varianty	43
Obr. 7-3 Základní barevná varianta stojanu	44
Obr. 7-4 Návrh logotypu	44
Obr. 7-5 Aplikace logotypu na ručním detektoru kovu	45
Obr. 7-6 Stojan s vloženým ručním detektorem kovu	45

12 SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený poster (A4)
fotografie modelu (A4)
sumarizační poster (A1)
koncepční model (M 1:1)

ZMENŠENÝ POSTER

HANDHELD METAL DETECTOR

MIRO

Cílem práce bylo navrhnout originálního designu ručního detektoru kovu, který bude splňovat ergonomické, technické a konstrukční aspekty.

