



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 RUČNÍ VOJENSKÉ VÍCEPÁSMOVÉ RADIOSTANICE

DESIGN OF MILITARY MULTIBAND HANDHELD TRANSCEIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jonáš Truhlář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Richard Sovják

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	Jonáš Truhlář
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	Ing. Richard Sovják
Akademický rok:	2019/20

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 ruční vojenské vícepásmové radiostanice

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Ruční radiostanice je komunikačním přístrojem, který je využíván ve velkém spektru povolání, od záchranářů, až po vojenské jednotky a policejní sbory. Vícepásmové radiostanice jsou užším okruhem speciálních komunikátorů pohybujících se ve frekvenčních pásmech od 20 MHz do 2500 MHz se schopností vytvořit komunikační spojení kdekoliv na světě. Součástí radiostanic jsou antény, zajišťující dosah a kvalitu spojení spolu s dlouhou výdrží baterie. Váha radiostanic se pohybuje v rozmezí od 1,0 kg do 1,5 kg.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Navržené zařízení bude zahrnovat GPS modul. Celková hmotnost radiostanice do 1,5 kg (včetně baterie) a s rozměry do (270 x 85 x 65) mm. Radiostanice bude obsahovat veškeré porty zařízení daného typu (USB 2.0, RS 232, SPR Fischer, TNC, SMA, ...). Bude uvažováno s velkosériovou výrobou.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- analýza současné produkce z hlediska ergonomie, tvarového řešení, konstrukce a použitých technologií,
- návrh funkčního designu ruční vícepásmové radiostanice pro armádní použití,
- návrh designu příslušenství pro radiostanici (externí baterie, anténa, pouzdro),
- barevné řešení pro záchranné složky a policejní sbory,
- popis estetických, ergonomických a konstrukčních parametrů navrženého designu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster.
Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).
Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:
<http://ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukoncení/>

Seznam doporučené literatury:

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. *Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architektky a designéry*. Praha: Happy Materials, c2012. ISBN 978-80-260-0538-4.

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

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

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

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

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne 25.10.2019

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním a designovým návrhem vojenské ruční vícepásmové radiostanice. Produkt spadá pod vojenskou výrobu a využití, práce se snaží toto zařazení rozšířit do dalších extrémních povolání, ve kterých by našel své uplatnění. Je kladen důraz na modernizaci zařízení, ergonomické prvky ručního ovládání a estetickou rovnováhu mezi vojenským a civilním využitím. Čtenáři je nabídnut náhled do problematiky vojenské techniky a její inovace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Radiostanice, komunikace, vojenská, vícepásmová, design.

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with construction and design concept of a tactical handheld multiband radio which is a part of military production. There is an effort to spread this device to another extreme professions, where it could find its utilization. The design priorities are the construction and ergonomic improvements with an aesthetic balance between the military and civilian usage. The thesis provides the preview to specific military technique and its innovation.

KEYWORDS

Radiostation, communication, military, multiband, design.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TRUHLÁŘ, Jonáš. *Design ruční vojenské vícepásmové radiostanice*. Brno, 2020, 83 s. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125164>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Ing. Richard Sovják

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Richardu Sovjákovi za jeho schopnost nasměřovat správným směrem a za jeho vlídnou podporu během vedení, dále bych chtěl poděkovat firmě MESIT asd, s.r.o., díky které jsem mohl do hloubky porozumět problematice této práce.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Richarda Sovjáka. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne 26.6.2020

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1	Designérská analýza	15
2.1.1	Historický vývoj	15
2.1.2	Analýza trhu	17
2.2	Technická analýza	23
2.2.1	Rozdělení rádiových vln pro rozhlasovou komunikaci	23
2.2.2	Kmitočtové tabulky	24
2.2.3	Radiokomunikace	25
2.2.4	Občanské použití ručních vysílaček	25
2.2.5	Vysílací dosah, komunikační rušení	26
2.2.6	Komunikace ve vojenství	27
2.2.7	Popis ruční radiostanice	28
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	36
3.1	Analýza problému	36
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	36
3.2.1	Ovladače	36
3.2.2	Sdělovače	37
3.2.3	Konektory	37
3.2.4	Ergonomie	37
3.2.5	Vzhled	37
3.3	Cíl práce	38
3.4	Cílová skupina	38
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	39
3.5.1	Enviromentální odolnost	39
3.5.2	Systémové rozhraní	39
3.5.3	Elektromagnetické emise	39
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	40
3.6.1	Výrobní technologie	40
3.6.2	Trh	40
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	41
4.1	Konstrukční návrhy	41
4.1.1	Ergonomická analýza	41

4.2	Varianta I	43
4.3	Varianta II	44
4.4	Varianta III	45
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	46
5.1	Tvar vojenské ruční radiostanice	47
5.2	Příslušenství	50
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	52
6.1	Konstrukčně technologické řešení	52
6.2	Rozměrové řešení	53
6.2.1	Spojovací díly a sestavení	54
6.2.2	Technologie výroby	58
6.3	Ergonomické řešení	59
6.3.1	Pohledy pracovních poloh	59
6.3.2	Bezpečnost	61
6.3.3	Hygiena	62
6.3.4	Ovladače	62
6.3.5	Sdělovače	64
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	65
7.1	Barevné řešení	65
7.1.1	Barevné zpracování vojenských jednotek	66
7.1.2	Barevné zpracování záchranných a policejních jednotek	66
7.2	Grafické řešení	67
7.2.1	Logotyp	67
7.2.2	Uživatelské rozhraní	69
8	DISKUZE	71
8.1	Psychologická funkce	71
8.2	Ekonomická funkce	71
8.3	Sociální funkce	71
9	ZÁVĚR	72
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	73
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	76

11.1	Seznam použitých zkratk	76
11.2	Seznam použitých veličin	77
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	79
13	SEZNAM TABULEK	82
14	SEZNAM PŘÍLOH	83

1 ÚVOD

Personal control remote, těmito slovy se označují ruční radiostanice nejvyšší kategorie, která nepatří mezi vybavení běžné domácí nebo společenské potřeby. Jejich vývoj započal v armádním průmyslu, kde také setrval, a v posledních deseti letech se těšil technologickým inovacím v oblasti komunikačních systémů a ochrany dat. Tento vývoj se i nadále drží v kruzích soukromých společností a zakázky povětšinou spadají pod sektor obranné politiky a strategie. Touto situací a vysokou výrobní cenou se udržuje informační diskrétnost produktu pro valnou veřejnost.

Tímto bych Vás rád seznámil s vojenskou ruční vícepásmovou radiostanicí a nabídl Vám svůj pohled na inovaci tohoto produktu.

Tyto radiostanice jsou využívány téměř ve všech sekcích armády, kde zprostředkovávají přímé spojení mezi jednotlivými členy jednotky a velením. Zároveň díky svým taktickým funkcím podávají přehled o situaci na místě plnění úkolu a na bojišti.

Nové generace jsou koncipovány jako „systémově definovaná rádia“, čímž nasazují vyšší úroveň použité výpočetní techniky s podobností k bezpečnostním mobilním telefonům. Taktéž disponují technologiemi typu geolokační pozice, telefonické hovory, zasílání šifrovaných sms zpráv a mnoha dalších. Z tohoto důvodu je nutné komplexní vyučení uživatele, než jej začne aktivně využívat. Zvýšená úroveň softwaru zároveň umožnila přizpůsobit hardware požadavkům 21. století, tedy přizpůsobit se zavedeným zvyklostem u běžných osobních zařízení.

Stejně tak jsou vícepásmové radiostanice využívány v řadě zaměstnání záchranných a ochranných systémů, kdy je nutné spojení v obtížných situacích. Jsou to zásahové jednotky, horští záchranáři nebo hasičské sbory. V takových případech jsou obyčejné ruční vysílačky nedostačujícím a křehkým vybavením. Vojenské ruční radiostanice zajišťují svou kvalitu vojenskými standardy nejvyšších úrovní, zařízení je tak schopno odolávat enviromentálním nástrahám přírody.

Mým primárním účelem je navrhnout kompaktní zařízení, které by propojovalo světy vojenství a bezpečnostních systémů, jejichž požadavky jsou slučovány prostředím, ve kterém musí vykonávat svá obtížná povolání.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

Vojenské ruční vícepásmové radiostanice jsou pro valnou veřejnost takřka neznámým pojmem. První část této kapitoly pojednává o historickém zrodu zařízení a jeho předchůdců. V druhé části jsou představeni zástupci radiostanic využívaných ve vojenských jednotkách po celém světě.

2.1.1 Historický vývoj

Komunikace přes rádiové vlny se poprvé objevila na přelomu 19. a 20. století s prvními patenty telekomunikačních zařízení. V roce 1906 byla uskutečněna první hlasová zpráva, která využívala Morseovu abecedu, rok později první „hovor“ mluveného slova. Hlasovou informaci přeměněnou na elektronický signál bylo v tehdejších dobách možno vysílat pouze ze zařízení velikosti budov nebo povozů. Před začátkem druhé světové války vojenské spojení zajišťovali hlavně spojky a kurýři, jako pozůstatek první světové války. Později byly díky rozmachu technologie a vývoji elektronek a transformátorů vytvořeny první přenosné radiostanice (viz Obr. 2-1). Byly využívány výhradně pro vojenské účely ve velení, nejvíce v letectvu a námořnictvu po celém světě. Německý stát byl dlouhou dobu lídrem rádiové komunikace. [1, 2]



Obr. 2-1 Přenosná radiostanice na bázi elektronek [3]

V průběhu druhé poloviny 20. století se vojenským i civilním vysílačkám jakožto nejpoužívanější komunikační technologii dostalo řady obměn a technologického vývoje. Byly vytvořeny zákony o rozřazení použitelných frekvenčních pásem. Například v roce 1950 byl schválen první zákon č.72 „Zákon o telekomunikacích“. Až do konce 20. století byly obměňovány státní i mezinárodní zákony o užívání frekvenčních pásem, podle kterých se dělily radiostanice a jejich použití. Vojenské frekvence využívali předchůdci ručních radiostanic, jako je např. přenosný AMOS od firmy TESLA (viz Obr. 2-2). [3]



Obr. 2-2 Radiostanice AMOS (označení TESLA 554600), 1952-55 [3]

Dvacáté první století rozdělilo radiostanice do dnes známých frekvenčních pásem (FM, VHF, UHF atd.). Technologický rozmach posledních let (např. technologie tištěných spojů) dal možnost vytvořit kompaktní ruční radiostanice, které jsou schopny využívat více pásem najednou s dosahem několika set kilometrů.

2.1.2 Analýza trhu

Vojenský charakter

RF40

Vícepásmová radiostanice RF40 (viz Obr. 2-3) je nejnovějším produktem z krátké řady ručních radiostanic české firmy MESIT asd, s.r.o., s frekvenčním rozsahem (30–512) MHz, modulačními typy frekvencí FM, AM a podobně. Po vzhledové stránce se od svých předchůdců příliš neliší, její jednoúčelovost a charakteristický vzhled vychází ze specializace firmy na zakázky pro Armádu České republiky, která určuje směr vývoje této stanice a jejího příslušenství. Kubický tvar vysílačky je dán robustní baterií a skeletem, který tvoří dvě sešroubované části jednoduchého boxu bez výrazných ergonomických znaků. V malé míře jsou užity oblé a rotační prvky, které ladí s tvary antén a konektorů. Protože je její charakter spíše praktický, jsou ovládací prvky jednoduše nastaveny podle pracovních poloh. K rozšíření vysílacích možností je možné ze zadní strany vysílačky připnout externí modul, který je délkou shodný s funkčním skeletem vysílačky. Tím se zároveň zvětší tloušťka držené části, stává se tak nekompaktním nástrojem a omezuje jednoruční ovládání klávesnice a příslušných spínačů. [4,



5]

Obr. 2-3 Ruční vícepásmová radiostanice RF40, v černém provedení [4]

L3Harris AN/PRC-163

Dále jen PRC-163 (viz Obr. 2-4), je na první pohled znatelný rozdíl celkové tvarové struktury stanice PRC-163 koncernové společnosti Harris, která nabízí jistý estetický charakter spojený s funkční a technologickou stránkou. Frekvenční rozsah (30–2 600) MHz a další komunikační technologie posouvají tuto radiostanici mezi nejmodernější zařízení trhu. Tělo stanice je podobně jako u FR40 tvořeno hliníkovým boxem ze tří částí, zde ovšem technologie odlévání dala prostor složitějším tvarům. Zúžení těla vysílačky v oblasti úchopu nabízí kvalitnější ovládání klávesnice a odklání se od klasického kvádrotitého tvaru. Rovinné motivy doplněné o úkosy jsou použity po celé struktuře, kde vytváří nutné protiskluzné hrany nebo otvory pro ovladače s oznamovači. Ovladače a konektory jsou symetricky umístěny na vrchní plošině, což umožňuje snadnou orientaci a přehled, bohužel uskladnění těchto součástí na plošině není příliš prostorově úsporné a navzájem si při použití překáží. [6]



Obr. 2-4 Vojenská ruční stanice L3Harris AN/PRC-163 s anténou GPS a SATCOM navigace [6]

AN/PRC-148 JEM

PRC-148 je francouzská ruční radiostanice s frekvenčním rozsahem (30–512) MHz (viz Obr. 2-5). Stejně jako FR40 (viz Obr. 2-3) má spíše účelový charakter, tvarové zpracování je dáno způsobem výroby a nutnou ochranou proti elektromagnetickým útokům. Na trhu je reprezentována jako nejmenší a nejlhčí z řad ručních vícepásmových stanic. Rozložení ovládacích prvků je značně neohrabané a velikost otočných ovladačů nekoresponduje s možností ovládání v rukavicích. Plocha stěn vysílačky je neprakticky využita, více než polovinu přední stěny tvoří mřížky auditivních komunikátorů, což nedává prostor tlačítkům klávesnice a monitoru. Zobrazovací pole displeje není vhodné svou velikostí pro rozsáhlé systémové prostředí, čímž nedokáže plně obsáhnout informační data



získaná z aditivních komunikačních aplikací. [7]

Obr. 2-5 AN/PRC-148 JEM bez příslušenství [7]

Bittium Tough SDR Handheld

Dále jen Bittium (viz Obr. 2-6), je novou generací softwarově definovaných radiostanic od finské koncernové společnosti Bittium. Patří do flexibilních chytrých radiostanic s frekvenčním rozsahem (30–2 500) MHz napříč široké paletě pásem. Radiostanice taktéž zachovává podobné technické složení jako předešlé radiostanice, jsou zde však na první pohled vidět úchopové prvky ve frézovaném tělu. Výrazným prvkem je zredukovaný počet tlačítek pod displejem, které kopírují ovládací tlačítka mobilních telefonů. Displej disponuje barevným zpracováním, které je po přepojení do nočního režimu (červené písmo, černý displej bez podsvícení) žádané z taktického hlediska. Nabízí atraktivní tvarové prvky, jako jsou zaoblené hrany propojené s mělkým zkosením podél celého těla stanice. Radiostanice působí celistvě díky propojení křivek a hmoty baterie s tělem. [26]



Obr. 2-6 Ruční vícepásmová radiostanice Bittium Tough SDR bez příslušenství [26]

Charakter bezpečnostních sborů

XL-200P

Další z řady rádiových komunikátorů od firmy Harris je zaměřená na ochranné a záchranné systémy v amerických zemích. Do radiostanice XL-200P (viz Obr. 2-7) jsou aplikovány zkušenosti z vojenského odvětví společnosti, ať už environmentální testy (viz Kap. 3.5.1) nebo kvalita použitých komponent. Zvolené barvy jsou aplikovány barevným tvrzeným plastem, žluté odstíny pro hasičské sbory a černé pro policejní sbory. Rám sám o sobě vytváří levnější variantu ochranného krytu hlavních komponent, oproti radiostanicím vojenského typu, dovoluje využití složitých tvarů s ergonomickými prvky, jako je zúžení úchopové části a křivky klávesnice. Dalším výrazným rozdílem je využití barevného LCD displeje, který tvoří jednu čtvrtinu celkové délky těla. [8]



Obr. 2-7 XL-200P přenosná stanice s příslušnou anténou krátkého dosahu [8]

APX 7000XE

APX 7000XE (viz Obr. 2-8), je unikátní vícepásmová stanice od firmy Motorola nabízí pohyb v pásmech VHF, UHF a frekvencích kolem (700–800) MHz určených pro záchranné jednotky, jako jsou například hasičské sbory. Tomu odpovídá i barevné reflexní zpracování, které je vhodné jak pro hasiče, tak pro různá odvětví záchranářů. Použitý plast ochranného pouzdra se může zdát jako nevhodný materiál do nepříznivých podmínek, ale stejně jako u stanic vojenského charakteru byly i zde provedeny úspěšné testy odolnosti MIL-STD-810 (viz Kap. 3.5.1). Velký důraz je kladen na ergonomické prvky např. zúžené tělo pro snadný úchop. Rozmístění ovladačů umožňuje manipulaci v rukavicích a výrazné naklonění krajního otočného voliče. Radiostanice využívá také sekundární displej, který je umístěn na čele vysílačky v pozorovacím úhlu uživatele, to dodává značný přehled o interním rozhraní stanice. [9]



Obr. 2-8 Reflexní varianta radiostanice APX 7000XE NA [9]

2.2 Technická analýza

Rádiové vlny nebo také rádiové záření je jedním z mnoha druhů elektromagnetického záření. Lze jej jednoznačně určit frekvencí a vlnovou délkou. V praxi se rádiové vlny využívají s frekvenčním rozpětím od extrémně nízkých vln (3–30) Hz po extrémně vysoké vlny (30–300) GHz. Délka vln je pak vztahem odvozena z frekvence, je však závislá na prostředí, ve kterém se vlny pohybují. Vznik rádiových vln není přírodním jevem, nastává, pokud jsou dva rovnoběžné kovové vodiče zapojeny ke zdroji střídavého proudu naprázdno. Vzniklé elektromagnetické pole mezi nimi se při rozevření vodičů na konci vedení vyzařuje do okolního prostoru (vysílač). Vlnová délka vln a výška frekvence kromě charakteru rádiového záření určují i jejich využití a rozdělení do funkčních skupin (viz Obr. 2-9). [10]



Obr. 2-9 Využití spektra rádiových vln podle druhu spotřebičů [11]

2.2.1 Rozdělení rádiových vln pro rozhlasovou komunikaci

Různá zařízení jsou založena na specifických spektrech elektromagnetického vlnění. Aby v tom však nenastal zmatek, bylo nutné stanovit detailní rozřazení. Zařízení založena na rádiových vlnách je možné rozdělit podle funkčního využití v praxi (viz Tab. 2-1).

Tab. 2-1 Rozdělení rádiových vln podle využití [11]

Název	zkratka	vln. délka ve vakuu, frekvence	Využití
Extrémně dlouhé vlny	EDV	(10^8 až 10^5) m, (3 až 3000) Hz	komunikace ponorek
Velmi dlouhé vlny	VDV	(10^5 až 10^4) m, (3 až 30) kHz	námořní navigace, meteorologie
Dlouhé vlny	DV, LW	(10^4 až 10^3) m, (30 až 300) kHz	meteorologie, vysílání AM
Střední vlny	SV, MW	(10^3 až 10^2) m, (300 až 3) MHz	Komunikace na velké vzdálenosti
Krátké vlny	KV	(10^2 až 10^1) m, (3 až 30) MHz	FM rozhlas
Velmi krátké vlny	VKV, VHF	(10^1 až 10^0) m, (30 až 300) MHz	digitální televize
Ultra krátké vlny	UKV, UHF	(10^0 až 10^{-1}) m, (300 až 3) GHz	mobilní sítě GSM

2.2.2 Kmitočtové tabulky

Pro komunikaci v takovém rozsahu rádiových vln byla ustanovena pravidla pro uživatelské použití frekvenčních pásem po celém světě. Český telekomunikační úřad, který řídí správu českých rádiových kmitočtů, vydává Plán přidělení kmitočtových pásem tzv. „národní kmitočtová tabulka“, vydaná vyhláškou č. 423/2017 Sb., podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů, (zákon o elektronických komunikacích), ve znění zákona č. 110/2007 Sb., zákona č. 153/2010 Sb., zákona č. 468/2011 Sb., zákona č. 214/2013 Sb. a zákona č. 258/2014 Sb., k provedení § 16 odst. 1 zákona o elektronických komunikacích. [13]

Vyhláška stanovuje kmitočtová pásma pro jednotlivé radiokomunikační služby a rádiová zařízení, obecné podmínky pro využívání kmitočtů, přejímá pojmy a definice stanovené v Radiokomunikačním řádu a změny přijaté na Světové radiokomunikační konferenci Mezinárodní telekomunikační unie v roce 2015. [13]

Správu kmitočtového spektra Ministerstva obrany České republiky zprostředkovává organizační složka Narfa CZE (viz Obr. 2-10). [12]

Číslo pásma N	Symbole	Rozsah kmitočtů (dolní mez mimo, horní mez včetně)	Odpovídající názvy pásem
4	VLF	3 až 30 kHz	myriametrové
5	LF	30 až 300 kHz	kilometrové
6	MF	300 až 3000 kHz	hektometrové
7	HF	3 až 30 MHz	dekametrové
8	VHF	30 až 300 MHz	metrové
9	UHF	300 až 3000 MHz	decimetrové
10	SHF	3 až 30 GHz	centimetrové
11	EHF	30 až 300 GHz	milimetrové
12	---	300 až 3000 GHz	decimilimetrové

Poznámka 1: Číslo pásma N platí od $0,3 \times 10^N$ Hz do 3×10^N Hz.

Poznámka 2: Předpona k = kilo (10^3), M = mega (10^6), G = giga (10^9).

Obr. 2-10 Rozdělení pásma podle národní kmitočtové tabulky České republiky [12]

2.2.3 Radiokomunikace

„*Obecné znění: telekomunikace uskutečňované rádiovými vlnami (CS) (CV)*“ – všeobecný pojem stanovený Radiokomunikačním úřadem ITU. [12]

Radiokomunikace je založena na dvou rozdílných procesech – přijímání a vysílání. Oba tyto procesy slouží k výměně informací bezdrátovou formou skrze elektromagnetické vlnění (s danou frekvencí a vlnovou délkou) generované otevřeným oscilačním obvodem. Přijímání je získání rádiových vln pomocí přijímače skrze antény a následné generování auditivních nebo vizuálních informací pro uživatele. Vysílání bývá zpravidla převod zvukových vln (mluvené slovo) pomocí mikrofónu do elektromagnetické podoby rádiových vln a jejich následné odeslání v určitém pásmu frekvencí. Tento proces je energeticky náročnější než přijímání dat. [14]

2.2.4 Občanské použití ručních vysílaček

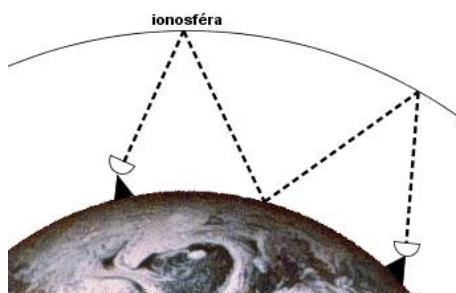
Komunikační rádiová zařízení jsou jako ruční vysílačky nebo statické radiostanice dnes běžně v prodeji v různých tvarových variantách a vysílacích výkonech. Takové radiostanice mají předem přidělená kmitočtová pásma, ve kterých se uživatel (radioamatér) může pohybovat. Zařízení s možností vysílání ve více pásmech se nazývá vícepásmové. Běžná pásma pro občanské použití bez nutnosti certifikace a povolení jsou CB, PMR. Využitelný rozsah pásem je volně dostupný na stránkách telekomunikačního úřadu (viz Obr. 2-11).

Obr. 2-11 Tabulka kmitočtového spektra pro vysílačky občanského použití (CB) v ČR [15]

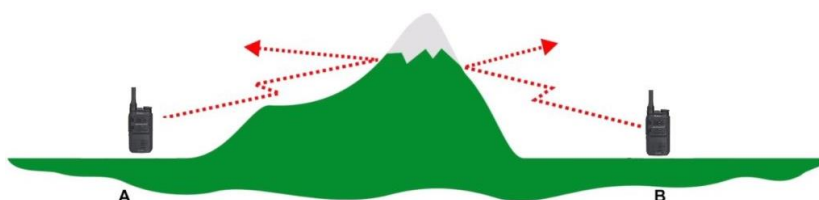
Pásmo	Aplikace
(26 350 – 26 957) kHz	Občanské radiostanice
(26 957 – 27 405) kHz	Občanské radiostanice
(27 405 – 27 500) kHz	Občanské radiostanice

2.2.5 Vysílací dosah, komunikační rušení

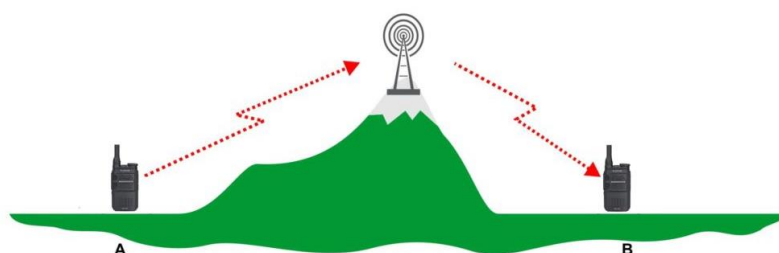
Zprostředkování přenosu dat a energie je na dlouhé vzdálenosti komplikované. Vysílané vlny se od bodového zdroje šíří prostorem do všech stran a s rostoucí vzdáleností ztrácí na účinnosti svoji amplitudu, čímž dochází ke ztrátě informací. Maximální účinný dosah vysílání u radiostanic bývá ovlivněn rušivými faktory a konstrukčními vlivy, jako je například výkon. Ten je určen technologií výroby nebo úmyslným omezením výrobce. Omezení pro radiostanice CB je do 4 W, pro ruční radiostanice PMR pouze 0,5 W. Největší možný výkon, který je možný docílit na ručních radiostanicích je 5 W. Rušivým faktorem může být kvalita ionosféry, která je v letních dobách špatná a tím snižuje účinnost přenosu a odraz vln (viz Obr. 2-12). Největším nepřítelem kvalitního spojení je však samotné terénní prostředí, ve kterém se odesílatel nebo příjemce nachází. Takovým prostředím mohou být zastavěné městské oblasti, kopcovitá nebo hornatá území. Vysílané elektromagnetické vlnění je pohlcováno hmotou těchto překážek, lze však docílit přenosu signálu umístěním jednoduchého převaděče spojení na vrcholky těchto překážek (viz Obr. 2-13 a Obr. 2-14). [16]



Obr. 2-12 Odraz vysílaných vln od ionosféry [14]



Obr. 2-13 Rušení spojení kopcovitým terénem [16]



Obr. 2-14 Přímé spojení přemostěním pomocí převaděče, umístěného na vrcholku překážky [16]

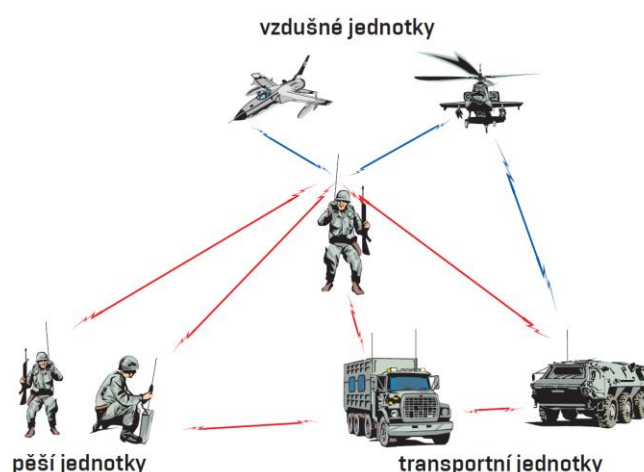
2.2.6 Komunikace ve vojenství

Aktivní účastník vojenské jednotky je povinen udržovat kontakt se svojí jednotkou a velením. Nejdůležitějším prvkem tohoto spojení je ruční vojenská radiostanice, která se dnes stává povinným vybavením každého vojáka. Hlavní činnost spojení s velením však udržuje člen jednotky zvaný spojař, jehož součástí vybavení je přenosná souprava rádiové stanice „manpack“ (viz Obr. 2-15).



Obr. 2-15 L3Harris Falcon III® RF-7800M-MP Multiband Networking Manpack Radio (MNBR) [17]

Řadový voják s tímto komunikátorem je schopen aktivně udržovat spojení se svým velením, vnímat postupy mise nebo změny rozkazů a sám informovat o stavu své mise. S rozšířenou péčí o členy jednotky se do těchto zařízení zabudovává i geolokační zařízení jako například GPS, Glonass, Galileo apod. Důležitou součástí je spojení s transportéry, které zajišťují aktivní přesun jednotek a jejich ochranu (viz Obr. 2-16).



Obr. 2-16 Schéma komunikačního spojení řadového vojáka pomocí vícepásmové ruční radiostanice. [17]

2.2.7 Popis ruční radiostanice

Vojenská ruční radiostanice je profesionální ruční zařízení, které stále prochází technologickým vývojem. Radiostanice na trhu však zachovávají základní stavební strukturu a kompatibilitu komponent.

Skelet radiostanice

Vojenský charakter

Skelet radiostanice chrání vnitřní elektronické komponenty před vnějšími vlivy a elektromagnetickými útoky, zároveň tvoří jistou část odstínění komponentů, která musí splňovat vojenskou normu MIL-STD-461F (viz Kap. 3.5.3). Výroba spadá pod oblasti strojního obrábění kovů, jako je odlévání a frézování, konkrétně obrábění hliníku vyšší pevnosti (např. Al 7075). Povrchová úprava hliníku bývá často lakována speciálními barvami na bázi polyuretanu, tyto laky často slouží k radiačnímu stínění díky příměsí boru nebo finančně náročnějších blokátorů hybridu titanu a zirkonu. Kvalitnější variantou je ochrana tzv. eloxováním, která se používá u novějších typů stanic. Díky své přilnavosti tvoří dokonalou ochranu proti oxidaci, bez efektu olupování a stárnutí. Obě tyto metody umožňují provoz stanic v extrémních teplotách od -40 °C do $+70\text{ °C}$. Skládá se ze dvou až tří přesných součástí, které jsou spojeny kalenými šrouby. Jedná se o hlavní skříň pro uložení elektronických komponentů a víka s funkčními otvory pro displej, klávesnici atd. [25]

Charakter záchranných sborů

Díky nižším odolnostním požadavkům jsou konstrukce těchto stanic tvořeny zejména tvrzeným plastem vyrobeným vstřikováním nebo lisováním. Při montáži jsou pak přidány prvky zabraňující opotřebení a vniknutí vlhkosti k elektronickým komponentům. Posléze podstupují testy environmentální odolnosti (viz. Kap. 3.5.1).

Ovladače

Ruční radiostanice jsou řady let konstruovány jako soubor jednoručně ovládaných ovladačů. Od této koncepce vojenské radiostanice odvracejí kvůli požadavkům na svou velikost (viz Tab. 2-2). Lze na nich nalézt tyto základní ovladače:

- mikrofon (umístěný nad obrazovkou spolu s reproduktorem)
- otočný kanálový volič (15–16 pozic systémových voleb)
- otočný volič hlasitosti + off (regulace hlasitosti + vypnutí a zapnutí vysílačky)
- PTT tlačítko (spínač pro přímou komunikaci, dva nastavitelné kanály znamenají dvě PTT tlačítka)
- klávesy (pevné i dynamické funkční přiřazení), navigační klávesový kříž
- klíčovací tlačítka (programovatelná) [6,18]

Sdělovače

Monitory

Slouží převážně k vizuálnímu zobrazení vstupních a výstupních dat. Ve vojenském průmyslu se užívá technologie LCD, která je vyvinuta přímo pro vojenské účely. Pověštinou se využívá nebarevné varianty displeje, tzn. údaje jsou zobrazovány černou barvou, volná místa panelu emitují nazelenalou barvu podsvícení (viz Obr. 2-17). Displeje také zajišťují tzv. diskretní stav, ve kterém neemitují světelné záření (zobrazování informací bez podsvícení). Vedlejším displejem je malý sdělovač kapacity baterie. Nejnovější zařízení pro ochranné sbory mají umístěné sekundární displeje na vrchní straně radiostanice, zobrazují v malé míře tytéž informace jako displej primární.



Obr. 2-17 Hlavní menu LCD monitoru radiostanice AN/PRC-163 [6]

Reproduktor

Reproduktor je propojen s mikrofonem a umístěn nad displej. Bývá chráněn pevnou mřížkou a ochrannou membránou proti vniku nečistot. Při použití headsetu je vysílaný zvuk po připojení audio příslušenství přeměrován a reproduktor je vypnut. K regulaci hlasitosti je určen otočný volič hlasitosti.

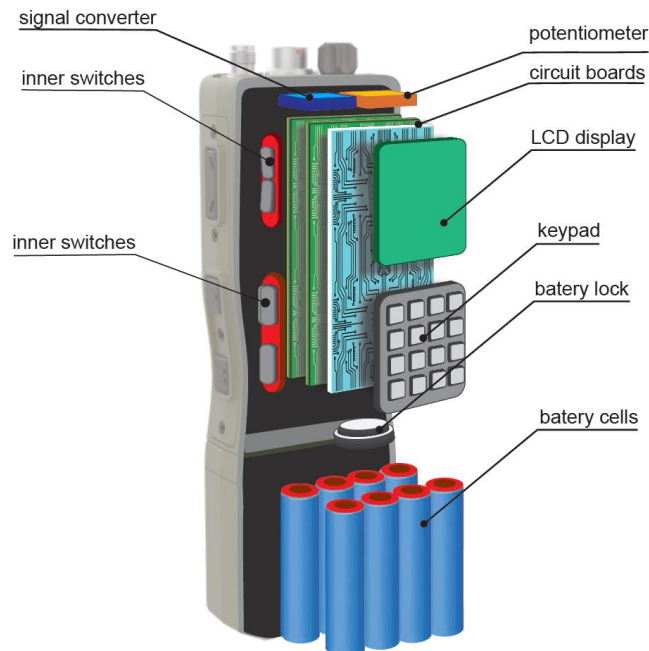
Konektory

Samotné konektory jsou dány vojenským standardem MIL-DTL. Výrobci při volbě konektoru kladou důraz na kvalitu výrobku, tedy spolehlivost a kompatibilitu s komponenty předních výrobců příslušenství. Pro spolehlivější připojení se využívá „maticových“ konektorů. Nejužívanější konektory jsou:

- U-229/U (SINCGARS, 6pinový); U-283/U (6pinový), audio konektory slouží k připojení mikrofonů, headsetů a dalších komunikačních zařízení
- konektor typu JACK, starší modely stanic využívají kompatibilitu s celosvětově rozšířenými audiosystémy s tímto konektorem
- TNC anténový konektor
- SMA konektor, určený pro mikro anténku navigačních systémů
- 19-pinový ADF kabelový konektor společnosti Harris [6, 18]

Vnitřní komponenty

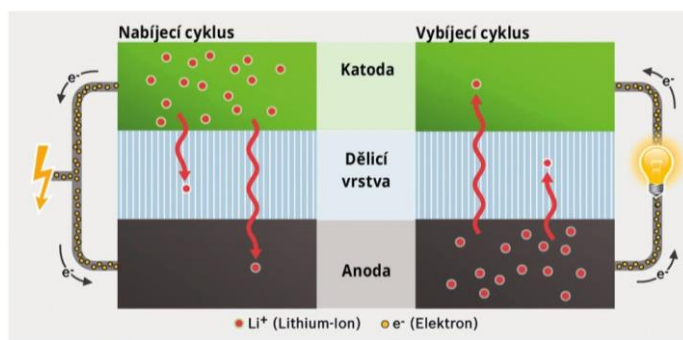
Funkční části umístěné v ochranném skeletu jsou souborem elektronických komponent a tištěných spojů, na něž se napojují příslušné konektory, auditivní a vizuální zobrazovače informací. Údaje o těchto součástech, jejich specifikace a rozložení podléhá utajení.



Obr. 2-18 Vnitřní schéma (upraveno) [24, 25]

Baterie

Baterii tvoří sada válcových lithiových (články bez možnosti nabíjení) nebo Lithium-iontových AA článků (viz Obr. 2-19) od různých výrobců, stejné typy článků jsou dnes používány např. u autobaterií. Tyto články určují velikost a kapacitu baterie, která se liší podle výkonu vysílačky. Například při výkonu 5 Wattů baterie lithium-iontových článků s jejich kapacitou 7 000 mAh vydrží vysílačka v plném chodu 8 hodin. Výrobci také uvádějí spotřebu energie jednotkou Wh. Spojené články jsou pak uloženy do boxu z tvrzeného plastu, často opatřeného LCD zobrazovačem kapacity baterie. Kompletní baterie je připojena bajonetovým zámkem opatřeným pojistkou [18, 25]



Obr. 2-19 Princip Lithium-iontového článku [22]

Polohy ovládání

Poloha ručního ovládání

K poloze ručního ovládání jsou přidruženy auditivní komunikátory, podsvícená LCD obrazovka s klávesnicí a klávesovým křížem pro interní nastavení, dvě boční PTT tlačítka rozlišena taktilním vroubkováním. Regulace hlasitosti a kanálů probíhá pomocí otočného voliče. Tato poloha je určena pro obouruční použití.

Pracovní poloha v pouzdře

Taktické pouzdro je většinou šitá látková kapsa upevněná na vestě nebo jiné části výstroje (viz Obr. 2-20), slouží k funkčnímu umístění ruční stanice do manipulační roviny. U této polohy se využívá audio příslušenství upevněné v audio konektorech, ty obsahují spínače umístěné na kabelových systémech nebo na primární součásti radiostanice. Hlavní otočný knoflík používaný v obou pracovních polohách slouží k zapnutí a vypnutí a regulaci módů. Je neprakticky umístěný mezi konektory a anténami a tím znemožňuje točitě ovládání při úchopu prstů.



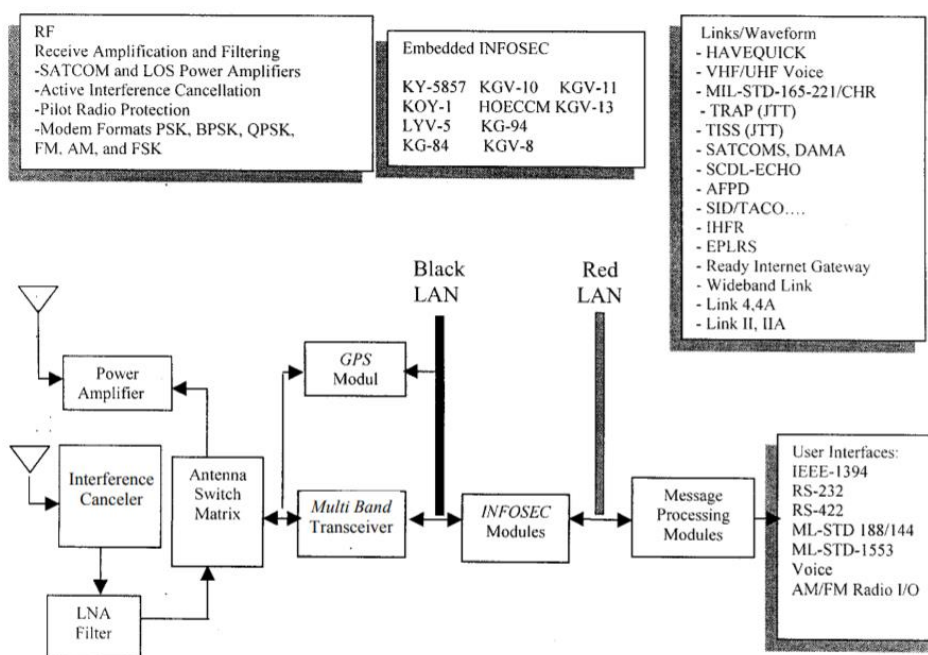
Obr. 2-20 Vícepásmová radiostanice AN/RC163 v sumce umístěna na nosiči plátů [17]

Poloha umístění na pracovním stole, ve vozidle

Při této poloze je radiostanice využívána jako stacionární rádio, využívají se prvky jako hlasitý odposlech, připojení nepřenositelných antén, externích napájecích zdrojů nebo zesilovačů výkonu. Radiostanice je na stole postavena na spodní straně baterie nebo umístěna v napájecím panelu zesilovače vozidla. [25]

Systemové rozhraní

Samotné systémové rozhraní je definováno ovládacím softwarem schopným přizpůsobit se podmínkám přenosů signálu a typům sítě, zároveň aktualizuje a přidává systémové funkce (viz Obr. 2-21). Tím vytváří vhodnou ovládací platformu pro uživatele. Většina standardů softvérově definovaných rádií (včetně evropských) jsou založena na základech amerického programu JPEO JRTS, který aplikuje sdruženou komunikaci mezi standardovými a vícepásmovými digitálními stanicemi. Nejedná-li se o armádní systémy, které podléhají těmto standardům, pak si systémové prostředí a její kompatibilitu definují jednotlivé armádní složky různých zemí samy. [23, 25]



Obr. 2-21 Normalizované schéma systémového prostředí vojenských radiostanic podle JTRS [23]

Funkce vojenských ručních radiostanic

S průmyslovým vývojem se základní komunikační funkce staly zastaralou technologií, kompaktnost a kompatibilita s ostatními zařízeními zvyšují účinnost radiostanic. Pro nejmodernější vojenské ruční radiostanice jsou k dispozici tyto funkce:

- vícekanálový rádiový systém, rozsáhlá paměť přednastavených kanálů
- přenos hlasu, kompatibilita IP – USB dat, USB 2.0, Ethernet
- podpora formátů dat videa (IRS)
- použití virtuálních kanálů (více hlasových spojení v jednom kanálu)
- použití pásem VKV a UKV
- zabezpečovací technologie (COMSEC, Denali) s použitím blokovacích šifer
- nativní systémy automatického hlášení poloh (GPS, Galileo, Glonass)
- vysokofrekvenční výstupní výkony až 10 W
- vozidlový zesilovač výkonu až na 50 W [25]

Rozměrové řešení radiostanic

Tab. 2-2 Tabulka rozměrové řešení radiostanic na trhu [4, 6, 7, 26]

Radiostanice	Rozměry (mm) (šířka x výška x hloubka)	Váha (g) g
FR40	74x202x41	900
AN/PRC-163	76x152x51	1 130
AN/PRC-148 JEM	67x224x39	840
Bittium Tough SDR Hanheld	79x246x48	950

Vybrané radiostanice se dle hodnot v tabulce od sebe příliš neodlišují. Největší rozdíly ve výšce a váze radiostanice úzce souvisí s výběrem článků příslušných baterií.

Příslušenství

Headset

Sluchátkový set pro tichou komunikaci bývá osazen mikrofony, blokátory hluku a příslušnými tlačítky pro přímé spojení (viz Obr. 2-22). Výrobci radiostanic dodávají vlastní produkty, ale počítá se s volbou konkurenčních produktů. Kompatibilitu umožňují normalizované audio konektory (nutné při použití radiostanice usazené v příslušné kapse). [25]

Ruční mikrofon

Příruční mikrofonové zařízení (viz Obr. 2-22) je ergonomicky přizpůsobené pro jednoruční úchop, přímo napojené na radiostanici pomocí flexibilního kabelu, bývá osazeno LCD zobrazovačem a PTT tlačítky (nutné při použití radiostanice usazené v příslušné kapse). [25]



Obr. 2-22 Ruční mikrofon s ovládáním RM20, mikrotelefon a náhlavní soupravě společnosti MESIT asd, s.r.o. [18]

Kabelové systémy

Zpravidla fungují na principu přenesení ovladačů (komunikačních tlačítek) do pracovních rovin uživatele. Jsou upnuty na uniformy nebo výstroj tak, aby neomezovaly volnému pohybu. [25]

Nabíječe

V nabídce jsou stacionární vícepolohové nabíječe, které jsou často kompatibilní s akumulátory jiných výrobců. [26]

Mission modul

Jedná se o moderní komunikační zařízení s principem odnímatelné sekundární stanice, která se připojí na zadní stranu ruční radiostanice (piggy-back). S připojením se zdvojnásobí možnosti komunikace samotné ruční stanice a rozšíří se systémové rozhraní o různé aplikace např. o širokopásmovou síťovou technologii typu MANET (viz Obr. 2-23). [25]



Obr. 2-23 Mission modul z nabídky společnosti MESIT asd, s.r.o. [19]

Vozidlové soupravy

Vozidlové soupravy (viz Obr. 2-24) jsou konektorové panely s mechanickými zámky, pro přímé propojení ruční radiostanice s vozidlovou radiotechnikou. Při umístění ručních radiostanic dochází k přenosu mechanických vlivů z vozidla, přetížení vlivem rychlosti a vibrace z chodu motoru. Z toho důvodu podléhají přísnějším nárokům na vibrační a



dynamické testy. [25]

Obr. 2-24 Vozidlový panel pro umístění radiostanice a Mission modulu společnosti MESIT asd, s.r.o. [18]

Antény

Hrají rozhodující roli v kvalitě spojení, z toho důvodu se uživatelé obrací na přední výrobce anténových systémů. Slouží k vysílání i přijímání signálů a k přeměně elektrického signálu na elektromagnetický. Vyrábí se v různých délkách z ohebných gumových prvků pro přizpůsobení tvaru. Moderní antény jsou skládacího typu (viz Obr. 2-25). Rozložením dosáhne anténa délky až 4 metrů, čímž překonává překážky vyšší, než je lidská výška. [25]



Obr. 2-25 (vlevo) anténa pásková AL13 (1,32 m) z katalogu společnosti MESIT asd, s.r.o. [18]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Dostupné informace o vojenských vícepásmových ručních radiostanicích poukazují na zaběhlou výrobní úroveň koncernových společností, která se dlouhá léta nezměnila. Zde zvolená kombinace posuzovaných hledisek stanic vojenského charakteru a bezpečnostních sborů se snaží rozšířit úzký výběr zvyklostí těchto podniků.

Chybějícím faktorem vojenských radiostanic je antropocentrický přístup k tvarování a členění ovládacích mechanismů. Vznikají tak komunikační přístroje, které samy o sobě nekorespondují s člověkem a odrazují od jejich používání. Ve většině případů jsou koncipovány jako přenosné neergonomické kostky schopny řady komunikačních funkcí. Nenabízí však kvalitní úchop ani protiskluzné úchopové části a po připojení mission modulu se z nich stávají nekompaktní zařízení nevhodná do většiny pracovních poloh. Od této koncepce se odlišují pouze radiostanice PRC-163 (viz Obr. 2-4) a Bittium (viz Obr. 2-6), které kromě funkce dbají i na požadavky jednotlivých vojenských složek a jejich uživatelů. PRC-163 však podléhá překombinování (např. dva konektory pro přímé připojení antény a zádové antény, vedené kabelem skrze výstroj). Vícepásmové radiostanice bezpečnostních sborů naopak nabízí jistou úchopovou studii. Přehlednost ovladačů a vzájemný kontakt s uživatelem nabízí radiostanice APX 7000XE (viz Obr. 2-8). Kombinace těchto dvou směrů vnáší nová konstrukční řešení do zaběhnutých zvyklostí.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

3.2.1 Ovladače

Počet ovládacích prvků je adekvátní, vyjímaje číslíkové/písmenové klávesnice, která se neobjevuje u většiny vojenských radiostanic. Je vhodným nástrojem pro zadávání souřadnic a psaní textových zpráv. Kritickým bodem je jejich rozmístění, které musí odpovídat pracovní poloze a druhu použití. Nemělo by docházet k tvarovému opakování ovladačů jako např. otočné voliče radiostanice AN/PRC-163 (viz Obr. 2-4). Ovládací systém radiostanice musí být rozeznatelný i při šeru a v nočních hodinách např. rozpoznatelnost jednotlivých řádků klávesnice.

3.2.2 Sdělovače

Na sdílení vizuálních informací ručních radiostanic se doposud stále šetřilo, použité displeje nedisponovaly potřebnou velikostí a technologií vhodnější pro pozorovací schopnosti člověka. Nově zvolené displeje zároveň musí splňovat podmínky vojenských standardů. Měly by být schopny podávat informace ve všech pracovních polohách, například při pracovní poloze v příslušné kapse tak, aby mohly podávat informace bez nutnosti manipulace a vyjmutí z kapsy.

3.2.3 Konektory

Na trhu se objevují řady technologicky vyspělých konektorů, problém nastává v ustálených zásadách výrobních společností ručních radiostanic, které se snaží využít produkt pro svou kvalitu a kompatibilitu na úkor jeho vývoje. Nevýhodou starých konektorů je jejich velikost a zastaralé patenty připojení.

3.2.4 Ergonomie

Ergonomie úchopu v problematice vojenských ručních radiostanic představuje nejzanedbanější oblast i přesto, že se jedná o ručně ovládaný přístroj se značným množstvím ovladačů. Je nutné zajistit funkční úchop, a to i po připojení Mission modulu, tzn. schopnost plnohodnotně ovládat příslušné ovladače při jednoručním použití a ovládání co největšího počtu ovladačů bez nutnosti přehmatu. Velkou roli v této úloze hraje zúžení střední části těla. Toto zúžení je i přes snahu vývojářů malé a je nutné jej zvětšit, nebo vyhledat vhodnou úchopovou variantu při zachování vnitřních komponent a ovládacího systému. Šířku a hloubku radiostanice ovlivňuje tvar baterie (rozložení článků v baterii), proto je nutné zvolit takové rozložení článků, aby vhodně navazovaly na úchopovou část těla stanice.

3.2.5 Vzhled

Tvarové zpracování v kombinaci s barevnými prvky musí utvářet dojem odolného a spolehlivého přístroje. Lze vylepšit tvarové propojení s příslušenstvím nebo se samotnou baterií, která u většiny působí jako aditivní podstavec namísto součásti radiostanice.

3.3 Cíl práce

Na základě rešerše a interní komunikace s MESIT asd, s.r.o., byly stanoveny dílčí problémy, jejichž vyřešení charakterizuje výsledek této práce. Návrh finálního produktu stojí na těchto aspektech:

- dostatečné úchopové podmínky pro aktivní dlouhodobé použití
- tvarové přizpůsobení pracovním polohám
- aplikace technických motivů radiostanic záchranných sborů
- rozmístění ovladačů s vazbou na pracovní polohy a propojení s uživatelem
- vizuální sjednocení příslušenství s radiostanicí
- technická inovace ovládacích prvků
- rozšíření zobrazení vizuálních informací
- zachování „vojenského“ vzhledu
- barevné návrhy pro armádní prostředí i pro městské zástavby

3.4 Cílová skupina

Primárním skupinou jsou členové armádních jednotek různých hodností, kteří aktivně využívají zařízení při plnění svých povinností. Dále to mohou být příslušníci státních ochranných a záchranných orgánů jako jsou například:

- hasičské sbory
- armádní jednotky
- policejní sbory
- vládní speciální jednotky
- záchranářské sbory

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

3.5.1 Enviromentální odolnost

MIL-STD-810 je vojenský standard inženýrských pokynů a zkouškových testů v přírodních podmínkách. Určuje metody environmentálních zkoušek pro stanovení odolnosti leteckého a pozemního zařízení vůči škodlivým účinkům přírodních a indukovaných prostředí, která jsou typická pro vojenské operace. Součástí standardu je zvolení plánu testování, normy a dokumentace výsledku testování. Vícepásmové radiostanice využívají například stupně 810E a 810F. Tyto testy posuzují i řadu mobilních telefonů a elektronických vybavení, kterým specifikují vhodné prostředí k použití a jejich výrobní vlastnosti jako například voděodolnost.

Ukázka testovacích metod standardu:

- 500.6 Low Pressure (altitude)
Metoda testování zařízení při nízkém tlaku (vysoká nadmořská výška)
- 507.6 Humidity
Metoda testování zařízení při vlhkosti vzduchu
- 517.2 Pyroshock
Metoda testování zařízení, zda odolá při výbušných detonacích [19]

3.5.2 Systémové rozhraní

MIL-STD-188 (vydání 188-100, 188-200 a 188-300) je vojenský standard komunikačních systémů. Účelem této normy je poskytnout technické konstrukční normy pro vojenské komunikační systémy. Udávají základní technické parametry komunikačních zařízení a jejich strukturu. [20]

3.5.3 Elektromagnetické emise

MIL-STD-461 je vojenský standard, který stanoví limity elektromagnetického rušení (EMI) a postupy pro vojenské vybavení. EMI se skládá z jakýchkoliv nežádoucích signálů „šumu“, generovaných elektronickými zařízeními. Udržování rušení pod kontrolou je rozhodující ve vojenském použití, je možné jej detekovat. Elektromagnetické emise zároveň ovlivňují zdraví personálu.

Dále je kladen důraz na standardy: CE102, CS101, CS114, RE102 a RS103, které obsahují nařízení a limity pro elektronické komponenty. Jsou specifikovány pro příslušenství, kabelové systémy a antény, které emitují elektromagnetické pole a vytvářejí rušivé vlivy. Příkladem potlačení rušivých vlivů bývají feritové obojky kabelů. [20]

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

3.6.1 Výrobní technologie

Při výrobě jsou používány obecné výrobní technologie s aplikací nejnovějších vývojových postupů, samy často podléhají firemnímu tajemství společností:

- Obrábění: frézování, odlévání slitin hliníku a plechových komponent
- Povrchová úprava: mokré lakování, eloxování, pískování, pogumování, laserování, gravírování
- Tvářecí procesy: vstřikování pryže a plastu, tváření hliníku a plechu
- Kompletování: technologie tištěných spojů, osazování elektronických komponent a spojů (pájení), lepení [25]

3.6.2 Trh

Výroba spadá pod koncernové společnosti s dlouholetou tradicí ve vývoji elektronických komponent a zakázek pro vládní obranné orgány. Tyto společnosti proto často upravují své výrobky podle ustanovení armády nebo nadřazeného státního institutu, jsou to tedy zakázky státního monopolu. Další forma trhu bývá kombinace vládních zakázek s nabídkou pro soukromé společnosti, které se zaměřují na armádní prostředí nebo ochranu.

Samotná cena vojenské ruční radiostanice, která spadá pod vládní zakázky, se může pohybovat kolem 2 000 EUR. Cenu značně zvedají rozšířené funkce nebo nejnovější technologie na trhu, proto se vyspělejší konkurenční zařízení jako je např. AN/PRC-163 (viz Obr. 2.4) pohybuje ve vyšších cenových oblastech.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4.1 Konstrukční návrhy

Základním krokem pro stanovení hmoty návrhů je usměrnění konstrukčně-technologických znaků na čele radiostanice, které budou použity na všech variantních návrzích. Velikostní parametry ručních radiostanic neodpovídají žádným předepsaným ergonomickým parametrům úchopu.

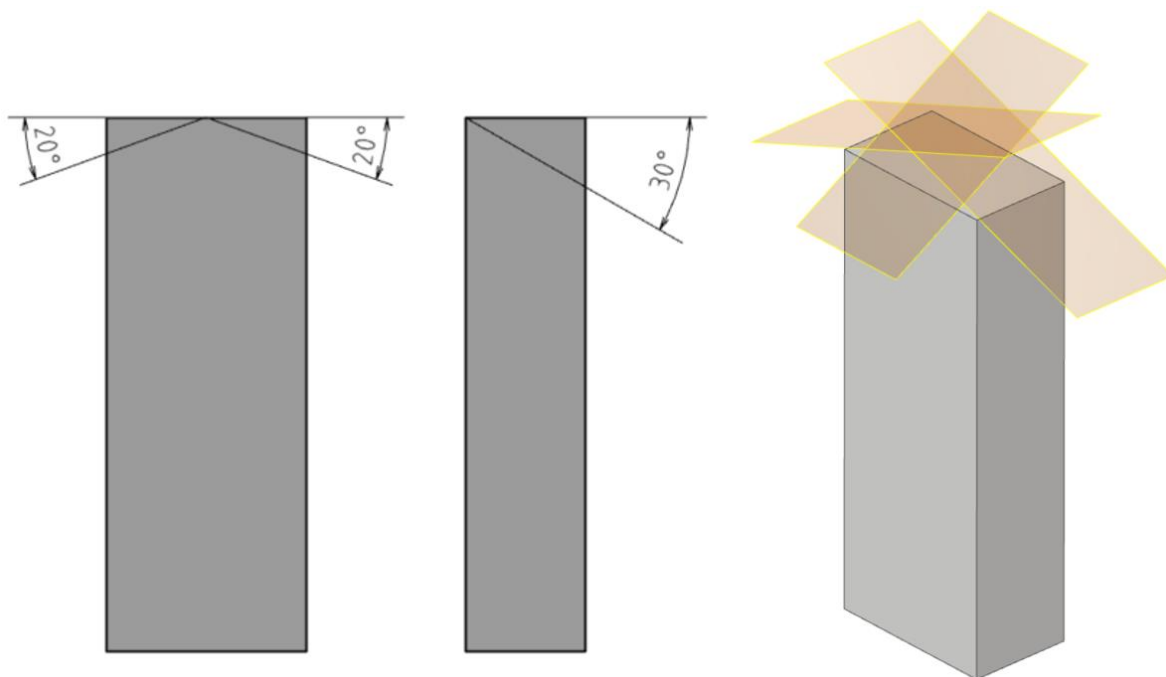
4.1.1 Ergonomická analýza

Tvarování těla pro jednoruční úchop směřuje ve většině případů k markantnímu zúžení střední části radiostanice. Při některých pracovních úkonech je ovšem nutné radiostanicí přechytnout. Tomuto úkonu toto zúžení zavazí a nedovoluje ruce volný pohyb po celé struktuře radiostanice.

Tuto problematiku vyřešila aplikace eliptického průřezu, který je použit na interaktivním modelu (viz Obr. 4-1) o zvolených rozměrech (75 x 45 x 200) mm dle rozměrových řešení zkoumaných radiostanic (viz Tab. 2-2). Ergonomická analýza definuje úhly vhodné k natočení ovladačů na čele radiostanice (viz Obr. 4-2).



Obr. 4-1 (vlevo) balistický nosič plátů BN2013; (vpravo) interaktivní model.



Obr. 4-2 (vlevo) zjištěné maximální úhly na základním kvádrů; (vpravo) řezné roviny pod maximálními úhly na základním kvádrů v perspektivním pohledu

Aplikací vlastní ergonomické analýzy, která simulovala použití ovládacích mechanismů v pracovních polohách (viz Kap. 2.2.7) a konzultací s elektro-konstruktéry, je čelo usměrněno tímto způsobem:

- otočný kanálový volič je umístěn kolem konektoru SMA (viz Kap. 2.2.7)
- audiokonektor zaujímá postavení ve středu čela, blíže k zadní ploše stanice
- sekundární displej je ve střední části mezi anténovými konektory a je opticky napojen skrze hranu na hlavní přední displej
- otočný audio volič umístěný kolem konektoru TNC (viz Kap. 2.2.7)

4.2 Varianta I



Obr. 4-3 Variantní návrh I

Konstrukční řešení těla této varianty se liší oproti běžným typům ručních radiostanic, hliníková konstrukce těla je rozdělena dvěma vertikálními řezy kolem displeje. Při demontáži se oddělí boční segmenty, na nichž jsou umístěny hlavní konektory a ovladače, díky tomu je možná jednoduchá oprava komponent.

Rozložení hmoty první varianty je směřováno do hloubky těla, přičemž barevné rozdělení upíná pozornost na vertikální stavbu, kterou umocňuje vizuální propojení těla s baterií a podlouhlý displej. Zadní plocha je vypouklá a tvoří hlavní úchopovou plochu, se kterou koresponduje zaoblení na přední straně bočních panelů, a vrcholí na čele u antén, kde jsou panely nakloněny pod úhlem 25 °. Spodní plocha je doplněna o zkosení pro lepší vkládání do kapsy na vestě. Zkosení nezamezuje stabilnímu postavení na pracovní ploše.

Tlačítka směrového kříže jsou zapuštěna do hliníkové konstrukce těla, čímž předchází samovolnému spuštění.

4.3 Varianta II



Obr. 4-4 Variantní návrh II

Druhý variantní návrh využívá klasické konstrukční sestavy těla ze dvou částí, box s víkem doplněný o výřezy pro displej a další součástky. Zároveň je doplněna o plastové komponenty z černého ABS plastu, které obepínají celou radiostanici přes vrchní, zadní i spodní plochy, a pouze v přední části, kde upínají pozornost na ovládací kříž, jsou vizuálně rozděleny.

Rádusy s hranou, které jsou použity u předešlé varianty, jsou zde nahrazeny hranami. Hlavním průřezem světlého celku je eliptický osmiúhelník, který se rozšiřuje směrem k čelu radiostanice. Zvolený tvar vytváří na přední části hrany s mělkými úhly, které jsou vhodné pro úchop.

Profily z ABS plastu zde tvoří pomyslné opásání tohoto celku, čímž spojují baterii s tělem. Na bocích je od spodní části baterie směrem vzhůru vyřezána drážka až k rozšíření těla, tím je vytvořen po obou stranách prostor pro boční pinový maticový konektor a příslušná tlačítka.

4.4 Varianta III



Obr. 4-5 Variantní návrh III

Konstrukční řešení těla zaujímá stejný princip jako druhá varianta. Využívá zalomených ploch, které jsou vhodné pro obrábění frézováním.

Čelo v náklonu 20° vertikálně stoupá od přední plochy těla k zadní ploše a vytváří tak dynamiku hmoty a opticky čelo rozšiřuje. Této dynamiky využívá i sekundární informační displej, který pod úhlem 30° klesá od prostředního konektoru a následně se napojuje na hlavní displej. Displeje jsou společně se směrovým křížem zapuštěny do hliníkové konstrukce, která je chrání před poškrábáním.

Třetí zvolený postup klade důraz na tvarové zvýraznění čela stanice, kam se podobně jako u druhé varianty usměřňuje hmota. Podstava čtvercového průřezu s úkosy se rozšiřuje směrem vzhůru, kde se průřez mění v poslední čtvrtině radiostanice v eliptický desetistěn díky bočním výřezům určeným ke konektorům a ovladačům.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Tvarové zpracování finálního návrhu vychází z varianty III. Využívá z ní její technologický postup výroby a barevné odlišení, které potlačuje mohutnost těla a upozorňuje na ovládací prvky. Původní rozložení ovládacích a zobrazovacích prvků na čele radiostanice bylo pozměněno prohozením pozice ADF konektoru se sekundárním displejem pro lepší čitelnost zobrazených informací (viz Kap. 4.4.4). Důležitá změna nastala i ve volbě charakteru tvarování, ve které hrají roli i oblé organické tvary, které zjemňují celkovou kompozici. Tvarové vyvážení pomáhá v rozšíření produktu do různorodých povolání.



Obr. 5-1 Perspektivní pohled

5.1 Tvar vojenské ruční radiostanice

Estetické prvky využívají technologické základy tohoto zařízení, které jsou přiznány a zvýrazněny, napomáhají manipulaci a usměrnění vztahu uživatele s tímto produktem. Při tvarování bylo podmínkou propojení těla s baterií (viz Kap. 3.2.5), proto se se dále mluví o celku (tělo a baterie). I přes tuto podmínku je napojení baterie přiznáno.

Pro výchozí profil průřezu celé stanice byl zvolen kvádr se zkosenými hranami, který lze najít ve spodní části baterie. Tento průřez se mění a rozšiřuje směrem vzhůru z přední i zadní části.

Přední část (viz Obr. 5-2) využívá ploché stěny kvádrů, kde jsou umístěny ovládací prvky. Ve středu plochy najdeme tlačítka směrového kříže s LED indikátorem. Dolní, prostřední a horní tlačítka jsou umístěna na zúžené plošině, kolem které plocha propadá do hloubky těla, v nejhlubším místě je levé a pravé tlačítko směrového kříže. Z tohoto místa se úkosy přelévají do oblých křivek a v nejvyšší části vytvářejí rozšíření těla, které evokuje obejmutí přední stěny kolem zadní. Obejmutí stoupá pod úhlem 21° , z technologického hlediska se jedná o ochrannou objímku čela radiostanice (dále pak jen objímka). Mezi oblými hranami je vsazen primární dotykový displej.



Obr. 5-2 Přední pohled

Přední stěna se nad displejem stáčí do čela radiostanice a stoupá pod daným úhlem 21° a vytyčuje prostor pro umístění středových součástek. Jejich rozmístění a natočení je v souladu s ergonomickou analýzou (viz Kap. 4.1.1), kromě zmíněného prohození sekundárního displeje s ADF konektorem. Díky tomu nedošlo k vizuálnímu propojení obou displejů, ale upoutalo pozornost na reproduktor tvarovaný do protáhlého hexagonu (viz Obr. 5-3).



Obr. 5-3 Detail rozložení komponentů na čele radiostanice

Od hexagonu se prostor dále zužuje a kopíruje plošinu u ovládacího kříže, nedochází zde však k ostře lámaným přechodům, ale k plynulé návaznosti mezi rádiusy a křivkami na boční plošiny pod točítka. Kromě zmíněného úhlu natočení čela je plošina natočena i pod úhlem 9° kolem osy kolmé na první natočení (viz Obr. 4-2). Díky tomu je levé točítko s anténovým konektorem vykloněno šikmo z radiostanice. Levá anténa s točítkem nevyužívá ani jednoho z obou náklonů, je umístěna kolmo vzhledem k rovině podstavy radiostanice. Dále byla na objímku umístěna pojistná (brzdná) tlačítka (viz Obr. 5-4) bránící samovolnému pootočení potenciometrů během manipulace.



Obr. 5-4 Perspektivní detail z boku na brzdu točítka a levý anténový konektor

Zadní plocha se zkosením je v průřezu vypouklá se slabou křivostí, do ní je od spodu baterie téměř po celé její délce vyryta drážka s pinovým konektorem, která slouží ke snadnému umístění Mission modulu nebo pro umístění prstů při manipulaci s dotykovým displejem. Nad ní je barevným rozlišením opticky zvýrazněna objímka, tato dominantní část je zároveň nejhlubším místem průřezu radiostanice (viz Obr. 5-5).

Z konstrukčního hlediska zde bylo nutné zachovat ploché bočnice, proto jsou koncipovány jako mělké drážky mezi přední a zadní stěnou, které se vynořují zpod objímky. Dále se zužuje dolů pod úhlem 5 ° až ke konci baterie, kde se drážka vytrácí a přechází do rádiusu paty baterie. Levá bočnice obsahuje převážně tlačítka. Jsou to dvě klíčovací tlačítka lichoběžníkového tvaru a dvě čtvercová PTT tlačítka rozlišená taktilními výstupky. Na pravé bočnici se nachází klíčovací tlačítko, předem určené pro zamykání obrazovky, pod ním pinový konektor s maticovým zámkem pro připojení příslušenství (viz Obr. 5-5).

Ostré propojení bočnic s objímkou těla nabývá na smyslu po připojení konektoru na pravé bočnici, který vyplní prostor pod rozšířením a splyne s tělem.



Obr. 5-5 (vlevo) pohled na levou bočnici, (uprostřed) zadní pohled, (vpravo) pohled na pravou bočnici

5.2 Příslušenství

Prvotní záměr byl vytvořit pouzdro za pomoci technologie laserování tenkých textilních materiálů, a to bez kompletace za pomoci šicích strojů. Zároveň by měla být přizpůsobitelná svou velikostí na jakýkoliv druh ruční radiostanice (viz Obr. 5-6).



Obr. 5-6 Perspektivní pohled na radiostanici v navrženém pouzdře

Laserové vypalování tkanin se objevuje až v posledních pěti letech pro výrobu různých druhů pouzder a výstroje vojenských i záchranných systémů. Přináší tvarovou různorodost jednotlivých částí textilie, s nimiž je možné jimi vytvořit i upevňovací a spojovací mechanismy, jako je například je Molle systém. Ten je založen na principu střídavého proplétání popruhu pouzdra skrz vhodně rozmístěné otvory přišitých popruhů na výstroji a na pouzdře. Při laserové výrobě se tyto otvory vypalují přímo do tkaniny, čímž dochází ke značnému odlehčení výstroje.

Po bližším průzkumu je zřejmé, že technologie šití je stále jednou z nejpevnějších způsobů spojení látky.

Pro laserovou výrobu byly zvoleny tyto materiály:

- Cordura 500D
- Hypalon

Pouzdra pro ruční vojenské radiostanice bývají specializována na konkrétní druh radiostanic. Na trhu se však objevují i univerzální velikosti.

Základním principem návrhu je odklápění pouzdra od výstroje uživatele (viz Obr. 5-7), čímž mu dodává možnost manipulace s primárním displejem a ovládacím křížem. Skládá ze dvou částí propojených nerezovým zámekem.

První částí je dokovací platforma z Cordury 500D s přišitou nerezovou hřídelkou. Dvouvrstvá šitá tkanina je vyřezána společně s molle systémem, který jí umožňuje přichycení k výstroji uživatele.

Druhou částí je hypalonový obal, do kterého jsou taktéž vyřezány otvory molle systému k možnosti nastavení jeho velikosti. Třecí vlastnosti Hypalonu jsou vhodné k ukotvení radiostanice bez nutnosti zajišťovacích popruhů.

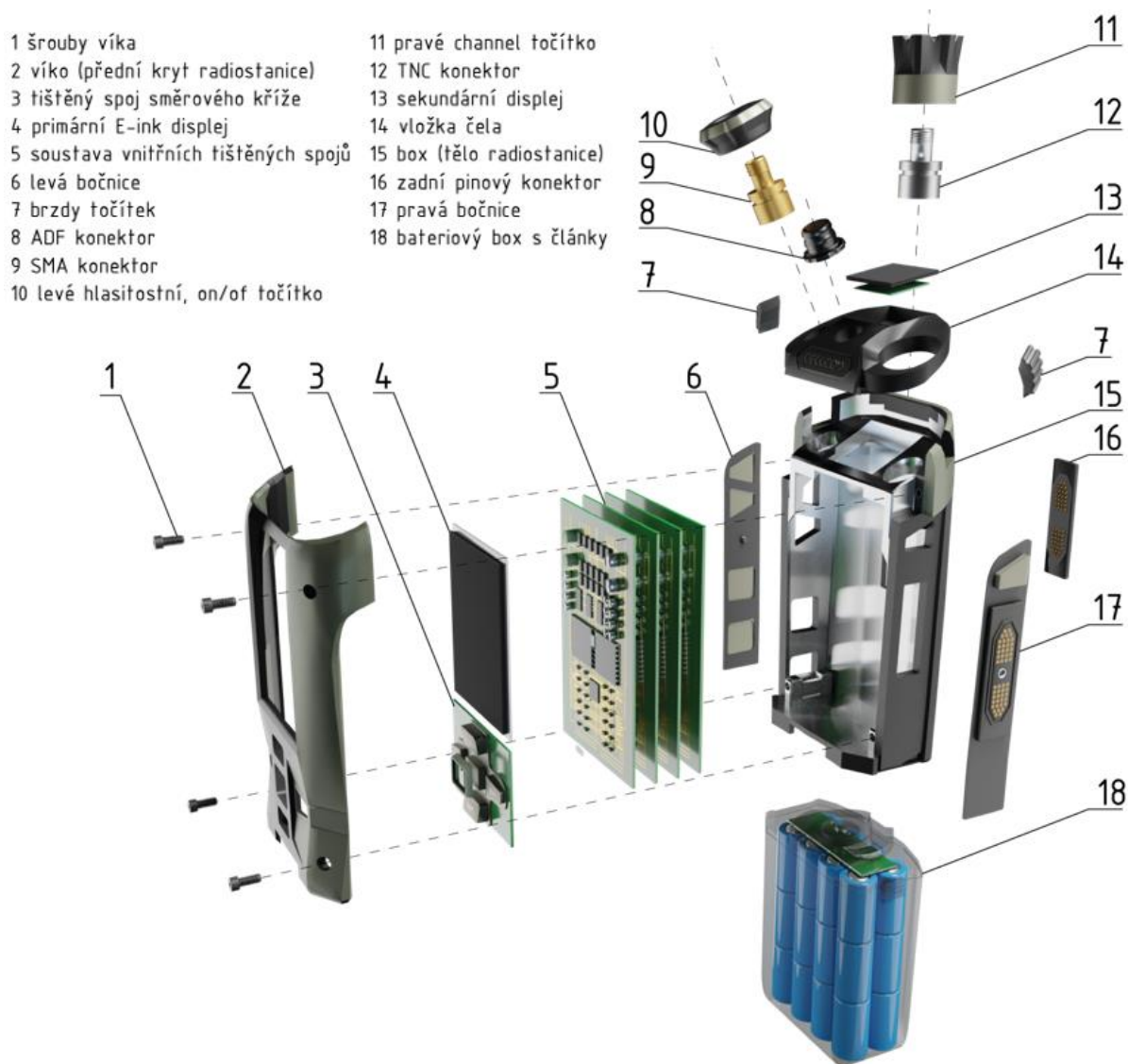


Obr. 5-7 Boční pohled na odklopenou radiostanici v pouzdře

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Konstrukčně technologické řešení

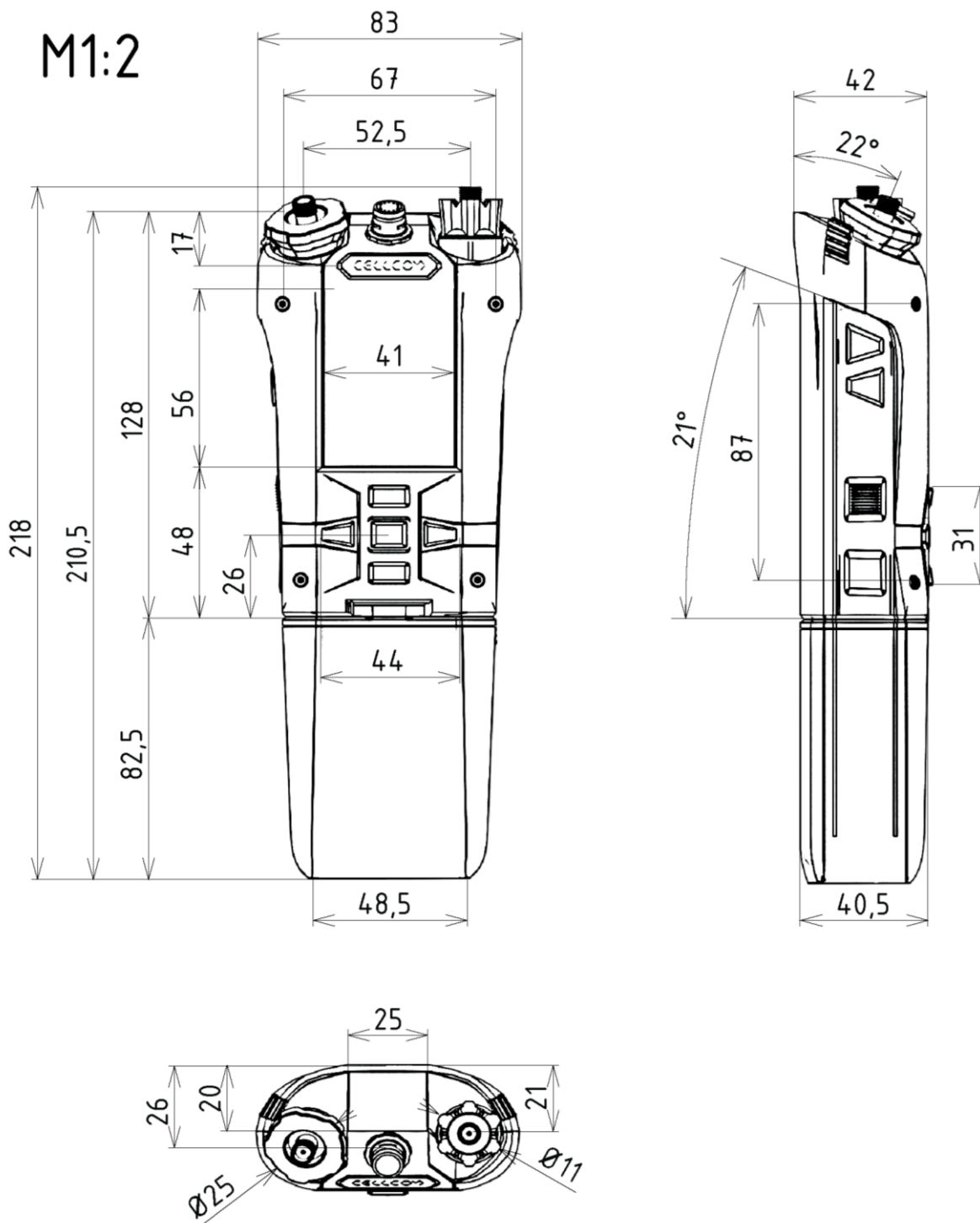
Vícepásmové ruční zařízení je obdobná výpočetní technika, jako například počítače nebo chytré mobilní telefony. Vnitřní komponenty (viz Obr. 6-1) jsou soustavou tištěných spojů, jedná se o základní desky splňující funkce procesoru, operační paměti, zdroje a převaděče signálů do digitální nebo mluvené formy. Na tištěné spoje jsou připojeny ovládací součástky displeje a konektory. Rozměrové řešení prostoru pro vnitřní komponenty je voleno v souladu s rozměry radiostanice FR40 (viz Obr. 2-3), zároveň u ní byla provedena analýza na jeho hliníkovém skeletu těla během konzultace u firmy MESIT asd, s.r.o. v Uherském Hradišti.



Obr. 6-1 Vnitřní uspořádání radiostanice

6.2 Rozměrové řešení

Rozměrové řešení těla (viz Obr. 6-2) je řešeno v souladu s rozměry technologických požadavků a ergonomií pracovních poloh.



Obr. 6-2 Rozměrové řešení v milimetrech

6.2.1 Spojovací díly a sestavení

Kovové torzo radiostanice je konstruováno jako karoserie, která splňuje jak nosnou funkci vnitřních součástí, tak vnější technickou, ergonomickou a estetickou funkci. U tohoto návrhu je sestaveno ze tří částí (viz Obr. 6-3).



Obr. 6-3 Hliníková konstrukce těla

Box

Zastává funkci nosné konstrukce z odlévaného hliníku. Uvnitř je prostor obroben k přesnému umístění tištěných spojů. Spodní část je vyhrazena pro bajonetový zámek baterie. Vnější plášť je lehce upraven pro nanesení ochranného povlaku a následné dokončovací postupy, jako je frézování bočnic, otvorů pro vnější součástky a prostoru pro vložku čela. Při výrobě se dbá na světlost stěn. Tenkostěnné bočnice jsou přišroubovány k boxu a slouží pro rychlou demontáž konektorů a tlačítek.

Víko

Víko jakožto přední stěna boxu je přišroubováno na čtyřech bodech k tělu. Jsou zde použity 4 zápusťné šrouby M4 s imbusovou hlavičkou. Díky výrobnímu postupu odlévání bylo možné aplikovat křivky, které daly vzniknout organickému tvarování objímky. Technologické otvory slouží k umístění displeje a tlačítek směrového kříže s LED indikátorem (viz. Kap. 6.3.5).

Vložka čela

Slouží jako samostatný hliníkový komponent, který je vložen do vyfrézované drážky vnitřní strany objímky. Mezi ní a boxem jsou umístěny mechanicko-elektrické komponenty antén s konektory a základové desky sekundárního displeje.

Baterie

Obsahuje sadu lithium-iontových cylindrických 3,7 V článků typu 14240 o velikosti (14 x 24) mm. Byly zvoleny pro kapacitní parametrizaci baterie, která se vyrábí ve dvou velikostech. Menší velikost obsahuje sadu 16 článků, větší obsahuje 24 článků. Články jsou napojeny na tištěný spoj, který reguluje a balancuje výstupní a vstupní energii článků (viz Obr. 6-4). [25, 31]

Pevné připojení ke stanici obstarává bajonetový zámek opatřený pojistkou. Sepnutí pojistky umožní otočení baterie proti směru hodinových hodiněk vůči tělu stanice, čímž se uvolní zámek a je umožněna výměna baterie. Obal baterie je z matného polykarbonátu, který povrchovou strukturou i barevností kopíruje tělo radiostanice. Zámek je z frézované slitiny hliníku, díky kterému odolává opotřebení.



Obr. 6-4 (vlevo) 24článková baterie, (vpravo) 16článková baterie

Primární displej

Byla použita technologie barevného E-ink displeje s kapacitní dotykovou funkcí, čímž se odstranily nevýhody LCD displejů, jako jsou rušivé podsvícení a značná spotřeba energie. E-ink displej díky možnosti vypnutí podsvícení má schopnost zobrazovat absolutně černou barvu bodů, což je žádaný faktor při nočních operacích. Displej je také z podstaty matný, díky čemuž je vhodný do venkovního prostředí (viz Obr. 7-6). Taktéž splývá s okolním materiálem a nenarušuje pozornost uživatele (viz Obr. 6-5). E-ink je v zásadě starší technologie, pro své výhody však stále podstupuje technologický rozvoj, například kolorizování displeje. Stejně tak v tomto směru taktického využití je zapotřebí vývoj v oblasti vojenských standardů. Naopak funkce dotyku u displejů je už k nalezení u řady vojenských zařízení. [26, 27]

Právě užitím dotykového displeje se odstranila potřeba klávesnice a tím se způsob manipulace přizpůsobil dnešní generaci uživatelů chytrých telefonů. Byly zvoleny rozměry (56 x 41) mm, což splňuje základní dotykové parametry. Displej je lehce zapuštěn do víka, aby se předešlo poškrábání.



Obr. 6-5 Přední detail na primární displej

Sekundární displej

Obdobně jako u primárního displeje využívá E-ink dotykový displej, který takřka splývá s okolním materiálem, slouží pouze k informování o stavu radiostanice. Při dotyku se prohazují data (hodiny, lokace a krokoměř), která jsou za sebou naskládána ve smyčce, při neaktivitě se vrátí do původního stavu. Radiostanice může být umístěna na výstroji celé hodiny, rychlá kontrola stavu zařízení značně zvyšuje efektivitu plnění úkolu. Zobrazované informace jsou nastavitelné v operačním systému, funkce dotyku lze vypnout a přesunout ovládání na klíčovací tlačítka (viz Obr. 6-6).



Obr. 6-6 Čelní detail na sekundární displej

Antény

Na čele radiostanice jsou umístěny dva závitové konektory, levý je SMA konektor pro anténku geolokace (viz Obr. 6-7). Anténka je tvarována do krátkého kužele s malým úhlem stoupání. Kvůli svojí velikosti by mohlo při demontáži dojít k obtížnému povolení závitu, proto byly na plášť kužele vhodně umístěny plošky pro použití nástroje, jako jsou montážní nebo stavitelné



klíče.

Obr. 6-7 Detailní pohledy na geolokační anténu

Pravý TNC konektor slouží k připojení antény rádiového spojení, pro tento model byl zvolen typ páskové antény (viz Obr. 2-25). Aditivním prvkem je prodloužení točítka, které je možné vyrobit jako jednoduchou redukci mezi anténou a točítkem. Tím se prodlužuje úchopová část točítka a je umožněno snadnější ovládání v rukavicích (viz Obr. 6-8). Tento prvek vznikl na základě široké palety antén na trhu od různých výrobců.



Obr. 6-8 Detail na aditivní prodloužení točítka u páskové antény

6.2.2 Technologie výroby

Nejčteněji použitým materiálem je slitina hliníku vhodná k tlakovému lití a následnému obrobení ve vytvrzeném stavu. Pro tuto potřebu byla zvolena slitina hliníku EN AC-46200, která má zvýšenou obrobiteľnosť vlivem pridané meďi. Materiál splňuje nutné pevnostní vlastnosti a slabší korozní ochrana je posléze řešena vrstvou eloxu v kombinaci se stříkáním nátěrové hmoty. Tato kombinace vede ke zvýšení korozní ochrany produktu a lze tak dosáhnout požadovaného dvoubarevného efektu. Povrchová úprava eloxem zastupuje barvy povolání a nátěrová hmota barvu černou nebo šedivou (viz Kap. 7.1). [27, 28, 30]

Ze zvolené slitiny hliníku jsou vyrobeny tyto díly: box, víko, vložka čela a bajonetový zámek. Taktéž jsou z této slitiny vyrobeny točítka, do kterých jsou po eloxování laserově vypáleny číslice a piktogramy. Box baterie je vyráběn ze vstřikovaného polykarbonátu, jeho mechanické a tepelné vlastnosti jsou vhodné pro ochranu akumulátorových článků. Gumová tlačítka jsou z otěruvzdorné pryže pro časté používání ochranných rukavic. E-ink displej využívá flexibilních polymerů s ochrannou laminovanou folií. [27]

TNC a SMA konektory mají své výrobní specifikace. V této práci došlo k mechanickému propojení těchto komponent s potenciometry. Pro úspěšnou kombinaci bylo zapotřebí prozkoumat technické parametry dutých potenciometrů na trhu. Výsledky průzkumu jasně udávají, že součástka je z technického hlediska vyrobiteľná.

Další postup obnáší měření elektromagnetických emisí této součástky, jejímž účelem je snížit emitaci rušivých vlivů vůči elektronice v zařízení. Toto měření se provádí během vývoje součástky, jejím výsledkem je certifikace o elektromagnetické kompatibilitě.

Součástka by byla vyrobena z pozlacené mosazi obrobené na víceosém soustruhu. Následně osazena odporovým obloukem z vodivého plastu, dutou hřídelkou a dalšími komponenty elektronické součástky potenciometru.

6.3 Ergonomické řešení

Vojenská ruční radiostanice je zpracována na principech ergonomie pro ruční zařízení, jejím účelem je poskytnout uživateli komunikaci s okolím zároveň také intuitivně komunikovat s uživatelem. Dále je to zařízení, které má uživatel ve své blízkosti v třech základních manipulačních polohách, které jsou omezením při výsledném tvarování.

6.3.1 Pohledy pracovních poloh

Pracovní poloha ručního ovládání

Vzhledem k celkové velikosti ručních radiostanic, dochází během manipulace ke změnám úchopu (viz Obr. 6-10). Toto tvarování zajišťuje dostatečný prostor pro variaci těchto úchopů.



Obr. 6-9 Zorný úhel (pohled na radiostanic při ručním ovládání)

Ovládání PTT tlačítek za pomoci ukazováčku a prostředníčku, palec je položen na pravé bočnici pod oblým náběhem víka na klíčovací tlačítku (viz Obr. 6-10, vlevo).

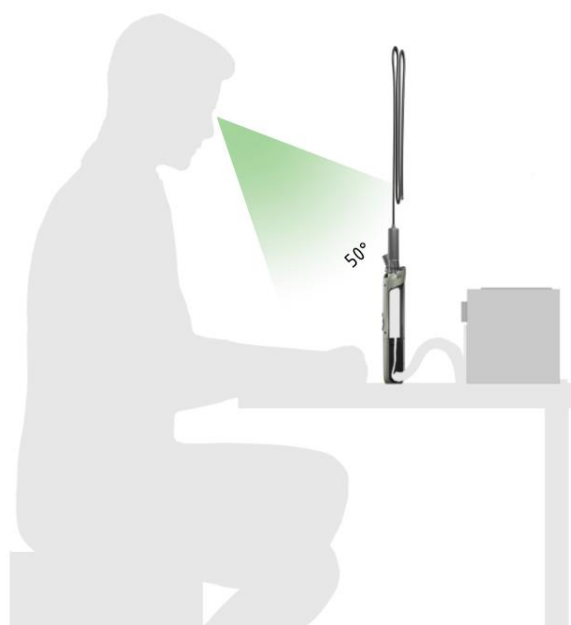
K ovládní displeje slouží převážně palec (viz Obr. 6-9), jako u většiny dotykových displejů, palcová část dlaně zapadá do středové prohlubně u ovládacího kříže, zbylé prsty obepínají zadní část radiostanice, nebo jsou zasunuty do svislé středové drážky pro Mission modul (viz Obr. 6-10, vpravo).



Obr. 6-10 (vlevo) ovládní PTT tlačítek, (vpravo) ovládní primárního displeje

Pracovní poloha na stole

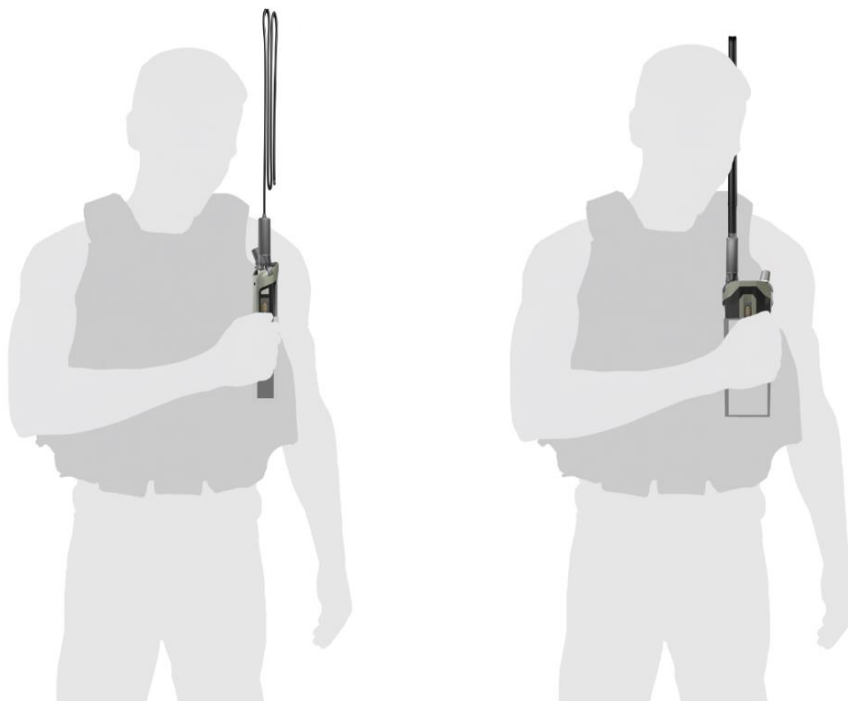
Poloha se využívá při kontrole dat radiostanice, nebo k nutnému zesílení rozsahu jejího dosahu. Radiostanice tak stojí na podložce v optimální nebo normální vzdálenosti od uživatele, dochází ke kombinaci ručního a stacionárního umístění (viz Obr. 6-11).



Obr. 6-11 Zorný úhel (pracovní poloha na stole)

Pracovní poloha v pouzdře

Radiostanice je bezprostředně umístěna na výstroji uživatele v pouzdře ve vhodné poloze tak, aby byla viditelná při pohledu dolů na výstroj. Polohu si uživatel volí vzhledem k pohodlnému užívání a vlastním zkušenostem (viz Obr. 6-12).



Obr. 6-12 Variantní umístění radiostanice na výstroji uživatele

6.3.2 Bezpečnost

Jedná se v zásadě o bezpečné zařízení, při použití je zde minimum ohrožujících faktorů. Nejvýraznějším z nich je váha, která se pohybuje nad hranicí 1 000 g, při delším ručním používání se značně pronese a dochází tak ke svalové únavě. V tomto případě je žádoucí pouzdro upevněné na výstroji uživatele, do které se rozloží váha. Dalším zraňujícím faktorem může být elektromagnetická emise, která může mít nežádoucí účinky na lidský organismus. Tato problematika ovšem nastává při použití kabelového příslušenství ve větším množství, kdy jsou emise kabely emitovány ve větším rozsahu. Z tohoto důvodu je k této radiostanici možné připojit pouze jednu rádiovou anténu. Zařízení je již při výrobě kvalitně odizolováno, příkladem je izolace hliníkovým tělem. Bateriový zdroj sám o sobě nepředstavuje hrozbu uživateli, nedojde-li k zestárnutí nebo přetížení článků. To může vést k explozi článku. Z tohoto důvodu je baterie opatřena regulačním tištěným spojem. Aplikací E-ink displeje byla odstraněna i zraková námaha, způsobená podsvícením LCD displeje.

6.3.3 Hygiena

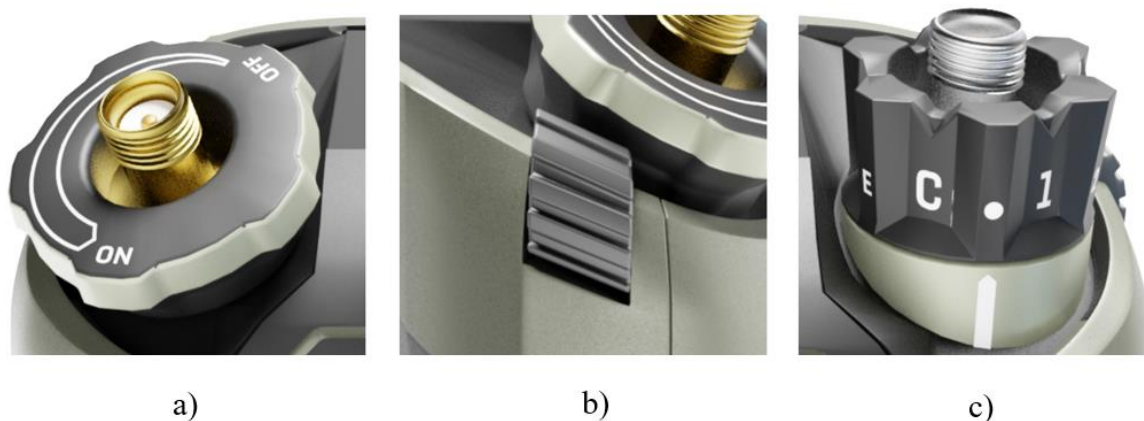
Produkt je určen do prostředí s extrémními podmínkami, před kterými je chráněno enviromentálními standardy (viz Kap. 3.5.1). Tyto podmínky zahrnují i přímý kontakt s lidskými tekutinami, vodou a různorodými nečistotami přírody i městské zástavby. Po ukončení použití je doporučeno radiostanici ošetřit prostředky na bázi alkoholu a očistit zanesenou špínu.

6.3.4 Ovladače

Množství tlačítek je voleno vzhledem k jednoduchosti ovládání a nutnosti jejich umístění. Byly zvoleny tyto ovladače:

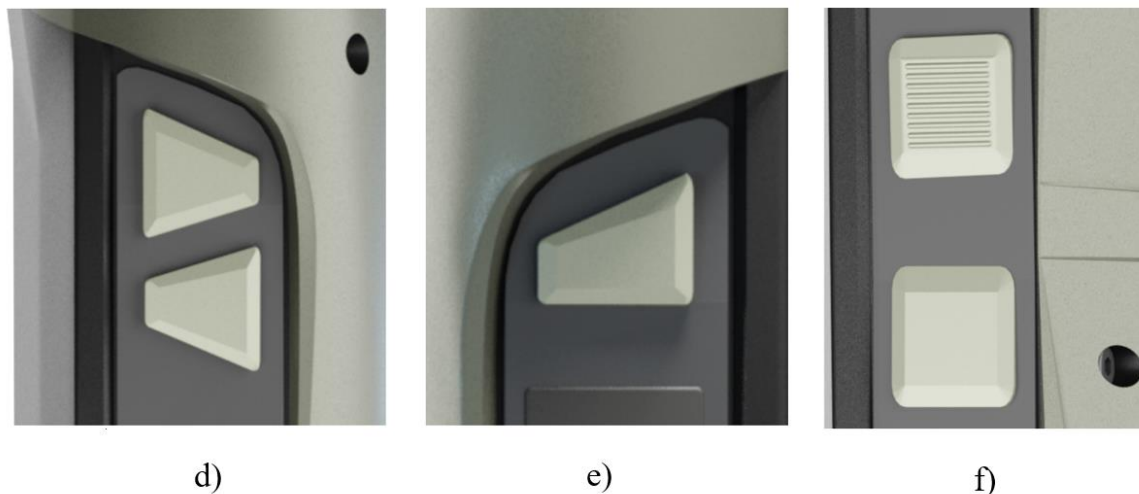
- a) 1x hlasitostní (on/off) točítka,
- b) 2x brzdy točítka,
- c) 1x otočný kanálový volič,
- d) 2x klíčovací tlačítka pravé bočnice,
- e) 1x klíčovací tlačítko levé bočnice,
- f) 2x PTT tlačítka,
- g) 5x tlačítek směrového kříže,
- h) 1x pojistka baterie.

Točítka jsou pro orientaci odlišena tvarem i natočením (viz Obr. 6-13). Levé točítka nastavuje hlasitost přenosu a zároveň zastává funkce on/off. Pravé zastává funkci kanálového voliče. Levé je oproti pravému je rozměrnější vzhledem k nastaveným zvyklostem točítka hlasitosti u reproduktorů a audiozařízení, kde je potřeba větší citlivost daná velikostí obvodu točítka. Obě točítka jsou částečně blokovány brzdami, které do jisté míry znemožňují jejich pootočení (viz Obr. 6-13).



Obr. 6-13 a) hlasitostní (on/off) točítka, b) brzda točítka, c) otočný kanálový volič

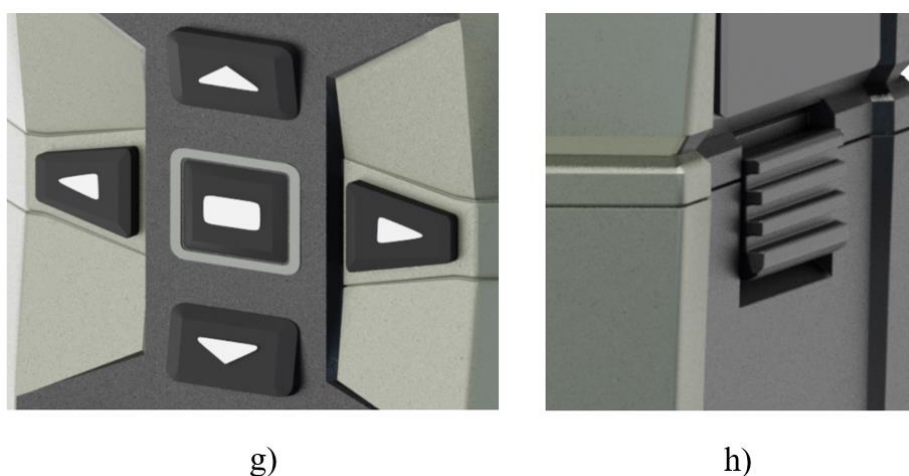
Klíčovací tlačítka lichoběžníkových průřezů (viz Obr. 6-14) jsou vložena do bočnice pod lemem objímky, umístění je tvarově jednoznačné a snadno vyhledatelné. PTT tlačítka čtvercového průřezu (viz Obr. 6-14) jsou umístěna pod sebou ve středové části bočnice, k jejich rozlišení je vrchní tlačítko doplněno o taktilní vroubkování, podobně jako u radiostanice FR40 (viz Obr. 2-3).



Obr. 6-14 d) dvě klíčovací tlačítka pravé bočnice, e) klíčovací tlačítko levé bočnice, f) dvě PTT tlačítka

Tlačítka směrového kříže (viz Obr. 6-15) ovládají posunové úkony na displeji (přeskok mezi kolonkami funkcí). Orientaci kříže zajišťuje i jejich umístění na barevně i výškově rozdělených plochách. Tlačítka jsou vyvýšena a nesplývají s okolním materiálem, čímž jsou snadno hmatatelná.

Pružná jednobodová pojistka je účinným a jednoduchým prvkem, účinnějším se však stává, pokud se přesune na baterii. Změnou se i značně zjednodušilo odjímání baterie od těla radiostanice (viz Obr. 6-15).



Obr. 6-15 g) tlačítka směrového kříže, h) pojistka baterie

6.3.5 Sdělovače

Reproduktor

Reproduktor je umístěn v rádiusu nad primárním monitorem, čímž je lehce natočen pod úhlem 21 °. Toto natočení je vhodné při umístění radiostanice v pouzdře bez zvukového příslušenství, zvukové vlny se lépe dostanou k uším uživatele.

Displeje

Primární displej byl umístěn v základní poloze na přední straně radiostanice (viz Obr. 6-9), při použití v pouzdře je primárně využíváno sekundárního displeje (viz Obr. 6-12), jeho náklon byl zvolen kombinací všech pracovních poloh. V pouzdře je natočen do zorného pole uživatele podobně jako při ruční komunikaci bez příslušenství. Na pracovním stole jsou k zařízení připojena příslušenství a sekundární displej slouží pouze ke kontrole dat, kdy není nutné se zařízením přímo manipulovat (viz Obr. 6-11). E-ink displeje jsou šetrné k uživateli, nezatěžují jeho zrak přebytečným zářením. Čitelnost se zvyšuje díky snaze napodobit text a informace psané na papíru. Matný povrch neodráží přímé sluneční světlo a je proto vhodný do venkovního prostředí (viz Obr. 7-6).

Indikátory

Rámeček LED indikátoru mění frekvenci barvy v závislosti na různorodosti příchozích dat např. SMS, příchozí hovor, instrukce a rozkazy. Základní nastavení je zobrazování barev zelené, červené a modré (viz Obr. 6-16). Indikaci je také možné vypnout v nastavení.



Obr. 6-16 Trojbarevná indikace LED diody osového kříže

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevnost je volena vzhledem k povolání a prostředí, ve kterém je povolání vykonáváno. Součástí zadání této práce jsou i varianty pro záchranné systémy. Do této kategorie však spadají i policejní a zásahové jednotky, které upřednostňují použití černých barev. Záchranáři, jako jsou hasiči nebo horské služby, zastávají volbu výrazných reflexních barev. Vojenské služby využívají kamuflážních vzorů a barevností vhodných pro topografii prostředí, ve kterém se vyskytují.

7.1 Barevné řešení

Jednobarevnost radiostanic na trhu je ve většině případů volena pro svou jednoúčelovost vojenské činnosti. Pokud by na radiostanici byla aplikována reflexní barva po celém povrchu, působila by křiklavým dojmem a slila by rozličné komponenty do jednoho shluku. Bylo nutné aplikovat barevné členění, které bude upoutávat pozornost na důležité ovládací prvky a funkci radiostanice. Povrch je tak rovnoměrně rozdělen barvou povolání a černou, popřípadě šedivou barvou (viz Obr 7-1, Obr 7-2). Zdrsnělý povlak eloxu dodává povrchu matný vzhled.

Barvy povolání umocňují vertikálnost radiostanice, čímž narušují její mohutnost. Ve vrchní části pak zvýrazňují organické tvarování objímky a objímku samotnou. Pás černého zbarvení se na přední části radiostanice mění ve tvar hexagonálních buněk, které jsou propojené v oblasti směrového kříže. Dalším napojením je pak prostor nad primárním monitorem, kde je umístěn ADF konektor a sekundární displej. Na zadní ploše a na bočnicích dominuje černé zbarvení, barvy povolání zde zvýrazňují drážku Mission modulu a směr postupu při jeho osazování.

7.1.1 Barevné zpracování vojenských jednotek



Obr. 7-1 Barevné varianty vojenských jednotek

7.1.2 Barevné zpracování záchranných a policejních jednotek



Obr. 7-2 Barevné varianty záchranných a policejních jednotek

7.2 Grafické řešení

Pro grafické zpracování byla jako motiv zvolena symbolika buňky, která je zde zpracována formou hexagonu. Motiv buňky lze najít u barevného členění radiostanice a tvarování otvoru reproduktoru.

7.2.1 Logotyp

Názvy vojenských ručních radiostanic bývají zpravidla odvozeny od firemních výrobních čísel doplněných o zkratku PRC. Tento postup je pro návrh designu zcela nevyhovující. Proto označení vzniklo složením anglického slova „cell“ (buňka) a „com“, což je zkrácenina anglického slova „communications“ (komunikace).

Slovo „Cell“ bylo v minulosti používáno v názvu pro mobilní telefony „cell phone“, při výslovnosti mělo dojít ke zkomolení ve slovní spojení „self phone“, tedy osobní telefon. Doslovný překlad však poukazuje na jeho kompaktnost a přenositelnost. U názvu Cellcom se v překladu jedná o komunikační buňku, čímž vystihuje zařízení jako soubor komunikačních technologií. Text využívá upraveného hexagonálního fontu (viz Obr. 7-3). Barevnost logotypu je dána volbou zbarvení uživatelského prostředí.



Obr. 7-3 Graficky upravená slovní značka produktu

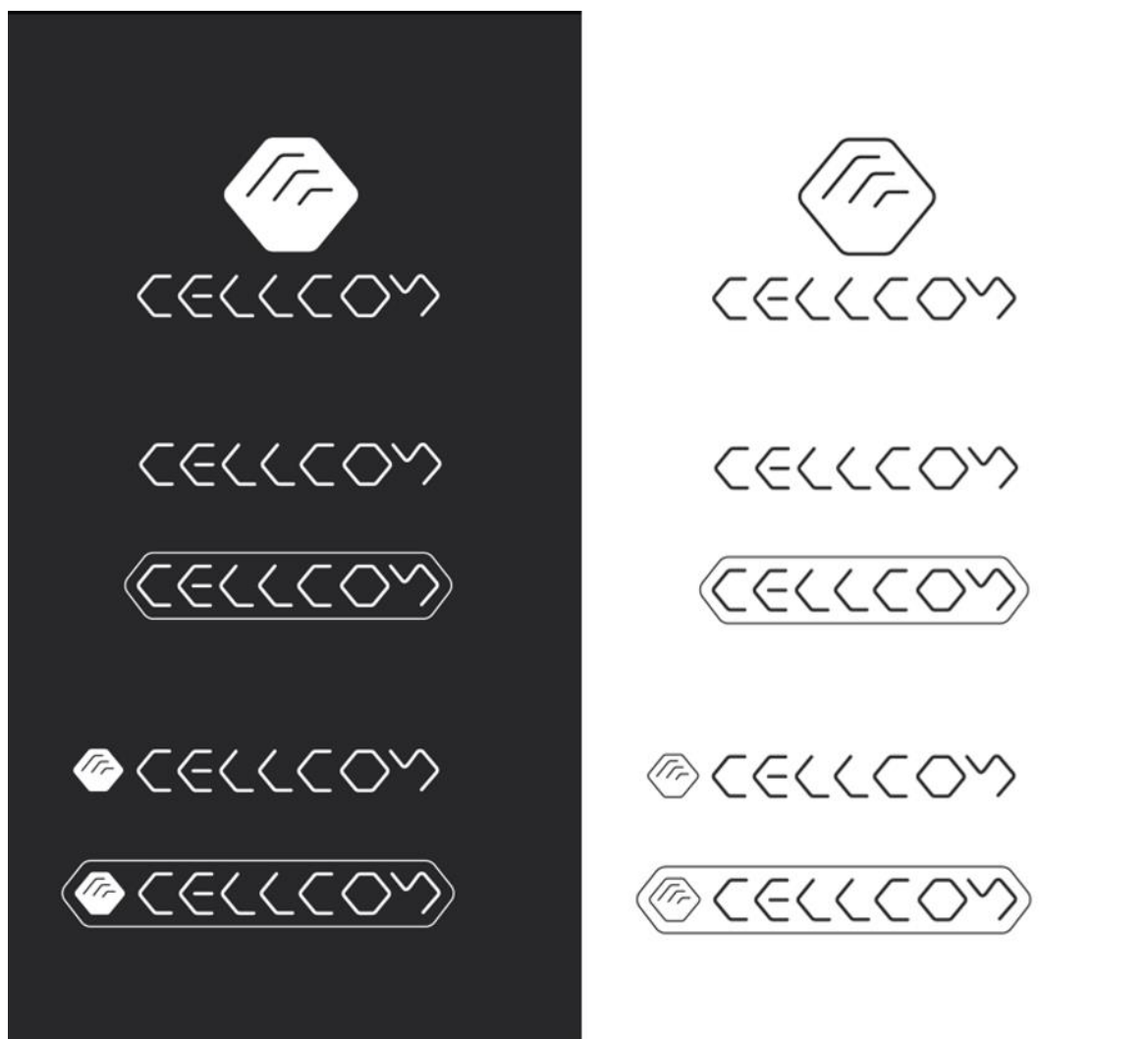
Tvar značky vznikl z buňky použité pro zpracování písmene „O“ použito v textu. Buňka je propojena se zjednodušeným piktogramem pro signál. Výsledný tvar přetváří buňku v perspektivně zobrazenou kostku (viz Obr. 7-4).



Obr. 7-4 Grafická značka produktu

Použití logotypu

Při propagaci produktu bude logotyp obměňován (viz Obr. 7-5), například při aplikaci na příslušenství nebo firemní produkty, kterými se společnost bude prezentovat. Například slovní značka Cellcom, umístěná v podlouhlém hexagonu (viz Obr. 7-6), je viditelná na radiostanici, kde ohrazení utváří samotný reproduktor.



Obr. 7-5 Variantní návrhy logotypu pro aplikace

7.2.2 Uživatelské rozhraní

Rozhraní je navrženo jako čárová grafika doplněna o piktogramy a písmo. Čárová grafika se snaží připodobnit k LCD displejům radiostanic na trhu (viz Kap. 2.1.2). Využívá pouze jednu informační barvu a její odstíny na černém pozadí. Díky E-ink displeji je vytvářen dojem, že jsou informace natištěny na povrch materiálu. Pro displej je taktéž vhodná jednoduchost čárové grafiky bez přechodů a animací.

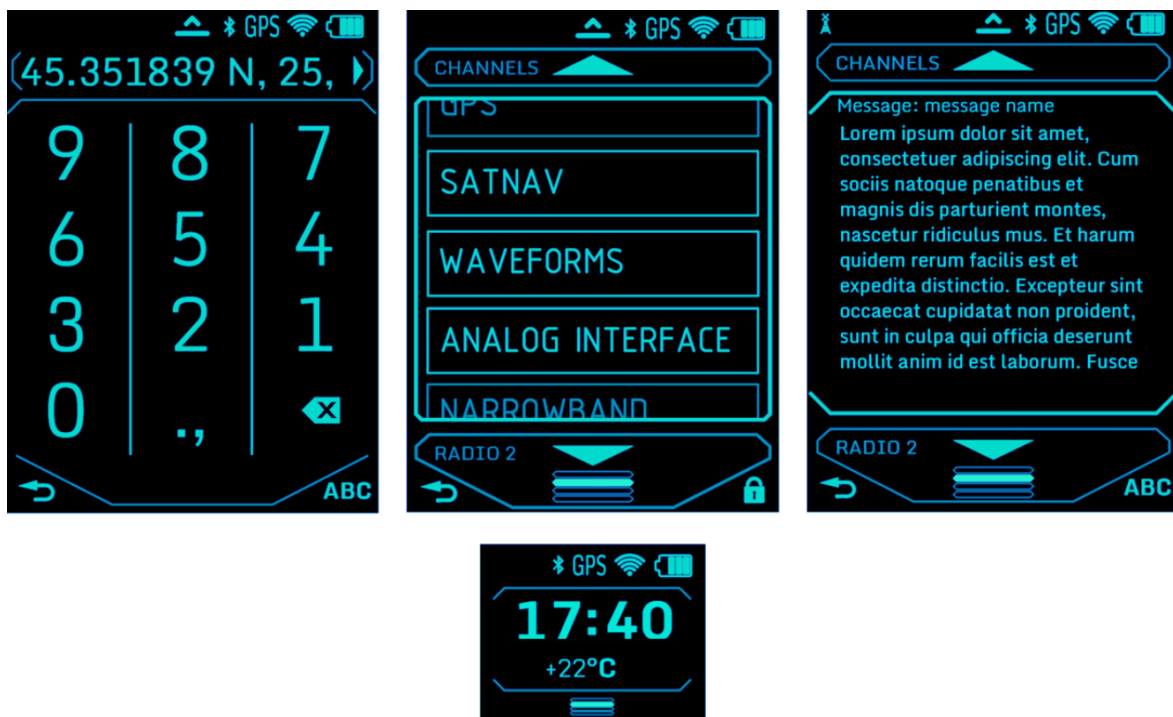
V konstrukci je využito zkosených hran převzatých z motivu buňky. Výsledný vzhled evokuje grafiku arkádových počítačových her pro armádní prostředí. Zbarvení je voleno do základních barev RGB a neutrální bílé. Červená je nejvhodnější k nočním operacím díky krátkým vlnovým délkám (viz Obr. 7-7). Zvolené odstíny modré (viz Obr. 7-8) a zelené (viz Obr. 7-6) slouží k lepšímu rozeznávání informací, například zelený text na černém pozadí je lépe čitelný, než černý text na bílém. Pro vizualizaci textu byl zvolen font Monda.



Obr. 7-6 Vizualizace uživatelského prostředí se zeleným nasvícením



Obr. 7-7 Červeně nasvícené uživatelské rozhraní



Obr. 7-8 Modře nasvícené uživatelské rozhraní

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Vojenský charakter byl tvarováním potlačen do té míry, aby se barevnými variantami dalo s přesností určit, do jaké kategorie povolání patří. Při bližším průzkumu přední části radiostanice lze dojít k závěru, že spodní polovina radiostanice patří vojenskému charakteru, má tedy ostré, cílené tvarování a dojem pevnosti kovového přístroje. A také že vrchní část, počínaje spodní hranou dotykového displeje, zaujímá postoj čistého tvarování, které je specifické pro komunální produktový design. Uživatelské prostředí působí na dnešní generaci uživatelů, neboť kombinuje prvky herního designu s novými zavedenými styly mobilních zařízení.

8.2 Ekonomická funkce

Zmíněný vývoj čelních součástek je nejnákladnějším úkonem celého návrhu. Vzhledem ke stále trvajícimu vývoji vojenského průmyslu je i tento vývoj běžnou záležitostí. Během návrhu byly dodrženy standardní postupy výroby, proto je tento produkt cenově srovnatelný s moderními ručními radiostanicemi. Trh je však rozšířen o záchranné systémy, ty jsou dnes velice podporovanou a dotovanou infrastrukturou. Dá se počítat, že cena výsledného produktu se bude točit kolem 2 až 3 tisíc EUR.

8.3 Sociální funkce

Produkt je navržen pro koncern, který svůj odbyt směřuje na celosvětový trh. Produkt bude nabízen společností s důvěryhodností a jistou státní prověrkou. Stejně tak jako konkurenční zařízení je i tato radiostanice určena pro profesionální využití, kde je nutné standardní manipulační zaučení. Budou jej využívat vojenské složky během svých misí v zalidněných oblastech, nebo misí na odlehlých lokacích. V záchranných systémech najdou využití i obsluhy těžkých zařízení, jako hasičské transportéry, letadla a vrtulníky.

9 ZÁVĚR

Primárním záměrem této bakalářské práce byl návrh čistě vojenské radiostanice. Cíle zadání však rozšiřují tento záměr o barevné řešení pro záchranné složky a policejní sbory. Později během zpracovávání kapitol a nutné řešerše došlo ke snaze aplikovat nejen barevné řešení, ale i technické a tvarové aspekty, které by byly vhodné pro členy těchto povolání. Dochází tak k vybalancování aspektů vojenských a záchranných systémů. Produkt se tak stává hybridním zařízením na trhu.

Příznačné označení PRC (osobní ovladač) klade důraz na komplexnost v ovládacích prvcích zařízení, často však postrádá na významu v oblasti ergonomie a komunikace s uživatelem. Cílem práce bylo tedy navrhnout komunikační část výstroje pro vojáky, záchranáře i policisty, která s nimi bude komunikovat po všech stránkách.

Technická analýza byla klíčová pro určení možných parametrů budoucího návrhu. Nejdůležitějším bodem byl inovativní prvek propojení komponentů potenciometrů s anténovými konektory na čele radiostanice, což vedlo k hlavní tvarové obměně a určilo směr finálního designu. Následný proces tvorby byl podmíněn návštěvami u firmy MESIT asd, s.r.o., která poskytla důležitá data o sestavě radiostanice a nutné informace k možné změně na konstrukci zařízení.

Finální návrh respektuje stanovené hranice technické analýzy a nabízí inovaci v ergonomii úchopu, do které jsou aktivně zapojeny ovladače a jejich umístění. Inovaci komunikace aktivně zprostředkovávají E-ink dotykové displeje, které podporují denní využití a mají nízkou energetickou spotřebu. Barevným zpracováním je završen kýžený efekt, který vnáší produkt do tržního odvětví záchranných systémů.

K tomu všemu byl přidán návrh pouzdra na radiostanici, které umožňuje rychlé odepnutí radiostanice od výstroje a modulaci prostoru, v níž je radiostanice umístěna.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Trocha historie - aneb, jak to vlastně začalo..?: Historie radiokomunikace, 2007. *CB Klub Děčín* [online]. Děčín: CB Klub Děčín, 03. 02. 2009 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <http://www.cb-decin.cz/view.php?navezclanku=trocha-historie-aneb-jak-to-vlastne-zacalo&cislocclanku=2009020001>
- [2] HORNÍK, Miroslav, 2016. *Radiotechnika za druhé světové války: od Pacifiku po Ural, od Finska po severní Afriku*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5473-4.
- [3] Československé radiostanice I. (50. léta): Historie radiotechniky, 2007. *Kmitocty* [online]. Kmitocty [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://kmitocty.cz/?p=2325>
- [4] Rádiový systém DICOM®RF40: RF40 Handheld Radio (en) , 2017. *Mesit defence* [online]. Uherské Hradiště, s. 1-2 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.mesitdefence.cz/149dc7d6-9879-11e7-9f03-0200ac106754/@@download>
- [5] *Časopis DICOM Inform: DICOM Inform číslo 43*, 2015. 2015. Uherské Hradiště. Dostupné také z: <https://www.mesitdefence.cz/f5cabebe-02e6-11e6-a499-52540021ce28/@@download>
- [6] L3HARRIS AN/PRC-163: Multi-channel Handheld Radio. <https://www.harris.com/solution/harris-an-prc-163-multi-channel-handheld-radio>: L3HARRIS [online]. Melbourne: HARRIS, 2019 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.harris.com/sites/default/files/an-prc-163-multi-channel-handheld-radio-datasheet.pdf>
- [7] AN/PRC-148 JEM Data Sheet - Thales Communications, Inc. *Yumpu* [online]. 2016 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/fr/document/read/48175783/an-prc-148-jem-data-sheet-thales-communications-inc>
- [8] XL-200P Portable Converged LTE Land Mobile Radio. *HARRIS: L3HARRIS* [online]. Melbourne: L3Harris, 2019 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.harris.com/sites/default/files/downloads/solutions/xl-200p-lte-ready-two-way-portable-radio-datasheet.pdf>
- [9] *Motorola Solutions: APX 7000XE NA Datasheet* [online], 2016. Schaumburg: Motorola [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/products/apx/APX_7000XE_NA_Datasheet.pdf
- [10] Šíření rádiových signálů, 2002. <https://www.crk.cz/CZ> [online]. 2006 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.crk.cz/CZ/SIRENIC>
- [11] Rádiové vlny a mikrovlny: Rádiové vlny, 2010. <http://www.realisticky.cz/zmeny.php:realisticky> [online]. Martin Krynický, 7.11.2019 [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: <http://www.realisticky.cz/ucebnice/02%20Fyzika%20SŠ/05%20Optika/04%20Elektromagnetické%20záření/03%20Rádiové%20vlny%20a%20mikrovlny.pdf>

- [12] Kmitočtová tabulka: Plán přidělení kmitočtových pásem, 2018. *Český telekomunikační úřad: regulátor trhu elektronických komunikací a poštovních služeb* [online]. Praha: ČTÚ, 2015 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/narodni-kmitoctova-tabulka>
- [13] ČESKÁ REPUBLIKA, 2017. Plán přidělení kmitočtových pásem: národní kmitočtová tabulka. In: 423/2017. Praha: Český Telekomunikační Úřad, ročník 2017, částka 150, číslo 423. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/sites/default/files/obsah/stranky/539/soubory/narodnikmitoctovatabulka.pdf>
- [14] Rádiové vlny: Encyklopedie, 2005. *EDUPORTÁL* [online]. Plzeň: Mgr. Magda Králová, 2018 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticke-vlny/radiove-vlny>
- [15] Využití rádiového spektra: Vysílačka, 2019. *Spektrum.Čtu* [online]. Praha: Český telekomunikační úřad, 2017 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <http://spektrum.ctu.cz/kmitocty?filter%5BapplicationIds%5D%5B0%5D=79>
- [16] Vysílačky dosah neboli komunikační vzdálenost a volba frekvenčního pásma, 2018. *Hytera* [online]. Brno: DCom, 2019 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.hyt.cz/vysilacky-dosah-frekvencniho-pasmo/>
- [17] *Harris: L3Harris* [online], 2020. Melbourne: Harris [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.harris.com/product-line/harris-falcon-radios>
- [18] *Mesit defence: DICOM* [online], 2020. Uherské Hradiště: Mesit [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.mesitdefence.cz/cs>
- [19] MIL-STD-810, 1996. *MILITARY STANDARD: ENVIROMENTAL TEST METHODS AND ENGINEERING GUIDELINES*. 01-2019. Gibsonia: EverySpec.
- [20] MIL-STD-188, 2020. *MILITARY STANDARD: MILITARY COMMUNICATIONS SYSTEM TECHNICAL STANDARDS*. Gibsonia: EverySpec.
- [21] MIL-STD-461, 1967. *MILITARY STANDARD: ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS REQUIREMENTS FOR EQUIPMENT*. 12-2015. Gibsonia: EverySpec.
- [22] STHELÍK, Jakub, 2018. Baterie zůstávají limitujícím faktorem elektromobilů. Průlom se čeká za sedm let. *Autobible* [online]. Praha: Mladá Fronta, 27.11.2018, 1 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/baterie-zustavaji-limitujicim-faktorem-elektromobilu-prulom-se-ceka-za-sedm-let>
- [23] JOVANOVIĆ, Miodrag a Raica TODOROVIC, 2003. Scientific-Technical Review, vol.LIII, no.2, 2003: Joint tactical radio – aspects of standardization. *Scientific-Technical Review* [online]. 2.7.2003, 2003(103), 72-79 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <http://www.vti.mod.gov.rs/ntp/rad2003/2-03/todo/todo.pdf>
- [24] *Bittium* [online], 2020. Oulu: Bittium [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://www.bittium.com>
- [25] *Téma: Technické parametry vojenských ručních vícepásmových radiostanic*. Informace poskytl Ing. Jiří Blaha, Vedoucí vývoje společnosti MESIT defence, s.r.o., Uherské Hradiště 25.10.2019.

- [26] KRYBUS, Vojtěch, 2003. Technologie elektronického inkoustu - historie a vývoj [online]. Czech Republic: FI MUNI [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xkrybus2003.htm>.
- [27] Paperlike: Smart & Professional E-ink Monitor, 2018 [online]. China: Beijing Dasung Tech Co., Ltd. [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <http://www.dasungtech.com>.
- [28] KUBÁTOVÁ, H. Nátěry kovů. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 101 s. Profi. ISBN 80-247-9035-1
- [29] KUBÍČEK, J. Nátěrové hmoty [online]. In: . BRNO: VUT FSI, 2018, s. 42 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/hpu_renovace_a_povrchove_upravy_naterove_hmoty_2018_kubicek.pdf
- [30] LIŠKA, R. Macík, J.: Materiály pro 1. až 3. ročník učebních oborů lakýrník, malíř a malíř - natěrač na SOU a OU. 3. vydání. Praha: Sobotáles, 2007. 172 s. ISBN 80-85920-28-X
- [31] Li-batteries Market, 2020. *Dutch Energetics Management* [online]. Nizozemsko: Dutch Energetics Management, 2020 [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: https://dutchenergetics.com/?page_id=853
- [32] EN AC-46200 (46200-F, AISi8Cu3) Cast Aluminum, 2020. *MakeItFrom: Material Properties Database* [online]. MakeItFrom, 2020.05.30 [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: <https://www.makeitfrom.com/material-properties/EN-AC-46200-46200-F-AISi8Cu3-Cast-Aluminum>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

11.1 Seznam použitých zkratek

AA	Double A (označení velikosti tužkové baterie)
ADF	Azure Data Factory
AM	Amplitudová Modulace
CB	Citizen Band
COMSEC	Communications Security
CS	Constitution of the ITU
CV	Convention of the ITU
DV	Dlouhé Vlny
EDV	Extrémě Dlouhé Vlny
EHF	Extremely High Frequency
E-ink	Electronic ink
EMI	Electromagnetic Interface
EUR	Euro
FM	Frekvenční Modulace
Glonass	GLOBALNAJA NAVIGACIONNAJA SPUTNIKOVAJA SISTĚMA
GPS	Global Positioning System
HF	High Frequency
HMS	Handheld Manpack a Small form-fit
IP-USB	Internet Protocol-Universal Serial Bus
IRS	Internal Revenue Service
ITU	International Telecommunication Union
JPEO	Joint Program Executive Office
JTRS	Joint Tactical Radio System
KV	Krátké Vlny
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal display

LF	Low Frequency
LW	Long Wave
MANET	Mobile Ad Hoc network
MF	Medium Frequency
MIL-STD	Military-Standard
MW	Medium Wave
Narfa CZE	National Radio Frequency Agency Czech Republic
PMR	Personal Mobile Radio
PRC	Personal Remote Control
PTT	Push To Talk
SATCOM	Comunications Satelite
SHF	Super High Frequency
SINGARS	Single Channel Group and Airborne Radio System
SMA	SubMiniature version A
SMS	Short Message Service
SV	Střední Vlny
TNC	Threaded Neill-Concelman
UHF	Ultra High Frequency
UKV	Ultra Krátké Vlny
USB 2.0	Universal Serial Bus 2.0
VDV	Velmi Dlouhé Vlny
VHF	Very High Frequency
VKV	Velmi Krátké Vlny
VLF	Very Low Frequency

11.2 Seznam použitých veličin

° C	teplota (Celsia)
g	gram
Hz	Hertz
m	metr
mAh	miliampérhodina

mm	milimetr
W	Watt
Wh	Watthodina

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	Přenosná radiostanice na bázi elektronek [3]	15
Obr. 2-2	Radiostanice AMOS (označení TESLA 554600), 1952-55 [3].....	16
Obr. 2-3	Ruční vícepásmová radiostanice FR40, v černém provedení [4]	17
Obr. 2-4	Vojenská ruční stanice L3Harris AN/RC-163 s anténou GPS a SATCOM navigace [6].....	18
Obr. 2-5	AN/PRC-148 JEM bez příslušenství [7].....	19
Obr. 2-6	Ruční vícepásmová radiostanice Bittium Tough SDR bez příslušenství [26]...	20
Obr. 2-7	XL-200P přenosná stanice s příslušnou anténou krátkého dosahu [8]	21
Obr. 2-8	Reflexní varianta radiostanice APX 7000XE NA [9].....	22
Obr. 2-9	Využití spektra rádiových vln podle druhu spotřebičů [11]	23
Obr. 2-10	Rozdělení pásma podle národní kmitočtové tabulky České republiky [12].	24
Obr. 2-11	Tabulka kmitočtového spektra pro vysílačky občanského použití (CB) v ČR [15].....	25
Obr. 2-12	Odraz vysílaných vln od ionosféry [14]	26
Obr. 2-13	Rušení spojení kopcovitým terénem [16]	26
Obr. 2-14	Přímé spojení přemostěním pomocí převaděče, umístěného na vrcholku překážky [16].....	26
Obr. 2-15	L3Harris Falcon III [®] RF-7800M-MP Multiband Networking Manpack Radio (MNBR) [17].....	27
Obr. 2-16	Schéma komunikačního spojení řadového vojáka pomocí vícepásmové ruční radiostanice. [17].....	27
Obr. 2-17	Hlavní menu LCD monitoru radiostanice AN/RC-163 [6]	29
Obr. 2-18	Vnitřní schéma (upraveno) [25]	30
Obr. 2-19	Princip Lithium-iontového článku [22]	30
Obr. 2-20	Vícepásmová radiostanice AN//RC163 v sumce umístěna na nosiči plátů [17]	31
Obr. 2-21	Normalizované schéma systémového prostředí vojenských radiostanic podle JTRS [23]	32

Obr. 2-22	Ruční mikrofon s ovládáním RM20, mikrotelefon a náhlavní soupravě společnosti MESIT asd, s.r.o. [18].....	33
Obr. 2-23	Mission modul z nabídky společnosti MESIT asd, s.r.o. [19]	34
Obr. 2-24	Vozidlový panel pro umístění radiostanice a Mission modulu společnosti MESIT asd, s.r.o. [18].....	35
Obr. 2-25	(vlevo) anténa pásková AL13 (1,32 m) z katalogu společnosti MESIT asd, s.r.o. [18].....	35
Obr. 4-1	(vlevo) balistický nosič plátů BN2013; (vpravo) interaktivní model.	41
Obr. 4-2	(vlevo) zjištěné maximální úhly na základním kvádru; (vpravo) řezné roviny pod maximálními úhly na základním kvádru v perspektivním pohledu	42
Obr. 4-3	Variantní návrh I	43
Obr. 4-4	Variantní návrh II	44
Obr. 4-5	Variantní návrh III.....	45
Obr. 5-1	Perspektivní pohled	46
Obr. 5-2	Přední pohled.....	47
Obr. 5-3	Detail rozložení komponentů na čele radiostanice	48
Obr. 5-4	Perspektivní detail z boku na brzdu točítka a levý anténový konektor.....	48
Obr. 5-5	(vlevo) pohled na levou bočnici, (uprostřed) zadní pohled, (vpravo) pohled na pravou bočnici	49
Obr. 5-6	Perspektivní pohled na radiostanici v navrženém pouzdře.....	50
Obr. 5-7	Boční pohled na odklopenou radiostanici v pouzdře	51
Obr. 6-1	Vnitřní uspořádání radiostanice.....	52
Obr. 6-2	Rozměrové řešení v milimetrech	53
Obr. 6-3	Hliníková konstrukce těla.....	54
Obr. 6-4	(vlevo) 24čláňková baterie, (vpravo) 16čláňková baterie	55
Obr. 6-5	Přední detail na primární displej.....	56
Obr. 6-6	Čelní detail na sekundární displej.....	57
Obr. 6-7	Detailní pohledy na geolokační anténu.....	57
Obr. 6-8	Detail na aditivní prodloužení točítka u páskové antény.....	58
Obr. 6-9	Pohled na radiostanici při ručním ovládání	59
Obr. 6-10	(vlevo) ovládání PTT tlačítek, (vpravo) ovládání primárního displeje.....	60

Obr. 6-11	Pracovní poloha na stole	60
Obr. 6-12	Variantní umístění radiostanice na výstroji uživatele	61
Obr. 6-13	a) hlasitostní (on/off) točítka, b) brzda točítka, c) otočný kanálový volič ...	62
Obr. 6-14	d) dvě klíčovací tlačítka pravé bočnice, e) klíčovací tlačítka levé bočnice, f) dvě PTT tlačítka.....	63
Obr. 6-15	g) tlačítka směrového kříže, h) pojistka baterie	63
Obr. 6-16	Trojbarevná indikace LED diody osového kříže	64
Obr. 7-1	Barevné varianty vojenských jednotek.....	66
Obr. 7-2	Barevné varianty záchranných a policejních jednotek.....	66
Obr. 7-3	Graficky upravená slovní značka produktu.....	67
Obr. 7-4	Grafická značka produktu	67
Obr. 7-5	Variantní návrhy logotypu pro aplikace	68
Obr. 7-6	Vizualizace uživatelského prostředí se zeleným nasvícením.....	69
Obr. 7-7	Červeně nasvícené uživatelské rozhraní	70
Obr. 7-8	Modře nasvícené uživatelské rozhraní	70

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1	Rozdělení rádiových vln podle využití [11]	23
Tab. 2-2	Tabulka rozměrové řešení radiostanic na trhu [4, 6, 7, 26]	33

14 SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený poster (A4)

sumarizační poster (A1)



VIZUALIZACE UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ

ZÁCHRANÁŘSKÁ VARIANTA

ORTOGRAFICKÉ POHLEDY

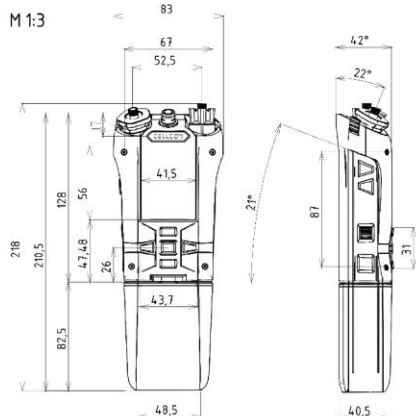
DETAILNÍ POHLED



TECHNICKÉ POHLEDY

ERGONOMICKÉ POHLEDY

VRNITŘNÍ UZPŮSOBNÍ



- 1 víko radiošice
- 2 primární displej
- 3 vnitřní elektronika
- 4 tělo radiošice
- 5 nastavitelný (on/off) tlačítko
- 6 kanálový volič
- 7 sekundární displej
- 8 baterie
- 9 ovládací klíč

DESIGN RUČNÍ VOJENSKÉ VÍCEPÁSMOVÉ RADIOSTANICE / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Jonáš Truhlář / Vedoucí práce: Ing Richard Sovják / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20 / Datum obhajoby: červenec 2020